МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ННІХТ
Кафедра технології жирів, хімічних технологій харчових добавок та косметичних засобів

«До захисту в ЕК»	**«До захисту допущено»**
Директор інституту(декан факультету)ННІХТ	Завідувач кафедри ТЖХТ
_____-_ Кочубей-Литвиненко О.В.	_____ НосенкоТ.Т
(підпис) (прізвище та ініціали)	(підпис) (прізвище та ініціали)
«___» _____ 202__р.	«___» _____ 202__р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

зі спеціальності 181 «Харчові технології»
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Технології рослинних олій, жирових та косметичних продуктів»

на тему: Виробництво рафінованої недезодорованої соняшникової олії у цеху потужністю 264 т за добу

Виконав: здобувач VI курсу, групи__ТЖ 2-3м___

_____Дубас Оксана Вадимівна_____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник __к.т.н. доц. Романовська Тетяна Іванівна_ _____
(прізвище , ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти_____ _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент _____ _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

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

Здобувач_____
(підпис)

Київ - 2021 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ННІХТ

Кафедра технології жирів, хімічних технологій харчових добавок та косметичних засобів

Освітній ступінь Магістр

Спеціальність 181 «Харчові технології»

Освітньо-професійна програма «Технології рослинних олій, жирових та косметичних продуктів»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач
кафедри

“____” _____20___року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Дубас Оксани Вадимівни
(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема роботи Виробництво рафінованої недезодорованої соняшникової олії у цеху потужністю 264 т за добу
керівник роботи_ к.т.н. доц. Романовська Тетяна Іванівна
(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом закладу вищої освіти від “___”_____20__року №_____
2. Строк подання здобувачем роботи__01.02.2021 р
3. Вихідні дані до роботи Кількість олії на гідратацію 264,0т, Вміст фосфоліпідів у початковій олії 1,20%, Вміст вологи у початковій олії 0,15% , Вміст фосфоліпідів у гідратованій олії 0,1%, Вміст вологи у гідратованій олії 0,15%, Кислотне число олії 1,5 мг КОН, Вміст вологи і летких речовин 0,1 %
4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити Вступ; РОЗДІЛ 1 Науково-дослідна частина: 1.1. Аналіз літературних джерел, 1.2. Обгрунтування необхідності науково-дослідної роботи, 1.3. Експериментальна частина, 1.3.1. Матеріали дослідження, 1.3.2. Опис методик проведення дослідження, 1.3.3. Результати досліджень та їх аналіз, 1.3.4. Рекомендації щодо впровадження результатів наукових досліджень; РОЗДІЛ 2 Технологічна частина: 2.1. Обгрунтування та вибір асортименту продукції, 2.2 Аналіз й вибір технологічних схем, 2.3. Розрахунок сировини, готової продукції та допоміжних матеріалів, 2.4. Аналіз, підбір, обґрунтування і розрахунок кількості обладнання, 2.5. Розрахунок робочої сили, 2.6. Розрахунок води, пари, електроенергії, 2.7. Розрахунок виробничих площ, 2.8. Організація виробничого потоку, 2.9. Організація технохімічного контролю виробництва; РОЗДІЛ 3 Охорона праці; РОЗДІЛ 4 Економічна частина; Висновки; Список літератури
5. Перелік графічного матеріалу: 5 креслень: апаратурно-технологічні схеми гідратації та лужної рафінації рослинних олій, план цеху з розташуванням обладнання М 1:100; повздовжній та поперечний розрізи виробничого цеху М 1:50

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 18 листопада 2020р

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
ВСТУП	12.10.2020	
РОЗДІЛ 1. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА		
1.1. Аналіз літературних джерел	13.10.2020	
1.2. Обгрунтування необхідності науково-дослідної роботи	19.10.2020	
1.3.Експериментальна частина		
1.3.1. Матеріали дослідження	26.10.2020	
1.3.2. Опис методик проведення досліджень	30.10.2020	
1.3.3. Результати досліджень та їх аналіз	03.11.2020	
1.3.4. Рекомендації щодо впровадження результатів наукових досліджень	06.11.2020	
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА		
2.1. Обгрунтування та вибір асортименту продукції	09.11.2020	
2.2. Аналіз й вибір технологічних схем	16.11.2020	
2.3. Розрахунок сировини, готової продукції та допоміжних матеріалів	23.11.2020	
2.4. Аналіз, підбір, обґрунтування і розрахунок кількості обладнання	26.11.2020	
2.5. Розрахунок робочої сили	30.11.2020	
2.6. Розрахунок води, пари, електроенергії	03.12.2020	
2.7. Розрахунок виробничих площ	08.12.2020	
2.8. Організація виробничого потоку	10.12.2020	
2.9. Організація технохімічного контролю виробництва	14.12.2020	
РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ	17.12.2020	
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	22.12.2020	
ВИСНОВКИ	28.12.2020	
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	29.12.2020	
ГРАФІЧНА ЧАСТИНА	01.12.2020-30.12.2020	
Надання магістерського проекту для попередньої перевірки на академплагіат	20.01.2021	
Надання магістерського проекту для остаточної перевірки на академплагіат	01.02.2021	

Здобувач _____ Дубас О.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ к.т.н. доц. Романовська Т.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Анотація

Дубас Оксана Вадимівна. Виробництво рафінованої недезодорованої соняшникової олії у цеху потужністю 264 т за добу

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра. – Національний університет харчових технологій Міністерства освіти і науки України, м. Київ, 2021.

В науковій частині магістерському проекту досліджено показники митої овечої вовни з метою вилучення з неї натурального жиропоту, призначеного для наступної переробки з одержанням ланоліну.

В проектній частині обрано технологічні схеми гідратації та нейтралізації соняшникової олії продуктивністю до 300 т/добу. Перевагою обраної технології є використання високопродуктивного сепараційного обладнання. Виконано комплекс проектних робіт: розрахунок площі цеху, матеріального балансу виробництва, потреб в енергоносіях і трудових ресурсах. Складено компанування виробничого цеху площею 20 б.к., виконано повздовжній і поперечний розріз виробничої будівлі висотою 2 поверхи.

Магістерський проект складається зі змісту, вступу, 4-х розділів, списку використаних літературних джерел і містить графічну частину на п’яти аркушах. Графічна частина містить: апаратурно-технологічну схему виробництва з позначенням технологічних потоків гідратації та нейтралізації, специфікацію обладнання, плани та розрізи виробничої будівлі.

Ключові слова: ***мита вовна, соняшникова олія, гідратація, нейтралізація, проект***

					Виробництво рафінованої недезодорованої соняшникової олії у цеху потужністю 264 т за добу		
Змн.	*Арк.*	*№ докум.*	*Підпис*	*Дат*			
Розроб.		Дубас О.В.			Анотація	*Літ.*	*Арк.* 4 / *Акрушів* 114
Перевір.		Романовська ТІ.					
Реценз.						Каф. ТЖХТ	
Н. Контр.							
Затверд.		Носенко Т.Т.					

Аннотация

Дубас Оксана Вадимовна. Производство рафинированного недезодорированного подсолнечного масла в цеху мощностью 264 т в сутки

Квалификационная работа на получение образовательного степени магистра. – Национальный университет пищевых технологий Министерства образования и науки Украины, Киев, 2021.

В научной части магистерского проекта исследованы показатели мытой овечьей шерсти с целью извлечения из нее натурального жиропота, предназначенного для последующей переработки с получением ланолина.

В проектной части избраны технологические схемы гидратации и нейтрализации подсолнечного масла производительностью до 300 т/сут. Преимуществом выбранной технологии является использование высокопроизводительного сепарационного оборудования. Выполнен комплекс проектных работ: расчет площади цеха, материального баланса производства, потребностей в энергоносителях и трудовых ресурсах. Составлен план производственного цеха площадью 20 с.к., выполнен продольный и поперечный разрезы производственного здания высотой 2 этажа.

Магистерский проект состоит из содержания, введения, 4-х глав, списка использованных литературных источников и содержит графическую часть на пяти листах. Графическая часть содержит аппаратурно-технологическую схему производства с обозначением технологических потоков гидратации и нейтрализации, спецификацию оборудования, планы и разрезы производственного здания.

Ключевые слова: ***мытая шерсть, подсолнечное масло, гидратация, нейтрализация, проект***

					Виробництво рафінованої недезодорованої соняшникової олії у цеху потужністю 264 т за добу		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			
Розроб.		Дубас О.В.			Аннотация	Літ.	Арк. 5 / Акрушів 114
Перевір.		Романовська ТІ.					
Реценз.						Каф. ТЖХТ	
Н. Контр.							
Затверд.		Носенко Т.Т.					

Summary

Oksana Vadimivna Dubas. Production of refined non-deodorized sunflower oil in the plant with a capacity of 264 tons per day of fat.

Qualifying work for a master's degree. – National University of Food Technologies of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2021.

In the scientific part of the master's project, the indicators of washed sheep's wool were studied in order to extract natural fat from it, intended for further processing to obtain lanolin.

In the project part technological schemes of hydration and neutralization of sunflower oil with a productivity up to 300 t/day are chosen. The advantage of the chosen technology is the use of high-performance separation equipment. The complex of design works is executed: calculation of the area of shop, material balance of production, needs in energy carriers and labor resources. The layout of the production shop with an area of 20 bp was made, the longitudinal and cross section of the production building with a height of 2 floors was made.

The master's project consists of a table of contents, an introduction, 4 chapters, a list of used literature sources and contains a graphic part on five sheets of. The graphic part contains: equipment-technological scheme of production with designation of technological streams of hydration and neutralization, specification of equipment, plans and sections of the production building.

Key words: ***washed wool, sunflower oil, hydration, neutralization, project***

ЗМІСТ

Вступ……8
РОЗДІЛ 1 Науково-дослідна частина
1.1. Аналіз літературних джерел……...11
1.2. Обгрунтування необхідності науково-дослідної роботи……19
1.3. Експериментальна частина
1.3.1. Матеріали дослідження……20
1.3.2. Опис методик проведення дослідження……..26
1.3.3. Результати досліджень та їх аналіз……..33
1.3.4. Рекомендації щодо впровадження результатів наукових досліджень….41
РОЗДІЛ 2 Технологічна частина
2.1. Обгрунтування та вибір асортименту продукції……...44
2.2 Аналіз й вибір технологічних схем……54
2.3. Розрахунок сировини, готової продукції та допоміжних матеріалів……..61
2.4. Аналіз, підбір, обґрунтування і розрахунок кількості обладнання ……68
2.5. Розрахунок робочої сили……79
2.6. Розрахунок води, пари, електроенергії……...81
2.7. Розрахунок виробничих площ……82
2.8. Організація виробничого потоку……84
2.9. Організація технохімічного контролю виробництва ……...86
РОЗДІЛ 3 Охорона праці……94
РОЗДІЛ 4 Економічна частина……103
Висновки……...109
Список літератури……...110

					Виробництво рафінованої недезодорованої соняшникової олії у цеху потужністю 264 т за добу		
Змн.	*Арк.*	*№ докум.*	*Підпис*	*Дат*			
Розроб.		Дубас О.В.			Зміст	*Літ.*	*Арк.* 7 / *Акрушів* 114
Перевір.		Романовська ТІ.					
Реценз.						Каф. ТЖХТ	
Н. Контр.							
Затверд.		Носенко Т.Т.					

Вступ

В Україні і зарубіжних країнах з кожним роком все більше уваги приділяється дослідженням щодо поліпшення технологічного процесу первинної обробки вовни. Неправильна або недосконала технологія первинної обробки вовни призводить до величезних втрат вовняного волокна як на фабриках первинної обробки, так і на шерстепереробних підприємствах. На окрему увагу заслуговує проблема вилучення вовняного жиру з відпрацьованих промивних вод – на сьогодні жодна фабрика по первинній обробці вовни в Україні не видобуває шерсть жир з відпрацьованої вовномийної води.

Одним з головних питань первинної обробки вовни є отримання вовняного жиру, як для очищення стічних вод, так і внаслідок його цінних якостей. Вовняний жир володіє високою емульгуючою здатністю, стабільністю і відсутністю тенденції до окиснення, а також хорошою змішуваністю з іншими жирами. Потреба промисловості в шерстяному жирі постійно зростає, тому максимальне вилучення його з мийних розчинів фабрик є вигідним з економічної точки зору і захисту навколишнього середовища.

Аналізуючи вищесказане, можна зробити висновок, що розробка і впровадження нової технології, яка забезпечить гарну якість виробленої митої вовни і не дасть побічних негативних ефектів, є доцільною і своєчасною.

Об’єкт дослідження – зразки вовни підготовленої до екстрагування, ліпідні спиртові екстракти з підготовленої вовни.

Предмет дослідження – процеси, пов’язані з отриманням ліпідів з вовни та зберіганням ліпідних екстрактів.

Метою дослідження є встановити характеристики підготовленої до екстрагування вовни та характеристики спиртових ліпідних екстрактів.

Завданнями досліджень є:

1. Встановити вміст ліпідів у підготовленої до екстрагування вовни.

2. Встановити кількість твердої фракції (осаду), утворену після кімнатного витримування спиртових ліпідних екстрактів.

Для досягнення поставленої мети були вирішені наступні завдання:

1) вивчення літературних джерел з теми магістерського дослідження;

2) обґрунтування вибору технології обробки волокнистого матеріалу для вилучення ліпідовмісних речовин;

3) обгрунтування вибору розчинників для реалізації технології обробки волокнистого матеріалу

4) дослідження вмісту вологи і вмісту ліпідів під час зберігання вовни;

5) надання пропозицій для промислової реалізації технології.

Матеріали дослідження: ліпідні екстракти з волокнистого матеріалу. Вовну очищували розчинниками і визначали якість очищення за виходом вовни і екстракту за екстрагування у апараті Сокслета неперервно протягом 20 год. Як екстрагенти використовували гексан, етиловий спирт 70 %. Для визначення фізико-хімічних характеристик екстрактів використано загальноприйняті методи, зокрема визначення сухих речовин висушуванням до постійної маси за температури 105 °С, визначення оптичної густини колориметрично.

Наукова новизна:

1. Уточнено характеристики підготовленої до екстрагування вовни

2. Встановлено нестабільність спиртових ліпідних екстрактів під час кімнатного витримування з ймовірним утворенням кристалів ліпідів.

Ліпідні екстракти з вовняного матеріали містять більше 10 % мас. нелетких речовин, визначених висушуванням. Залишок ліпідів після висушування ліпідного екстракту не має стороннього запаху, має блискучу

матову поверхню, у товщі непрозорий та блідо-жовтий з матовою опалесценцією. За кімнатної температури консистенція залишку тверда. За витримування за кімнатної температури екстракти проявляють лабільність та з часом випадає білий пилоподібний легкоскаламучуваний осад. Кількість осаду за температури 18 - 22°С близько 1 % і змінюється від 0,59 до 2,27 % залежно від досліджуваного зразку.

Визначення показника заломлення опосередковано вказує на вміст розчинних речовин у екстракті і залежить від температури проведення вимірювань та параметрів обробки ліпідного екстракту. Показник заломлення ліпідних екстрактів, визначений за температури 20 °С, знаходиться у діапазоні 1,3648 - 1,3654.

Актуальність. Одним з головних питань первинної обробки вовни є отримання вовняного жиру, як для очищення стічних вод, так і внаслідок його цінних якостей. Вовняний жир володіє високою емульгуючою здатністю, стабільністю і відсутністю до окиснення, а також хорошою змішуваністю з іншими жирами. Потреба промисловості в вовняному жирі постійно зростає, тому максимальне вилучення його з мийних розчинів фабрик є вигідним з економічної точки зору і захисту навколишнього середовища.

РОЗДІЛ 1 **НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА**

1.1. Аналіз літературних джерел

1.1.1. Традиційна технологія первинної обробки вовни

Традиційна технологія первинної обробки вовни складається з наступних основних операцій [1, 2]:

- тіпання немитої вовни з метою відокремлення від рослинних (солома, листя, частини гілок і стебел рослин) і мінеральних (пісок, глина) домішок, а також розпушення вовни для кращого проникнення миючого розчину;

- промивка та контроль якості митої вовни.

Стадія промивки забрудненої вовни здійснюється на обладнанні безперервної дії миючими розчинами поверхнево-активних речовин (ПАР), а частіше їх композиціями, при температурі 40-60 °С. Миючий дію ПАР обумовлюється їх комплексними властивостями, такими як, змочування, розпилення, емульгування;

- сушка та зберігання митої вовни.

Основне призначення первинної обробки вовни полягає в тому, щоб не тільки очистити поверхню вовняного волокна, а й максимально зберегти при цьому його фізико-механічні (звивистість, гігроскопічність, вологість, міцність, блиск, теплопровідність) і технологічні (прядильна здатність) властивості.

Найбільш поширена технологія первинної обробки вовни, яка застосовується на багатьох фабриках України, обумовлює застосування різноманітних миючих ПАР або їх композицій [3]. Основною перевагою даної технології обробки є відносна простота виконання. При цьому метод має такі недоліки:

- енергоємність;

- використання великої кількості текстильно-допоміжних речовин і обсягів

води, що значно здорожує процес обробки вовни, а, отже, збільшує її собівартість;

- утворення великої кількості стічних вод, які негативно впливають на стан навколишнього середовища і водосховищ, погіршуючи, таким чином, екологічну ситуацію;

- труднощі очищення стічних вод, так як більшість використовуваних ПАР не мають біологічної здатності до розпаду;

- в багатьох випадках погіршується стан волокна;

- збільшується жорсткість, зменшуються міцність і пружність волокна.

Спосіб очищення вовняного волокна за допомогою органічних розчинників не має таких побічних ефектів, як вищезгаданий спосіб [4]. Але поряд з цим виникає проблема токсичності та вибухонебезпечності технології, великі фінансові витрати на придбання відповідного обладнання, необхідності постійної присутності висококваліфікованого персоналу. Цим способом неможливо очистити сильнозабруднену шерсть, до того ж обробка органічними розчинниками нерідко призводить до значного пожовтіння вовни і втрати міцності волокна. Наслідком зазначених недоліків є збільшення ламкості окремих волокон і утворення у виробничих приміщеннях фабрик вовняний пилу. Відома також технологія інтенсифікації процесу промивання вовни за допомогою методу обробки матеріалу в середовищі зворотних емульсій [5, 6]. Але широкого використання дана технологія не отримала.

Авторами [7, 8] запропонована технологія очищення вовни гарячою водою з додаванням ПАР і подальшим центрифугуванням промивних вод для вилучення вовняного жиру.

Відомі способи ферментативної промивання вовняного волокна [9, 10]. Однак дія ферментативних препаратів на вовняне волокно недостатньо досліджена, тому широкого використання у виробництві даний спосіб промивки не отримав.

Вченими [11] розроблена технологія ультразвукового очищення вовни, яка дозволяє проводити обробку при таких технологічних параметрах:

концентрація ПАР – 1 г/л, температура обробки – 75 ° С, тривалість обробки – 25 с. В результаті промивання досягається необхідний рівень очистки вовни від природних забруднень.

Дослідниками [12] розроблена технологія очищення вовни за допомогою послідовних обробок ультразвуком і надвисокочастотного нагрівання. Відомо також, що така обробка вовняної сировини дозволяє підвищити міцність волокон за рахунок утворення поперечних дисульфідних і водневих зв'язків, а також нових поздовжніх пептидних зв'язків. Недоліком запропонованої технології є складність експлуатації обладнання.

На сучасному етапі наукового розвитку широке застосування знаходять фізичні методи інтенсифікації процесів оздоблювального виробництва текстильних матеріалів, зокрема високоенергетична дискретна обробка, сутність якої полягає в явищі електророзрядної кавітації. Електророзрядна кавітація – це найпотужніший вид кавітації, яка не має аналогів по нарощуванню потужності дії на певні об'єкти. При генеруванні цього процесу виникає комплекс явищ – потужні імпульсні електричні і магнітні поля, акустичні випромінювання низькочастотного діапазону, інтенсивні гідропотокі, ударні хвилі, хімічні перетворення води. За допомогою електророзрядної кавітації досягається певний рівень впливу на процес видалення з вовни жиру, мінеральних і органічних домішок. Крім того, застосування електророзрядної кавітації в технології промивання вовни має ряд важливих переваг по енерго- і ресурсозбереженню.

Режим промивання і концентрація розчину (витрата мила, соди, синтетичних миючих речовин) залежать від кількості жиропоту і забруднень в шерсті: чим більше на волокні жиропоту і забруднень, тим більше витрата миючих речовин. Концентрація кальцинованої соди в ваннах повинна підтримуватися спеціальним автоматичним пристроєм, який в змозі підтримувати концентрацію в межах від 0,5 до 5 г/л.

Результати дослідження впливу різних типів миючих засобів на якісні показники митої вовни (вологість, залишковий вміст жиру, кількість вилучених жирів, втрата маси) представлені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1. Вплив мийного розчину на якісні показники митої вовни

Тип моющего средства	pH промывных растворов	Качественные показатели мытой шерсти			
		Влажность W, %	Остаточное жиросодержание X, %	Количество удаленных жиров, %	Потеря массы $П_к$, %
Немытая шерсть	–	9,45	20,7	–	8,68
Мыло+сода	9–10	12,10	1,8	91,0	12,85
Сульфосид-61	7,0–8,0	11,79	2,63	87,3	12,15
Савенол NWP	8,0	10,72	2,8	86,5	10,40
Сульсид	7,0	12,58	1,12	94,6	9,19
По ГОСТ	–	12,0–19,0	0,5–2,0	–	–

Найбільшою очищуючою здатністю володіють мильно-содовий розчин і препарат Сульсід, при використанні яких віддаляється від 91,0% до 94,6% всіх жировоскових забруднень вовни. При цьому показник вологості волокон досягає значень відповідно до ГОСТ 18080-95 «Шерсть натуральная. Метод определения влажности» (12-17%).

Рядом авторів зазначено [13], що найбільш сильно взаємодіють з поліпептидами і денатурують їх аніонні і катіонні ПАР. Денатуруючий ефект неіоногенних ПАР незначний, проте вони мають досить високу проникаючу здатність в білкову структуру і тому в суміші з катіонними ПАР в певних співвідношеннях можуть посилювати несприятливий вплив останніх.

При цьому слід зазначити, що найбільший вплив на поверхневу структуру в умовах промивання надає мильно-содовий розчин, очевидно внаслідок поєднання наступних несприятливих для вовни факторів: лужне середовище, вплив температури і аніонних ПАР. Крім того, Сульфосід-61 більш деструктивно впливає на кутикулу вовняного волокна, ніж Савенол NWP, що пояснюється вмістом в його складі аніонних ПАР.

Органолептична оцінка загального стану митої вовни показує, що зразки вовняних волокон, промиті в мильно-содовому розчині, найбільш сплутані і володіють деякою тьмяністю, що пояснюється осадженням на їх поверхні

кальцієвих осадів. Інші зразки вовни характеризуються еластичністю, м'якістю і меншим звалюванням. Мийка вовни на основі препарату Сульсід дозволила отримати найбільш пухнасті і найменш зваляні зразки вовняних волокон.

Однак використання тільки миючих речовин не дозволяє отримати миту шерсть високого якості, оскільки в процесі багаторазових промивок відбувається звалювання шерсті.

1.1.2. Вилучення шерстяного жиру з вовномийної води

У вовни, яку зістригають з овець, міститься значна кількість вовняного жиру, що представляє велику цінність для промисловості. Вовняний жир містить у своєму складі складні хімічні сполуки, високомолекулярні кислоти, спирти і ефіри. За хімічною структурою вони відносяться до восків і відрізняються високим вмістом сполук трьохатомного спирту гліцерину. Очищений від жирів, білків і мінеральних забруднень технічний шерстяний жир називається ланоліном і належить до стеаринової групі спиртів. Такий жир містить до 5% вільні спирти і близько 0,5% вуглеводневих аліфатичних сполук. До складу технічного жиру входять лимонна, оцтова, валеріанова, стеаринова та інші кислоти [14, 15]. Вовняний жир у вигляді ланоліну є цінним сировинним товаром і використовується у фармакологічної промисловості і в інших галузях.

В процесі промивки вовни жир переходить в стічні води, де він знаходиться у вигляді водної емульсії різної концентрації залежно від виду вовни і режиму її промивання. Вміст вовняного жиру в стічних водах може змінюватися від 6,4 до 16% [16, 17].Однак емульсії вовняного жиру в стічних водах досить стійкі і тому виділення жиру з цієї емульсії – завдання складне і вирішується різними способами.

Для вилучення вовняного жиру використовують протитечійні мийні розчини з перших ванн вовномийної машини з концентрацією жиру не нижче 4 г/л. Існують різні способи вилучення вовняного жиру із стічних вод [18].

При використанні кислотного способу стічні води фабрик первинної обробки шерсті обробляються сірчаною кислотою. В результаті жир і забруднення частково спливають у вигляді піни, а частково у вигляді осаду випадають на дно. При цьому утворюється осад до 15% від обсягу оброблюваної води. Відстояну рідину зливають, а піну і осад обробляють в автоклавах при температурі до 100 °С і тиску 196,1кПа. Оброблена таким чином суміш піни і осаду направляється в фільтри преси з підігрівом. Віджата маса остаточно рафінується в наступних автоклавах. При використанні кислотного методу можливо вилучити 50 - 60% вовняного жиру від його вмісту в стічних водах. Витрата сірчаної кислоти для переведення вовняного жиру в піну і осад в середньому становить 5 кг на 1 $м^3$ стічних вод. Відпрацьовану стічну воду з рН3,5 перед скиданням в каналізацію піддають нейтралізації, що викликає додаткові витрати [19].

При очищенні вовни органічними розчинниками за способом «Совер» [20] немита шерсть, яка перебуває на рухомій стрічці, зрошується розчинниками в послідовності: гексан – водний розчин спирту – гексан. Відпрацьовані розчинники направляються до загального декантатору, де суміш розділяється на дві фази – місцелу (розчин жиру в гексані) і водно-спиртовий розчин компонентів жиропоту, розчинний в полярних розчинниках. Кожна фракція направляється на подальшу обробку по окремої лінії. Водно-спиртової розчин подається на дистиляцію, місцела вовняного жиру піддається очищенню з метою отримання ланоліну. Практика застосування методу «Совер» показала, що процеси поділу суміші відпрацьованих розчинників, рафінації місцели жиру і дистиляції спирту пов'язані з утрудненням через утворення емульсії. При цьому залишковий вміст органічних домішок жиропоту в митій вовні перевищує передбачені стандартом норми.

При осадочно-екстракційному способі стічні води від промивання вовни без попереднього відстоювання обробляють хлористим кальцієм і вапном. Коагуляція стічних вод здійснюється за витрати 5- 10 кг/$м^3$ хлористого

кальцію і 10 - 20 кг/м^3 вапна. Отриманий осад або весь обсяг стічних вод після коагуляції направляється на фільтр-прес. Після обробки концентрату розчинниками отримують 80 - 95 % вовняного жиру від його вмісту в початкових стічних водах. Однак цей метод трудомісткий, тому він не знайшов застосування в промисловому виробництві [21].

При екстракційному способі вилучення вовняного жиру проводиться екстракцією з усього обсягу стічних вод. При цьому відбувається перемішування двох рідких фаз (стічної води і екстрагента) для створення між ними великої поверхні контакту, на якій відбувається дифузія і екстрагується жир. Отримані в посудині випарника пари бензину направляються в екстрактор зі стічною водою, де вони проходять через стічні води і розчиняють жир. Отриманий на поверхні шар, що містить забруднення і жир, направляється на фільтр-преси. Екстракційним методом можна вилучити до 90 % вовняного жиру. Однак цей спосіб вогненебезпечний, вимагає багато високоякісного бензину і пари, і тому він не знайшов промислового застосування [21].

