

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ННІХТ

Кафедра технології жирів, хімічних технологій харчових добавок та косметичних засобів

Освітній ступінь магістр

Спеціальність 181 «Харчові технології»

(код і назва)

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

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувачка кафедри ТЖХТ

Тамара НОСЕНКО

“_28”_ жовтня_ 2021 року

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

Корабліної Тетяни Олександрівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технологія фізичної рафінації переетерифікованих жирів у цеху потужністю 90 т за добу

керівник роботи Шеманська Євгенія Іванівна, кандидат технічних наук, доцент

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ 25 ” жовтня 2021 р. № 838-кс

2. Строк подання здобувачем роботи 01.02. 2022 р.

3. Вихідні дані до роботи: суміш жирів, яка надходить на переетерифікацію: кислотне число – 0,2 мг КОН/г, пероксидне число – 2,0 ммоль/кг^{1/2} О, масова частка адсорбенту 0,65 % до маси жиру.

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

Вступ; Розділ 1 Науково-дослідна частина; 1.1. Аналіз літературних джерел; 1.2. Обґрунтування 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; Розділ 2 Технологічна частина; 2.1. Обґрунтування 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

Апаратурно- технологічна схема лінії переетерифікації жирів – 1 аркуш;

Апаратурно-технологічна схема лінії дистиляційного розкислення переетерифікованих жирів – 1 аркуш;

Плани цеху (компоновка) – 1 аркуш;

Розрізи: поперечний і поздовжній – 2 аркуші

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 28 жовтня 2021 р**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
ВСТУП	28.10.2021	
РОЗДІЛ 1. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА		
1.1. Аналіз літературних джерел	29.10.2021	
1.2. Обґрунтування необхідності науково-дослідної роботи	01.11.2021	
1.3. Експериментальна частина		
1.3.1. Матеріали дослідження	03.11.2021	
1.3.2. Опис методик проведення досліджень	05.11.2021	
1.3.3. Результати досліджень та їх аналіз	08.11.2021	
1.3.4. Рекомендації щодо впровадження результатів наукових досліджень	10.11.2021	
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА		
2.1. Обґрунтування та вибір асортименту продукції	12.11.2021	
2.2. Аналіз й вибір технологічних схем	16.11.2021	
2.3. Розрахунок сировини, готової продукції та допоміжних матеріалів	22.11.2021	
2.4. Аналіз, підбір, обґрунтування і розрахунок кількості обладнання	26.11.2021	
2.5. Розрахунок робочої сили	30.11.2021	
2.6. Розрахунок води, пари, електроенергії	03.12.2021	
2.7. Розрахунок виробничих площ	08.12.2021	
2.8. Організація виробничого потоку	10.12.2021	
2.9. Організація технохімічного контролю виробництва	14.12.2021	
РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ	17.12.2021	
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	22.12.2021	
ВИСНОВКИ	27.12.2021	
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	29.12.2021	
ГРАФІЧНА ЧАСТИНА	01.12.2021- 29.12.2021	
Надання магістерського проекту для попередньої перевірки на академплагіат	20.01.2022	
Надання магістерського проекту для остаточної перевірки на академплагіат	01.02.2022	

Здобувачка

(підпис)

Тетяна КОРАБЛІНА
(ім'я та прізвище)Керівник роботи
(підпис)

(ім'я та прізвище)

Євгенія ШЕМАНСЬКА

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота на тему: «Технологія фізичної рафінації переетерифікованих жирів у цеху потужністю 90т за добу».

Кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки та графічної частини. Об'єм пояснювальної записки 94 аркушів формату А4, та складається з 3 вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури, специфікації обладнання.

Графічна частина проекту складається із: апаратурно-технологічна схема лінії адсорбційної очистки переетерифікованого жиру – 1 аркуш; апаратурно-технологічна схема лінії дистиляційного розкислення переетерифікованих жирів – 1 аркуш; плани цеху (компоновка) – 1 аркуш; розрізи: поперечний і поздовжній – 2 аркуші.

Метою роботи є удосконалення технології адсорбційної очистки переетерифікованих жирів із застосуванням адсорбенту SORBSIL R92F

Об'єктом досліджень є адсорбент SORBSIL R92F та технологія фізичної рафінації переетерифікованих жирів та її особливості.

У пояснювальній записці на основі проведеного аналізу було перевірено ефективність суміші адсорбентів на основі глини та SORBSIL R92F для проведення адсорбційної очистки переетерифікованого жиру. Також запропоновано результати досліджень для впровадження їх у виробництво. Сконструйовано принципово-технологічну схему виробництва жирів за даною технологією, наведено перелік необхідного устаткування, сформовано його специфікацію.

Ключові слова: фізична рафінація, переетерифікований жир, адсорбенти, устаткування, потужність.

МАГІСТЕРСЬКИЙ ПРОЕКТ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Корабліна Т.О.			Технологія фізичної рафінації переетерифікованих жирів у цеху потужністю 90 т за добу	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Шеманська Є.І.					1	1
Реценз.						ТЖ-2-3М		
Н. Контр.								
Затверд.		Носенко Т. Т.						