При сепараторному методі через сепаратор пропускають безпосередньо мийний розчин. При сепараційному методі застосовується сепаратор відцентрового типу. Основною робочою частиною сепаратора є барабан з частотою обертання 5900 - 6000 об/хв. Всередині барабана розміщена система конічних тарілок, які поділяють стічну воду на окремі тонкі струменя. У тарілках є ряд отворів, що утворюють вертикальні канали, з яких вода розтікається в міжтарілочні зазори, де під дією відцентрової сили виділяється шерсть жир. Перед надходженням на сепарацію стічні води від переробки вовни повинні направлятися на шерстевловлювачі і в відстійники або гідроциклони для виділення вовни і механічних домішок в спеціальних резервуарах. Розчин повинен підігріватися до температури 90 - 95ºС і тільки після цього направлятися на сепаратори для відділення вовняного жиру. При цьому методі вихід вовняного жиру становить 40-50% від його кількості в стічній воді. Однак з урахуванням втрат жиру при відстоюванні, а також з

урахуванням того, що на сепарацію в цех жировидобутку приймаються стічні води тільки з підвищеним вмістом жиру (12 кг/м ^{3} і більше), в дійсності вихід вовняного жиру при сепарації складає тільки 20 - 25 % від його вмісту в стічних водах від промивання вовни. Цей метод забезпечує отримання якісного жиру, який має світле забарвлення і кислотність не більше 3%. На підігрів стічних вод витрачається від 12 до 18 т пари на 1 т жиру, а витрата електроенергії становить в середньому 5 кВт·год на 1м^3 стічних вод [22].

Основними недоліками сепараційного методу є наступні фактори: вилучення вовняного жиру можливе тільки з стічних вод з підвищеним вмістом жиру; велика витрата тепла на підігрів стічних вод, що надходять в цех жировидобутку; низький відсоток вилучення жиру сепаратором через конструктивні особливості; необхідність створення накопичувачів відпрацьованих стічних вод.

При флотаційно-сепараційному способі застосування флотації миючих розчинів значно підвищує концентрацію жиру і знижує вміст мінеральних домішок, ефективність сепарування підвищується при цьому на 5 - 10 %. Однак на стадії флотації вилучення жиру становить 70 - 75 % від його кількості, що міститься в миючих розчинах. Тому сумарна ефективність флотаційно-сепараційного способу рівноцінна вилученню жиру прямим сепаруванням миючого розчину. Таким чином, втрати жиру при сепараційному і флотаційно-сепараційному способах однакові [23].

Внаслідок перерахованих факторів основним способом отримання вовняного жиру на існуючих фабриках первинної обробки шерсті є сепарування миючих розчинів.

1.2. Обгрунтування необхідності науково-дослідної роботи

Традиційна технологія первинної обробки вовни складається з наступних основних операцій:

- тіпання немитої вовни з метою відокремлення від рослинних (солома, листя, частини гілок і стебел рослин) і мінеральних (пісок, глина) домішок, а також розпушення вовни для кращого проникнення миючого розчину;

- промивка та контроль якості митої вовни розчинами поверхнево-активних речовин, а частіше їх композиціями, при температурі 40 - 60 °С.

- сушка та зберігання митої вовни.

Існуючі способи вилучення вовняного жиру з стічних вод фабрик первинної обробки вовни мають суттєві недоліки, такі як неповне вилучення жиру, великі енерговитрати, неможливість використання очищених стічних вод в повторному технологічному циклі. Поряд із застосуванням сучасних методів обробки велике значення має економічність технологічного процесу. Неправильна або недосконала технологія первинної обробки вовни призводить до величезних втрат вовняного волокна як на фабриках первинної обробки, так і на шерстепереробних підприємствах.

На окрему увагу заслуговує проблема вилучення вовняного жиру з відпрацьованих промивних вод – на сьогодні жодна фабрика по первинній обробці вовни в Україні не видобуває шерсть жир з відпрацьованої вовномийної води.

Висновки до огляду літератури

Для більш ефективного вилучення вовняного жиру і очищення стічних вовномийних вод пропонується технологічна схема, в якій в якості основного пристрою використовується протитечійний екстрактор безперервної дії. Для оцінки показників якості вовняного жиру та продуктів його переробки є доцільним дослідження екстрактів, що отримуються у технологіях первинного очищення вовни методом екстрагування. Тому виконання даного дослідження є актуальним.

1.3. Експериментальна частина

1.3.1. Матеріали дослідження

Вовна згідно ГОСТ 28491-90. «Шерсть овечья немытая с отделением частей руна. Технические условия». Міждержавний стандарт «Raw fleece-graded sheep wool. Specifications».

Овечу немиту шерсть підрозділяють за найменуваннями відповідно до табл.1.2.

Таблиця 1.2. Поділ вовни за найменуваннями

Найменування вовни	Характеристика немитої вовни	Позначення для маркування
Однорідна		
Тонка: мериносова	Шерсть однорідна, штапельного будови, уравненная по тонине волокон в штапель, з достатнім вмістом жиропоту, допускаються поодинокі вульгаризовані короткі серпоподібні волокна довжиною до 20 мм. Проростлі мертві, сухі і кольорові волокна відсутні. Тонина - 25,0 мкм і менше. Вовна біла.	Мер.
Не мериносова	Шерсть однорідна, штапельної будови, рівність волокон по тонині недостатня. Допускаються розосереджені по масі вовни проростлі сухі і мертві волокна. Тонина 25,0 мкм і менше. Вовна біла, світло-сіра, кольорова	Немер.
Напівтонка: кросбредна	Шерсть однорідна, штапельно-косічної і штапельної будови, характеризується пружністю і еластичністю, урівняна по тонині волокон. Проростлі мертві і кольорові волокна відсутні. Тонина 25,1-40,0 мкм. вовна біла	Крос.
цигайська	Шерсть однорідна, штапельного і штапельно-косічної будови, з хорошою пружністю і жорсткістю на дотик. Проростлі мертві і кольорові волокна відсутні. Тонина 25,1 - 40,0 мкм. вовна біла	Циг.

кросбредного типу, цигейсько-грубошерста, помісна різних варіантів схрещування	Шерсть однорідна, штапельно-косічної і штапельної будови, рівність по тонині волокон недостатня, є загостреність і сухість кінців зовнішнього штапеля. Допускаються проростлі кольорові, сухі і мертві волокна. Тонина 25,1 - 40,0 мкм. Вовна біла, світло-сіра, кольорова	Крос., Циг.-гр., н/т пом.
Пояркова: тонка	Шерсть однорідна, зістрижена з ягнят у віці 5 - 7 міс. Пучки вовни штапельного або штапельно-косічної будови, слабо зчеплені між собою, з наявністю ягнячого грубого волоса, проростлі сухі і мертві волокна зустрічаються. Тонина 25,0 мкм і менше. Вовна біла, світло-сіра, кольорова.	Пояр.тон.
напівтонка	Пучки вовни штапельно-косічної будови, як правило, з штопоровидною загостреністю, з наявністю ягнячого грубого волоса. Проростлі сухі і мертві волокна зустрічаються. Тонина 25,1 - 37,0 мкм. Вовна біла, світло-сіра, кольорова	Пояр н/т
Неоднорідна		
Напівгруба і груба весняна	Вовна неоднорідна косічної будови, нерівна по тонині і довжині волокон. Косиці складаються з пухових, перехідних і остьових волокон в різному співвідношенні	
1-я група: сараджінська, таджицька	Косиці м'які, що складаються з огрубілого пуху і незначної кількості тонкої ості. Зустрічаються поодинокі сухі, мертві і грубі остьові волокна. Вовна біла і світло-сіра.	1 гр. сар., тадж.
балбас, вірменська	Косиці м'які, хвилясті, з великою кількістю пухових і перехідних волокон і незначним вмістом тонкої ості. Зустрічаються поодинокі сухі, мертві і грубі остьові волокна. Вовна біла, світло-сіра	1 гр. бал.
алайська	Косиці м'які, хвилясті, довгі, з	1 гр. алайс.

	великою кількістю пухових волокон довжиною не менше 50 мм, перехідних волокон і незначним вмістом тонкої ості. Зустрічаються сухі, мертві і грубі остьове волокна. Вовна біла, світло-сіра	
дегересська, каргалінська	Косиці м'які, складаються з великої кількості пухових і перехідних волокон і незначної кількості тонкої ості. Зустрічаються поодинокі сухі, мертві і грубі остьові волокна. Вовна біла, світло-сіра	1 гр. дегер. карг.
лезгинська	Косиці хвилясті. Пухові волокна довгі і вульгаризовані, ость тонка. Зустрічаються сухі, мертві і грубі остьові волокна. Вовна біла, світло-сіра	1 гр. лезг.
тушинська	Косиці хвилясті, пружні, середньої довжини, складаються з великої кількості довгого пуху і перехідних волокон. Ость тонка. Зустрічаються сухі, мертві і грубі остьові волокна. Вовна біла, світло-сіра	1 гр. туш.
горно-карпатська	Косиці довгі, пухові та перехідні волокна довгі і вульгаризовані. Ость груба і середня по тонині. Сухі та мертві волокна зустрічаються. Вовна біла, світло-сіра	1 гр. гор.-кар.
напівгруба помісна різних варіантів схрещування	Косиці складаються з великої кількості довгих пухових і перехідних волокон, тонких остьових волокон. Сухі та мертві волокна зустрічаються в різній кількості. Вовна біла, світло-сіра, кольорова світла	1 гр. п/гр. пом.
2-а група: каракульська	Косиці досить зрівняні, різної довжини, злегка хвилясті, м'які, багато пухових і перехідних волокон. Ость в невеликій кількості тонка і середньої тоніни. Мертві і сухі волокна зустрічаються з підоснови, зустрічається лупа. Шерсть світло-сіра, кольорова світла і кольорова темна	2 гр. карак.

курдючна (джайдара, едільбаєвська, туркменська, бурят-монгольська і ін. курдючні)	Косиці різної довжини, з великою кількістю тонкого пуху. Ость груба і середньої тоніни. Мертві і сухі волокна містяться в різній кількості. Шерсть переважно жорстка, матова. Шерсть світло-сіра, кольорова світла, кольорові	2 гр. курд.
російська (волошська, сокольська, чушка, рацка, решетилівська, цуркан, цакель, прості довгошерстні, кучугуровська)	Косиці щільні, середньої довжини і довгі, часто волокнисті, складаються з ості, середнього по тонині пуху і значної кількості перехідних волокон. Сухі та мертві волокна зустрічаються. Вовна біла, світло-сіра, кольорова світла, кольорова темна	2 гр. рос.
гірська (карачаївська, андійська, осетинська, бозах, мазех і ін. гірські)	Косиці середньої довжини, з великою кількістю пуху і перехідних волокон і невеликої кількості ості. Сухі та мертві волокна зустрічаються. Шерсть, біла, світло-сіра, кольорова світла, кольорова темна	2 гр. гір.
3-тя група: романовська	Косиці м'які, складаються з довгого світлого пуху і коротких темних остьових волокон середньої тоніни і грубих. Сухі та мертві волокна випадкові. Шерсть кольорова світла і кольорова темна	3 гр. ром.
російська північна	Косиці середньої довжини, складаються з великої кількості тонкого пуху, невеликої кількості довгих перехідних волокон і ості. Вовна біла, світло-сіра, кольорова світла.	3 гр. рос. півн.
4-а група: гіссарська, карабаська	Косиці грубі, прямі. Складається з короткої грубої ості, середнього по тонині пуху, незначної кількості перехідних волокон і великої кількості мертвих і сухих волокон. Шерсть кольорова темна	4 гр. гіс., карабах.
Напівгруба осіння і пояркова всіх груп і найменувань вовни	Вовна неоднорідна, косічної будови. Косиці короткі, не пов'язані між собою. Колір відповідає кольору	1 (2, 3, 4) гр. осін. (Пояр.)

	однойменних груп і найменувань весняної шерсті.	

Середня довжина рунної основної і пожовклої вовни повинна відповідати вимогам табл. 1.3

Таблиця 1.3. Середня довжина вовни

Найменування вовни	Довжина вовни, мм			
	I	II	III	IV
Тонка мериносова і немериносова	70 і більше	менше 50 до 55	менше 55 до 40	менше 40 до 25
Напівтонка: кроссбредна	90 і більше	менше 90 до 70	менше 70 до 55	менше 55 до 25
цигайська, кроссбредного типу, цигай-грубошерста, напівтонка помісна	70 і більше	менше 70 до 55	менше 55 до 25	-

Спирт етиловий 96% згідно ДСТУ 4221:2003. Спирт етиловий ректифікований. Спирт етиловий ректифікований призначено для використання в харчовій, парфумерно- косметичній, мікробіологічній промисловості, а також у медицині, ветеринарії, фармації та інших галузях.

За органолептичними показниками спирт етиловий ректифікований повинен відповідати вимогам, зазначеним в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4. Органолептичні показники

Назва показника	Характеристика	Метод контролю
Зовнішній вигляд	Прозора рідина без сторонніх часток	Згідно з ДСТУ 4181
Колір	Безбарвна рідина	Згідно з ДСТУ 4181
Смак і запах	Характерний для кожного сорту етилового спирту, виробленого із відповідної сировини, без присмаку та запаху сторонніх речовин	Згідно з ДСТУ 418

Інструкція до застосування UA/15513/01/02 Ethanol. При зовнішньому застосуванні чинить антисептичну, дезінфікуючу, місцевоподразнювальну

дію. Коагулює білки, активний відносно грампозитивних і грамнегативних бактерій та вірусів. Чинить дубильну дію на шкіру та слизові оболонки.

Об'ємна частка етилового спирту, за температури 20 °С, %, не менше 96,3

Масова концентрація альдегідів, перерахунку на оцтовий альдегід у безводному спирті, мг/дм³, не більше 2,0

Масова концентрація сивушного масла: пропіловий, ізопропіловий, бутиловий, ізобутиловий та ізоаміловий спирти в перерахунку на суміш пропілового, ізобутилового та ізоамілового спиртів (3:1:1) в безводному спирті, мг/дм³, не більше 2,0

Масова концентрація сивушного масла, в перерахунку на суміш ізобутилового та ізоамілового спиртів (1:1) в безводному спирті, мг/дм³, не більше 2,0

Масова концентрація естерів, у перерахунку на оцтовоетиловий естер в безводному спирті, мг/дм³, не більше 1,5

Об'ємна частка метилового спирту, в перерахунку на безводний спирт, %, не більше 0,005

Масова концентрація вільних кислот (без CO_2), в перерахунку на оцтову кислоту в безводному спирті, мг/дм³, не більше 8,0

Гексан згідно ТУ 6-09-3375-78 «Гексан чистий» призначений для застосування в органічному синтезі і лабораторній практиці.

Гексан є безбарвною, прозорою, легкозаймистою рідиною. Розчиняється в спирті, ефірі, хлороформі. Розчинність у воді 0,014 % по масі при 15 °С.

Токсичний. Пари гексана мають наркотичну дію.

Формула емпірична C_6H_{14}

Молекулярна маса 86,18.

Масова частка основної речовини,%, не менше 98,0

Щільність при 20 ° С, г/см^3, в межах 0,659 - 0,662

Показник заломлення ŋ20d, в межах 1,3740 - 1,3760

Температура кипіння при 760 мм рт. ст., °С, в межах 67,5 - 69,0

Масова частка води,%, не більше 0,01

Масова частка кислот (на оцтову кислоту),%, не більше 0,0005

Масова частка загальної сірки,%, не більше 0,0001

Масова частка хлоридів,%, не більше 0,0001

Масова частка нелетких залишку,%, не більше 0,0001

Речовини, що темніють під дією сірчаної кислоти відсутні

Речовини, що реагують з бромом відсутні

Масова частка важких металів (Pb),%, не більше 0,0001

Масова частка ароматичних вуглеводнів загальна,%, не більше 0,1

Масова частка бензолу,%, не більше 0,05

Масова частка толуолу,%, не більше 0,03

Масова частка О-ксилолу,%, не більше 0,02

Гарантійний термін зберігання 1 рік.

1.3.2. Опис методик проведення дослідження

Визначення вологості згідно ГОСТ 18080-95 «Шерсть натуральная. Метод определения влажности».

Відбір проб вручну. З об'єднаної проби вовни відбирають і негайно зважують три лабораторні проби масою по 100 г кожна, дві з яких випробовують, а третя є контрольною. Зважування проводять на вагах з похибкою ± 0,05% від вимірюваної маси.

Для проведення випробування застосовують:

- ваги лабораторні загального призначення 4-го класу точності з найбільшою межею зважування 500 г і 2 кг за ГОСТ 24104, що забезпечують можливість вимірювання маси проби з похибкою не більше ± 0,05% від вимірюваної маси;

- апарат сушильний типу АСТ-73 та інших типів з сушінням в замкнутому просторі;

- термометр скляний рідинний по ГОСТ 28498;

Сушильний апарат повинен забезпечувати:

- температуру висушуваного потоку повітря, що подається до пробі вовни, (105 ± 2) ° С;

- контроль температури повітря термометром безпосередньо перед його подачею в кошик для проби з точністю до ± 1 ° С;

- ізоляцію бюкси від випромінювання тепла нагрівального пристрою;

- щільність упакування проби повинна бути однаковою по всьому займаному обсягу і становити не менше 60 кг\м^3.

Робочу камеру сушильного апарату перед сушінням проб вовни нагрівають до температури (105 ± 2) °С.

Проведення випробування. Зважену лабораторну пробу в розпушеному стані рівномірним шаром поміщають в бюксу сушильного апарату, зберігаючи мінеральні та рослинні домішки. Бюкси, що містять лабораторні проби, поміщають в сушильну апарат, робоча камера якого нагріта до температури сушки, потім закривають кришку апарату і включають апарат в режим сушки.

Проби вовни висушують при температурі (105 ± 2) ° С. Повітря в сушильний апарат подають з приміщення з кліматичними умовами.

Перше зважування проводять через 2,5 - 3,0 год, а всі наступні – через кожні 20 хв. Процедуру переважувань проводять до тих пір, поки зміна маси випробуваної проби буде не більше ніж на 0,05 % маси попереднього зважування. Час, який йде на зважування, до уваги береться. Зважування проводять з похибкою ± 0,05% вимірюваної маси. Встановлена при останньому зважуванні маса є постійно сухою масою проби для кліматичних умов, при яких проводилася сушка. Вологість вовни W,%, обчислюють по кожній лабораторній пробі по формулі:

$$W = \frac{(M_1 - M_{кон}) - (M_2 + \Delta n - M_{кон}) \cdot F}{(M_2 + \Delta n - M_{кон}) \cdot F} \cdot 100,$$

де M_1 – маса бюкси з вологою пробою вовни, г;

$M_{кон}$ – маса бюкси без проби, г;

M_2 – маса бюкси з пробою вовни після закінчення процесу сушіння, г;

Ап – поправка на ефект плавучості вовни, г.

F – фактор, що характеризує вміст вологи в повітрі, од.

Обчислення проводять із точністю до другого десяткового знака з наступним округленням до першого десяткового знака. За остаточний результат приймають середнє арифметичне результатів двох випробувань проб, допустиме розходження між якими не повинно перевищувати 1%. При перевищенні розбіжності випробуванню піддають третю лабораторну пробу вовни і за остаточний результат приймають середнє арифметичне результатів випробувань всіх трьох лабораторних проб.

Протокол випробування повинен містити:

- технічні дані, необхідні для характеристики проби;

- кількість проб;

- вологу масу проб, виміряну при їх відборі (маса проб перед висушуванням);

- постійну суху масу проб (маса проб після висушування до постійної маси);

- вологість проб вовни (вміст маси вологи в шерсті);

- найменування і тип сушильної апаратури;

- найменування випробувальної лабораторії;

- дату випробування і підпис особи, яка проводила випробування.

Визначення масової частки жиру згідно ГОСТ 21008-93 «Шерсть натуральная мытая. Методы определения массовой доли жира». Сутність методу полягає у визначенні масової частки жиру в шерсті шляхом обробки відібраної проби вовни розчинником на приладі Сокслета.

Для проведення випробування застосовують:

- прилад Сокслета, що складається з колби типу Кп-1-250-29 / 32 ТЗ по ГОСТ 25336; насадки НЕТ 250 ТС або ВЕТ 150 ТС 45 / 40-29 / 32 по ГОСТ 25336, холодильника типу ХШ-2-250- 45/40 ХС або ХСВ ХС по ГОСТ 25336;

- ваги лабораторні загального призначення 2-го класу точності з найбільшою межею зважування 200 г - по ГОСТ 24104;

- шафа сушильна з регулятором температури;

- шафа витяжна;

- баню водяну;

- ексикатор по ГОСТ 25336;

- термометр лабораторний з межами вимірювання від 0 до 150 °С з ціною поділки 1 °С;

- папір фільтрувальний по ГОСТ 12026;

- ефір етиловий (розчинник) по ТУ 6-09-3805;

- стаканчики для зважування з кришками по ГОСТ 25336.

Кожну лабораторну пробу масою 10 г загортають у два шари фільтрувального паперу.

Проведення випробування. Дві проби поміщають в насадки для екстракції і заливають розчинником до тих пір, поки він не почне стікати через відвідні трубки в колби, попередньо доведені до постійної маси. Потім додають приблизно половину від обсягу налитого розчинника і екстрагують протягом 3 год на водяній бані при температурі води (75 ± 5) °С (при цьому має бути не менше 15 зливів розчинника в кожній колбі).

Після закінчення екстракції кожну пробу виймають з насадки, залишають у витяжній шафі до повного випаровування розчинника, а з отриманого в колбі екстракту відганяють розчинник на тому ж приладі.

Розчинник може бути використаний повторно.

Після випаровування розчинника знежирені проби вовни звільняють від фільтрувального паперу і поміщають в стаканчики, попередньо доведені до постійно сухої маси, для зважування. Проби в стаканчиках витримують в сушильній шафі при температурі (180 ± 2) °С протягом 2,5 год. Потім стаканчики охолоджують в ексикаторі протягом 1 год, зважують і знову витримують в сушильній шафі при температурі (180 ± 2) ° С протягом 1 год з наступним охолодженням в ексикаторі і зважують. Висушування вважається закінченим, якщо розбіжність між двома останніми зважуваннями кожної проби не перевищує 1 мг.

Постійну масу знежиреного проби вовни визначають по різниці результатів зважування стаканчика з пробою і порожнього стаканчика.

Колбу з жиром сушать в сушильній шафі при температурі (108 ± 2) °С до постійної маси. За різницею результатів зважування колби з жиром і порожної колби визначають масу сухого жиру.

$$\text{Мж} = \frac{m}{m+m1} \cdot 100,$$

де m – маса абсолютно сухого жиру, г;

m1 – постійна маса сухої знежиреної проби вовни, г/

Обчислення проводять з точністю до третього десяткового знаку з наступним округленням до другого десяткового знаку.

За остаточний результат приймають середнє арифметичне значення результатів двох випробувань проб, допустиме розходження між якими не повинно перевищувати 0,2 %. При перевищенні розбіжності випробуванню піддають третю пробу вовни і за остаточний результат приймають середнє арифметичне результатів випробувань всіх трьох проб вовни.

Визначення показника заломлення згідно ДСТУ ISO 6320:2015 (ISO 6320:2000, IDT) Жири та олії тваринні і рослинні. Визначення коефіцієнта заломлення. Визначення ґрунтується на вимірюванні показників екстракту за граничним кутом заломлення або повного внутрішнього відбивання.

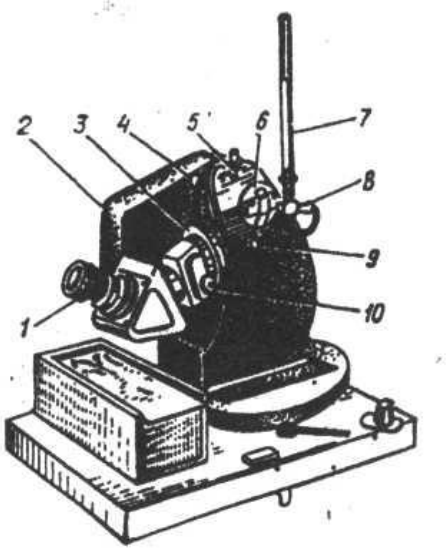


Рис. 1.1. Загальний вигляд рефрактометра ИРФ-22

Універсальний рефрактометр ИРФ-22 має межі вимірювання у прохідному світлі 1,8 - 1,7, у відбитому 1,3 - 1,57; точність вимірювання 0,0002

(рис. 1.1). У всіх рефрактометрах, що гуртуються на вимірюванні граничного кута, є вимірювальна призма з оптичного скла з відомим показником заломлення. Ця призма служить межею розподілу, на якій відбувається заломлення або повне внутрішнє відбивання. На одну з граней, яка має назву вхідної, наносять досліджувану речовину. Другу грань називають вихідною; за її допомогою спостерігають у зоровій трубі заломлення або відбивання світла на вхідній грані.

На корпусі приладу 2 є головка 6, яка складається з вимірювальної та освітлювальної призм, закріплених у двох півкулях, через камери яких пропускають воду для термостатування зразка. Подачу та відведення води здійснюють за допомогою гумових шлангів, які надівають на штуцери 4, 5, 8, 9. Для спостереження за температурою в оправу призми вмонтований термометр 7.

В корпусі вимірювальної головки розміщена шкала для відрахунку показників заломлення. Для усунення забарвлення на межі розподілу фаз є компенсатор, який складається з двох призм. Маховиком компенсатора 10 можна обертати призми одночасно і в різні боки для усунення забарвлення на межі розподілу. Вимірювання проводять за допомогою зорової труби 1.

Проведення випробування. На поверхню вимірювальної призми скляною паличкою, не торкаючись призми, наносять кілька крапель олії, обережно опускають освітлювальну призму і закривають головку 6. Стежать за тим, щоб олія повністю заповнила простір між призмами.

Освітлювальне дзеркало встановлюють так, щоб світло надходило в освітлювальну призму і рівномірно освітлювало поле зору.

У вимірювальну головку подають термостатуючу рідину і за термометром 7 визначають температуру.

Повертаючи маховичок, переміщують вузол освітлювальної та вимірювальної призм і, спостерігаючи у зорову трубу 1, знаходять межу світла та тіні. Маховичком компенсатора дисперсії 10 усувають забарвлення межі розподілу світло - тінь. Потім маховичком точно суміщують межу розподілу з

точкою перетину двох перпендикулярних прямих і відраховують за шкалою приладу показник заломлення.

Вигляд поля зору у рефрактометрі та приклад розрахунку по шкалі показані на рис. 1.2 і 1.3.

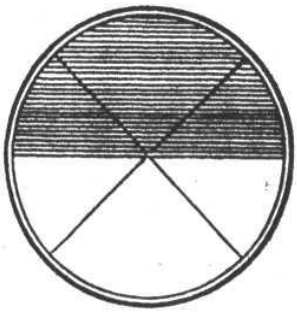


Рис. 1.2. Вигляд поля зору в універсальному рефрактометрі під час відрахунку

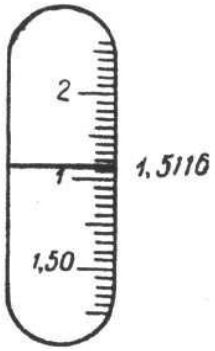


Рис. 1.3. Приклад відрахунку по шкалі рефрактометра. Відрахунок – 1,5116

Шкала приладу градуйована для температури 20 °С.

Для перевірки нульової точки рефрактометра використовують дистильовану воду, для якої n_D^{20}=1,3330.

Після вимірювань поверхню призми очищають ватою, змоченою диетиловим ефіром. Потім витирають сухою тканиною або марлею.

Опрацювання результатів. Визначення проводять після 5 хв з моменту встановлення температури 2 - 3 рази з точністю до 0,0002 і беруть середнє значення одержаних результатів.

Якщо при встановленні показника заломлення температура досліду була не 20 °С, а інша, то одержану величину перераховують до 20 °С за формулою

$$n_D^{20} = n_D^t + (t - 20) \cdot 0{,}00035$$

де n_D^{20} та n_D^t – показники заломлення при температурі відповідно 20 та t °С; 0,00035 – середня зміна показника заломлення жиру при зміні температури на 1 °С.

1.3.3. Результати досліджень та їх аналіз

Вовна – це волосяний покрив тварин, який використовують для виготовлення тканин, трикотажу, килимів та валяльних виробів. До якісних ознак вовни належать: хімічні особливості, гістологічна будова, фізичні, механічні, технологічні властивості, типи елементарних волокон, штапелі, косиці, жиропіт, домішки вовнового покриву, руно. Вони визначають її остаточне призначення, систему переробки та реалізаційну вартість. Вовна належить до похідних шкіри, тому формування кількісних і якісних показників залежить від її вовноутворювальної функції. Остання ґрунтується на спадкових задатках та природно-господарських умовах використання овець.

За хімічною природою вовна майже на 97 - 98 % складається з білка кератину, який належить до групи фібрилярних білків.

Гігроскопічність і вологість – дві фізичні властивості, які покладено в основу гігієнічних цінностей сировини й значною мірою впливають на механічні характеристики вовняного волокна. Під гігроскопічністю розуміють здатність вовни вбирати й віддавати вологу. Вологість – це відсоток маси води від маси абсолютно сухої речовини вовни. Серед усіх текстильних волокон вовна характеризується найвищою гігроскопічністю. Вона може вбирати 33 % вологи й зовні залишатися сухою (у синтетичних волокон цей показник становить 0,4 - 4,5 %).

Гігроскопічністю вовни називається здатність вовни поглинати вологу з повітря і віддавати її назад. Кількість вологи, поглиненої і утриманої шерстю, виражена у відсотках до абсолютно-сухої ваги вовни, називається фактичною вологістю вовни.

Вологість вовни визначається зовнішніми факторами – вологістю, температурою і швидкістю руху повітря, і внутрішніми властивостями вовни – гістологічною, морфологічною будовою і фізико-хімічною структурою вовняного волокна і ін.

Нами проведено визначення вмісту вологи в зразках митої вовни шляхом висушування до постійної маси за температури 105 °С

Висушування митої вовни

Таблиця 1.5. Визначення сухих речовин у вовні висушуванням

Номер повторності	Номер бюкси	Маса порожньої бюкси, г	Маса бюкси з наважкою, г	Маса після висушування, г	Вміст вологи, %
Зразок №1					
1	183	24,20020	29,68350	29,35810	5,93
2	154	21,23025	26,32425	26,06900	5,01
3	056	14,03270	19,48225	19,22422	4,73
4	142	16,81025	22,35745	22,04510	5,63
Зразок №2					
1	290	21,04735	26,57850	26,30518	4,94
2	270	21,66780	27,56300	27,16935	6,68
3	140	21,78475	28,17875	27,75085	6,69
4	064	21,52805	28,89135	28,38790	6,84
Зразок 3					
1	154	21,23270	29,15580	29,10410	0,65
2	140	21,78820	26,88130	26,86290	0,36
3	064	21,52325	27,69775	27,76190	1,04
4	290	21,04480	30,52600	30,39390	1,39

З результатів таблиці 1.5 видно, що вміст вологи у волокнистому матеріалі змінюється в широких межах: від 0,36 до 6,96%. Ймовірно, розбіжність в одержаних даних пояснюється різницею аналізованого волокна.

Зокрема, грубе волокно швидше поглинає вологу, ніж тонке, тому що пори грубих волокон набагато більші, ніж тонких. Але оскільки в одному і тому ж об'ємі (наприклад, в кілограмі) тонких волокон більше і загальна їх поверхню займає більшу площу, ніж грубих волокон, то в результаті створюються умови для більшого проникнення вологи і водяної пари з повітря в тонку шерсть. Наявність серцевини в волокнах вовни сприяє гігроскопічності. Тому найбільшу кількість вологи поглинає мертве волосся, за ним слідує сухе, ость, перехідне волосся і в останню чергу пух.

Таким чином, гігроскопічність окремих волокон і вовни, що складається з одного типу волокон (однорідна шерсть) або їх суміші (неоднорідна шерсть), різна.

У нашій країні офіційними і єдиними нормами вологості митої (чистої) вовни встановлені: 17% для тонкої і напівтонкої вовни, 15% для грубої і напівгрубої. Це означає, що, наприклад, напівтонка шерсть з нормальною вологістю містить на 100 вагових частин абсолютно сухої вовни 17 вагових одиниць води. Таким чином, ця шерсть буде важити 117 вагових одиниць або в перерахунку на 1 одиницю абсолютно сухої ваги вовни (117 кг / 100 кг) = 1,17. Для грубої вовни відповідно отримаємо коефіцієнт 1,15.

Норм вологості для брудної вовни не існує.

Нормальна вологість вовни називається також кондиційною. При прийманні вовни її доводять до повітряно-сухого стану, що визначається на дотик, для чого волога шерсть просушується на брезентах під навісами складів.

Операції, пов'язані з доведенням митої вовни до абсолютно сухої маси, що досягається в кондиційних апаратах при температурі висушування 105 - 110 °С і обчисленням кондиційної маси вовни, називаються кондиціонуванням [24].

Кондиційний вага вовни – це вага вовни з нормальною вологістю. З огляду на те що на вологість і гігроскопічність вовни впливають як зовнішні, так і внутрішні чинники, вологість вовни і вага її коливаються, і тому фактична вага вовни відрізняється від кондиційної.

Екстрагування ліпідів з вовни

Шкіра овець, крім вовняних волокон, утворює ще два компоненти – жир і піт. Жиропіт – швидше механічна суміш цих двох взаємодіючих компонентів, ніж органічне поєднання речовин, що доповнюють одна одну.

Вовновий жир (ланолін) належить до ліпідів з групи восків. Це складні ефіри вищих жирних кислот і спиртів. Ланолін складається із суміші складних ефірів специфічно розгалужених вищих жирних кислот (ланопальмітинова, ланостеаринова, ланоцеринова, міристинова, пальмітинова, карнаубова) з вищими циклічними спиртами (цериловий, карнаубіловий, холестерин, ізохолестерин).

Вовновий піт містить 98 - 99 % води. Його суха речовина складається із солей калію (85 - 93 %), натрію (4 - 5 %) та інших сполук. В основному вовновий піт на 80 - 85 % – це карбонат калію K_2CO_3, або поташ. Наявність великої кількості сполук лужних металів (калій і натрій) створює лужну реакцію поту (pH 8 - 9, максимум 10,5). Вміст жиру в немитій вовні коливається від 2 до 28, поту від 0,5 до 18 %. Якість жиропоту вища, якщо співвідношення піт : жир менше за одиницю. Бажані білий та світлі кольори жиропоту вовни [25].

Нами визначено вміст екстрактивних речовин у зразках митої вовни. Екстрагування проводили у апараті Сокслета неперервно протягом 20 год, як екстрагенти використовували гексан.

З таблиці 1.6 видно, що екстрагування вовни гексаном протягом 20 годин призводить до зниження маси вихідного волокнистого матеріалу. Це свідчить про перехід розчинних компонентів з волокнистого матеріалу у екстракт. Згідно одержаних даних, вміст екстрактивних речовин овечої вовни становить від 9, 61 до 16,94%.

Отримані екстракти мали притаманний розчинникам і вовні запах.

Таблиця 1.6. Визначення втрати маси патрона методом Рушковського

Номер повторності	Маса порожнього патрона, г	Маса патрона з наважкою, г	Маса після екстрагування, г	Втрата маси патрона, г
Зразок №1				
1	1,26845	4,31045	3,79500	0,51545
2	1,19570	3,94070	3,50520	0,40180
3	1,20130	3,86360	3,41725	0,44635
4	1,25270	4,46480	4,01855	0,44625
Зразок №2				
1	0,89560	4,26230	3,71730	0,54500
2	0,82220	4,58700	3,96590	0,62110
3	0,82900	3,71070	3,26630	0,44440
4	0,85715	4,66700	3,93295	0,73405
Зразок №3				
1	0,83280	4,23700	3,91000	0,32700
2	0,82345	4,04845	3,67595	0,37250
3	0,79925	3,80585	3,36695	0,43890
4	0,79110	4,05335	3,67500	0,37835

Таблиця 1.7. Вміст екстрактивних речовин у вовні

Номер повторності	Втрата маси патрона, г	Вміст екстрактивних речовин, %
Зразок №1		
1	0,51545	16,94
2	0,40180	15,87
3	0,44635	16,77
4	0,44625	13,14
Зразок №2		
1	0,54500	16,20
2	0,62110	16,50
3	0,44440	15,42
4	0,73405	19,27
Зразок №3		
1	0,32700	9,61
2	0,37250	11,55
3	0,43890	14,60
4	0,37835	11,60

За використання гексану вовна очищалася від жирових забруднень і ставала м’якою і пухнастою на дотик. Вовна не втратила пружності під час стискання і міцності під час розривання. Вовну після висихання і струшування ще можна доочистити від механічних домішок рослинного походження (стебел та насіння рослин).

Ліпідні екстракти з вовняного матеріалу містять більше 10 % мас. розчинних в гексані сполук. Залишок ліпідів після висушування ліпідного екстракту не має стороннього запаху, має блискучу матову поверхню, у товщі непрозорий та блідо-жовтий з матовою опалесценцією. За кімнатної температури консистенція залишку тверда.

Таблиця 1.8. Зведена таблиця визначення вмісту вологи і ліпідів у зразках вовни

Номер повторності	Вміст вологи		Втрата маси патрону		Вміст ліпідів,%
	%	Результат	%	Результат	Результат
Зразок №1					
1	5,93	5,35 (±0,97)	16,94	16,52 (±0,95)	11,17
2	5,01		15,87		
3	4,73		16,77		
4	5,63		13,14		
Зразок №2					

1	4,94	6,73 (±0,03)	16,20	16,04 (±1,34)	9,31
2	6,68		16,50		
3	6,69		15,42		
4	6,84		19,27		
Зразок №3					
1	0,65	1,2 (±0,82)	9,61	11,57(±0,02)	10,37
2	0,36		11,55		
3	1,04		14,60		
4	1,39		11,60		

Приклад розрахунку для зразка №1

5,35 - 5,93 = -0,58

5,35 - 5,01 = 0,34

5,35 - 4,73 = 0,62

5,35 - 5,63 = -0,28

$(-0,58)^2+0,34^2+0,62^2+(-0,28)^2=0,9148$

Дисперсія: 0,9148 / (4-1)=0,305

Довірчий інтервал: 0,305· 3,182=0,97

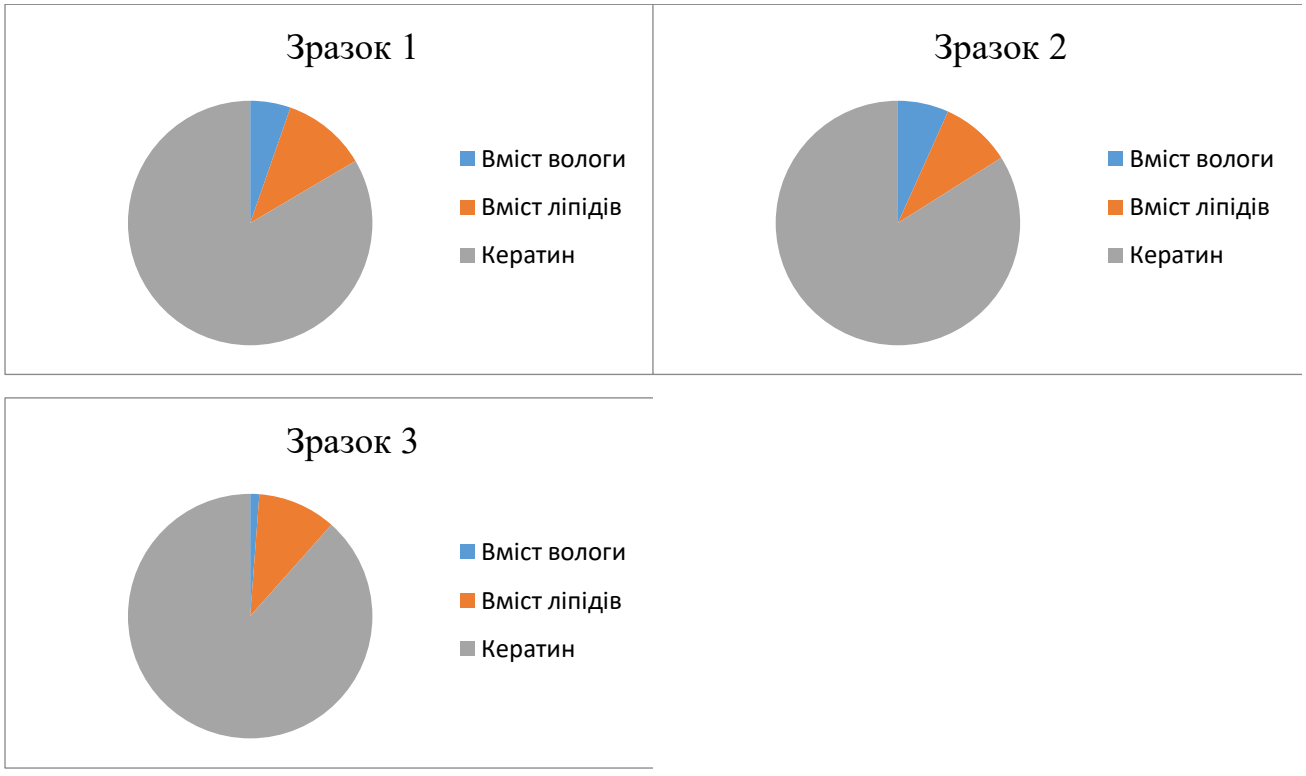


Рис.1.1. Характеристика вовни

На кількісний вихід суми екстрактивних речовин при екстракції ліпідів з поверхні вовняного волокна істотно впливає вологість вихідної сировини.

Чим менше вологість матеріалу, тим більше вихід екстрактивних речовин, особливо при використанні гідрофобного розчинника, яким є гексан. Сировина, що містить значну кількість вологи, надає значний опір проникненню екстрагента. З представлених даних видно, що вологість вихідної сировини істотно впливає на вихід речовин, які вилучаються гексаном. Зі збільшенням вмісту вологи в сировині вихід видобутих речовин знижується. Отримані результати свідчать про необхідність попереднього висушування волокнистого матеріалу і доцільності використання сировини з вологістю не більше 5,5%.

У тих випадках, коли сировину не можна сушити до повітряно-сухого стану, екстракція гідрофобними розчинниками може вестися в присутності інертного наповнювача (прожарений пісок, товчене скло, окис алюмінію (хч) і ін.), вміст якого має бути не менше 1/3 від маси сировини.

Вміст твердої фази в спиртових екстрактах

Таблиця 1.9. Визначення вмісту твердої фракції в спиртових екстрактах з вовни

Номер повторності	Маса пустого фільтра, г	Маса фільтра з домішками, г	Вміст твердої фази,	
			%	Результат
Зразок №1				
1	1,78330	2,91645	2,27	0,73(±0,08)
2	1,75310	2,05930	0,61	
3	1,74690	2,12185	0,75	
4	1,77385	2,18955	0,83	
Зразок №2				
1	1,72000	2,33620	1,23	1,25(±0,04)
2	1,76975	2,06255	0,59	
3	1,76395	2,39500	1,26	
4	1,71820	2,34835	1,26	

За витримування за кімнатної температури екстракти проявляють лабільність та з часом випадає білий пилоподібний легкоскаламучуваний осад. Кількість осаду близько 1 % і змінюється від 0,59 до 2,27 % залежно від досліджуваного зразку.

Показник заломлення спиртових екстрактів вовни

Показник заломлення вовни використовують для ідентифікації походження волокна в текстильній промисловості. Метод дає можливіть визначити походження волокна:

1) Натуральне волокно (*natural fibre*): волокно, яке зустрічається в природі і його можна віднести до однієї з наступних категорій за походженням: волокно тваринного походження, волокно рослинного походження і мінеральне волокно.

2) Хімічне волокно (*man-made fibre* / *manufactured fibre*): волокно, отримане виробничим способом:

2.1) штучне волокно (*artificial fibre*): волокно, отримане шляхом виробничої обробки природного полімеру (макромолекулярного природного матеріалу).

2.2) синтетичне волокно (*synthetic fibre*): волокно, отримане шляхом виробничої обробки синтетичного полімеру (макромолекулярної матеріалу, синтезованого хімічним шляхом).

2.3) бікомпонентне волокно (*bicomponent fibre*): волокно, що складається з двох волокон, утворених з полімерних компонентів, що мають хімічні або фізичні відмінності [29].

Таблиця 1.10. Показник заломлення спиртових екстрактів вовни протягом 4 годин кристалізації за кімнатної температури(показник заломлення етанолу при 20 ^{o}C)

Тривалість кристлізації	Номер повторності			
	1	2	3	4
0,5 год.	1,3652	1,3650	1,3656	1,3656
1 год.	1,3652	1,3650	1,3648	1,3652
2 год.	1,3648	1,3650	1,3648	1,3652
3 год.	1,3650	1,3650	1,3648	1,3652
4 год.	1,3648	1,3648	1,3644	1,3648

Фактори, що визначають показник заломлення волокна, включають хімічну природу молекул, їх фізичне розташування, довжину хвилі падаючого світла, вміст вологи і дію інших речовин, які можуть бути присутніми у волокні. Для точного визначення необхідно використовувати плоско

поляризоване світло в умовах контролю температури і відносної вологості [29].

Визначення показника заломлення опосередковано вказує на вміст розчинних речовин у екстракті і залежить від температури проведення вимірювань та параметрів обробки ліпідного екстракту. Показник заломлення ліпідних екстрактів, визначений за температури 20 °C, знаходиться у діапазоні 1,3648 - 1,3654.

1.3.4. Рекомендації щодо впровадження результатів наукових досліджень

До основних способів вилучення вовняного жиру із стічних вод від промивки вовни належать хімічні та фізико-механічні. При хімічних способах мийні розчини можуть оброблятися кислотою, хлорним вапном, хлористим кальцієм, бентонітом або гексаном. Повнота вилучення жиру при цьому може досягати 90%, але він засмічений домішками, миючими засобами, має підвищену кислотність (до 30%) і темний колір [30].

В основі фізико-механічних способів лежать процеси обробки мийних розчинів повітрям або у відцентровому полі. Найбільш поширеними з них є сепараторний і флотаційно-сепараторний способи [31]. При сепараторному способі мийний розчин після підігрівання надходить в первинний сепаратор, після якого отриманий концентрат знову підігрівається і поступає у вторинний сепаратор. Ефективність процесу сепарації складає 30 - 60% і залежить від концентрації жиру в вихідному розчині. Цей метод забезпечує отримання якісного жиру, який має світле забарвлення і кислотність не більше 3%. Однак повнота вилучення жиру при цьому становить близько 60% [32].

Для вилучення вовняного жиру з мийних водних розчинів пропонується технологічна схема, в якій за рахунок введення нових елементів і зв'язків між ними забезпечується збільшення отримання вовняного жиру на одиницю маси промитого волокна, що сприяє підвищенню продуктивності технологічного устаткування без погіршення фізико-хімічних властивостей вовни.

Технологічна схема містить екстрактор безперервної дії з поділом емульсії забруднена вода / екстракт, плівковий випарник для виділення технічного ланоліну і повернення екстрагента в замкнутий цикл. За рахунок цього досягається підвищення ефективності виділення вовняного жиру внаслідок противотечійного руху двох рідких фаз в екстракторі і збереження фізико-хімічних властивостей промитого волокна, так як вилучення вовняного жиру відбувається з вовномийних вод, тобто екстрагент не вступає в контакт з волокном, що дозволяє усунути основний недолік – низьку ефективність вилучення вовняного жиру і погіршення фізико-хімічних властивостей волокна.

До числа додаткових переваг пропонованої технологічної схеми, слід віднести малі габарити, автоматизацію процесу, зменшення ступеня забруднення стічних вод завдяки очищенню миючого розчину від жиру в процесі екстракції, що полегшує його подальше очищення від забруднень і дозволяє повторно використовувати воду в складі технологічних ліній для комплексної обробки вовни. Принципова технологічна схема виділення вовняного жиру представлена на рис. 1.4.

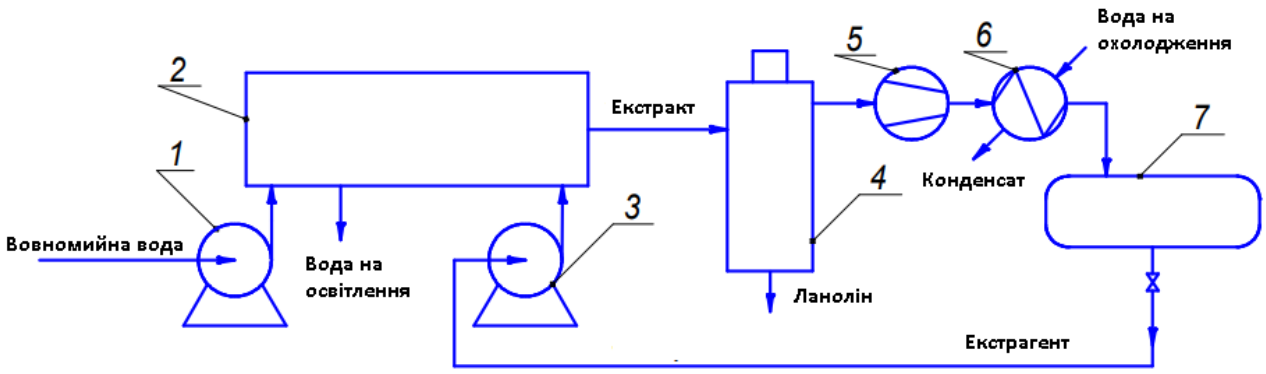


Рис. 1.4. Технологічна схема виділення вовняного жиру

До складу технологічної схеми для вилучення жиру входять такі апарати: дозувальний насос забрудненої води ***1***, протитечійний екстрактор безперервної дії ***2***, дозувальний насос для екстрактора ***3***, плівковий випарник ***4***, насос для відкачування парів екстрагента ***5***, холодильник-конденсатор пари екстрагента ***6***, приймальня ємність для регенерованого екстрагента ***7***.

Зажирена вода після промивки вовни безперервно подається дозувальним насосом **1** до вхідної частину екстрактора ***2***. Екстрагент дозувальним насосом ***3*** подається в протилежну частину екстрактора ***2***.

При протечійному русі двох рідких фаз в екстракторі ***2*** відбувається вилучення жиру з води екстрагентом. Знежирена вода з екстрактора ***2*** направляється на подальшу очистку. Екстракт представляє собою суміш екстрагента і жиру і подається в плівковий випарник ***4***, в якому відбувається випаровування екстрагента. Екстрагент відкачується з верхньої частини плівкового випарника насосом ***5***, конденсується в холодильнику ***6*** і повертається в приймальну ємність регенерації. Даний метод дозволяє зберегти фізико-хімічні властивості вовни і збільшити ступінь вилучення жиру до 90%.

Розділ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Обгрунтування та вибір асортименту продукції

Олії (жири рослинні), продукти, які добувають із рослинної сировини і складаються в основному з тригліцеридів вищих жирних кислот.

Основні джерела рослинних олій - олійні рослини (олійні культури). Рослинні олії містяться також в кісточках деяких плодових дерев (абрикос, персик, вишня, черешня, мигдаль), насінні винограду, кавуна, томатів, тютюну, чаю, а також в різноманітних олієвмісних відходах харчових виробництв, які переробляють сировину.

Вміст олії в рослинах і її якість залежать від сорту рослини, умов зростання (добрива, обробка грунту), ступеня зрілості плодів і насіння.

Рослинні олії на 94-96% складаються з сумішей тригліцеридів вищих жирних кислот. Частину складають супутні жирам речовини (фосфоліпіди, стерини, вітаміни), вільні жирні кислоти та ін. компоненти.[34]

Властивості рослинних олій визначаються головним чином складом і вмістом жирних кислот, що утворюють тригліцериди. Зазвичай, це насичені і ненасичені одноосновні жирні кислот з нерозгалуженим вуглецевим ланцюгом і парним числом атомів вуглецю (переважно. C_{16} і C_{18}). У переважній більшості рослинні олії містять суміші гліцеридів різних кислот, крім того, в рослинних оліях виявлені в невеликих кількостях гліцериди жирних кислот з непарним числом атомів вуглецю.

Залежно від складу тригліцеридів рослинні олії можуть бути рідкими (соняшникова, бавовняна, соєва, кукурудзяна, лляна та ін.) і твердими (кокосова, пальмова, пальмоядрова і ін.). В рідких оліях, що містять головним чином, ненасичені кислоти, температура застигання нижче 0 ° С, у твердих - досягає 40 ° С. При контакті з O_2 повітря або при нагріванні до 250-300 °С багато рослинних олій піддаються окислювальній полімеризації ("висихають"), утворюючи плівки.

За здатністю до висихання, рослинні олії умовно поділяють на висихаючі, напіввисихаючі і не висихаючі. Перші, наприклад, лляна, конопляна олії, містять головним чином тригліцериди кислот з двома або трьома подвійними зв'язками (лінолевої, ліноленової, елеостеаріновой); другі, наприклад, соняшникова та соєва олії містять тригліцериди кислот з одним або двома подвійними зв'язками (олеїнової, лінолевої); треті, наприклад, кокосова і пальмова олії, містять тригліцериди насичених кислот (лауринової, пальмітинової, стеаринової) і невелика кількість монрненасиченої олеїнової.

При аналізі складу рослинних олій кількість вищих жирних кислот, що утворюються при омиленні, характеризують числом омилення, ступінь ненасиченості - йодним і родановим числами.

Супутні речовини рослинних олій поділяються на омиляємі і неомиляємі. До перших відносять вільні жирні кислоти (вміст 1-2%), фосфоліпіди (0,5-4%), стерини (0,3-1,3%), воски та воскоподібні речовини (0,002-0,4%), пігменти (не більше 0,16%), до неомиляємих - білки (0,1-1,5%), вітаміни (до 0,5%), вуглеводні і ін.[34]

Вільні жирні кислоти можуть міститись в рослинній сировині (насіння недозрілих рослин або насіння, самозігріте при зберіганні у вологому стані) або утворюватися в процесі виділення олії в результаті часткового гідролізу тригліцеридів (вищі жирні кислоти) і їх окислення під дією світла і при довготривалому зберіганні (нізькомолекулярні жирні кислоти - масляна, капринова, капронова, оцтова).

Сумарний вміст вільних жирних кислот у % по масі в рослинних оліях визначає їх кислотність і характеризується кислотним числом. Наявність вільних низькомолекулярних жирних кислот, розчинних у воді і які випаровуються при нагріванні, характеризується числом Рейхарта-Мейсля; наявність кислот, що не розчиняються у воді, але здатних випаровуватися при нагріванні - числом Полєнське. Вміст нерозчинних кислот і неомиляємих компонентів характеризується числом Генера.