SUMMARY

Qualification work on the topic: " Technology of physical refining of transesterified fats in the plant with a capacity of 90 tons per day ".

Qualification work consists of an explanatory note and a graphic part. The volume of the explanatory note is 94 sheets of A4 format, and consists of an introduction, 4 chapters, conclusions, bibliography, equipment specifications.

The graphic part of the project consists of: hardware-technological scheme of the adsorption purification line of transesterified fat - 1 sheet; hardware-technological scheme of the line of distillation deoxidation of transesterified fats - 1 sheet; plans of the shop (layout) - 1 sheet; sections: transverse and longitudinal - 2 sheets.

The aim of the work is to improve the technology of adsorption purification of transesterified fats using the adsorbent SORBSIL R92F

The object of research is the adsorbent SORBSIL R92F and the technology of physical refining of transesterified fats and its features.

In an explanatory note based on the analysis, the effectiveness of a mixture of clay-based adsorbents and SORBSIL R92F for adsorption purification of transesterified fat was tested. The results of research for their implementation in production are also proposed. The basic-technological scheme of fat production according to this technology is constructed, the list of the necessary equipment is given, its specification is formed.

Key words: physical refining, interesterification fat, adsorbents, equipment, power.

МАГІСТЕРСЬКИЙ ПРОЕКТ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
					Технологія фізичної рафінації переестерифікованих жирів у цеху потужністю 90 т за добу	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Корабліна Т.О.					1	1
Перевір.		Шеманська Є.І.				ТЖ-2-3М		
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.		Носенко Т. Т.						

АННОТАЦИЯ

Квалификационная работа по теме: «Технология физической рафинации переэтерифицированных жиров в цехе мощностью 90 т в сутки».

Квалификационная работа состоит из пояснительной записки и графической части. Объем объяснительно записки 94 листов формата А4 и состоит из введения, 4 разделов, выводов, списка литературы, спецификации оборудования.

Графическая часть проекта состоит из: аппаратурно-технологической схемы линии адсорбционной очистки переэтерифицированного жира – 1 лист; аппаратурно-технологическая схема линии дистилляционного раскисления переэтерифицированных жиров – 1 лист; планы цеха (компоновка) – 1 лист; разрезы: поперечный и продольный – 2 листа.

Целью работы является усовершенствование технологии адсорбционной очистки переэтерифицированных жиров с применением адсорбента SORBSIL R92F

Объектом исследований является адсорбент SORBSIL R92F и технология физической рафинации переэтерифицированных жиров и его особенности.

В пояснительной записке на основе проведенного анализа была проверена эффективность смеси адсорбентов на основе глины и SORBSIL R92F для адсорбционной очистки переэтерифицированного жира. Также предложены результаты исследований для внедрения его в производство. Сконструирована принципиально-технологическая схема производства жиров по данной технологии, приведен перечень необходимого оборудования, сформирована его спецификация.

Ключевые слова: физическая рафинация, переэтерифицированный жир, адсорбенты, оборудование, мощность.

МАГІСТЕРСЬКИЙ ПРОЕКТ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Корабліна Т.О.			Технологія фізичної рафінації переетерифікованих жирів у цеху потужністю 90 т за добу	Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевір.		Шеманська Є.І.					1	1
Реценз.						ТЖ-2-3М		
Н. Контр.								
Затверд.		Носенко Т. Т.						

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	
1.1. Аналіз літературних джерел.....	10
1.2. Обґрунтування необхідності науково-дослідної роботи.....	18
1.3. Експериментальна частина	
1.3.1. Матеріали дослідження.....	20
1.3.2. Опис методик проведення досліджень.....	22
1.3.3. Результати досліджень та їх аналіз.....	25
1.3.4. Рекомендації щодо впровадження результатів наукових досліджень...30	
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	
2.1. Обґрунтування та вибір асортименту продукції.....	31
2.2. Аналіз й вибір технологічних схем.....	35
2.3. Розрахунок сировини, готової продукції та допоміжних матеріалів.....	43
2.4. Аналіз, підбір, обґрунтування і розрахунок кількості обладнання.....	48
2.5. Розрахунок робочої сили.....	63
2.6. Розрахунок води, пари, електроенергії.....	65
2.7. Розрахунок виробничих площ.....	67
2.8. Організація виробничого потоку.....	69
2.9. Організація технохімічного контролю виробництва.....	73
РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ	81
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	83
ВИСНОВКИ	88
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	89
СПЕЦИФІКАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ	93

МАГІСТЕРСЬКИЙ ПРОЕКТ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Корабліна Т.О.			Технологія фізичної рафінації переетерифікованих жирів у цеху потужністю 90 т за добу	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Шеманська Є.І.					6	1
Реценз.						ТЖ-2-3М		
Н. Контр.								
Затверд.		Носенко Т. Т.						

ВСТУП

Олієжирова галузь займає важливе місце у харчовій промисловості. Зростання обсягів даної продукції супроводжується розширенням виробничої бази і підвищенням технічного рівня. Нові та реконструйовані підприємства оснащуються новітнім обладнанням, як правило, з безперервними технологічними процесами.

Велике значення жирів визначається насамперед тим, що вони поряд з білками та вуглеводами є основними компонентами нашої їжі. Калорійність жирів (9,5-9,8 ккал.) в 2,0-2,5 рази вище калорійності білків та вуглеводів. Жири характеризуються специфічним фізіологічним впливом на організм людини, що зумовлюється вмістом біологічно-активних речовин таких як поліненасичені жирні кислоти (лінолева, ліноленова, арахідонова), жиророзчинні вітаміни (А, Д, Е, К), каротини, природні фосфатиди тощо.

Основа здорового раціону людини – баланс білків, жирів та вуглеводів. За прийнятними діапазонами розподілу макроелементів або AMDR, щоденна кількість калорій має розподілятися так:

- 45-65% – вуглеводи,
- 20-35% – жири
- 10-35% – білки.

З їх допомогою до організму людини надходить енергія, яку організм запасає та використовує за необхідністю. Як відомо якість продуктів що надходить до організму людини напряму впливає на стан її здоров'я [1].

З історії людства відомо, що жири рослинні та тваринні мали широкий спектр застосування у побуті та виробництві ще з давніх часів, так як їх можна легко здобути. Згідно з даними Euromonitor International від 2018 року попит на олійно-жирову продукцію виріс по всьому світу на 2,3% та продовжує зростати.

Потреба у жирах як у нашій державі, так і у всьому світі, значна, тому розвитку оліє-жирової промисловості приділяється велика увага. У зв'язку з цим основною метою являється покращення якості і розширення асортименту продукції щоденного споживання. Важливими напрямками олієжирової промисловості є рафінація олій та жирів, гідрогенізація та переетерифікація, виробництво харчових жирів, в тому числі і маргаринів, виробництво мила і мийних засобів, жирних кислот та гліцерину.

Великих успіхів досягнуто в області рафінації, яка являє собою процес очищення олій та жирів від супутніх речовин і домішок. У сирих жирах завжди міститься деяка кількість вільних жирних кислот, а також залежно від їх природи, умов добування та зберігання, більша чи менша кількість різноманітних домішок, які надають їм певне забарвлення, специфічний запах чи смак, утворюють осад і т. п. Залежно від призначення жирів, деякі з таких домішок виявляються небажаними або шкідливими.

Рафінація в більшості випадків являє собою комплексний процес, що включає декілька послідовних операцій обробки олій та жирів різними агентами, що підбираються залежно від складу та властивостей домішок, що видаляються.

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		7

Сучасний розвиток техніки і технологій рафінації жирів та олій дозволяє вирішувати комплексні задачі – очищення рослинних олій та жирів від супутніх речовин і раціональне використання отриманих при цьому продуктів для харчових та технічних цілей. Наприклад, видалені з рослинних олій фосфатиди використовують для харчових та кормових цілей. Розроблені також методи видалення з жирів таких цінних речовин, як стерини і вітаміни.

Існуючі в природі жири в натуральному вигляді не завжди відповідають вимогам виробництва харчової продукції. Для отримання жирових продуктів з необхідними фізичними і хімічними властивостями здійснюють модифікацію жирів.

Модифікація - видозміна, перетворення, поява нових властивостей. Модифікації - якісно різні стани або різновиди чого-небудь.

Модифіковані жири використовуються для виробництва маргарину, кулінарних, кондитерських і хлібопекарських виробів, харчових концентратів, морозива, туалетного і господарського мила, косметичних виробів, технічних виробів, шин та ін.

Ринкова класифікація модифікованих жирів може бути представлена трьома видами модифікованих жирів: гідрогенізовані, переетерифіковані жири та фракції пальмової олії. Переетерифікація є менш енергоємним процесом, ніж гідрогенізація.

Таким чином з'являється все більше рекомендацій та вимог до продуктів. Велике значення почали наділяти не тільки фізичним та смаковим якостям, а й біохімічним властивостям. Тому, як продукт буде впливати на організм споживача, залежить най більше значення при випуску його на ринок. Питання вибору між багатокомпонентними, з поліпшеними фізичними властивостями та звичайними тваринними і рослинними жирами до сих пір відкрито. Зараз існує два основних засобу підвищення якості жирів: гідрогенізація та переетерифікація.

Тривалий час вважалось, що гідрогенізована олія нешкідлива і її рекомендували як здоровий замітник тваринних жирів. На цьому етапі ніхто не звернув уваги на те, що при частковій гідрогенізації змінюється просторова структура молекул, при якій близько 60% ненасичених жирних кислот переходить в трансформу. Тільки до 1993 року з'явилася стаття Уолтера Віллета, який стверджував, що споживання транс-жирів призводить до підвищення ризику серцево-судинних захворювань[2]. На відміну від гідрогенізації, процес переетерифікації дозволяє отримувати жирові системи з 4 мінімальним вмістом транс-ізомерів жирних кислот, так як даний процес не впливає на ізомеризацію подвійного зв'язку ненасичених жирних кислот.

Обсяги виробництва спеціальних жирів отриманих методом переетерифікації з кожним роком збільшуються. Найбільшими виробниками даної продукції є: країни ЄС, Бразилія, США. Основним напрямом використання модифікованих жирів є виробництво маргаринової продукції.