Таблиця 9. - Жирнокислотний склад соняшникової олії

Найменування кислоти	Масова частка жирної кислоти(% до суми жирних кислот)
Пальмітинова	3,0-10,0
Стеаринова	1,0-10,0
Олеїнова	14,0-35,0
Лінолева	50,0-75,0
Арахінова	до 1,5
Бегенова	до 1,5

Фосфоліпіди в рослинних оліях представлені головним чином гліцерофосфатидами (лецитини), в меншій кількості - інозитфосфатидами і сфінгоміелінами. Фосфоліпіди рослинних олій самі по собі представляють велику цінність. Однак в рослинних оліях вони утворюють колоїдні розчини, які при поглинанні води коагулюють, з утворенням осаду - фузу. В такому опаді можуть відбуватися гідролітичні процеси, що призводять до втрати олії і ускладнень при переробці. Під дією O_2 повітря фосфоліпіди легко окислюються з утворенням темного з'єднання, яке погіршує якість олій. Тому рослинні олії, що не йдуть безпосередньо в їжу або піддаються подальшій переробці, очищають від фосфоліпідів, піддаючи олію гідратації. Виділені фосфоліпіди, з огляду на їх біологічну і харчову цінність, використовують для виробництва фосфоліпідних концентратів, які додають у харчові продукти (маргарин) і корми для тварин.[33]

Зі стеринів рослинного походження (фітостеринів) в рослинних оліях найбільше міститься ситостерин і стигмастерин, є попередниками вітаміну D.

Холестерин в рослинних оліях практично не міститься. Найбільша кількість стеринів міститься в кукурудзяній олії-0,42-1,38%, в соняшниковій їх 0,25-0,53%, в соєвій 0,35-0,40 %. При переробці і очищенні рослинних олій втрати стеринів намагаються звести до мінімуму.

Воски та воскоподібні речовини в рослинних оліях утворюють емульсії і викликають помутніння олії. Для їх видалення олію зазвичай охолоджують до 8-12 ° С і осад відфільтровують (спосіб "виморожування").

Пігменти, що містяться в насінні і плодах олійних рослин, надають рослинним оліям різноманітного забарвлення. Червоні і жовті відтінки в

кольорі рослинних олій визначаються присутністю в них каротиноїдів (червоний відтінок-каротин, жовтий-ксантофіл), найбільша їх кількість міститься в кукурудзяній олії (0,058-0,15%). Зелений відтінок, характерний для соєвої, ріпакової і ін. олій, визначається присутністю в них суміші хлорофілів А і В.

При очищенні рослинних олій за допомогою адсорбентів відбувається видалення пігментів і освітлення олії.

Основну масу білкових речовин, що переходять в рослинні олії з насіння, складають альбуміни і глобуліни. Оскільки наявність білків погіршує товарний вигляд олії і збільшує його втрати при очищенні і зберіганні, білкові домішки (разом з фосфоліпідами) видаляють при гідратації олії, а також під дією лугів або мінеральних кислот. Вуглеводи, моно-, ди- і олігосахариди, декстрини, крохмаль, клітковина і геміцелюлоза, що містяться в рослинних оліях в кількості 0,02-0,5%, утворюють стабільні емульсії, сприяють потемнінню олії при термічній обробці, надають оліям неприємний смак і запах.

Частина неомиляємих речовин, що входять в рослинні олії, складають вітаміни Е, А, D і К. Вітамін Е міститься в рослинних оліях у вигляді a-, b-, g-, і d-токоферолів. Кількість D-токоферолу в соняшниковій олії становить близько 0,05%.

Таблиця 10. – Вміст вітамінів в рослинних оліях

Вітаміни	Хімічна назва	Вміст у 100 г
Вітамін А	Ретиноловий еквівалент	0 мкг
ВітамінВ1	Тіамін	0 мг
Вітамін В2	Рибофлавін	0 мг
Вітамін С	Аскорбінова кислота	0 мг
Вітамін Е	Токоферол	44 мг
Вітамін В3 (РР)	Ніацин	0 мг

Вітамін А зустрічається в рослинних оліях у вигляді провітамінів; міститься переважно в обліписі, абрикосовому, персиковому і ін. оліях. Вітамін D міститься головнм чином, в соєвій і кунжутній оліях, вітамін К (К1, К2, К3) -в конопляній, соняшниковій, лляній оліях.

У рослинних оліях присутні також незначна кількість насичених і ненасичених вуглеводнів з розгалуженим ланцюгом. Зокрема, до складу соняшникової і соєвої олій входить сквален (0,008-0,012%). Вуглеводні, спільно з білками, в значній мірі, визначають смак і запах олії.

В результаті довготивалого зберігання на світлі, при підвищені температурі або під дією мікроорганізмів рослинні олії псуються - прогіркають. Неприємний запах і смак рослинних олій надають продукти окислення жирних кислот (альдегіди, кетони, гідроксикислоти), низькомолекуляяні жирні кислоти і їх гліцериди, продукти розпаду каротиноїдів, стеринів, вітамінів, фосфоліпідів.

Іноді в рослинних оліях можуть перебувати пестициди, які використовуються в сільському господарстві. Їх зазвичай видаляють з олії разом з одоруючими речовинами в процесі перегонки з парою при 200-250 ° С у вакуумі.

Фізіологічна цінність рослинних олій вища, ніж у тваринних жирів. В першу чергу вона визначається високою калорійністю рослинних олій при повному окисленні з 1 г рослинної олії в організмі виділяється 3761 кДж. Добовий раціон людини повинен містити не менше 25-35 г олій.

Харчова цінність	Вміст (на 100 г)
Калорійність	899 ккал
Білки	0 гр
Жири	99.9 гр
Насичені жирні кислоти	12.5 гр
Вуглеводні	0 гр
Вода	0.1 гр
Клітковина	0 гр
Холестерин	0 мг

Крім того, рослинні олії, як і тваринні жири, є структурною частиною всіх тканин організму. Разом з білками вони утворюють комплексні сполуки. У вигляді яких входять до складу клітинних мембран і субклітинних структур, сприяють регуляції проникнення всередину клітин води, солей, амінокислот, вуглеводів і видалення з них продуктів обміну. [33]

Рослинні олії є джерелом ненасичених незамінних жирних кислот-лінолевої, ліноленової і арахідонової. Оскільки рослинні олії містять вітаміни, фосфоліпіди і стерини в більшій кількості, ніж тваринні жири, вживання їх в їжу сприяє переварюванню їжі і правильному обміну речовин в організмі. Жиророзчинні вітаміни рослинних олій, крім вітамінної цінності, сприяють захисту незамінних жирних кислот від швидкого окислення.

Соняшникова олія - головний продукт, який отримують з насіння соняшнику. В середньому з однієї тони насіння можна отримати близько 350 літрів олії. Щорічно вітчизняні олійноекстракційні заводи виробляють більше 4 млн тон соняшникової олії, з яких 1,4 тон споживається українськими покупцями у вигляді очищеного продукту, розлитого по пляшках.

Харчова цінність соняшникової олій обумовлена великим вмістом жиру (99,9% жиру і 0,1% води) з високим ступенем її засвоюваності (95-98%), а також біологічно цінних для організму речовин - ненасичених жирних кислот, фосфатидів, жиророзчинних вітамінів і ін. Енергетична цінність 100 г олії становить 899 ккал, або 3761 кДж.

Соняшникова олія в процесі кулінарної обробки продуктів покращує смак і поживність їжі, застосовується для поліпшення зовнішнього вигляду і запаху страв завдяки здатності розчиняти деякі забарвлюючі й ароматичні речовини. Соняшникова олія використовують при приготуванні холодних страв, а також при обсмажуванні м'яса і риби.

Незважаючи на моду на різні дієти, схуднення і здоровий спосіб життя, жири ні в якому разі не можна повністю виключати з раціону. По-перше, вони мають найбільшу енергоємність. Так, при згорянні 1г жиру виділяється 9 ккал тепла, в той час як при спалюванні 1 г білка або вуглеводів тільки 4 ккал.

Створюваний енергетичний резерв (в розумних межах) дозволяє організму переносити несприятливі умови, особливо це стосується холодів і захворювань. По-друге, деякі ліпіди (структурні) є «будівельним матеріалом» клітин.

Олія соняшникова нерафінована. Виготовляється з насіння соняшнику механічним шляхом без термічної обробки. Соняшникова нерафінована олія зберігає всі біологічно активні речовини, необхідні для організму людини.

Користь олії соняшникової нерафінованої:

• вміст фосфоліпідів сприяє функціонуванню клітин головного мозку і нервової тканини, захищає від розвитку атеросклерозу;

• наявність антиоксиданта - токоферолу - сприяє збереженню молодості, нормалізує обмін речовин, підвищує імунітет;

• вміст бета-каротину позитивно впливає на ріст і зір;

• ненасичені жирні кислоти необхідні для правильної роботи печінки, судин, нервової системи.

Олія соняшникова нерафінована - традиційна рослинна олія української кухні.

Залежно від показників якості олія соняшникова нерафінована виробляється наступних сортів:

• Вищий сорт

• Перший сорт

• Другий сорт

Олія соняшникова рафінована. Виготовляється з насіння соняшнику. Піддається гідратації і нейтралізації, відбілюванню, дезодорації і виморожуванню. В результаті з олії видаляються залишки важких металів, пестицидів, інших шкідливих домішок, а також вільні жирні кислоти. Однак поряд зі шкідливими домішками видаляються і цінні біологічні компоненти: фосфатиди, токофероли, природні вітаміни. В процесі дезодорації олії з олії видаляються всі наявні ароматичні речовини - це подовжує термін придатності продукту. Все частіше застосовують процедуру виморожування - видалення природних восків, яким вкрито насіння соняшнику. Ці воски надають соняшниковій олії каламутність, особливо при її продажу в холодних приміщеннях, на вулиці, що псує товарний вигляд продукту. В результаті рафінована олія виходить знеособленою - прозорою, без запаху, без смаку.

Олія соняшникова рафінована має меншу поживну цінність у порівнянні з нерафінованою, так як містить менше біологічно активних речовин. Однак даний вид рослинної олії володіє і рядом безперечних переваг.

Рафіновану соняшникову олію рекомендується використовувати для приготування страв з тепловою обробкою. Даний вид олії використовується для виробництва маргарину та інших кулінарних жирів, майонезів, хлібобулочних і кондитерських виробів, для виробництва консервації. Рафінована олія, на відміну від нерафінованої, має тривалий термін зберігання.

Найважливішими продуктами при проведенні водної гідратації є фосфоліпіди.[34]

З хімічної точки зору фосфоліпіди - це складні ефіри багатоатомних спиртів і вищих жирних кислот, які містять залишок фосфорної кислоти і сполучену з нею додаткову групу атомів різної хімічної природи, наприклад, холін в разі фосфатидилхоліна або етаноламін в разі фосфатидилетаноламін. Залежно від того, який багатоатомний спирт лежить в основі структури фосфоліпіда, розрізняють гліцерофосфоліпіди (на основі гліцерину), фосфосфінголіпіди (на основі сфінгозина) і фосфоінозитидів (на основі інозитола). Найбільш поширені в природі гліцерофосфоліпіди, зокрема, фосфатидилхолін (рис.1), який є основним ліпідом клітинних мембран.

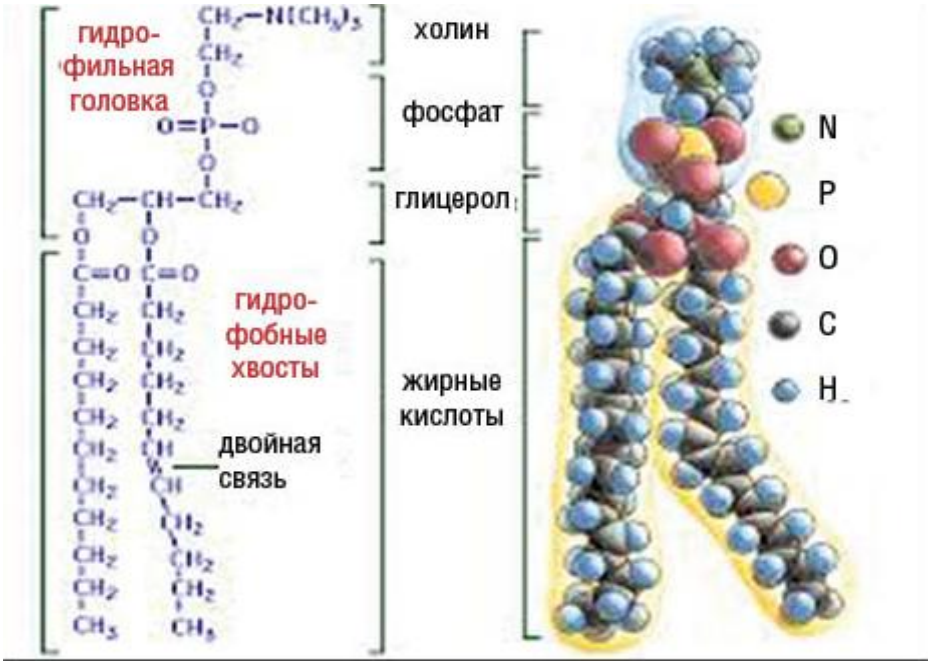


Рис.12. Хімічна формула і молекулярна модель фосфатидилхоліна[34]

Всі гліцерофосфоліпіди побудовані за єдиною структурою, і їх молекули стерично добре відповідають одна одній. У той же час, величезна різноманітність фосфоліпідів забезпечується різноманітністю жирних кислот, які входять до складу їх молекул. Так, є кілька десятків природних видів фосфатидилхоліну (рис.2).

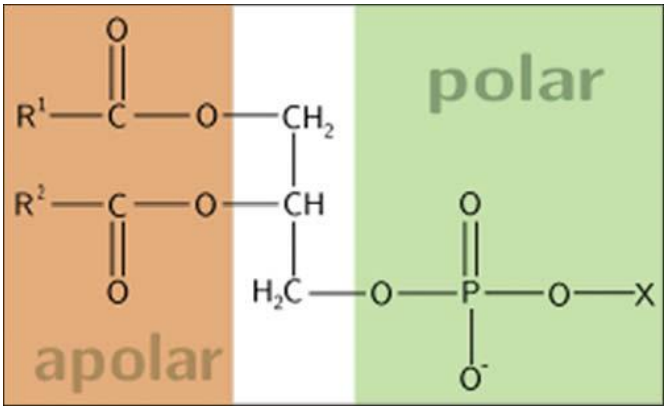


Рис 13 - Будова молекули фосфоліпідів

Завдяки своїй хімічній будові фосфоліпіди - це амфіфільні молекули. До складу полярної «головки» входять гліцерин (або інший багатоатомний спирт), негативно заряджений залишок фосфорної кислоти і приєднана до нього група атомів, часто несе позитивний заряд. Полярні хвости - це залишки жирних кислот, приєднані до багатоатомного спирту складноефірним зв'язком (мал. 2).

У разі лізофосфоліпідів (моноацільних фосфоліпідів) до залишку гліцерину приєднана тільки один жирна кислота, в цьому випадку молекула фосфоліпіда має конусоподібну форму і може утворювати міцели у водному розчині (мал.3).

Якщо утворення ефірного зв'язку йде з двома гідроксильними групами гліцерину, утворюється диацилфосфоліпід, що містить залишки двох молекул жирних кислот. Молекула диацилфосфоліпіда має форму циліндра і в водному розчині утворює ламелярні бішари, в яких гідрофобні хвости орієнтовані всередину шару, а гідрофільні головки - назовні (рис.14). [34]

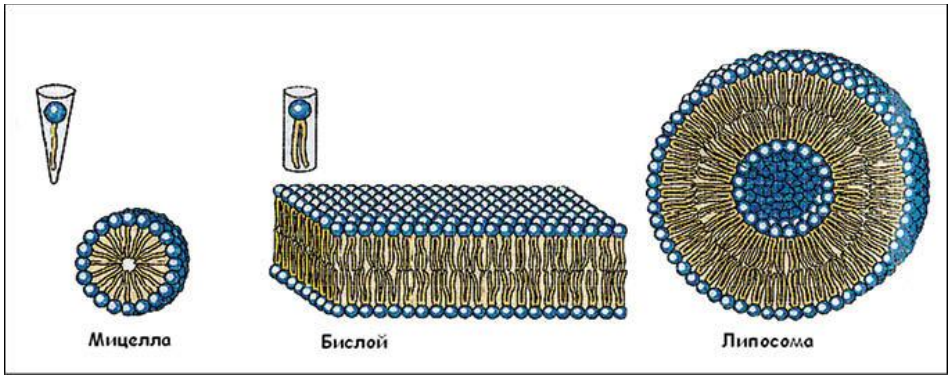


Рис. – 14 Молекула диацилфосфоліпіда

Фосфоліпіди - есенціальні речовини, незамінні для людини. Вони не виробляються в організмі в достатній кількості і повинні надходити з їжею.

Їх найважливішою функцією є безпосередня участь в будівництві клітинних мембран. Згідно з останніми дослідженнями, більшість людей недоотримує до 40% необхідної норми фосфоліпідів. Вміст фосфоліпідів в харчових оліях відносно невеликий і рідко перевищує 2%, найбільший вміст можна відзначити в соєвій, соняшниковій оліях - 1,7-1,8%.

Будучи ессенціальними компонентами біологічних мембран всіх живих клітин, фосфоліпіди нетоксичні і дуже добре сприймаються організмом.[34]

Завдяки своїм поліфункціональним властивостями в даний час фосфатиди використовуються для наступних цілей:

- в харчовій промисловості в якості емульгуючих, диспергуючих інгредієнтів;

- для приготування ліків і в якості біологічно активних добавок;

- в косметичній промисловості як емульгатор, що утримує вологу;

- для приготування кормів для домашніх тварин і акваріумних рибок;

- в лакофарбової і нафтовій галузях промисловості (технічний лецитин).[35]

2.2. Аналіз й вибір технологічних схем

Соняшникова олія, як і будь-які інші олії, які одержують з рослинної сировини в процесі віджиму або екстракції, містить чимало небажаних компонентів. До складу домішок можуть входити суспензії твердих частинок, фосфатиди, вуглеводи, білки, азотисті сполуки, вільні жирні кислоти, пігменти і цілий комплекс високомолекулярних органічних речовин, що впливають на смак і аромат продукту. Всі ці компоненти погіршують споживчі характеристики олії і знижують термін її зберігання, а тому підлягають видаленню для приведення продукту до вимог стандарту.[36]

Процес обробки сирої соняшникової олії складається з ряду послідовних стадій: видалення нерозчинних суспензій, водної гідратації, нейтралізації, відбілювання, видалення восків /виморожування і дезодорації. Вибір конкретних методів для кожної стадії залежить від хімічного складу олії (концентрацій тих чи інших домішок) і собівартості технологічних процесів.

Традиційні способи хімічної рафінації передбачають застосування реактивів (лугів і кислот) в порівняно великих кількостях, що в свою чергу призводить до утворення великої кількості відходів у вигляді соапстоків і промивної води, що ускладнює і здорожує технологію очищення. Хоча метод хімічної рафінації має свої незаперечні переваги, прагнення зменшити втрати нейтрального жиру штовхає виробників до все більш активного застосування фізичної рафінації із застосуванням дистиляційних процесів під вакуумом і ензимних технологій. Такі технології є більш економічними, особливо для олій з високим кислотним числом, так як дозволяють знизити втрати олії.

Підводячи підсумок, можна сказати, що лужна нейтралізація призначена для олій з низьким кислотним числом, але високим вмістом воску, в той же час кислотна або водна гідратація застосовується для переробки олій з високим кислотним числом, але низьким вмістом воску.[36]

При хімічній рафінації застосовується хімічна реакція нейтралізації вільних жирних кислот, що містяться в олії, лугами.

Цей, традиційний спосіб, рафінації має свої особливості:

• він може використовуватися для різних видів сирої олії, включаючи соєву,

соняшникову і ріпакову;

• кінцевий продукт має більшу хімічну стійкість і тому, підвищений термін придатності;

• в технологічному процесі утворюється соапсток, який вимагає подальшої дорогої обробки, що збільшує собівартість виробництва.

Існують два традиційні технологічні процеси попереднього очищення рослинних олій:

• гідратація, яка використовується в тому випадку, коли не потрібно видалення вільних жирних кислот;

• лужна нейтралізація, що забезпечує видалення вільних жирних кислот і фосфатидів.

Як вже зазначалось, всі олії містять фосфатиди або фосфатидоподібні речовини. Вони складаються в основному з різних вуглеводів, білків і азотистих з'єднань і поділяються на гідратуємі і негідратуємі.

Якщо фосфатиди не видалити до нагріву олії до високої температури, то на етапі дезодорації або відгонки вільних жирних кислот/дезодорації, можуть виникнути проблеми з якістю кінцевого продукту.

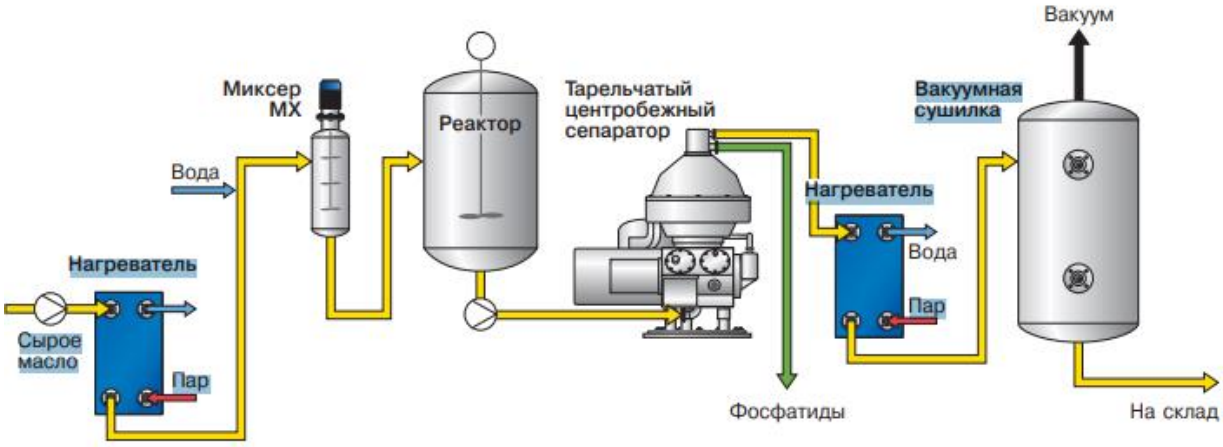
Фосфатиди можна видалити за допомогою водної гідратації, спеціальної гідратації і спеціалізованих технологій гідратації.

Гідратуємі фосфатиди видаляються з використанням води, оскільки вони поглинають її і після цього стають нерозчинними в олії з їх наступним видаленням сепарацією.

Негідратуємі фосфатиди зазвичай видаляються за допомогою кислотного гідролізу або нейтралізації каустичною содою: частіше використовується фосфорна кислота, що обумовлено її низькою вартістю. застосування кислот дозволяє також видаляти будь-які металеві мікроелементи, оскільки при цьому вони перетворюються в нерозчинні комплекси. [37]

Крім того, гідратуємі і негідратуємі фосфатиди можна видалити за допомогою ензимів (ферментів).

Водна гідратація



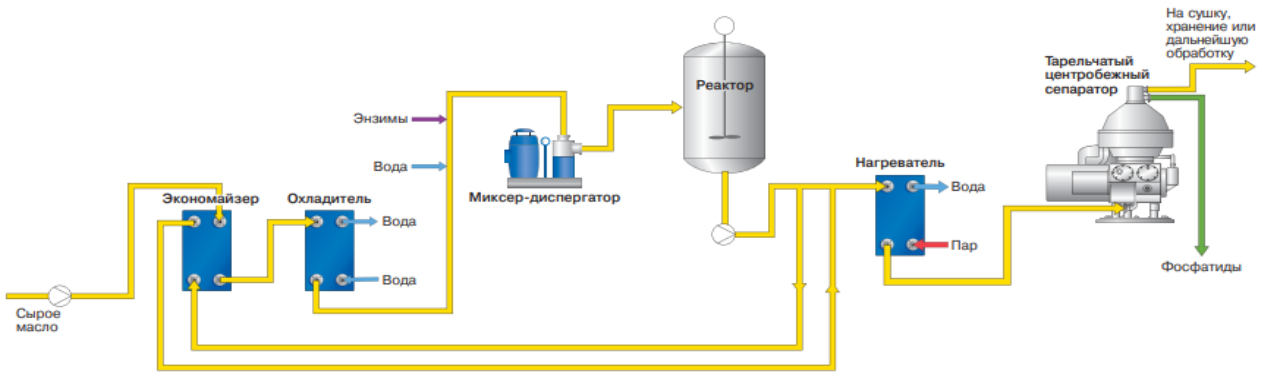
Всі рослинні олії містять гідратуємі фосфатиди, але найбільше їх в соєвій олії.

Оскільки в соєвій олії присутн висока концентрація гідратуємих фосфатидів, для її очищення найчастіше застосовується водна гідратація. Після видалення фосфатиди зазвичай висушуються і, в результаті, отримуємо цінний побічний продукт - лецитин.

Водна гідратація має важливу додаткову перевагу, що визначає її використання привабливим і в багатьох інших аспектах.

Цей відносно простий і дешевий спосіб дозволяє видалити максимально можливу кількість фосфатидів на початкових етапах технологічного процесу, тому на наступних стадіях нейтралізації знижується об’єм соапстоку, який підлягає обробці або утилізації.[37]

Ензимна водна гідратація



Будь-які присутні в олії фосфатиди можна також видалити за допомогою ензимів (ферментів).

Ензими є біологічні каталізатори, що вступають в реакцію з певними цільовими субстратами і володіють додатковими перевагами, пов'язаними з можливістю отримання ряду побічних продуктів виробництва.

Фосфоліпаза - це ензим, що вступає в реакцію тільки з фосфоліпідами, які містяться в олії. Він перетворює фосфатиди в різні за властивостями фракції, розчинні в олії і воді відповідно. Для гідратації олій найбільш часто використовується фосфоліпаза А (PLA) і С (PLC).

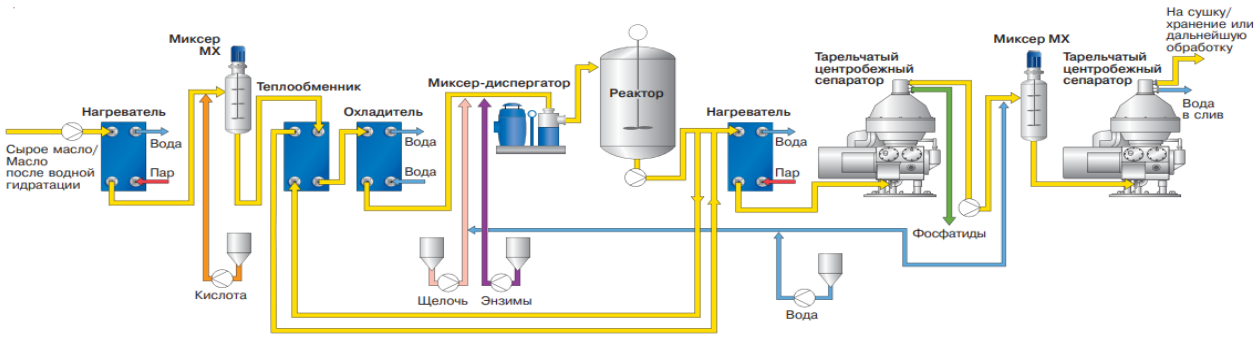
Фосфоліпіди сприяють емульгуванню, що призводить до втрат олії при використанні традиційної технології водної гідратації. Самим гідратуємими фосфоліпідами, що володіє найбільшою здатністю до емульгування, є фосфатидилхолін (PC).