Місткість ринку модифікованих жирів в Україні за останні роки різко змінилася у бік збільшення і, що очевидно, має тенденцію подальшого

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		8

зростання.

Останнім часом у високо розвинутих країнах світу спостерігається значне розширення виробництва і використання ферментних препаратів, у тому числі і для виробництва модифікованих жирів. Це - ензимна переестерифікація і ензимна гідрогенізація.

Зростання об'ємів виробництва маргаринової продукції диктується збільшенням попиту на цей продукт. У свою чергу, попит на модифіковані жири, які є основною сировиною для виробництва маргаринової продукції, також має тенденцію зростання, що гарантує перспективність розвитку і розширення ринку модифікованих жирів в Україні.

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		9

РОЗДІЛ 1. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

1.1. Аналіз літературних джерел

Жири є невід'ємною складовою раціону людини. З їх допомогою до організму людини надходить енергія, яку організм запасає та використовує за необхідністю. Як відомо якість продуктів що надходить до організму людини напряду впливає на стан її здоров'я [3].

З історії людства відомо, що жири рослинні та тваринні мали широкий спектр застосування у побуті та виробництві ще з давніх часів, так як їх можна легко здобути. Згідно з даними Euromonitor International від 2018 року попит на олієжирову продукцію виріс по всьому світу на 2,3% та продовжує зростати. Таким чином з'являється все більше рекомендацій та вимог до продуктів. Велике значення почали наділяти не тільки фізичним та смаковим якостям, а й біохімічним властивостям. Тому як продукт буде впливати на організм споживача, залежить найбільше значення при випуску його на ринок. Питання вибору між багатокomпонентними, з поліпшеними фізичними властивостями та звичайними тваринними і рослинними жирами до сих пір відкрито. Зараз існує два основних способи підвищення якості жирів: гідрогенізація та переестерифікація. Метод гідрогенізації розроблений французьким хіміком Полем Сабатьє в 1897 р Вільгельм Норман застосував для переробки рідких рослинних олій в тверді жири ще в 1901 року. Тривалий час вважалося, що гідрогенізована олія нешкідлива і її рекомендували як здоровий замітник тваринних жирів. На цьому етапі ніхто не звернув уваги на те, що при частковій гідрогенізації змінюється просторова структура молекул, при якій близько 60% ненасичених жирних кислот переходить в трансформу. Тільки у 1993 році з'явилася стаття Уолтера Віллета, який стверджував, що споживання транс-жирів призводить до підвищення ризику серцево-судинних захворювань [4]. На відміну від гідрогенізації, процес переестерифікації дозволяє отримувати жирові системи з мінімальним вмістом транс-ізомерів жирних кислот, так як даний процес не впливає на ізомеризацію подвійного зв'язку ненасичених жирних кислот.

У хімічному плані молекула жиру та олії не відрізняються, обидві являють собою естери гліцерину та жирних кислот. Всі молекули жиру мають однакову тригліцеридну основу, тому властивості зумовлено будовою жирної кислоти. На фізичні характеристики речовини та властивості молекули впливає: довжина карбонового ланцюга, положення жирної кислоти у молекулі гліцериду, кількість та розташування подвійних зв'язків. Довжина ланцюга може варіюватись від чотирьох атомів карбону до двадцяти чотирьох.

Жирнокислотний склад олій та жирів значно відрізняється не тільки в залежності від виду рослини чи тварини, але й в межах одного найменування.

До складу необроблених олій та жирів входять неомілювана фракція (приблизно 2%). У склад неомілюваної фракції входять: білки, віск, фосфоліпіди та ін [3].

У насичених жирних кислот всі зв'язки заповнені і з'єднуються між собою ковалентними зв'язками (рис. 1.1, а). Молекули речовин з подвійними зв'язками

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		10

можуть існувати двох просторових конфігураціях. У «ненасичених» з'єднаннях присутні цис- і транс- подвійні зв'язку, що дозволяють в подальшому приєднати атоми водню (рис. 1.1, б і в).

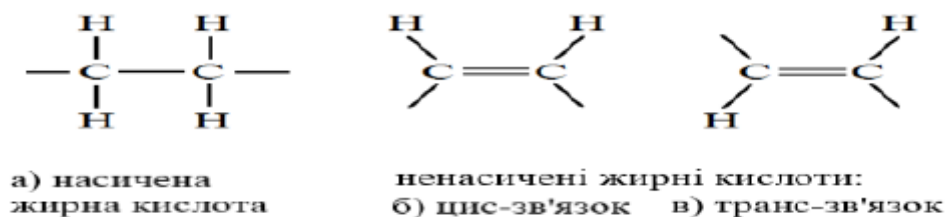


Рис. 1.1 - Просторова конфігурація насичених і ненасичених жирних кислот.

У цис-ізомерах однойменні бічні групи або атоми знаходяться по одну сторону, від подвійного зв'язку, а в транс-ізомери по різні боки. Природною просторовою конфігурацією натуральних ненасичених жирних кислот, є цис-форма. Ненасичені жирні кислоти в трансформі не здатні виконувати свої функції в складі біологічних структур. Термін «ступінь насичення» жирних кислот використовується для позначення кількості подвійних зв'язків між атомами вуглецю в ланцюзі.