Фермент PLC взаємодіє з фосфатидилхоліном (PC) і фосфатидилетаноламіном (PE) з утворенням диацилгліцерину і водорозчинного фосфатовмісного ефірного залишку, що знижує схильність до формування емульсії.

Результат – більш повне розділення при центрифугуванні, а також зниження втрат нейтрального жиру.

Оскільки PE є негідратуємим фосфатидилом, концентрація фосфатидів в олії після гідратації із застосуванням PLC виходить менша, ніж при використанні водної гідратації. Тому в цьому випадку на наступних етапах технологічного процесу необхідно видаляти менший об’єм домішок.[37]

Глибока ензимна гідратація



Для фізичної рафінації та дезодорації олій також розроблена технологія глибокої ензимної гідратації. Щоб видалити фосфатиди до концентрації, достатній для здійснення технологічни процесів подальшої рафінації, сиру олію необхідно попередньо обробити невеликою кількістю кислоти.

Показник pH можна потім відрегулювати лужним розчином до введення відповідного ензиму.

Для глибокої гідратації сирих олій з високим вмістом фосфору використовується ензим PLC. PC і PE, що перетворюються в диацилгліцерини і водорозчинні ефіри фосфорної кислоти, які потім відокремлюються від олії при центрифугуванні разом з непрореагувавшими фосфатидами.

При використанні ензиму PLA, останній перетворює гідратуємі і негідратуємі фосфатиди в лізофосфатиди і вільні жирні кислоти. Лізофосфатиди краще поглинають воду, тому легше видаляються з олії при центрифугуванні.

Глибока ензимна гідратація не завжди є найефективнішим способом видалення фосфатидів, що залежить від типу олії і її якості.

Технологічний процес саме глибокої ензимної гідратації відмінно пристосований для рафінації та дезодорації харчової рослинної олії, а також попередньої обробки інших типів олій, що є частиною циклу виробництва біодизеля.

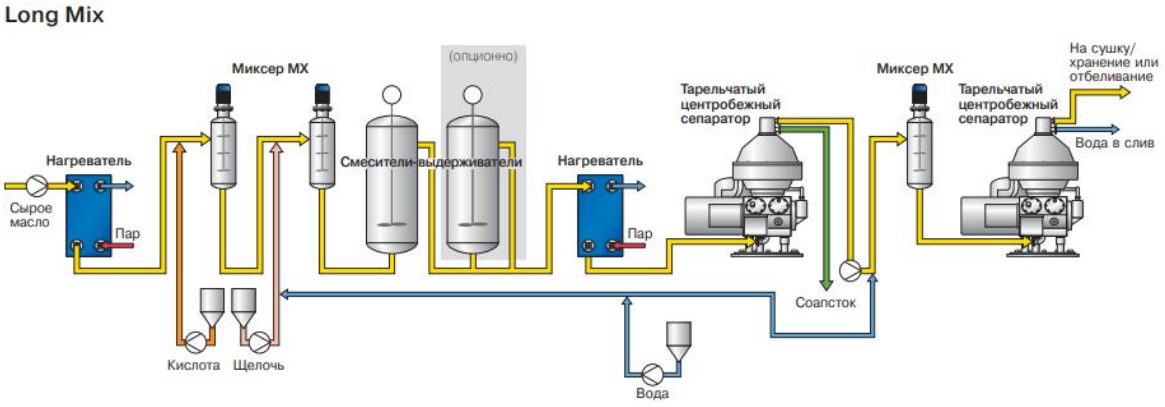
Найбільш часто присутні в оліях домішки є вільні жирні кислоти. Їх наявність, як правило, обумовлена низькою якістю сировини і (або) неправильними умовами зберігання. Чим більше вміст вільних жирних кислот,

тим складніше процес очищення і вище концентрація каустичної соди, необхідної для їх нейтралізації і видалення.

Нейтралізація каустичною содою широко відома як ефективний метод очищення сирих олій і має перевагу, пов'язану з тим, що соапсток, який утворюється при цьому, також забирає з собою цілий ряд домішок - пігменти, сліди металів.

Нейтралізація олій методом обробки каустичною содою зазвичай ведеться в безперервному процесі із застосуванням тарілчастих сепараторів.

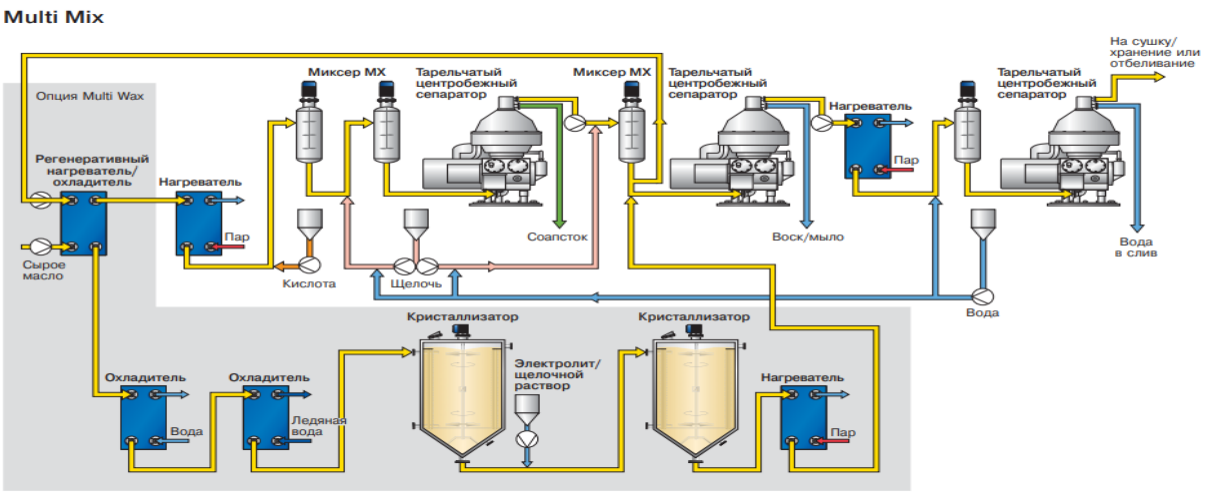
Після завершення нейтралізації олія проходить промивку. Промивна вода потім відділяється в тарілчастих сепараторах, а олія надходить на вакуумну сушку.[37]



Альфа Лаваль пропонує два основних способи нейтралізації олій. Так звана технологія Long Mix найкраще підходить для рафінування сирої соєвої та ріпакової олії, вона відрізняється більш тривалим часом контакту, що відбувається в спеціальних змішувачах-витримувачах.

Для відділення від очищеної олії соапстоку і води одностадійним промиванням використовуються тарілчасті відцентрові сепаратори.

Інший основний спосіб нейтралізації відомий під назвою технологія Multi Mix. У ньому контакт реагентів відбувається дуже короткий час, що дозволяє обробляти практично будь-які типи олій і використовувати одну або дві стадії промивки. Проте, якщо обробляти низькоякісні олії, може знадобитися проведення повторної обробки лужним розчином.[37]



Комбінування нейтралізації і видалення восків / виморожування

Цю обробку можна виконати або на етапі первинної гідратації, або провести більш повно в подальшому комбінованому процесі нейтралізації і видалення восків/виморожування, наприклад в розробленому Альфа Лаваль процесі Multi Mix.

В даній технології використовуються високоефективні способи рафінування в поєднанні з сепарацією кристалів воску і прийомами очищення, спочатку розробленими Альфа Лаваль для фракціонування пальмової олії.

Така комбінована обробка забезпечує отримання олії високого ступеня очищення, яка практично не містить воску.

Технологія Multi Mix є ефективним способом видалення восків з олій з їх високим вмістом і дозволяє збільшити інтервал зміни фільтрів виморожування.

Альтернативним методом технології Multi Mix є холодна нейтралізація, що включає видалення восків / виморожування і нейтралізацію. У цьому способі нейтралізація проводиться при низькій температурі, що гарантує видалення восків разом з соапстоком.[37]

Таким чином, порівнявши вище наведені технологічні схеми, обираємо в даному дипломному проекті схеми гідратації та нейтралізації рослинних олій із використанням сепараторів тому що вони мають ряд переваг над іншими і є оптимальними та економічно вигідними і задовільнять задану продуктивність.

2.3. Розрахунок сировини, готової продукції та допоміжних матеріалів

Розрахунок матеріального балансу гідратації соняшникової олії

Дані матеріальних розрахунків:

Кількість олії на гідратацію, т.....264,0

Вміст фосфоліпідів у початковій олії, %.....1,20

Вміст вологи у початковій олії, % 0,15

Кількість води на гідратацію, %.....1,2

Вміст фосфоліпідів у гідратованій олії, %.....0,1

Вміст вологи у гідратованій олії, %.....0,15

Рівняння матеріального балансу процесу гідратації має вигляд:[38]

Роп + Рв = Рог + Рфе , де

Роп – маса початкової олії, кг;

Рв – маса доданої води, кг;

Рог – маса гідратованої олії, кг;

Рфе – маса фосфатидної емульсії, кг.

Якщо кожну з наведених величин виразити у відсотках від маси початкової олії, то рівняння можна записати так:

100 + Вг = Ог + ФЕ, де

Вг = (Рв / Роп) · 100 (%) – кількість води від маси початкової олії;

Ог = (Рог / Роп) · 100(%) – вихід гідратованої олії від маси початкової олії;

ФЕ = (Рфе /Роп) · 100 у відсотках - кількість фосфатидної емульсії від маси початкової олії.

Кількість води (Вг) беруть у межах 1-3 % на кожний 1 % фосфоліпідів, які містяться в початковій олії, Вг = 2,2%

Вихід гідратованої олії (Ог) розраховують так:

$$Ог = \frac{100\text{-}Фп(1+Гф)\text{-}Воп\text{-}Во}{100-Фг(1+Гф)\text{-}Вог}100,$$

де Фп – вміст фосфоліпідів у початковій олії, %. Вибирають залежно від виду рослинної олії, Фп = 1,20%;

Фг – вміст фосфоліпідів у гідратованій олії, %. Приймають за даними нормативної документації, Фг = 0,1;

Воп - вміст вологи у початковій олії, %. Приймають у межах 0,1-0,3 %, Воп = 0,15%;

Вог – вміст вологи у гідратованій олії, %. Приймають у межах 0,15 – 0,35 %, Вог = 0,35%;

Во – вміст відстою (осаду) за масою, % від початкової олії. Приймають за даними нормативної документації Во = 0,1%;

Гф - відношення кількості олії до кількості фосфоліпідів у харчових ФОЛ. Береться за даними нормативної документації Гф = 0,25;

$$Ог = \frac{100\text{-}1{,}20(1+0{,}25)\text{-}0{,}15\ \text{-}0{,}1}{100-0{,}1(1+0{,}25)\text{-}0{,}35}100 = 98{,}72\%$$

Кількість фосфатидної емульсії, яку одержують після гідратації, розраховують за рівнянням:

$$ФЕ = \frac{100(Фп\ \text{-}Фг)(1+Гф)+Воп\text{-}Вог\text{-}Во}{100-Фг(1+Гф)\text{-}Вог}+Вг$$

$$ФЕ = \frac{100(1{,}20\ -\ 0{,}1)(1+0{,}25)+0{,}15\text{-}0{,}35\text{-}0{,}1}{100-0{,}1(1+0{,}25)\text{-}0{,}35}+2{,}2 = 3{,}57\%$$

Невід'ємною частиною матеріальних розрахунків процесу гідратації є визначення технологічних показників фосфатидної емульсії та товарних харчових ФОЛ.

Кількість вилучених фосфоліпідів у фосфатидну емульсію, %:

$$Фвил = \frac{Фп(100\text{-}Вог)\text{-}Фг(100\text{-}Воп\text{-}Во)}{100-Фг(1+Гф)-Вог},$$

$$Фвил = \frac{1{,}20(100\text{-}0{,}35)\text{-}0{,}1(100\text{-}0{,}15\text{-}0{,}1)}{100-0{,}1(1+0{,}25)-0{,}35} = 1{,}10\%$$

Кількість олії, захопленої фосфоліпідами до фосфатидної емульсії:

$$Оз = Гф \times Фвил$$

$$Оз = 0{,}25 \times 1{,}10 = 0{,}27\%$$

Кількість води, яка знаходиться у фосфатидній емульсії, %:

$$Вфе = Воп + Вг - \frac{Ог}{100} Вог$$

$$Вфе = 0,15 + 2,2 - \frac{98,72}{100} 0,35 = 2,0\%$$

Вміст вологи у фосфатидній емульсії, %:

$$Вф = \frac{Вфе}{ФЕ} 100$$

$$Вф = \frac{2,0}{3,57} 100 = 56,02\%$$

Вихід товарних харчових ФОЛ, %:

$$ФКм = \frac{ФЕ\,(100 - Вф)}{100 - Вк}, \quad де$$

Вк – вміст вологи у товарних харчових ФОЛ, Вк=1,0%.

$$ФКм = \frac{3,57\,(100 - 56,02)}{100 - 1} = 1,58\%$$

Вміст фосфоліпідів у харчових ФОЛ, %:

$$Фк = \frac{Фвил}{ФКм} 100$$

$$Фк = \frac{1,10}{1,58} 100 = 69,62\%$$

Вміст олії у харчових ФОЛ, %:

$$Ок = \frac{Оз}{ФКм} 100$$

$$Ок = \frac{0,27}{1,58} 100 = 17,08\%$$

Вміст відстою у харчових ФОЛ, %:

$$Вкф = \frac{Во}{ФКм} 100$$

$$Вкф = \frac{0,1}{1,58} 100 = 6,32\%$$

Матеріальний баланс процесу гідратації соняшникової олій[38]

Найменування компонентів	На 1т олії, кг	т/добу
Олія соняшникова нерафінована	1038,40	274,13
Олія соняшникова гідратована	1000,00	264,00
Олія захоплена у фосфатидну емульсію	2,70	0,71
Фосфатидна емульсія	35,70	9,42

Розрахунок матеріального балансу лужної нейтралізації соняшникової олії

Дані матеріальних розрахунків:

- кислотне число олії 1,5 мг КОН;
- вміст вологи і летких речовин 0,1 %;

Відходи і втрати жиру в соапсток. Витрати гідроксиду натрію (100 % - вого) на лужну нейтралізацію соняшникової олії у надлишку 15 % (коефіцієнт надлишку η = 1,15) визначаємо:[38]

$$Л_н = КЧ \cdot 0{,}713\eta = 1{,}5 \cdot 0{,}713 \cdot 1{,}15 = 1{,}23 \text{ кг/т}$$

Маса жирних кислот, що зв'язані гідроксидом натрію:

$$G_{ж.к} = Л_н M_{ж.к}/M_л = 1{,}23 \cdot 275/40 = 8{,}46 \text{ кг/т}$$

Маса натрієвих солей жирних кислот (натрієвого мила, що переходить в соапсток) складає:

$$G_м = \frac{G_{ж.к} M_м}{M_{ж.к}} = \frac{8.46 \cdot 298}{275} = 6{,}11 \text{ кг/т}$$

$M_{ж.к}$ – молекулярна маса жирних кислот олії ($M_{ж.к} = 275$); $M_м$ – молекулярна маса натрієвого мила соняшникової олії ($M_м = 298$); $M_л$ – молекулярна маса гідроксиду натрію ($M_л = 40$); 0,713 – відношення мольних мас гідроксиду натрію і калію.

При роботі на сепараційних установках вміст нейтрального жиру $Ж_н$ в соапстоці складає 20 – 25 % від загальної маси жирів, що переходять в нього. Для розрахунків з урахуванням переробки соняшникової олії приймаємо $Ж_н$ = 23 %.

Загальний вміст жирів в соапстоці при цьому складає:

$$G'_{жс} = G_{жк} \cdot \frac{100}{100 - Ж_н} = 5{,}64 \cdot \frac{100}{100 - 23} = 7{,}33 \text{ кг/т}$$

Вміст нейтрального жиру:

$$Ж_н = G'_{жс} - G_{жк} = 7{,}33 - 5{,}64 = 1{,}69 \text{ кг/т}$$

При виході з сепаратора в олії залишається в середньому:

$G'_м = 0{,}1\ \% = 1$ кг/т зв'язаних в вигляді мила жирних кислот.

Таким чином, відходи жиру в соапсток складають:

$$G_{жс} = G'_{жс} - G'_м = 7{,}33 - 1{,}0 = 6{,}33 \text{ кг/т}$$

Вихід товарного соапстоку. Вміст жиру $Ж_{об}$ в соапстоці на виході з сепаратора при встановленому режимі складає в середньому 20 %.

Вихід товарного соапстоку складає:

$$G_c = G'_{жс} \cdot \frac{100}{20} = 7{,}33 \cdot \frac{100}{20} = 36{,}7 \text{ кг/т}$$

Відходи жиру при промивці. Для видалення мила, що залишилося в олії після відділення соапстоку, використовується двократна промивка гарячою пом'якшеною водою. По прийнятим нормативам на першу промивку дається вода в кількості $W_1 = 100$ кг/т, на другу $W_1 = 60$ кг/т.

Приймається, що після першої промивки із олії видаляється в середньому 90% від мила, після другої промивки в олії залишаються сліди мила (не більше 0,005 %). Разом з розчиненим милом перша промивка виносить з собою із сепаратора від 1 до 1,5%, або в середньому $Ж_{н1}$ = 1,3 % нейтрального жиру. Друга промивна вода містить 0,2 – 0,3 %, або в середньому $Ж_{н2}$ = 0,25 % нейтрального жиру.

Під час проходження через жировловлювач близько 50% нейтрального жиру вловлюється і повертається до процесу:

$$Ж_{н4} = Ж_{н3} \cdot \frac{50}{100} = 1{,}45 \cdot \frac{50}{100} = 0{,}72 \text{ кг/т}$$

Залишкова кількість $U^{/}$ = V – $Жн_4$ = 2,4 – 0,7 = 1,7 кг/т надходить через дворовий жировловлювач в очисну систему промислових стоків, де по практичним даним, при роботі підкислюванням вловлюється близько 60%, або $U'' = U' \cdot 60/100 = 1{,}7 \cdot 60/100 = 1$ кг/т

Безповоротні втрати під час промивки становлять:

$$\Psi_1 = U - (Ж_{н4} + U'') = 2{,}4 - (0{,}7 + 1) = 0{,}7 \text{ кг/т}$$

Інші відходи на стадії лужної нейтралізації і промивки вкладаються в середню норму $\Psi_3 = 0{,}20$ кг/т.

Сума відходів складає:

$\sum$відх = Gж.с. + $U^{//}$ + Ψ_3 = 6,33 + 1,0 + 0,2 = 7,53 кг/т.

Безповоротні втрати жирів при лужній нейтралізації, промивки і сушки жирів.

$\sum$Втрат=Ψ_1+Ψ_2+Ψ_3

а) з промивними водами: Ψ_1=0,7 кг/т;

б) при висушуванні: Ψ_2=1кг/т;

в) невраховані втрати: Ψ_3=0,2кг/т

$\sum$Втрат=0,7+1+0,2=1,9 кг/т.

Всього відходів і втрат:

$\sum$В=$\sum$відх.+ $\sum$втрат;

$\sum$В= 7,53+1,9=9,43 кг/т.

Вихід нейтралізованої, промитої та висушеної соняшникової олії на 1 т складає:

$A_р$=1000-$\sum$В;

$A_р$=1000 – 9,43 = 990,57 кг.

В тому випадку, коли на рафінаційному заводі проводиться гідратація олії водою, відходи жиру в гідратаційний осад приймаються в розмірі Ф (Ф коливається від 0,4 до 0,6 від маси олії). [38]

Приймаємо Ф = 0,5 %, величина відходів олії в гідратаційний осад складе:

$$G_г = 2 \cdot 0{,}5 = 1\ \% = 10 \text{ кг/т}$$

Отже, вихід рафінованої олії складе:

Для руйнування залишкових фосфоліпідів вводиться 1-2 кг/т концентрованої 85%-ої фосфорної кислоти. Для розрахунків приймаються витрати фосфорної кислоти $Д_ф = 1{,}5$ кг/т

Витрати гідроксиду натрію $Л_н$ (100%-вого) на нейтралізацію вільних жирних кислот згідно розрахункам складає 0,82 кг/т

Таблиця 13. - Матеріальний баланс процесу лужної нейтралізації гідратованої соняшникової олії рослинних олій

Компонент	На 1т олії, кг	За добу, т
Олія соняшникова гідратована нерафінована	1009,43	266,49
Олія гідратована нейтралізована	1000,00	264,00
Відходи		
-Жир в товарному соапстоці	6,33	1,67
-Жир технічний із дворових жировловлювачах	1,0	0,26
-Інші витрати	0,20	0,05
-Безповоротні втрати	1,9	0,51

2.4. Аналіз, підбір, обґрунтування і розрахунок кількості обладнання

Струменевий змішувач (рис.1) являє собою пристрій ежекційного типу. Він складається з корпусу 3, до якого приєднані патрубки для входу олії 1 і конденсату 2, мембранний клапан 4 і дифузор 10. Усередині корпусу змішувача розміщені ніпель 8 і сопло 9. При тиску 2,0-2,5 кгс/см^2 гідратуєма олія надходить через патрубок 1 в сопло 9. При проходженні через сопло в олію засмоктується конденсат.[39]

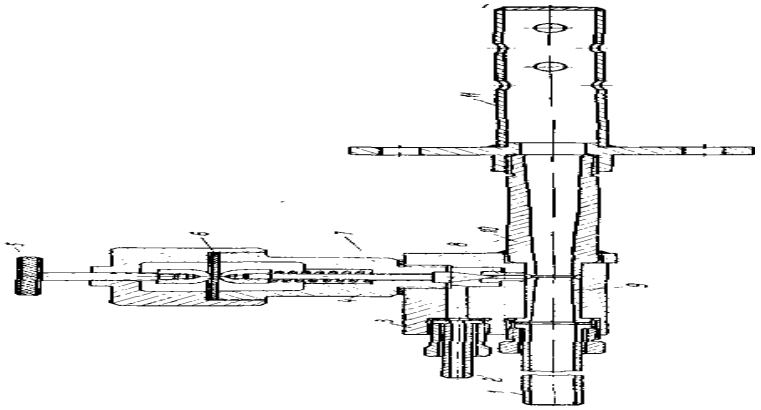


Рис. 15. Струменевий змішувач ежекційного типу:

1-патрубок для входу олії; 2-патрубок для входу конденсату; 3 - корпус; 4-мембранний клапан; 5-штурвал; 6 -мембрана; 7 - голчастий клапан; 8-ніпель; 9-сопло; 10-дифузор; 11-перфорована насадка

Диспергування конденсату в олії відбувається в дифузорі 10 і насадці 11. Кількість конденсату, необхідної для гідратації фосфатидів, встановлюють по ротаметру і регулюють за допомогою голчастого клапана 7. Щоб уникнути підсосу повітря зворотно-поступальний рух гольчатому клапані 7 передається штурвалом 5 через гумову мембрану 6.

Змішувач забезпечений змінними соплами, що дозволяє варіювати продуктивність в необхідних межах, адже, для повноти виведення фосфоровмісних речовин з олії велике значення має характер змішування олії з водою.

Лопатевий змішувач (рис. 2) малі моделі призначені для змішування жирів з фосфорною кислотою, а великі моделі - для змішування жирів з водою (при гідратації і промиванні).[39]

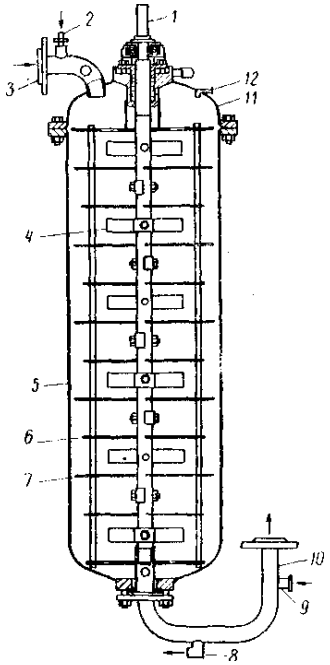


Рис. 16 Лопатевий змішувач

1 - вал; 2 штуцер для введення води (фосфорної кислоти); 3 - патрубок для введення жиру; 4 - лопать; 5 - корпус; 6 - .малий диск; 7 - великий диск; 8 - патрубок для зливу жиру; 9 - патрубок для заповнення апарату жиром; 10-патрубок для виходa суміші жиру з водою (фосфорною кислотою); 11 - кришка; 12-штуцер для виходу повітря при заповненні апарату

Обидва апарати аналогічної конструкції, циліндричної форми зі сферичною кришкою і днищем виконані з кислототривкої сталі. Кришка 11 кріпиться на болтах до циліндричного корпусу 5 діаметром 400 мм (мала модель) і діаметром 550 мм (більша модель).

По центру апарату проходить вал 1, на який рухомо насаджено лопаті 4, великі 7 і малі 6 диски в наступній послідовності: диск великого діаметра, лопать, диск малого розміру, лопать і т. д. У дисках є отвори для змішування.

Перемішування здійснюється шляхом обертання мішалки від електродвигуна потужністю 2,1 кВт за допомогою клиноремінної передачі. Триступінчасті шківи дозволяють змінювати швидкість перемішування в діапазоні 61, 122 і 244 об/хв. Нагрітий жир під тиском надходить через патрубок 3, а фосфорна кислота або вода підводиться через патрубок 2. Суміш ретельно перемішується і виводиться через патрубок 10.

Перед початком роботи змішувач заповнюється жиром від низу до верху через патрубок, а витіснене повітря виходить через штуцер 12. Злив жиру зі змішувача відбувається через патрубок 8.

Ємність змішувача малої моделі 140, великий моделі 450 л.

Дисковий змішувач (рис.3) призначений для змішування жиру з розчином лугу і лимонної кислоти. Він забезпечує контакт жиру з зазначеними розчинами за короткий проміжок часу (2-3 сек). [39]

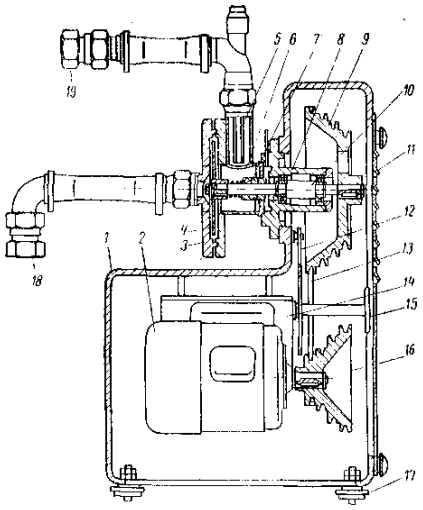


Рис. 17. Дисковий змішувач:

1-лита станина; 2-електродвигун; 3-кришка; 4-змішуючий диск; 5-штуцер для подачі розчину лугу або лимонної кислоти; 6-корпус (робоча камера) змішувача; 7-торцеве ущільнення; 8-корпус підшипників; 9, 16 багатоступінчасті шківи; 10-вал змішувача; 11-кожух; 12-планка; 13- клиновий ремінь; 14-коливаєма плита; 15-маховичок; 17-амортизатори; 18-патрубок для виходу обробленого жиру; 19 - патрубок для подачі жиру

Дисковий змішувач складається з литої станини 1, на якій розташований власне змішувач. Усередині станини розташовані на хиткій плиті 14 електродвигун 2 з багатоступінчастим шківом 16 клинопасової передачі, клиновий ремінь 13 і шків 9, укріплений на валу змішувача. Натяг ременя здійснюється вагою електродвигуна. Фіксація положення електродвигуна здійснюється за допомогою планки 12 і маховика 15. Обертові частини закриті кожухом 11. Змішувач складається з двох корпусів: корпусу (робочої камери) змішувача 6 і корпусу підшипників 8, вала змішувача 10 зі шківом 9, змішуючим диском 4 і ущільненням торця 7,

Корпус змішувача має кришку 3. Вал змішувача обертається в двох шарикопідшипниках. Торцеве ущільнення складається з нерухомої втулки, рухомої втулки з гумовим кільцем і пружини.