Жири, з високим вмістом ненасичених жирних кислот мають гарну плинність і мають більш низьку температуру плавлення.

Хімічні процеси гідрогенізації жирів полягають в перетворенні гліцеридів і присутніх в жирі сумішей під впливом водню, водяного пару і нагріву при високій температурі, в значній мірі направляючих каталізатором. По мірі приєднання водню зміст і властивості жирів змінюються. Жири стають мазеподібними, а потім твердими, з температурою плавлення, яка залежить від ступені насичення їх. При цьому під дією сильного нагрівання і водяного пару одночасно можуть відбуватись і інші зміни в жирі. Регулюючи міру насичення рідких жирів воднем і забезпечуючи відповідні умови гідрогенізації, можна отримувати таким шляхом тверді жири з потрібною температурою плавлення і необхідними властивостями[3].

Транс-ізомери, частка яких в гідрогенізованому оліно-жировому продукті досягає 40%, підвищують рівень холестерину в крові, порушують нормальну роботу клітинних мембран, сприяють розвитку судинних захворювань, негативно позначаються на статевої потенції. Дані отримані в лабораторії фізіології Інституту харчування [6] показали, що транс-ізомери порушують роботу ферментів, псують клітинні мембрани, збільшують рівень холестерину в крові. Вчені підраховали, що щоденне споживання 40 г гідрогенізованого маргарину, що містять 5 г транс-ізомерів, збільшує на 50% ризик інфаркту і з'ясували, що серед осіб вживають маргаринову продукцію, спостерігаються такі явища:

- підвищується смертність від ішемічної хвороби серця і число інфарктів міокарда;
- у жінок рак грудей зустрічається частіше на 40%;
- погіршується якість молока у годуючих матерів;

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		11

- діти народжуються з низькою вагою;
- збільшується ризик розвитку діабету.

З цих причин гідрогенізовані жири є шкідливими для здоров'я людини, в зв'язку з чим в деяких країнах метод гідрогенізації заборонений для виробництва твердих жирів.

Процес переетерифікації дозволяє вводити в жирову основу підвищену кількість фізіологічно корисної лінолевої кислоти.

Переетерифікований жир із заданими властивостями може бути отриманий переетерифікацією різних жирових сумішей. Завдяки цьому перетворенню стало можливим змінення ацилгліцеридів жиру, або їх суміші без зміни жирнокислотного складу. Таким чином отримано жири, які містять менше транс-ізомерів і тому менш шкідливі для здоров'я людини.

Особливість переетерифікованих жирів - пластичність і здатність кристалізуватися в стійкою дрібнокристалічної поліморфної форми. Внесення таких жирів в жирову основу істотно покращує структурно-механічні властивості готових продуктів і дозволяє отримувати різноманітну продукцію з обмеженого асортименту жирового сировини.

Переетерифікація дозволяє отримувати нові види харчових жирових продуктів із заданими властивостями, дає можливість регулювати вміст у харчових жирах високоплавких жирних кислот. При переетерифікації сумішей тваринних жирів, виходять продукти високої якості за структурою і органолептичними показниками, такі як кулінарні жири або основа для виробництва спреїв. Дана технологія дозволяє розширити асортимент жирів для кондитерських виробів, хлібопечення та консервування, а також збільшити дозування в маргарин негідровані рослинних олій, що істотно покращує структурно-механічні характеристики продукції.

Саме цей процес дозволяє максимально наблизити властивості замітника до властивостей молочного жиру, що дає можливість досягати найширшого діапазону сумісності даних продуктів.

Переетерифіковані жири, на відміну від гідрованих, мають високу біологічну цінність. Переетерифікація сумішей тугоплавких жирів з рідкими рослинними оліями забезпечує найбільшу ступінь перетворення важко засвоюваних організмом високоплавких гліцеридів у низькоплавкі, що підвищує харчову цінність жирової суміші.

Переетерифікація суміші гідрованих жирів і рідких олій дозволяє отримувати необхідний асортимент основ для маргарину, які зберігають необхідні показники точки плавлення і твердості і одночасно істотно зменшують вміст транс-ізомерів в переетерифікованому жирі. При використанні для переетерифікації сумішей фракціонованих природних жирів і олій кількість транс-ізомерів залишається таким же, як і в природній сировині..

Кристалічна структура переетерифікованого жиру в своїх ґратах утримує рідку фазу, зберігаючи при цьому пластичну консистенцію. Внаслідок цього переетерифіковані жири можуть використовуватися як добавки до жирових основ маргарину для поліпшення консистенції, так і в якості готової жирової

									Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата					12

основи маргаринової емульсії. У готовому продукті знижується вміст тринасичених гліцеридів і підвищується вміст середньоплавких різнокіслотних моно- і динасичених тригліцеридів. Продукція, отримана на основі таких жирів, пластична, має стабілізовану дрібнокристалічну структуру, яка стійка до відділення рідкого масла в процес зберігання [7].

При частковій заміні гідрованих жирів переетерифікованими вміст транс-ізомерів в жировій основі для маргарину знижується до 2,8-3,6% (протоколи дослідження ДП "Укрметртестстандарт").

При використанні в жировій основі тільки переетерифікованих жирів, вміст транс-ізомерів в маргарині буде менше 2% (як в природній рослинній сировині). Продуктами зі зниженим вмістом насичених жирних кислот і транс-ізомерів є:

- рідкі фритюрні жири, призначені для заміни пластичних фритюрних жирів, які використовуються при смаженні за інтенсивними режимам на підприємствах громадського харчування;

- зріджені хлібопекарські шортенінгів, в котрих функціональні властивості забезпечують емульгатори, призначені для заміни пластифікованих шортенінгів;

- рецептури жирової основи брускового маргарину з високим вмістом рідкого масла для заміни рецептур з гідрогенізовані маслом;

- столові спреди з пониженим вмістом жиру для заміни маргарину [8].

В процесі хімічної переетерифікації олій та жирів з метою зниження енергетичного бар'єру, зниження температури та збільшення швидкості процесу використовуються каталізатори. Найкращими каталізаторами вважають лужні метали, такі як натрій і калій, а також їхні сплави й алкоксиди (метилат натрію та етилат натрію) [10]. Внаслідок реакції відбувається перерозподіл жирних кислот у складі ацилгліцеролів, якій підкорюється статистичному закону [11]. Нативні жири не мають такого статистичного розподілу, тому вихідний та переетерифікований жир мають різний ацилгліцерольний склад і різні фізичні властивості (температура плавлення, твердість), що має практичне значення.

Для переетерифікації використовують олії як вітчизняного (соняшникова) так і закордонного (пальмова і її фракції, пальмоядра, кокосова) походження. Такі олії закупаються рафінованими, відбіленими, дезодорованими, що відповідають усім показникам якості. Під час транспортування та зберігання ці показники змінюються (олія окиснюється та гідролізується). Використання такої сировини для переетерифікації призводить до втрат дорогого каталізатору, матеріалів та жиру. Світовий досвід проведення технологічних процесів у технології переробки жирів доводить необхідність ретельного очищення сировини з метою максимального зменшення побічних процесів та стабілізації технологічних режимів і якості продукції.

Хімічно каталізована переетерифікація являє собою реакцію, з утворенням мила, як небажаний побічний продукт. Видалення мила з переетерифікованого жиру за стандартними технологічними лініями

									Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата					13

відбувається при промиванні водою, та на наступних стадіях рафінації. Тому у технології фізичної рафінації переетерифікованих жирів особливе місце визначено адсорбційному очищенні. Мета процесу є видалення забруднень, які можуть негативно вплинути на зовнішній вигляд, смак або стабільність кінцевого продукту. До них відносять мила, вільні жирні кислоти, сліди металів, фосфоліпіди, кольорові тіла та продукти окислення [16].

Традиційно етап обробки адсорбентом при переробці харчових жирів називається відбілюванням і включає обробку сировини адсорбентом на основі глини, який називається відбілюючою землею або відбілюючою глиною [12].

Адсорбент дозується в олію у вигляді сипучого порошку. Потім суміш перемішують при необхідній температурі протягом періоду часу, необхідного для того, щоб забруднення адсорбувалися поверхнею частинок адсорбенту. Після того, як забруднювачі зв'язані з поверхнею частинок адсорбенту, суміш фільтрують для видалення відпрацьованого адсорбенту. [14].

На олієжирових підприємствах застосовують різноманітні технологічні схеми відбілювання олій періодичної та безперервної дії. Вони розрізняються одна від одної продуктивністю та конструкцією основних апаратів для відбілювання та фільтрування. У всіх схемах, зазвичай, передбачається стадія деаерації, тому що на розвинутій поверхні відбільних глин спостерігається інтенсивне окиснення жирів.[17]

Ефективність адсорбційного очищення в значній мірі визначається вибором адсорбенту. Існує чотири види адсорбентів, які використовуються для відбілювання олій та жирів, це:

1. відбілююча глина
2. гідрогель кремнезему
3. силікати
4. активоване вугілля.[18]

Проте технологічні можливості при виборі типу адсорбенту обмежені. Наприклад, активоване вугілля потребує складних процесів регенерації, має високу вартість. Природні алюмосилікати монтморилонітової групи більш доступні та мають відносно просту технологію активації, але дія високих температур під час відбілювання негативно впливає на якісні показники рослинної олії. Використання аморфних силікагелів також обмежується відносно високою вартістю. В Україні в теперішній час відсутнє вітчизняне виробництво адсорбентів природного походження, що спонукає підприємства використовувати ефективні адсорбенти іноземного виробництва [19]

Один із альтернативних новинок в різновиді адсорбентів для очистки жирів є силікагель Сорбсил. Силікагель гідрогель SORBSIL, який іноді називають аквагель[15], називається так через його високий вміст вологи (зазвичай 60-65% мас.). Ця матриця з чистого діоксиду кремнію та води являє собою сипкий тонко подрібнений білий порошок. Ці продукти зазвичай називають синтетичними аморфними силікагелями.