До корпусу змішувача за допомогою накидних гайок приєднуються патрубки: 19 - для подачі жиру, 18 - для виходу обробленого жиру.

Патрубки складаються з ніпелів, гумових рукавів і хомутів. До патрубку 19 приварений штуцер 5 для подачі розчинів лугу або лимонної кислоти. Для гасіння вібрації, що виникає під час роботи, змішувач встановлюється на амортизаторах 17.

Принцип дії змішувача наступний: через патрубок 19 і штуцер 5 в камеру змішувача 6 підводяться жир і розчин лугу або лимонної кислоти, в якій вони змішуються за допомогою швидкообртаємого диска 4. Оброблений жир виводиться зі змішувача через патрубок 18. Диск 4 обертається від електродвигуна 2 за допомогою клинопасової передачі. Швидкість обертання диска можна змінювати шляхом перестановки ременя.

Ножовий змішувач (рис.4) призначений для змішування жиру з водою при промиванні.[39]

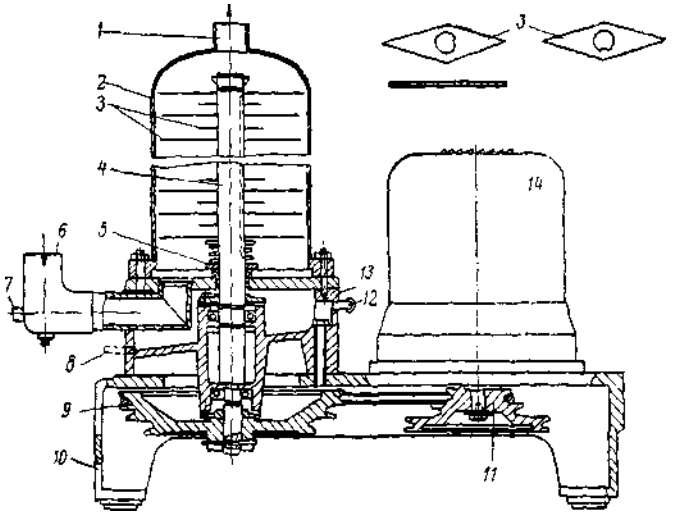


Рис. 18. Ножовой змішувач:

1-відвідний патрубок; 2-ковпак; 3-ножі; 4-вал; 5-ущільнювальний вузол; 6-патрубок для подачі жиру; 7-патрубок для введення промивної води; 5-патрубок для виходу води з піддона; 9-шків; 10-станина; 11-шків; 12-патрубок для подачі води в піддон; 13-підставка; 14-електродвигун

Змішувач і електродвигун 14 з приводом змонтовані на загальній станині 10. змішувач ємністю 30 л складається з двох частин: верхньої - сталевого ковпака 2 і нижньої - підставки 13, з'єднаних між собою фланцями на болтах. Усередині ковпака на вертикальному валу 4 насаджені двадцять сталевих ножів 3 у взаємно перпендикулярних напрямках. Відстань між ножами фіксується втулками.

2Герметичність системи забезпечується ущільнюючим вузлом 5, що складається з графітового кільця, щільно притиснутого пружиною до сталевої гайки зносу. Для видалення жиру з піддона до патрубку 12 підводиться гаряча вода. Відводять воду в жировловлювач через патрубок 8.

Жир під тиском надходить в живильний патрубок 6 і захоплює воду, яка подається по патрубку 7. Суміш ретельно перемішується ножами і виходить в відвідний патрубок 1. У разі утворення емульсії слід зняти частину ножів і замість них насадити втулки. Швидкість обертання валу змінюється зі зміною передавального числа і може дорівнювати 400, 600 і 1200 об / хв. Потужність електродвигуна 3,5 кВт.

Насос-дозатор серії (рис. 5) призначений для дозування для дозування розчинів лугу, води і розчину лимонної кислоти в процесі рафінації олії. Гідравлічна частина насоса 3 складається з гідроциліндра, змонтованого в горизонтальному положенні на корпусі червячного редуктора за допомогою кронштейна. В гідроциліндрі розташовано всмоктуючий плунжер 8, і нагнітальний 6, кульові клапани і ущільнюючий пристрій 10.[39]

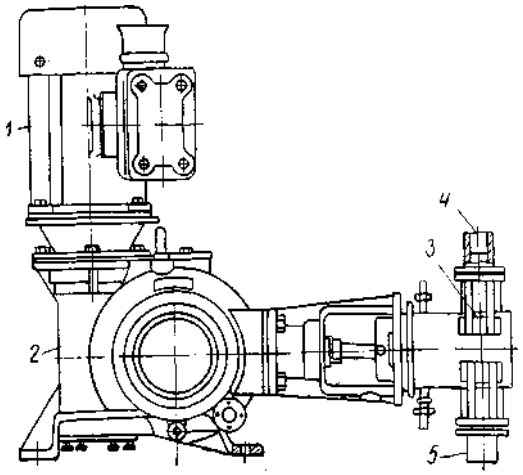


Рис. 19. Насос-дозатор:

1-електродвигун; 2-редуктор; 3-гідравлічна частина; 4-штуцер нагнітання; 5-штуцер всмоктування; 6-нагнітальний кульовий клапан; 7-верхній штуцер; 8-плунжер; 9-натискний стакан; 10-ущільнювальне пристрій; 11- кільце (ліхтар); 12 - нижній штуцер; 13 – всмоктувальний кульовий клапан

Ущільнюючий пристріій складається з комплекту фторопластових або гумових манжет шевронного типу і має спеціальне кільце (ліхтар) 11 для підводу промивної рідини, або пристрою гідравлічного затвора. Манжети, що

ущільнюють плунжер і ліхтар, піджимаються за допомогою натискної склянки 9.

Коагулятор (рис.6) являє собою вертикальний циліндричний апарат з пласкою кришкою 3 і конусним днищем 8. В апараті є рамна мішалка 7, яка обертається зі швидкістю 13 об/хв. Суміш олії з конденсатом вводять через патрубок 2, розташований у верхній частині апарату, суміш олії з пластівцями фосфатидів виводять через патрубок 9, розташований в конусному днищі апарату. На кришці апарату є люк і патрубок 5 для підведення інертного газу. Обсяг коагулятора вибирають в залежності від продуктивності лінії з розрахунку 0,5-годинного перебування олії в апараті.[39]

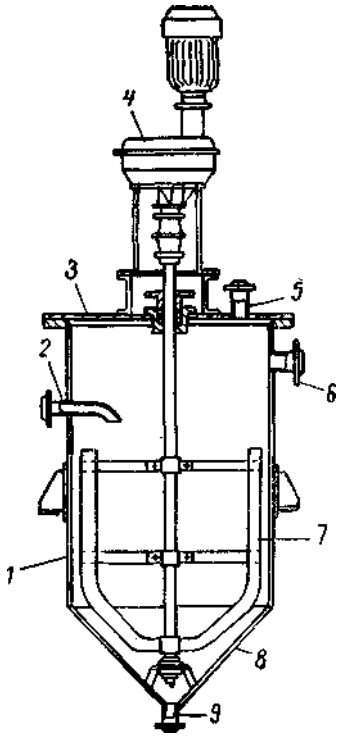


Рис. 20 Коагулятор

1 - корпус; 2 - патрубок для введення суміші олії з конденсатом; 3 - кришка; 4 - мотор-редуктор; 5 - патрубок для підведення інертного газу; 6 - патрубок для сигнальної лінії; 7 - мішалка рамна; 8 - конусне днище; 9 - патрубок для виходу суміші олії з фосфатидами

Вертикальний ротаційно-плівковий апарат (рис.7) складається з двосекційного корпусу 4, ротора 3 з нижнім 11 і верхнім 7 підшипниковими вузлами, камери розвантаження 1, камери каплевідділення 9. Корпус апарату 4 являє собою циліндр з паровою сорочкою, з патрубками для підведення пари і відведення конденсату.

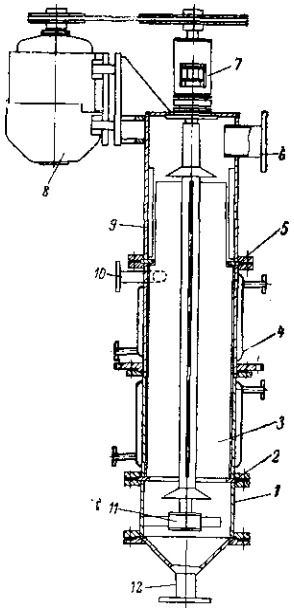


Рис. 21 Вертикальний ротаційно-плівковий апарат для сушіння гідратаційного осаду:
1 - камера розвантаження; 2-нижнє підпірне кільце; 3 - ротор; 4 - корпус; 5 – верхнє обмежувальне кільце; 6 - патрубок для виходу парів; 7 - верхній підшипниковий вузол; 8 - електродвигун; 9 - камера краплевідділення; 10-патрубок для введення гідратаційного осаду; 11 - нижній підшипниковий вузол; 12 - патрубок для виходу фосфатидного концентрату

Являє собою порожнистий вал, до якого приварені чотири лопаті. Зазор між кінцями лопатей ротора і внутрішньою поверхнею корпусу апарату 0,5-1 мм. Гідратаційний осад надходить в апарат через тангенціальний патрубок 10, розташований у верхній частині корпусу 4, і рівномірно розподіляється по внутрішній поверхні корпусу за допомогою лопатей ротора. Активно перемішуєма кінцями лопатей ротора тонка плівка гідратаційного осаду сповзає вниз під дією сили тяжіння і сили тиску; при цьому відбувається випаровування вологи з плівки гідратаційного осаду. Переливаючись через нижнє підпірне кільце 2, фосфатидний концентрат надходить в камеру розвантаження, звідки виводиться через нижній патрубок 12. Нижнє підпірне кільце 2 служить для створення деякого опору виходу фосфатидного концентрату із зони висушування, яке необхідно для забезпечення покриття всієї теплообмінної поверхні висушуємого матеріалу. Верхнє кільце 5 служить для запобігання потрапляння висушуємого матеріалу в камеру краплевідділення 9. Виділені в процесі висушування пари води піднімаються

вгору. У камері краплевідділення з них під дією відцентрової сили відокремлюються краплі захопленого матеріалу.

Ротор апарату приводиться в обертання від електродвигуна 8 через клиноременну передачу.

Сепаратор (рис.8). Для відділення осаду від жиру використовують герметичні сепаратори. Відсепарована легка (жир) і важка (осад) фракції вивантажуються під тиском, що дозволяє виводити з сепаратора досить в'язкий осад. Перевагами сепаратора є високий фактор поділу, короткочасність перебування суміші в барабані, легкість регулювання процесу сепарування шляхом дроселювання потоку жиру на лінії його виходу за допомогою регулюючого клапана.[39]

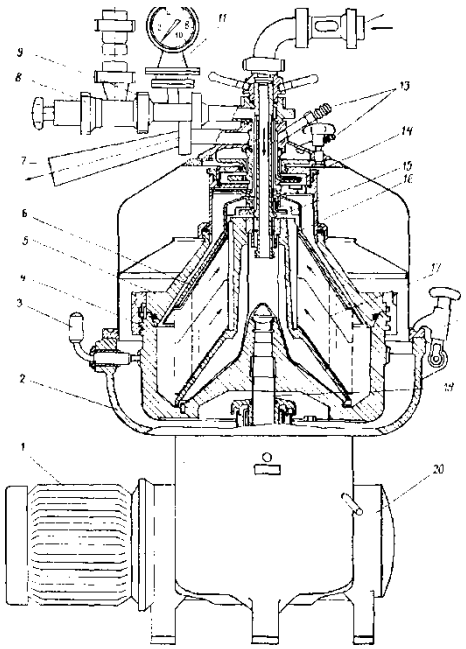


Рис. 22 Сепаратор:
1-електродвигун; 2-станина; 3-стопорний болт; 4-чаша барабана; 5 кришка барабана; 6-розділова тарілка; 7-патрубок виходу осаду; 6- регулюючий клапан; 9-патрубок виходу жиру; 10-місце установки ротаметра; 11-манометр; 12-патрубок входу суміші; 13-патрубки для входу промивної води; 14-напірний диск для виведення важкої фракції; 15- напірний диск для виведення легкої фракції; 16-тарілкотримач; 17-комплект тарілок; 18-кріпильні болти;

На трубопроводах входу і виходу жиру встановлено оглядові контрольні ліхтарі. Потік і тиск відсепарованого жиру відповідно контролюють за допомогою ротаметра і манометра, встановлених на патрубку виходу жиру з сепаратора.

Сепаратор складається з наступних основних частин: станини 2, картера

20, в якому розміщений приводний механізм, барабана 4 з комплектом тарілок 17, напірних дисків 14 і 15 для відведення під тиском осаду і жиру, вхідного 12 і відвідних 7 і 9 патрубків.

Суміш олії надходить через патрубок 12 у внутрішню порожнину тарілкотримач 16. З тарілкотримача по каналах, утвореним отворами в конічних тарілках 17, жирова маса рухається вгору і по мірі підйому розтікається між тарілками, де під дією відцентрової сили відбувається її поділ. При цьому олія як легка фракція відтісняється до осі обертання барабана, збирається в приймальній камері і під тиском виводиться за допомогою напірного диска 15 в відвідний патрубок 9.

Осад як більш важка фракція направляється в шламовий простір барабана і далі рухається між кришкою барабана 5 і розділовою тарілкою 6 до напірного диска 14, за допомогою якого також під тиском виводиться з сепаратора в патрубок 7. Для промивання напірного диска, виведення осаду, а також в разі необхідності розбавлення останнього передбачена подача гарячої води через патрубок 13.

Барабан сепаратора приводиться в обертання електродвигуном 1. Швидкість обертання барабана складає 6500 об/хв.

Сушильно-деаераційний апарат (рис.9) призначений для безперервного зневоднення жирів під вакуумом після їх гідратації і лужної рафінації; він являє собою вертикальний циліндричний апарат, що складається з нижнього корпусу 1 і верхнього корпусу 5, зібраних між собою фланцевим з'єднанням 2.

На бічній поверхні 1 верхнього корпусу 5 розташовані оглядове скло 8, у одного з яких є світильник. У верхній частині корпусу розташовані контактні поверхні 9, що складаються з тарілок і перегородок. Через бічний нижній люк на фланці 10 укріплений поплавковий регулятор рівня 11. У нижньому патрубку на фланці 18 закріплений паровий змійовик 20. Сушарка забезпечена оглядовим склом (покажчиком рівня) 21, термометром, вакуумметром контактним, термореле, пробними кранами. Ззовні сушарка покрита теплоізоляцією. Сушарка має патрубки: 22 - для подачі вологого жиру, 6 - для

виходу водяної пари, 19 - для відводу висушеного жиру, 15 - для повернення жиру від відкачуючого насоса (для підтримки заданого рівня жиру в сушарці).

Робота вакуум-сушильного апарату полягає в наступному. До блоку форсунок підводиться рафінована олія під тиском не нижче 3,0 кгс/см^2. Форсунки розпилюють жир. В сушарці постійно за допомогою пароежекторного вакуум-насоса підтримується залишковий тиск 20-40 мм рт. ст. Волога, що міститься в жирі, потрапляючи в зону зниженого тиску, інтенсивно випаровується і у вигляді пари відсмоктується пароежекторним вакуум-насосом. Краплевідбійники 7 перешкоджають віднесенню крапель олії в вакуумний трубопровід. Краплі висушеного жиру потрапляють на контактні поверхні 9, на яких жир додатково піддається сушінню і деаерації в тонкому шарі.

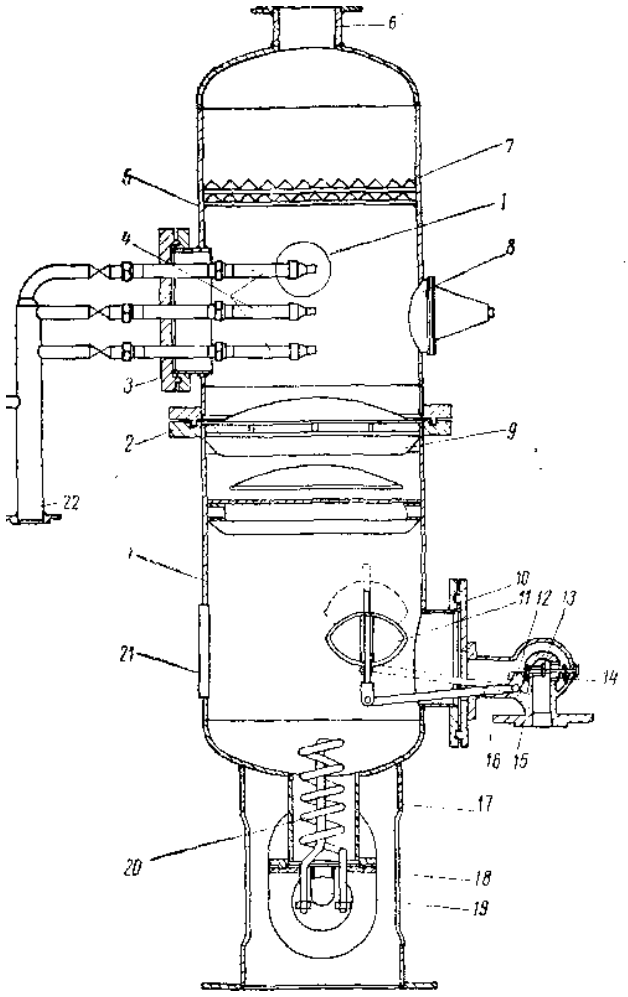


Рис. 23. Сушильно-деаераційний апарат безперервної дії:
1-корпус нижній; 2-фланцеве з'єднання; 3-фланець; 4-блок форсунок; 5-корпус верхній; 6 - штуцер для виходу парів; 7-краплевідбійники жалюзійного типу; 8-оглядове скло; 9- контактні поверхні; 10-фланець; 11-поплавковий регулятор рівня; 12-кулачковий механізм; 13 - рухомий шток; 14-клапан; 15-штуцер для повернення висушеного жиру від насоса через регулятор рівня; 16-рухомий важіль; 17-опора; 18-фланець; 19-

штуцер для виходу висушеного жиру; 20 - паровий змійовик; 21-оглядове скло; 22-колектор для подачі вологого жиру в блок форсунок; 23-перехідна сполучна втулка; 24 - форсунка

Висушений жир стікає в нижню частину корпусу апарату, звідки відкачується безперервно насосом через штуцер 19. Рівень олії в нижній частині підтримується за допомогою поплавкового регулятора рівня 11. Від нагнітального трубопроводу насоса, що відкачує жир з вакуум- сушильного апарату в приймач для висушеного жиру, є відведення, з'єднане через кран зі штуцером 15, вмонтованим в корпус поплавкового регулятора рівня 11. При середньому положенні поплавця регулятора рівня 11 вхідний отвір клапана для підтримання заданого рівня за допомогою рухомого важеля 16, закріпленого на шарнірі.

При підвищенні рівня жиру в апараті рухомий важіль 16 піднімається і за допомогою кулачкового механізму 12 натискає на рухомий шток 13 з клапанами 14, перекривають отвори для входу жиру через штуцер 15 від нагнітальної лінії відкачуючого насоса. При зниженні рівня жиру в сушарці важіль 16 опускається, кулачковий механізм 12 повертається, клапан 14 відкривається і жир через штуцер 15 повертається в сушарку до встановлення заданого рівня. Контроль за роботою форсунок здійснюється через оглядове скло. [39]

Таблиця 14 – Підбір технологічного обладнання

№ поз	Назва обладнання	Кіл-ть, шт	Продуктивність одиниці обладнання, т/добу
Обладнання технологічної лінії гідратації рослинних олій			
1,4,5,9,13,14,16,18,20	Насос	18	-
2, 24	Пластинчатий теплообмінник	4	До 100
3	Збірник конденсату	1	-
6	Ротаметр	1	-
7	Коагулятор	2	100-150
8	Бак олії	2	-
10	Сепаратор	2	100-150
11	Збірник фосфоліпідної емульсії	2	-
15	Ротаційно-плівковий апарат	2	100-150
17	Збірник концентрату	2	-
19	Збірник гідратованої олії	2	-
21	Теплообмінник	2	100-150
22	Вакуум-сушильний апарат	2	100-150

23	Поверхневий конденсатор	1	-
Обладнання технологічної лінії лужної нейтралізації рослинних олій			
24	Бак для олії	1	-
25,32,36	Пластинчатий теплообмінник	3	До 300
27	Бак лимонної кислоти	1	-
28,33,37,43,46,48,49,51,52, 57	Насос	10	-
29,34,38	Змішувач	3	До 300
30	Дисковий змішувач	1	До 300
31,35,39	Сепаратор	3	До 300
40	Вакуум-сушильний апарат	1	До 300
42	Барометричний колодязь	1	-
45	Бак поверненої олії	1	-
44	Жировловлювач	1	-
46	Бак для води	1	-
53	Бак для лугу	1	-
50	Бак для повторної обробки	1	-
56	Бак для концентрованого лугу	1	-

2.5. Розрахунок робочої сили

Метою планування чисельності працюючих є формування висококваліфікованого, оптимального за чисельністю складу персоналу для ефективної господарської діяльності і стабільного економічного розвитку трудового колективу підприємства

Планова чисельність основних робітників визначається трьома способами:

- згідно з трудомісткістю виробничої програми;
- згідно з нормами виробітку;
- згідно з нормами обслуговування.

Планова чисельність основних робітників за нормами обслуговування визначається за формулою:

$$Ч.о.р.= П / N,$$

де П- продуктивність підприємства, т/добу;

N- норма виробітки на одного робітника за добу, т/добу.

Чисельність допоміжних робітників, таких як комірники, комплектувальники, прибиральниці та ін, розраховується за формулою:

Ч.д.р. = Ч.о.р. х 0,30

Норма виробітку на одного робітника в залежності від продуктивності на різних стадіях рафінації

Стадія рафінації	Середня норма виробітку в залежності від продуктивності				
	До 90т	90-150	150-200	200-250	≥250
Гідратація	20	21	25	31	50
Нейтралізація	31	35	40	42	50
Дезодорація	36	37,5	47	50	50

Чисельність основних робітників стадії гідратації: 264/50 = 5,28 = 5 робітників

Чисельність основних робітників стадії лужної нейтралізації: 264/50 = 5,28 = 5 робітників

Чисельність допоміжних робітників стадії гідратації: 5,28 х 0,30 = 1,58 = 2 робітника

Чисельність допоміжних робітників стадії лужної нейтралізації: 5,28 х 0,30 = 1,58 = 2 робітника

Отже, загальна кількість основних робітників становить 10 робітників;

загальна кількість допоміжних робітників становить 4 робітника

Таблиця 16. - Розрахунок основних та допоміжних робітників

Професія	Кількість за зміну, чол
Основні робітники: Начальник цеха	1
Майстер	2
Апаратчик	2
Наладчик	2
Пакувальник	2
Сепараторник	1
Всього	10
Основні робітники: Прибиральниця	1
Електрик	2
Монтер	1
Всього	4
Разом	14

2.6. Розрахунок води, пари, електроенергії

Раціональна організація енергетичного господарства певною мірою залежить від правильності планування своєї виробничо-господарської діяльності, нормування й обліку споживання енергоресурсів.

Визначення потреб підприємства в енергоресурсах і облік їхньої видачі ґрунтуються на складанні енергетичних і паливних балансів. Балансовий метод планування дає змогу розрахувати потреби підприємства в енергії й паливі різних видів, виходячи з обсягу виробництва на підприємстві і прогресивних норм видачі, а також визначити найбільш раціональні джерела споживання цієї потреби за рахунок одержання енергії зі сторони й власного виробництва її на підприємстві. [40]

Витрати енергоносіїв на технологічні цілі розраховуються за формулою відповідно до питомих норм витрат :

$$Е = А \times П,$$

А – питома норма витрат енергоносіїв на одиницю продукції;

П – потужність підприємства, т / год.

Потреба в парі на проектну потужність:

$А_{пари}$ = 1,10 кг / тону;

Е = 1,10 х 246,00 = 270,60 кг/добу

Потреба в воді на проектну потужність:

$А_{води}$ = 1,20 $м^3$/тону;

$Е_{води}$ = 1,20 х 246,00 = 295,20 $м^3$/добу

Потреба в електроенергії на проектну потужність:

$А_{ел}$ = 80 кВт·год / тону;

$Е_{ел}$ = 80 х 246,00 = 19680,00 кВт·год / добу

Таблиця 17. - Підсумкова таблиця потреби в енергоносіях

Найменування витрат	Одиниці виміру	Питомі витрати на тону сировини	Питомі витрати на добу, на проектну потужність
Пара	кг / добу	1,10	1452
Вода	$м^3$ / добу	1,20	1428
Електроенергія	кВт·год / добу	80,00	135520

2.7. Розрахунок виробничих площ

В дипломному проектуванні площу цеху з розміщенням технологічного обладнання, проект якого розробляють, розраховують в залежності від габаритів технологічного обладнання, площадок обслуговування машин і апаратів, розмірів проходів, проїздів, відстаней від стін і колон будівлі до обладнання.

Можна використовувати три способи розрахунку площі цеху: за питомою нормою площі на одиницю потужності підприємства; за сумарною площею технологічного обладнання з урахуванням коефіцієнту запасу площі К на майданчики, для обслуговування технологічного обладнання та проходи і спосіб площинного моделювання в приміщеннях з урахуванням майданчиків для обслуговування проходів, транспортних шляхів та інше.

Площі цехів і відділень, в яких проектом не передбачається розміщення технологічного обладнання, визначають за питомими нормами площі. Типові норми залежать від типу підприємства і його потужності.

Площу цеху визначають за формулою

$$F=A\cdot f$$

де А - потужність цеху, т/зм; f - питома норма площі, $м^2$.

Площу цеху з урахуванням сумарної площі технологічного обладнання і коефіцієнта запасу площі визначають так. Уточнюють технологічне обладнання, яке необхідно розмістити у вказаному цеху. Із підбору обладнання знаходять сумарну площу обладнання в $м^2$ та визначають коефіцієнт запасу площі на майданчики для обслуговування, проходи та інше. Значення коефіцієнта К залежить від габаритів технологічного обладнання (чим більші розміри машин і апаратів, тим менше величина коефіцієнту запасу площі), від характеру роботи цеху (якщо в цеху передбачено фасування готового продукту, підготовка тари та інше, то К збільшується). Значення К збільшується у тому випадку, якщо в цеху передбачають транспортування тари і фасованого продукту за допомогою електрокари. Множенням площі

технологічного обладнання на значення К знаходять розрахункову площу виробничого цеху

$$F_ц = K \times F_{об},$$

де К - коефіцієнт запасу площі; $F_{об}$ - сумарна площа, що зайнята технологічним обладнанням, $м^2$. [ ]

Таблиця 18 - Розрахунок площі технологічного обладнання

№ поз	Назва обладнання	Габаритні розміри, м	Кіл-ть, шт	Площа одиниці обладнання, $м^2$	Сумарна площа, $м^2$
Обладнання технологічної лінії гідратації рослинних олій					
1,3, 4, 8, 11, 13, 15, 16	Насос	0,20x0,60x0,80	8	0,12	0,96
2, 17	Пластинчатий теплообмінник	0,45x0,60x1,50	4	0,27	1,08
5	Ротаметр	0,20x0,60x0,50	1	0,12	0,12
6	Коагулятор	d=2,40 h=6,30	2	4,52	9,04
7	Приймальний бак олії	d=2,40 h=6,30	2	4,52	9,04
9	Саморозвантажувальний сепаратор	1,00x1,20x1,60	2	1,20	2,40
10	Збірник фосфоліпідної емульсії	d=2,20 h=3,50	2	3,79	7,59
12	Ротаційно-плівковий апарат	2,90x1,10x1,80	2	3,19	6,38
14	Збірник фосфатидного концентрату	d=2,40 h=2,40	2	4,52	9,04
	всього				46,49
Обладнання технологічної лінії лужної нейтралізації рослинних олій					
18, 49	Бак для олії	d=2,30 h=5,10	2	4,15	8,30
19, 23, 27	Пластинчатий теплообмінник	0,45x0,60x1,50	3	0,27	0,81
20,24,28,34, 37,39,40,42, 43,46, 48	Насос	0,20x0,60x0,80	11	0,12	1,32
21	Дисковий змішувач	0,80x0,80x1,20	1	0,64	0,64
22, 26, 30	Сепаратор	1,00x1,20x1,60	3	1,20	3,60
25, 29	Ножовий змішувач	d=1,10 h=1,40	2	0,95	1,90
31	Вакуум-сушильний апарат	d=2,90 h=3,50	1	6,60	6,60
32	Трьохступінчатий пароежекторний вакуум-насос	1,50x1,10x0,80	1	1,65	1,65
33	Барометричний колодязь	1,30x2,10x1,50	1	2,73	2,73
35	Жировловлювач	d=1,80 h=2,50	1	2,54	2,54
36	Бак поверненої олії	d=1,10 h=1,90	1	0,94	0,94

38	Бак для води	d=1,10 h=1,70	1	0,94	0,94
41	Бак повторної обробки	d=1,80 h=1,80	1	2,54	2,54
44	Бак для лугу	d=1,80 h=1,70	1	2,54	2,54
47	Бак концентрованого лугу	d=1,80 h=1,80	1	2,54	2,54
	всього:				40,79

Загальна площа, яку займає обладнання технологічних ліній гідратації та лужної нейтралізації рослинних олій складає: 46,49 + 40,79 = 87,28 м^2.

Коефіцієнт запасу площі приймаємо К = 6

Площа цеху, яку займає технологічне обладнання становить:

$F_ц$ = 6 х 87,28 = 523,68 м^2 або в будівельних квадратах

$F_{цеху}$ = 523,68/36 = 14,54 буд. кв. ≈ 15 буд. кв.

Площа під допоміжні приміщення складає 20-45% від площі цеху:

$F_{доп.}$ = 523,68 х 0,35 = 183,28 м^2 або в будівельних квадратах

$F_{доп}$ = 183,28 /36 = 5,09 буд. кв. ≈ 5 буд. кв.

Отже, загальна площа цеху становить: $F_{цеху}$ = 15 + 5 = 20 буд. кв. по 10 буд.кв. кожен поверх.

2.8 Організація виробничого потоку

Технологічна схема гідратації рослинних [41]

Нерафінована олія після первинного очищення насосом ***1*** пройшовши теплообмінник ***2***, де нагрівається до температури проведення процесу 80^{0}С насосом ***3*** подається в приймльний бак ***7*** з місткістю, що розрахована на перебування в ньому олії протягом не більше 30 хв, потім рослинна олія насосом ***4*** через ротаметр ***5*** перекачується в коагулятор ***6***. Одночасно у всмоктувальну лінію насоса ***4*** подається конденсат. На нагнітальному трубопроводі, що йде від насоса ***4***, розташований ротаметр ***5*** для обліку продуктивності.

Суміш в коагуляторі знаходиться 30-40 хв. Для запобігання можливості осідання пластівців фосфоліпідів коагулятор забезпечений пропелерною мішалкою. З коагулятора суміш насосом ***8*** направляється в герметичний саморозвантажувальний сепаратор ***9.*** Насос оснащений варіатором швидкостей, що дозволяє синхронізувати надходження суміші на сепарування. Крім того, конструкція насоса передбачає збереження структури агрегованих частинок фосфоліпідів перед сепаруванням.

У барабані сепаратора суміш розділяється на дві фази: гідратована олія, фосфоліпідна емульсія.

Фосфоліпідна емульсія подається до збірника ***10*** звідки насосом ***11*** передається на висушування в ротаційно-плівковий апарат ***12*** конічного типу.

Висушений фосфатидний концентрат насосом ***13*** перекачується в проміжний збірник ***14***, звідки насосом ***15*** направляється на фасовку.

Гідратована олія насосом ***16*** через підігрівник ***17*** надходить на наступну стадію рафінації.

Технологічна схема лужної нейтралізації рослинних олій[41]

Олія з баку ***18*** насосом ***48*** подається в пластинчатий теплообмінник ***19***. Звідки суміш насосом ***20*** подається в дисковий змішувач ***21***, туди ж через витратомір насосом ***43*** з бака ***44*** подається луг потрібної концентрації.

Суміш розділяють на сепараторі ***22***. При необхідності для зниження концентрації соапстока в сепаратор ***22*** подають гарячу воду. Соапсток насосом ***42*** виводять з виробництва.

Нейтралізована олія через пластинчатий теплообмінник ***23*** насосом ***24*** направляється в ножовий змішувач ***25***, спочатку безпосередньо в олійну лінію перед змішувачем вводиться вода, кількість якої регулюється витратоміром. Суміш води і олії, ретельно перемішана в змішувачі ***25***, розділяється на сепараторі ***26***. Промивна вода зливається в жировловлювач ***35***, а олія через пластинчатий теплообмінник ***27*** насосом ***28*** подається в другий ножовий змішувач ***29*** для повторної промивки і розділення фаз на сепараторі ***30***.

Відокремлена вода також направляється в жировловлювач ***35***, а промита олія – в вакуум-сушильний апарат ***31***. Розрідження в цьому апараті здійснюється трьохступінчатим пароежекторним вакуум-насосом ***32***, вода з конденсаторів скидається в колодязь ***33***. Висушена олія насосом ***34*** передається в збірний бак ***49***.

В жировловлювачі ***35*** промивна вода відстоюється, олія яка сплила переливається в бак ***36*** поверненої олії і насосом ***37*** направляється в бак ***18***, а вода- в систему очистки стічних вод.

Луг потрібної концентрації для проведення процесу нейтралізації готується наступним чином: концентрований луг з бака ***47*** після змішування з водою вихровим насосом ***46*** через вимірювальну трубу ***45*** передається в бак ***44*** для лугу потрібної концентрації, звідки насосом ***43*** через витратомір розчин лугу подається для нейтралізації. Для повторної лужної обробки встановлені бак ***41*** для лугу і насос ***40***. В технологічні лінії також передбачено бак для води ***38*** і насос ***39***.

2.9. Організація технохімічного контролю виробництва

Оцінка якості рослинної олії проводиться за органолептичними та фізико-хімічними показниками. До органолептичних показників рослинної олії відносяться смак, запах, колір і прозорість.

Смак і запах рослинних олій залежать від виду і якості вихідної сировини, способу виробництва. По запаху можна оцінити свіжість жиру. Запах визначається при температурі 20 ° С шляхом нанесення тонкого шару жиру на скляну пластинку або розтиранням на долоні або тильній стороні руки. Смак також визначають при температурі вдослідного зразка 20 ° С.

Колір встановлюють при кімнатній температурі шляхом порівняння зі стандартною шкалою розчинів йоду.[42]

Прозорість визначають в оліях витримкою 100 мл зразка в мірному циліндрі при температурі 20 ° С. Муть або зважені частинки погіршують

товарний вигляд олії, знижують сорт. Проба дослідної олії для визначення прозорості повинна бути ретельно перемішана, для визначення запаху і кольору - відстояна або профільтрована.

Фізико-хімічними методами визначають вміст вологи і летких речовин, кислотне число, кольорове число, йодне число, вміст нежирових домішок, неомилювальних речовин, пробу на мило. Кислотне, колірне числа і кількість фосфоровмісних речовин є підставою для встановлення виду і сорту олії.

Вміст вологи і летких речовин - від 0,1 до 0,2% -характеризує сумарний вміст в олії води і інших речовин, здатних випаровуватися при 100-105 ° С. Температура спалаху (тільки екстракційної олії) - від 234 до 240 ° С.

Кислотне число – від 0,2 до 0,5 мг КОН умовна величина, що показує вміст в 1 г рослинної олії вільних жирних кислот та інших титруємих лугом речовин.

Колірне число - від 8 до 20 мг йоду / 100 г в залежності від виду рослинної олії. Його визначають порівнянням кольору рослинної олії з кольором еталонних йодних розчинів.

Йодне число - від 83 до 145 г/100 г умовна величина, яка показує вміст в 100 г рослинної олії ненасичених сполук.

Вміст неомилювальних речовин - від 1 до 1,2% - характеризує кількісний вміст в олії супутніх речовин, які не реагують з лугами і не руйнуються при омиленні жиру.

У рослинних оліях можуть відбуватися процеси, що призводять до погіршення їх якості. Глибина процесів залежить від ряду факторів, в числі яких особливе місце займають умови зберігання: температура, відносна вологість повітря, присутність кисню повітря, вплив світла. Важливе значення має вихідна якість при зберіганні, наявність в них домішок, а також матеріал, з якого виготовлена тара, і її стан. При несприятливих умовах зберігання під впливом кисню повітря, світла і підвищеної температури в рослинних оліях відбуваються різні зміни, які можуть призвести до зниження якості олії або їх псування з утворенням речовин, що шкідливо впливають на організм людини.

При гідролізі жиру можуть накопичуватися проміжні і кінцеві продукти розпаду. При окисленні в жирах накопичуються пероксиди, альдегіди та інші сполуки. Наявність цих речовин свідчить про глибоке розкладання жиру. В результаті гідролізу і окислення жир набуває неприємного прогірклого смаку. До речовин, що володіють властивістю затримувати процес окислення, або до природних антиоксидантів, відносять токоферол (вітамін Е), вітамін А, а з числа фосфатидів - лецитин.

Пакування та маркування. Рослинні олії випускають як в розфасованому, так і в нефасованого вигляді.

Відповідно до технічної документації рослинні олії фасують:

масою нетто 450, 500, 700 г в скляні пляшки;

масою нетто від 450 до 2000 г в пляшки з полімерних матеріалів, дозволених до застосування органами охорони здоров'я;

Використання інших пакувальних матеріалів, дозволених органами охорони здоров'я для контакту з рослинними оліями і забезпечують їх збереження при транспортуванні і зберіганні, бракувальним фактором не є.

На сучасному етапі переважно упаковкою служать пляшки з нефарбованих полімерних матеріалів. Пляшки закупорюють ковпачками з поліетилену по нормативно-технічній документації або заварюють. Пляшки упаковують в дерев'яні або пластмасові багатооборотні ящики, а також ящики з гофрованого картону.

Нефасовану рослинну олію упаковують в алюмінієві фляги, а також за погодженням в тару споживача. Тара, що застосовується для розливу, повинна бути сухою, чистою і не мати сторонніх запахів.

На кожну одиницю споживчої тари наклеюється барвисто оформлена етикетка, на яку наносять маркування, що містить: найменування підприємства-виробника, його адресу і товарний знак, вид, сорт, марку жиру, масу нетто (г), вміст жиру в 100 г олії, калорійність 100 г продукту, гарантійний термін зберігання, дату розливу, інформацію про сертифікацію.[42]

Зберігають (протягом тривалого часу) рослинні олії в баках-цистернах великої місткості з щільно закритими люками, що повністю захищає продукт від проникнення світла і частково - від кисню повітря. Оскільки окислювальні процеси в оліях найбільш небезпечні, так як викликають їх прогіркання, їх можуть зберігати в атмосфері інертного по відношенню до жиру газу (наприклад, азот, вуглекислий газ) з попередньою деаерацією жиру, що повністю виключає вплив кисню повітря.

Резервуари для зберігання олії покривають променевідбиваючою фарбою. Резервуарний спосіб зручний, економічно вигідний. При підтримці температури 4-6 ° С і відносній вологості повітря не вище 75% рослинні олії можуть зберігатися 1,5-2 роки.

При короткочасному зберіганні і для реалізації в роздрібній торгівельній мережі в нерозфасованному вигляді олії розливають в залізні бочки, рідше - в дерев'яні (дубові, букові або осикові), попередньо проклеєні всередині, щоб жир не вбирався деревиною.

Перед закладанням на зберігання рослинних олій тара всіх видів ретельно очищається, так як залишки продуктів швидко адсорбуються новою партією олії. Внутрішня поверхня залізних бочок і цистерн покривається харчовим лаком для запобігання контакту олії з металом.

У торговельній мережі розфасовану дезодоровану олію в пляшках слід зберігати в темних приміщеннях при температурі не вище 18 ° С, відносній вологості повітря 85%.

Соняшникова олія зберігається не більше 4 місяців. Олію в бочках зберігають до року при температурі 4-5 ° С і відносній вологості повітря 85%, без доступу світла. Після закінчення зазначеного терміну перед реалізацією олію перевіряють у лабораторії на відповідність вимогам чинних стандартів.

Соняшникова олія повинна відповідати вимогам ДСТУ 4492:2015 «Олія соняшникова. Технічні вимоги»

За органолептичними та фізико-хімічними показниками олія соняшникова повинна відповідати нижченаведеним вимогам[43]

Таблиця 19. — Органолептичні та фізико-хімічні показники олії соняшникової нерафінованої

Назва показника	Характеристика показників олії					Метод випробовування
	Нерафінованої					
	Невимороженої			Вимороженої пресової		
	Вищого ґатунку	І ґатунку	ІІ ґатунку	Вищого ґатунку	І ґатунку	
Прозорість	Допустимо наявність «сітки» над осадом		Допустимо легке помутніння над осадом	Прозора без осаду		ГОСТ 5472
Смак та запах	Притаманні олії соняшниковій без стороннього присмаку, гіркоти та запаху		Притаманні олії соняшниковій. Допустимо присмак легкої гіркоти та злегка затхлого запаху	Притаманні олії соняшниковій без стороннього присмаку, гіркоти та запаху	Притаманні олії соняшниковій із присмаком легкої гіркоти	ГОСТ 5472
Колірне число, мг йоду, не більше ніж	15	25	35	15	25	ГОСТ 5477
Кислотне число, мг КОН/г, не більше ніж	1,5	4,0	6,0	1,5	4,0	ДСТУ 4350 ГОСТ 5476
Пероксидне число, О ммоль/кг, не більше ніж -під час випуску з підприємства -наприкінці терміну зберігання	7.0 10.0		8,0 10,0	7.0 10.0		ДСТУ ІБО 3960 ГОСТ 26593
Масова частка фосфоровмісних речовин, %, не більше ніж -у перерахунку на стеароолеолецитин -у перерахунку на P_2O_5	0,40 0,03	0,60 0,05	0,80 0,070	0,30 0,02	0,40 0,03	ГОСТ 7824
Масова частка нежирових домішок, %, не більше ніж	0,05	0,10	0,20	Відсутність		ДСТУ ІБО 663 ГОСТ 5481
Масова частка вологи та летких речовин, %, не більше ніж	0,20	0,20	0,30	0,15	0,15	ДСТУ ІБО 662 ГОСТ 11812
Віск та воскоподібні речовини	Не визначають			Відсутність		Згідно з додатком А
Температура спалаху олії екстракційної, °С, не нижче ніж	225			Не визначають		ГОСТ 9287
Ступінь	40		Не визна-	25		ГОСТ

прозорості, фем, не більше ніж		чають		5472
Анізидинове число	Не нормують*			ДСТУ ІБО 6885

Таблиця 20. — Органолептичні та фізико-хімічні показники олії соняшникової гідратованої[43]

Назва показника	Характеристика показників олії				Метод випробовування
	Гідратованої				
	Невимороженої		Вимороженої пресової		
	І ґатунку	ІІ ґатунку	вищого ґатунку	І ґатунку	
Прозорість	Прозора без осаду		Прозора без осаду		ГОСТ 5472
Смак та запах	Притаманні олії соняшниковій гідратованій без стороннього присмаку, гіркоти та запаху	Притаманні олії соняшниковій гідратованій. Допустимо присмак легкої гіркоти та злегка затхлого запаху	Притаманні олії соняшниковій гідратованій без стороннього присмаку, гіркоти та запаху		ГОСТ 5472
Колірне число, мг йоду, не більше ніж	20	30	15	20	ГОСТ 5477
Колірне число, мг йоду, не більше ніж	20	30	15	20	ГОСТ 5477
Кислотне число, мг КОН/г, не більше ніж	4,0	6,0	1,5	4,0	ДСТУ4350 ГОСТ 5476
Пероксидне число, у О ммоль/кг, не більше ніж -під час випуску з підприємства -наприкінці терміну зберігання	8,0 10,0		7.0 10.0		ДСТУ ISO 3960 ГОСТ 26593
Масова частка фосфоровмісних речовин, %, не більше ніж -у перерахунку на стеаро- олеолецитин -у перерахунку на P_2O_5	0,20 0,016	0,25 0,022	0,10 0,009	0,15 0,012	ГОСТ 7824
Масова частка нежирових домішок, %, не більше ніж	Відсутність				ДСТУ ISO 663, ГОСТ 5481
Масова частка вологи та летких речовин, %, не більше ніж	0,15	0,30	0,10	0,10	ДСТУ ISO 662, ГОСТ 11812
Віск та воскоподібні речовини	Не визначають		Відсутність		Згідно з додатком А
Температура спалаху олії екстракційної, °С, не нижче ніж	225		Не визначають		ГОСТ 9287

Ступінь прозорості, фем, не більше ніж	40	25	ГОСТ 5472
Анізидинове число	Не нормують*		ДСТУ ISO 6885

Фосфатидний концентрат є товарним продуктом, що містить різні групи рослинних фосфоровмісних сполук (лецитин, кефалин, фосфосерин, інозітолфосфатид, фосфатидна кислота та інші сполуки), а також олію (від 30% до 50%).

Це один з основних видів супутніх оліям речовин. Виробляють фосфатидний концентрат з нерафінованої олії гідратацією з подальшим висушуванням отриманого гідратаційного осаду. Склад фосфатидного концентрату не постійний і залежить від виду олії, з якої він отриманий, особливостей способу отримання, ступеня очищення і т.п. [44]

Соняшниковий фосфатидний концентрат ідеально підходить для використання у виробництві шоколаду, хліба, маргарину, продуктів швидкого приготування, печива і багатьох інших харчових продуктів. Області застосування в харчовій промисловості різноманітні: фосфатидний концентрат соняшниковий можна використовувати в якості природного емульгатора, зволожуючого агента, стабілізатора, розділового агента, антиоксиданту і диспергуючого агента. Сирий лецитин призначений в якості вихідної сировини для подальшої переробки в харчовій лецитин, який використовується в харчовій промисловості, а також в якості важливого інгредієнта для виробництва комбікормів і кормових добавок, що використовуються в тваринництві. [45]

Контроль якості фосфатидного концентрату, особливо за показниками, які впливають на здоров'я і життя споживачів, має першочергове значення і вимагає повсякденної уваги і вдосконалення.

Таблиця 21. — Органолептичні та фізико-хімічні показники соняшникового фосфатидного концентрату[46]

Назва показника	Фактичне значення
Запах	
Кольорове число, (Гарднера)	не більше 8
Масова частка вологи і летких речовин,%	не більше 1
Масова частка фосфатидів,%	не більше 62
Масова частка олії,%	не більше 38
Кислотне число олії, яка виділена з концентрату, мг КОН / г	не більше 18

Перекисне число, ½ ммоль / кг	не більше 10
Масова частка речовин, не розчинні в толуолі,%	не більше 3

Таблиця 22. – Характеристика фосфатидного концентрату

Найменування показників	Харчовий концентрат		Кормовий концентрат
	Вищий сорт	I сорт	
Запах	Без запаху	Слабовиражений відповідний олії, з якої отриманий	Відповідний олії, з якої отриманий, не затхлий
Смак	Слабо виражений, без присмаку	Слабо виражений, відповідний олії, з якої отриманий, не прогірклий	Не нормується
Консистенція при 20°С	Текуча	Текуча	Текуча або пастоподібна
Колірне число мг йоду, не більше	10	18	не нормується
Вміст вологи, % не більше	1,0	1,0	3,0
Вміст фосфатидів % не менше	60,0	55,0	40,0
Вміст олії % не більше	40,0	45,0	60,0
Вміст речовин не розчин-них у діетиловому ефірі, % не більше	1,5	2,0	5,0
КЧ олії, виділеної з фосфатидного концентрату, мг КОН, не більше	10,0	18,0	25,0

Розділ 3 ОХОРОНА ПРАЦІ

В Україні діє Концепція управління охороною праці. У ній передбачено створення і забезпечення функціонування державної, галузевої, регіональної систем управління охороною праці, а також системи управління нею на підприємствах, в установах, організаціях.

Управління охороною праці здійснюють: на державному рівні - Кабінет Міністрів України (реалізує державну політику щодо управління охороною праці через Національну раду з питань безпечної життєдіяльності населення), Міністерство надзвичайних ситуацій України; на регіональному рівні – Рада Міністрів Автономної Республіки Крим, місцеві державні адміністрації та органи місцевого самоврядування; на галузевому рівні - міністерства й інші центральні органи виконавчої влади. Рішення Національної ради з питань безпечної життєдіяльності населення і Міністерства надзвичайних ситуацій України є пріоритетними та обов'язковими для виконання органами управління охороною праці на регіональному і галузевому рівнях. [47]

До сфери управління охороною праці регіональних органів відносяться об'єкти комунальної власності та інші об'єкти господарювання недержавної форми власності, у першу чергу підприємства малого і середнього бізнесу, розташовані на відповідній території. Управління охороною праці на галузевому рівні здійснюють міністерства й інші центральні органи виконавчої влади щодо підприємств, які належать до сфери їхнього управління. З метою забезпечення безпечних і нешкідливих умов праці в кожному структурному підрозділі і на кожному робочому місці, роботодавець повинен створити систему управління охороною праці і забезпечити її ефективне функціонування.

Система управління охороною праці (СУОП) є складовою частиною управління підприємствами (установами, організаціями), що включає

прогнозування та планування, організацію роботи, координацію та регулювання, активізацію та стимулювання, контроль, облік і аналіз. Об'єктом управління є діяльність функціональних служб і структурних підрозділів щодо забезпечення безпеки праці на робочих місцях, дільницях, у цехах та на підприємстві (в установі, організації) в цілому. Управління охороною праці на підприємстві (в установі, організації) здійснює роботодавець, у підрозділах і на дільницях – їх керівники. Для цього розробляється і затверджується Положення про систему управління охороною праці на підприємстві (в установі, організації).

Управління охороною праці дозволяє вирішувати наступні основні задачі: навчання працюючих безпеці праці та пропаганда досягнень охорони праці; забезпечення безпеки виробничого обладнання, виробничих процесів, а також будівель та споруд; нормалізація санітарно-гігієнічних умов праці; забезпечення працюючих засобами індивідуального захисту; забезпечення оптимальних умов праці і відпочинку працюючих; організація лікувально-профілактичного та санітарно-побутового обслуговування працюючих, професійний добір працюючих за окремими спеціальностями.

Організаційно-методична робота щодо управління охороною праці, підготовка управлінських рішень та контроль за їх реалізацією здійснюються службою охорони праці, підпорядкованою безпосередньо роботодавцю (керівнику підприємства, установи, організації). Ця служба створюється на підприємстві (в установі, організації) з кількістю працюючих 50 і більше осіб. При меншій чисельності працюючих функції цієї служби можуть виконувати особи з відповідною професійною підготовкою за сумісництвом. Причому, на підприємстві з кількістю працюючих менше 20 чоловік для виконання зазначених функцій можуть залучатися сторонні фахівці на договірній основі. Служба охорони праці керується у своїй роботі розробленим на основі Типового положення про службу охорони праці (затверджено наказом Держгірпромнагляду 15.11.04р. № 000) і затвердженим роботодавцем Положенням про службу охорони праці підприємства

(установи, організації).[47]

Служба охорони праці здійснює організаційно-методичну роботу з управління охороною праці, робить підготовку відповідних управлінських рішень і контролює їх виконання. Спеціалісти цієї служби контролюють стан охорони праці на різних об'єктах, проводять вступний інструктаж з питань охорони праці, беруть участь у розслідуванні нещасних випадків на виробництві як голови комісії, аналізують стан охорони праці, складають звіти про нещасні випадки, професійні захворювання і аварії. За участю служби охорони праці виконуються наступні види робіт: розробляються перспективні і поточні плани щодо створення безпечних і нешкідливих умов праці, комплексні заходи щодо досягнення встановлених нормативів безпеки, гігієни праці і виробничої санітарії, а також положення, інструкції та інші нормативні акти про охорону праці, що діють у межах підприємства (установи, організації); здійснюються паспортизація цехів, дільниць, робочих місць на відповідність їх вимогам охорони праці та атестація робочих місць за умовами праці; складається розділ «Охорона праці» колективного договору; проводяться навчання, інструктажі і перевірка знань з питань охорони праці; організуються проходження попереднього і періодичного медичних оглядів працівників визначених категорій, а також забезпечення працівників засобами індивідуального захисту, лікувально-профілактичним харчуванням, молоком або рівноцінними харчовими продуктами, мийними речовинами та ін.

Спеціалісти служби охорони праці мають право: видавати керівникам структурних підрозділів обов'язкові для виконання приписи щодо усунення наявних недоліків у забезпеченні безпеки праці; одержувати від них необхідні відомості, документацію та пояснення з питань охорони праці; вимагати відсторонення від роботи осіб, які не пройшли передбачений законодавством медичний огляд, навчання, інструктаж, перевірку знань і не мають допуску до відповідних робот або не виконують вимоги нормативно-правових актів з охорони праці; зупиняти роботу виробництв, дільниць, машин, механізмів, устаткування у разі порушень, які створюють загрозу життю або здоров'ю працюючих; надсилати роботодавцю подання про

притягнення до відповідальності працівників, які порушують вимоги з охорони праці.

Для комплексного вирішення завдань охорони праці в Україні розробляються і підлягають реалізації загальнодержавна, галузеві і регіональні програми поліпшення стану безпеки, гігієни праці і виробничого середовища. У розробці загальнодержавної і галузевої програм бере участь Фонд соціального страхування від нещасних випадків на виробництві і професійних захворювань.

На підприємствах (в установах, організаціях) планування робіт з охорони праці здійснюється в наступних напрямках: розробка довгострокових програм поліпшення стану безпеки, гігієни праці і виробничого середовища; розробка перспективних планів для підприємства (установи, організації), поточних річних планів заходів щодо охорони праці, оперативних (квартальних, місячних) планів для керівників структурних підрозділів.

Істотне значення в системі планування роботи з охорони праці має розробка розділу «Охорона праці» колективного договору (угоди), що укладається між роботодавцем і трудовим колективом, за рішенням якого його інтереси може представляти також і профспілка.

Основою для планування заходів щодо охорони праці є матеріали атестації робочих місць, що повинні зберігатися на підприємстві не менше 50 років. Атестація робочих місць проводиться атестаційною комісією з періодичністю, встановленою колективним договором, але не більше 5 років.[47]

Отже, закони з охорони праці встановлюють основні державні нормативні вимоги в галузі охорони праці, спрямовані на попередження виробничого травматизму, загальних і професійних захворювань працівників харчової промисловості.