Гідрогель кремнію отримують шляхом взаємодії розчину силікату натрію з кислотою [15]. Розчин силікату натрію, широко відомий як водне скло,

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		14

містить розподіл полімерних силікатних аніонів з катіонами натрію, що балансують заряд. Розмір колоїдних частинок, зазвичай від 1,5 до 2,0 нм, залежить від концентрації кремнезему, рівня електроліту, кількості надлишкової кислоти та температури. В гідрогелі також витримується відповідний рН для утворення пов'язаних між собою порожнеч або пор всередині частинок кремнезему. Після того, як необхідна структура пор була розроблена, частинки потім подрібнюються і класифікуються, щоб забезпечити ретельно контрольований розподіл частинок за розміром з чудовими властивостями фільтрації та високою чистотою.

Викороистання кремнезему гідро гелю забезпечує низку екологічних і економічних переваг [16]. Високий вміст вологи в структурі кремнезему створює ідеальне середовище для залучення полярних домішок з жирів. Забруднюючі речовини, такі як мило, фосфоліпіди та сліди металів, втягуються в пори кремнезему і адсорбуються на поверхні кремнезему, яка заповнена високою концентрацією гідроксильних груп. Мережа пор всередині частинок кремнезему забезпечує високу внутрішню поверхню для поглинання полярних забруднень. Кожна крихітна частинка, зазвичай розміром 15 мікрон, схожа на маленьку губку з високою адсорбційною здатністю.

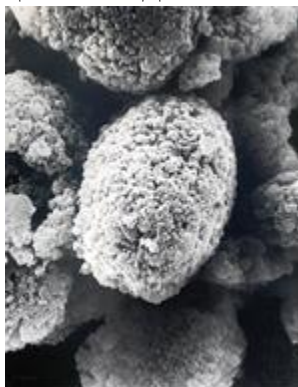


Рис. 2 . Електронна мікрофотографія частинок кремнезему, що показує губчасту структуру.

Одна з визначних переваг кремнезему SORBSIL є висока проникність. Порівняння повного розподілу частинок за розміром для гідрогелю кремнію за розміром порівняно з адсорбентом на основі глини (Рис. 3) показує причину різниці у фільтраційних властивостях . На графіку показано розподіл розмірів частинок у суспензії кожного з порошків адсорбентів, виміряних за допомогою лазерного розсіювання світла за допомогою Malvern Mastersizer (Malvern Instruments Ltd, Великобританія). Хоча середній розмір частинок для кожного матеріалу подібний, розподіл розмірів частинок для гідрогелю кремнію є вузьким. Зокрема, у порошку гідрогелю кремнезему відсутній хвіст дрібних частинок, що видно у зразку глини. Коли адсорбуючий матеріал утворює фільтруючу кірку, дрібні частинки можуть поміщатися в порожнечі, що утворилися між більшими частинками, закупорюючи шар фільтра і знижуючи проникність.

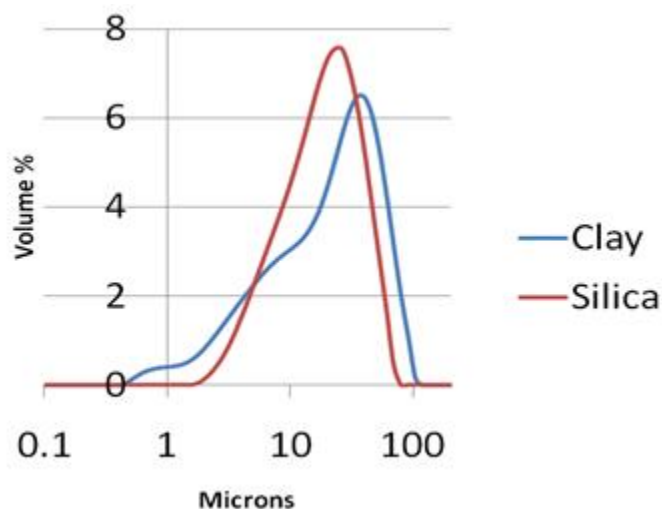


Рис. 3 . Розподіл частинок гідрогелю кремнію за розміром порівняно з адсорбентом на основі глини (виміряно Malvern Mastersizer).

Адсорбційна здатність кремнезему SORBSIL для видалення фосфоліпідів, слідів металів і мила з тригліцеридних жирів описана [14].

На рисунку 3 порівнюється адсорбція мила силікагелем SORBSIL з адсорбцією на основі глини. Каустична рафінована соєва олія із залишковим вмістом мила приблизно 130 ppm була використана в обох випробуваннях, у кожному випадку з використанням адсорбенту 0,1% мас. Після адсорбційної обробки вміст залишкового мила в олії значно нижчий у разі обробки гідрогелем кремнію.