При експлуатації обладнання в олієжировій промисловості, розробці нових технологічних процесів і видів устаткування повинні бути передбачені заходи, що виключають або зменшують до допустимих меж наявність на робочих місцях небезпечних і шкідливих виробничих факторів:[48]

а) фізичні фактори:

- рухомі машини і механізми (конвеєри, вантажні підйомники, авто- і електронавантажувачі, автомобільний і залізничний транспорт);

- рухомі частини виробничого обладнання (механічні мішалки, робочі органи вальців, скребків та інших механізмів);

- падаючі з висоти предмети (при виконанні вантажно-розвантажувальних робіт);

- підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони (можливі при обслуговуванні окремих видів технологічного обладнання);

- підвищена або знижена температура поверхонь обладнання, матеріалів, миючих рідин;

- підвищена температура повітря робочої зони (можлива при обслуговуванні котелень, теплових пунктів, компресорних, котлів, вакуум-апаратів, і т.п.);

- підвищені температура і вологість повітря робочої зони;

- підвищена рухливість повітря робочої зони (можлива в складських приміщеннях, топкових відділеннях);

- підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може відбутися через тіло людини;

- підвищений рівень статичної електрики (заряди статичної електрики, що виникають в установках безтарного зберігання та транспортування сировини при його переміщенні);

- підвищені рівень шуму на робочому місці і вібраційне навантаження на працівника (можливі при обслуговуванні технологічного обладнання; при виконанні робіт в котельних, компресорних, насосних і холодильних станціях, крім того, джерелами шуму є: системи вентиляції та
кондиціонування, як загальнообмінні, так і місцеві відсмоктувачі, дахові вентилятори, пневмотранспорт і аспіраційні системи з пиловловлюючими установками);

- відсутність або нестача природного світла;

- недостатня освітленість робочої зони;

- підвищений рівень електромагнітних випромінювань;

- гострі кромки, задирки і шорсткість на поверхнях заготовок, інструментів та обладнання;

- розташування робочого місця на значній висоті відносно поверхні землі (підлоги);

б) хімічні фактори:

(Хімічні речовини, які проникають в організм людини через органи дихання, шлунково-кишковий тракт, шкірні покриви і слизові оболонки):

- токсичні: оксид вуглецю, діоксид вуглецю (

- дратівливі: оксиди азоту (при обслуговуванні котелень), аміак (від аміачної компресорної); луги їдкі; сірководень, сода кальцинована, хлорне вапно (при митті технологічного обладнання, вихідних продуктів, допоміжних матеріалів);

в) психофізіологічні чинники:

- тяжкість трудового процесу:

робоча поза;

нахили корпусу;

переміщення в просторі (переходи, обумовлені технологічним процесом протягом зміни);

- напруженість трудового процесу: інтелектуальні навантаження; сенсорні навантаження; емоційні навантаження; монотонність навантажень; режим роботи.[48]

Вміст шкідливих речовин в повітрі робочої зони, оптимальні та допустимі величини показників мікроклімату на робочих місцях, рівень шуму, вібраційне навантаження на оператора, безпечні умови праці

працівників, які використовують відеодисплейні термінали і персональні електронно-обчислювальні машини повинні задовільняти вимогам відповідних нормативних документів.

Рівень впливу постійного магнітного поля, рівень електростатичного поля, рівень напруженості електричного поля промислової частоти (50 Гц), рівень напруженості магнітного поля промислової частоти (50 Гц), рівні впливу електромагнітних полів радіочастот не повинні перевищувати допустимі рівні

(значення), встановлені відповідними нормативними документами, затвердженими в установленому порядку.

Фізичні та хімічні фактори, які супроводжують роботи з ручними інструментами: вібрація, шум, силові характеристики, ергономічні характеристики трудового процесу, температура рукояток, теплопровідність матеріалу рукояток, параметри створюваного мікроклімату, вміст шкідливих речовин в робочій зоні не повинні перевищувати встановлені гігієнічні норми безпеки ручних інструментів і робіт з ними.

Працівники олієжирової промисловості повинні проходити обов'язкові попередні (при вступі на роботу) і періодичні (протягом трудової діяльності) медичні огляди (обстеження)

Працівники, зайняті на важких роботах і на роботах зі шкідливими і (або) небезпечними умовами праці, а також на роботах, пов'язаних з рухом транспорту, проходять за рахунок коштів роботодавця обов'язкові попередні (при вступі на роботу) і періодичні (для осіб у віці до 21 року - щорічні) медичні огляди (обстеження) для визначення придатності цих працівників для виконання доручається роботи та попередження професійних захворювань. При виявленні у працівника ознак професійного захворювання або погіршення стану здоров'я внаслідок впливу шкідливих або небезпечних виробничих факторів роботодавець на підставі медичного висновку повинен перевести його на іншу роботу в порядку, встановленому законодавством.

Працівникам, що стають на роботу зі шкідливими і (або) небезпечними умовами праці, на яку, відповідно до законодавства про охорону праці, потрібен професійний відбір, роботодавець повинен забезпечити навчання безпечним методам і прийомам виконання робіт зі стажуванням на робочому місці і здачею іспитів та проведення їх періодичного навчання з охорони праці та перевірку знань вимог охорони праці в період роботи.[48]

До обслуговування електроустановок повинні допускатися працівники, які мають необхідну кваліфікаційну групу відповідно виконуваній роботі.

Забороняється допуск до роботи працівників, які не мають необхідної професійної підготовки і не пройшли в установленому порядку навчання з охорони праці, інструктування і перевірки знань вимог охорони праці.

Тобто, з огляду на вищенаведену інформацію, можна зробити висновок, що виробничі процеси повинні здійснюватися відповідно до технологічних карт, технологічних інструкцій, а також правилами, нормами, інструкціями з охорони праці та нормативно-технічними документами, що містять вимоги безпеки під час виконання робіт та затверджених в установленому порядку.

Організація виробничих процесів повинна забезпечувати їх безпеку і бути спрямована на попередження аварій на виробничих об'єктах і забезпечення готовності організації до локалізації та ліквідації їх наслідків.

Безпека виробничих процесів повинна бути забезпечена:

- застосуванням технологічних процесів (видів робіт), а також прийомів, режимів роботи, що забезпечують безпечні умови праці;

- використанням виробничих приміщень, які відповідають вимогам безпеки працюючих;

- обладнанням виробничих майданчиків (для процесів, які виконуються поза виробничими приміщеннями);

- облаштуванням території організацій;

- використанням вихідних матеріалів, заготовок, напівфабрикатів, комплектуючих виробів (вузлів, елементів) і т.п., що не роблять шкідливого та небезпечного впливу на працюючих (при неможливості виконання цієї вимоги повинні бути вжиті заходи, що забезпечують безпеку виробничого процесу і захист працівників);

- застосуванням виробничого обладнання, що відповідає вимогам охорони праці;

- застосуванням надійно діючих і регулярно перевіряються контрольно-вимірювальних приладів, пристроїв протиаварійного захисту;

- застосуванням електронно-обчислювальної техніки та мікропроцесорів для управління виробничими процесами і системами протиаварійного захисту;

- раціональним розміщенням виробничого обладнання та організацією робочих місць;

- розподілом функцій між людиною і машиною (обладнанням) з метою обмеження фізичних і нервово-психічних (особливо при контролі) перевантажень;

- застосуванням безпечних способів зберігання і транспортування вихідних матеріалів, заготовок, напівфабрикатів, готової продукції і відходів виробництва;

- професійним відбором, навчанням з охорони праці та перевіркою знань вимог охорони праці працівників;

- застосуванням засобів захисту працюючих, що відповідають характеру прояви можливих небезпечних і шкідливих виробничих факторів;

- позначенням небезпечних зон;

- включенням вимог безпеки в нормативно-технічну, проектно-конструкторську і технологічну документацію, дотриманням цих вимог, а також вимог відповідних правил безпеки та інших документів з охорони праці;

- використанням методів і засобів контролю параметрів, що вимірюються небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які відповідають вимогам державних стандартів;

- дотриманням встановленого порядку і організованості на кожному робочому місці, виробничій, технологічної і трудової дисципліни.[48]

Розділ 4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Розрахунок собівартості 1 т соняшникової рафінованої олії

1. Розраховуємо витрати по статті 1 „ Сировина і основні матеріали ”

До цієї статті включається вартість сировини та матеріалів, що входить до складу виробляємої продукції, покупних матеріалів, що використовуються в процесі виробництва продукції (робіт, послуг) для забезпечення нормального технологічного процесу і упакування продукції, транспортно-заготівельні витрати. До транспортно-заготівельних витрат включаються націнки сплачені постачальницьким і збутовим організаціям, плата за провезення з усіма додатковими зборами, витрати на завантаження і доставку матеріальних цінностей на склади підприємства, витрати на утримання заготівельних контор і складів, що створені у місцях заготівлі, витрати на придбання тари, яка використовується під час транспортування та інше.

Таблиця 23. Розрахунки по статті 1 „ Сировина і основні матеріали ”

№	Назва сировини і основних матеріалів	Норма витрат на 1 т продукції,кг	Ціна 1 т сировини, грн./т	Вартість сировини і основних матеріалів., грн.
1	Олія соняшникова нерафінована	1030,00	20800	21424,00

2. Витрат по статті 2 „Напівфабрикати власного виробництва” немає.

3. Розраховуємо витрати по статті 3 „Допоміжні та таропакувальні матеріали”

До цієї статті відносять матеріали, які не будучи складовою частиною продукції присутні при її виготовлені або використовуються в процесі виробництва готової продукції для забезпечення технологічного процесу та збереження продукції.

Вартість допоміжних і таропакувальних матеріалів відносять до собівартості продукції за ціною придбання з урахуванням транспортно-заготівельних витрат по нормам витрат.

Таблиця 24 Розрахунки по статті 3 „ Допоміжні та таропакувальні матеріали

№	Назва допоміжних та таропакувальних матеріалів	Норма витрат на 1 т продукції	Од. виміру	Ціна 1 кг сировини, грн./т	Вартість сировини і основних мат-в., грн.
1	Розчин лугу	4,50	кг	37,00	166,50

Транспортно-заготовчі витрати складають 5% від загальної вартості допоміжних та таропакувальних матеріалів: 0,05 х 166,50 = 8,32 грн.

Всього витрат по статті 3 „ Допоміжні та таропакувальні матеріали ”

166,50 + 8,32 = 174,83 грн.

4. Витрат по статті 4 „Покупні напівфабрикати, роботи і послуги виробничого характеру сторонніх підприємств і організацій ” немає.

5. Розраховуємо витрати по статті 5 „Паливо та енергія на технологічні цілі”

Сюди відносяться витрати на всі види палива та енергії, що використовуються безпосередньо при виробництві продукції. Ці витрати включаються до собівартості окремих видів продукції на підставі показників контрольно-вимірювальних приладів або встановлених норм витрат цих видів енергоресурсів. Якщо енергоресурси виробляються на підприємстві, то враховуються по внутрішньо-заводській собівартості.

Таблиця 25 Розрахунки витрат по статті 5 „Паливо та енергія на технологічні цілі”

№	Назва сировини	Норма витрат на 1т продукції	Од. виміру	Ціна 1 т сировини, грн./т	Вартість сировини, грн.
1	Пара	14,52	Гкал	160,00	2323,20
2	Електроенергія	135,52	кВт/год	1,68	227,67
3	Вода	14,28	$м^3$	23,00	328,44
	Всього				2879,31

Всього витрат по статті 5 „Паливо та енергія на технологічні цілі ” 2879,31 грн.

6. Розраховуємо витрати по статті 6 „ Зворотні відходи ” немає

Для цього розраховуємо річний ефективний фонд робочого часу одного робітника.

Розрахунок річного ефективного фонду робочого часу одного робітника.

Календарний фонд	365 днів
Святкові дні	10 днів
Вихідні	104 днів
Номінальний фонд робочого часу	251 день
Втрати робочого часу:	
Відпустки не менше	24 днів
Неявки по хворобі	3 дні
Неявки в зв’язку з декретом	2 дні
Відпустки в зв’язку з навчанням	1 день
Неявки з дозволу адміністрації	0,5 дня
Прогули	0,1 дня
Виконання громадських та державних обов’язків	0,1 дня
Ефективний фонд робочого часу	220 днів
Тривалість зміни	8 год

Річний ефективний фонд робочого часу 1 робітника 220 х 8 = 1760 год/рік.

Визначаємо річний обсяг виробництва олії:

220 х 264 = 58080 т/рік

Чисельність основних робітників 8 чол.

Таблиця 26 Розрахунки по статті 7 „ Основна заробітна плата ”

№	Професія робітника	Розряд	Кількість	Годинна тарифна ставка, грн.	Ефективний фонд робочого часу 1 робітника, год	Основна заробітна плата,грн.
1	Наладчик лінії	V	4	12,60	1760	88704,00
2	Оператор лінії	V	4	12,60	1760	88704,00
	Всього					177408,00

.

Всього витрат по статті 7 „ Основна заробітна плата ”:

177408,00/58080 = 3,05 грн.

8. Розраховуємо витрати по статті 8 „ Додаткова заробітна плата ”

Витрати по цій статті приймаємо в розмірі 25 % від розміру заробітної плати основних робітників, що займаються виробництвом даного виду продукції.

3,05 х 0,25 = 0,76 грн.

9. Розраховуємо витрати по статті 9 „ Відрахування до єдиного соціального фонду ”

Витрати по цій статті приймаємо в розмірі 41,2 % від загального фонду заробітної плати (основна заробітна плата + додаткова заробітна плата).

Загальний фонд заробітної плати 3,05 + 0,76 = 3,81 грн

Всього витрати по статті 9 „ Відрахування до єдиного соціального фонду ”:

3,81 х 0,412 = 1,56 грн.

10. Розраховуємо витрати по статті 10 „Витрати пов’язані з підготовкою і освоєнням виробництва продукції ”

Витрати по цій статті приймаємо в розмірі 5 % від розміру заробітної плати основних робітників, що займаються виробництвом даного виду продукції.

3,05 х 0,05 = 0,15 грн.

11. Розраховуємо витрати по статті 11 „ Витрати на утримання та експлуатацію машин і обладнання ”

Витрати по цій статті приймаємо в розмірі 120 % від розміру заробітної плати основних робітників, що займаються виробництвом даного виду продукції.

3,05 х 1,20 = 3,66 грн

12. Розраховуємо витрати по статті 12 „ Загальновиробничі витрати ”

Витрати по цій статті приймаємо в розмірі 260 % від розміру заробітної плати основних робітників, що займаються виробництвом даного виду продукції.

3,05 х 2,60 = 7,93 грн.

Цехова собівартість 21424,00 + 174,83 + 2879,3 + 3,05 + 0,76 + 1,57 + 0,15 + 3,66 + 7,93 = 24495,26 грн./т

13. Розраховуємо витрати по статті « Адміністративні витрати »

Витрати приймаємо в розмірі 300 % від розміру заробітної плати основних робітників, що займаються виробництвом даного виду продукції.

3,05 х 3,00 = 9,15 грн./т

27. Розраховуємо витрати по статті «Попутна продукція».

№	Назва попутної продукції	Вихід з 1 т продукції	Од. виміру	Ціна 1 кг сировини, грн./т	Вартість сировини і основних мат-в., грн.
1	Фосфатидний концентрат	35,70	кг	3000,00	107,10
2	Соапсток	36,70	кг	2000,00	73,40
	Всього				180,50

15. Розраховуємо витрати по статті «Витрати на збут»

Витрати по цій статті приймаємо в розмірі 2,4 % від виробничої собівартості:

24495,26 х 0,024 = 587,88 грн./т.;

16. Розраховуємо витрати по статті «Інші витрати»

Витрати по цій статті приймаємо в розмірі 0,5 % від виробничої собівартості:

24495,26 х 0,005 = 122,47 грн./т.;

Повна собівартість продукції складає :

24495,26 + 9,15 +587,88+122,47 - 180,50 = 25034,26 грн./т.;

Розрахунок собівартості 1 т нейтралізованої соняшникової олії

Стаття витрат	Значення, грн
Сировина та основні матеріали	21424,00
Напівфабрикати власного виробництва	-
Допоміжні та таропакувальні матеріали	174,83
Покупні напівфабрикати, роботи і послуги виробничого характеру сторонніх підприємств	-
Паливо та енергія на технологічні потреби	2879,30
Зворотні відходи	-
Основна заробітна плата	3,05
Додаткова заробітна плата	0,76
Відрахування єдиного соціального фонду	1,57
Витрати пов’язані з підготовкою та освоєнням виробництва продукції	0,15
Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	3,66
Загальновиробничі витрати	7,93
ВИРОБНИЧА СОБІВАРТІСТЬ	24495,26
Адміністративні витрати	9,15
Попутня продукція	- 180,50
Витрати на збут	587,88
Інші витрати	122,47
ПОВНА СОБІВАРТІСТЬ	25034,26

Висновки

1) В проектній частині обрано технологічні схеми гідратації та нейтралізації соняшникової олії продуктивністю до 300 т/добу. Перевагою обраної технології є використання високопродуктивного сепараційного обладнання.

2) Виконано комплекс проектних робіт: розрахунок площі цеху, матеріального балансу виробництва, потреб в енергоносіях і трудових ресурсах. Вихід товарного харчового фосфатидного концентрату становить 1,58 % від маси вихідної олії, вихід соапстоку становить 36,7 кг/т. Згідно техніко-економічних розрахунків собівартість 1 т рафінованої соняшникової олії складає 25034,26 грн.

3) Складено компанування виробничого цеху площею 20 б.к., виконано повздовжній і поперечний розріз виробничої будівлі висотою 2 поверхи.

Список літератури

1. Мунтян, В. А. Анализ технологических процессов и устройств для первичной обработки шерсти [Текст] / В. А. Мунтян // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2010. – № 1 (71). – С. 62–65.

2. Advances in Wool Technology [Text] / N. A. G. Johnson, I. M. Russell (Eds.). – Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2009. – 342 p.

3. Сарибекова, Ю. Г. Современное состояние первичной обработки шерсти [Текст] / Ю. Г. Сарибекова // Проблемы легкой и текстильной промышленности Украины. – 2002. – № 6. – С. 42–47.

4. Zhang, Y. Pulsed electrohydraulic discharge for wool fiber cleaning [Text] / Y. Zhang, G. Pang, Y. Zhao, X. Wang, F. Bu, X. Zhao // Journal of Cleaner Production. – 2016. – Vol. 112. – P. 1033–1039.

5. Яровой, В. В. Эмульсионная технология очистки шерстяного сырья от первичных природных загрязнений [Текст] / В. В Яровой, Г. И. Тарасова, Л. И. Ганзюк // Текстильная промышленность. – 1999. – № 11-12. – С. 20–21.

6. Poole, A. Mechanism of aerobic biological destabilisation of wool scour effluent emulsions [Text] / A. Poole, R. CordRuwisch, F. Williamjones // Water Research. – 2005. – Vol. 39, Issue 12. – P. 2756–2762.

7. Sengupta, A. Comprehensive view on chemistry, manufacturing & applications of lanolin extracted from wool pretreatment [Text] / A. Sengupta, J. Behera // American Journal of Engineering Research. – 2014. – Vol. 3, Issue 7. – P. 33–43.

8. Labanda, J. Wool scouring waste treatment by a combination of coagulation–flocculation process and membrane separation technology [Text] / J. Labanda, J. Llorens // Chemical Engineering and Processing: Process Intensification. – 2008. – Vol. 47, Issue 7. – P. 1061–1068.

9. Zhang, R. Modification of wool by air plasma and enzymes as a cleaner and environmentally friendly process [Text] / R. Zhang, A. Wang // Journal of Cleaner Production. – 2015. – Vol. 87. – P. 961–965.

10. Smith, E. Surface modification of wool with protease extracted polypeptides [Text] / E. Smith, J. Shen // Journal of Biotechnology. – 2011. – Vol. 156, Issue 2. – P. 134–140.

11. Bahtiyari, M. I. A study on the usability of ultrasound in scouring of raw wool [Text] / M. I. Bahtiyari, K. Duran // Journal of Cleaner Production. – 2013. – Vol. 41. – P. 283–290.

12. Tanapongpipat, A. Process modification in the scouring process of textile industry [Text] / A. Tanapongpipat, C. Khamman, K. Pruksathorm, M. Hunsom // Journal of Cleaner Production. – 2008. – Vol. 16, Issue 1. – P. 152–158.

13. Myers, D. Surfactant Science and Technology [Text] / D. Myers. – New Jersey: Wiley interscience, 2006. – 379 p.

14. Лурье Ю. Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. - М.: Химия, 1984. – 448 с.

15. Новорадовская Т.С. Химия и химическая технология шерсти / Т.С. Новорадовская, С.Ф. Садова. – М.: Легпромбытиздат, 1986. – 200 с.

16. Шерсть. Первичная обработка и рынок. Монография. Под редакцией доктора эконом. наук Н.К. Тимошенко – М.:ВНИИМП РАСХН, 2000. – 600 с.

17. Сычева И.Н. Продуктивность и свойства шерсти волгоградской породы с разным цветом жиропота: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. с.х. наук: спец. 06.02.04 – частная зоотехния, технология производства продукции животноводства / И.Н.Сычева. – Москва, 2009. – 21 с.

18. Марусич Р.Ф., Денискина Л.Е., Васильева Л.Г. Типовой технологический режим первичной обработки шерсти // Науч.-техн. инф. сб. – М.: ЦНИИТЭлегпром, 1983. 110 с.

19. Мороз А. Н. Анализ способов извлечения шерстного жира из сточных вод фабрик первичной обработки шерсти / А. Н. Мороз, А. Д. Черенков // Вестник Нац. техн. ун-та «ХПИ»: сб. науч. тр. Темат. вып. : Проблемы

совершенствования электрических машин и аппаратов. – Харьков : НТУ "ХПИ". – 2011. – № 12. – С. 146-151.

20. Рогачев Н.В. Некоторые способы первичной обработки шерсти. – М.: Легкая индустрия, 1980. – 183с.

21. Арутунян Н.С., Аришева Е.А., Васильева Л.Г. Сравнительная характеристика шерстного жира, извлеченного сепарационным и экстракционным методами. – Масложир. пром-сть, 1974. №9. С.27-29.

22. Васильева Л.Г. Совершенствование флотационно-сепараторного способа извлечения шерстного жира // Первичная обработка шерсти: Науч.-техн. инф. сб. – М.: ЦНИИТЭИлегпром, 1968. №2. С.4-11.

23. Марусич Р.Ф., Денискина Л.Е., Васильева Л.Г. Типовой технологический режим первичной обработки шерсти // Науч.-техн. инф. сб. – М.: ЦНИИТЭлегпром, 1983. 110 с.

24. Вологість і гігроскопічність вовни. URL: http://jak.bono.odessa.ua/articles/vologist-i-gigroskopichnist-vovni.php.

25. Фізико-хімічні властивості вовняного жиру / Осейко М.І., Романовська Т.І., Левчук І.В., Маринін А.І., Пасічний В.М. // Перспективи розвитку м’ясної, молочної та олієжирової галузей у контексті євроінтеграції: Програма та матеріали Четвертої міжнародної науково-технічної конференції, 24–25 березня 2015 р.– К.: НУХТ, 2015.– С. 163–164.

26. Антонік І.І. Штомпель М.В Залежність між кольором жиропоту і живою масою нового внутрішньо породного типу мериносів. Розведення і генетика тварин: Міжвідомчий науковий світ, 2002. Вип. 36. С. 16-17.

27. Корбіч Н.М. Якість жиропоту та хімічний склад вовни овець таврійського типу асканійської тонкорунної породи. Вісник Полтавського державного сільськогосподарського інституту, 1990. Вип. 2. С. 58-61.

28. Седіло Г.М., Макар І.А., Гуменюк В.В. Біохімія, морфологія і патологія вовни. Л.: ПАІС, 2006. С.80-84.

29. ГОСТ Р 56561-2015 / ISO / TR 11827:201. МАТЕРИАЛЫ ТЕКСТИЛЬНЫЕ. Определение состава. Идентификация волокон. URL:

https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293759/4293759657.pdf.

30. Арутунян Н.С., Аришева Е.А., Васильева Л.Г. Сравнительная характеристика шерстного жира, извлеченного сепарационным и экстракционным методами. Масложир. пром-сть, 1974. №9. С.27 - 29.

31. Васильева Л.Г. Совершенствование флотационно-сепараторного способа извлечения шерстного жира. Первичная обработка шерсти: Науч.-техн. инф. сб. М.: ЦНИИТЭИлегпром, 1968. №2. С.4 - 11.

32. Марусич Р.Ф., Денискина Л.Е., Васильева Л.Г. Типовой технологический режим первичной обработки шерсти. Науч.-техн. инф. сб. – М.: ЦНИИТЭлегпром, 1983. 110 с.

33. "Химический состав растительных масел" Журнал Масла и жиры URL: http://www.oilbranch.com/publ/view/680.html

34. Использование фосфолипидов в косметике. URL: https://cosmetic-industry.com/ispolzovanie-fosfolipidov-v-kosmetike.html

35 Обоснование внедрения стадии водной гидратации растительных масел с производством сырых лецитинов" Журнал Масла и жиры. URL: http://www.oilbranch.com/publ/view/435.html

36 Новая технология рафинации масла сокращает потери продукта и расходы производителей. URL: https://www.agbz.ru/news/novaya-tehnologiya-rafinatsii-masla-sokraschaet-poteri-produkta-i-rashodyi-proizvoditeley/

37. Широкий выбор технологий рафинирования жиров и масел. URL: https://www.alfalaval.ru/globalassets/documents/local/russia/pfl/pft00355ru_------.pdf

38. Проектування підприємств галузі: Метод. рекомендації до вивч. дисципліни та самопідготовки до практичних занять для студ. напряму 6.051701 «Харчові технології та інженерія» ден. та заоч. форм навч. / Уклад.: І.Г. Радзієвська, Є.І. Шеманська, О.М. Громова – К.: НУХТ, 2013. – 33 с.

39. Сергеев А.Г.(ред.) Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров. Nom 2, Издание 2 (дополненное и переработанное) - Л, ВНИИЖ, - 1973 Рафинация масел и жиров.

40. Організація виробництва: Підручник. Затверджено МОН / Гриньова В.М., Салун М.М. — К., 2009. — 582 с.

41. Арутюнян Н. С. и др. Рафинация масел и жиров: Теоретические основы, практика, технология, оборудование. / Н. С. Арутюнян, Е. П. Кор- нена, Е. А Нестерова. — СПб.: ГИОРД, 2004. — 288 с

42. "Товароведение и экспертиза растительного масла" Журнал Масла и жиры. URL: http://www.oilbranch.com/publ/view/222.html

43. ДСТУ 4492:2015 «Олія соняшникова. Технічні вимоги»

44. Методические усовершенствования метода определения показателя "пероксидное число" в фосфатидных концентратах Журнал АПК-Інформ https://www.apk-inform.com/ru/oilprocessing/57025

45. Фосфатидний концентрат подсолнечный URL: https://trademaster.ua/company/ukrmaslotrejd/page/tovari_kompanii/2811

46. Фосфатидные концентраты Компанія Оліяр URL: https://oliyar.com.ua/ru/edible-oil-extraction-plant/products/phosphatide-concentrate/

47. Охорона праці на підприємствах переробних та харчових виробництв: [текст] : підруч. для студ. вищ. навч. Закл. / М-во освіти і науки України, Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського ; Горін О. М., Ржесік К. А., , – Донецьк : ДонНУЕТ, 2013. – 172с.

48. Вимоги безпеки працівників на харчовому виробництві. Безпека на підприємствах харчової промисловості. URL: https://electric-in-home.com/requirements-for-the-safety-of-workers-in-food-production-safety-in-the-food-industry/