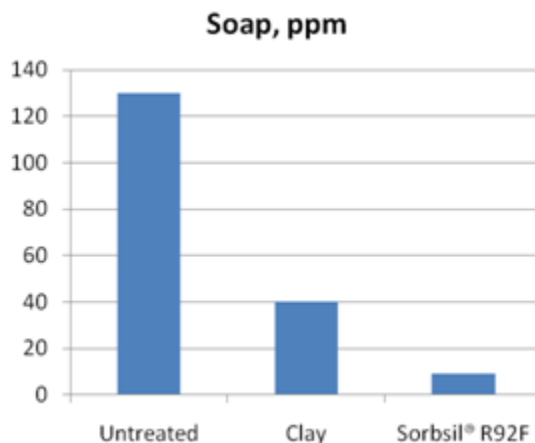


Рис. 4 . Видалення мила з каустичної рафінованої соєвої олії за допомогою адсорбенту 0,1% мас. при 80°C.

Їхня висока адсорбційна здатність і спорідненість до фосфоліпідів, мікрометалів і мила забезпечують як підвищення якості, так і економію коштів. [20] Це робить їх ідеально придатними для використання в ряді процесів переробки харчової олії та жирів:

- Хімічна рафінація
- Фізичне очищення
- Інтеретерифікація
- Денікеллінг

Силікагідрогель Сорбсил В процесі адсорбційного очищення переетерифікованих жирів відповідає за видалення мила і є більш екологічно чистим ніж традиційні методи. Адсорбційна здатність гідрогелю кремнію SORBSIL дозволяє ефективно видаляти високі рівні мила (1000 - 4000 ppm). Потім кремнезем і адсорбоване мило видаляються за потоком на фільтрі, таким чином усуваючи стадію промивання водою. В якості відправної точки для лабораторних досліджень використовуйте 0,4% кремнезему SORBSIL® для видалення приблизно 3000 ppm мила. [21]

Адсорбент SORBSIL у технологіях очистки олій та жирів використовується у поєднанні з віддільними глинами. Це зумовлено ефективним використанням адсорбенту для досягнення поставленої мети. У таблиці 1 наведено результати, надані компанією INEOS Silica щодо видалення мила та слідів домішок під час фізичного відновлення пальмової олії. Можна помітити, що додавання SORBSIL R40 дозволило на 31% зменшити використання глини для прориву для отримання тих самих слідів домішок в очищеній олії. У таблиці 2 показано дію SORBSIL R92 при обробці хімічно рафінованої соняшникової олії. Додавання 0,05% SORBSIL R92 в цьому випадку значно зменшило сліди домішок в рафінованій олії. [22]

Таблиця 1

Речовина	Фосфор (ppm)	Залізо (ppm)
Сира пальмова олія	13,5	5,6
Сира пальмова олія + 1,3% розривної глини	<0,4	0,04
Сира пальмова олія + 0,9% глини для відбілювання + 0,15% SORBSIL R40	<0,4	0,03

Таблиця 2

Співвідношення	Мило (ppm)	Фосфор (ppm)	Кальцій (ppm)	Магній (ppm)
Нейтралізована олія	278	4,7	0,24	0,9
Нейтралізована олія + 0,75 % відбілююча глина	0	0,8	0,02	0,06
Нейтралізована олія + 0,9 % відбілююча глина + 0,15 % SORBSIL R92	0	<0,4	<0,02	<0,02

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		17

Використання адсорбенту Сорбсил в технології адсорбційної очистки переетерифікованого жиру є доцільним, як адсорбенту який є доступним та екологічнішим. Також поєднується необхідна адсорбційна здатність з сильною спорідненістю до полярних домішок, які присутні і небажання у рафінованому переетерифікованому жирі. Але залишається невирішеним питання кількості введення адсорбенту для ефективного проведення процесу.

1.2. Обґрунтування необхідності науково-дослідної роботи

На світовому ринку олійна продукція користується високим попитом. Основними факторами що впливають на це, є зміна структури харчування людей і доступність продукції з модифікованих жирів порівняно із тваринними жирами. Для сучасної олійно-жирової промисловості характерною ознакою є виробництво спеціальних жирів із заданими властивостями за технологіями їх модифікації - гідрування (з метою їх отвердіння); етерифікація переетерифікація; ферментна модифікація; фракціонування.

В Українській харчовій промисловості за останні роки спостерігається тенденція до збільшення споживання багатокомпонентних жирів, з поліпшеними фізичними властивостями. Традиційні тваринні і рослинні жири це основа виробництва модифікованих жирів. Існуючий досвід у олійно-жировій галузі, сформував комплексний підхід до переробки і застосування таких видів жирів. В основі його лежить концепція забезпечення максимально збалансованого жирнокислотного складу, що мають тверду консистенцію при кімнатній температурі, зі зменшеним вмістом холестерину, та підвищеною стійкістю при нагріванні. Залежно від вмісту і складу жирних кислот визначаються області застосування як рецептурних інгредієнтів багатьох харчових продуктів [23].

За жирно кислотним складом природні олії та жири в повній мірі не відповідають сучасним уявленням про здорове харчування, оскільки мають незбалансований жирнокислотний склад. Технологія переетерифікації дозволяє отримувати жири із заданим складом: вмістом насичених, моно- та поліненасичених жирних кислот, відношенням $\omega 6/\omega 3$. Переетерифікація сумішей тугоплавких жирів з рідкими рослинними оліями забезпечує найбільшу ступінь перетворення важко засвоюваних організмом високоплавких гліцеридів у низькоплавкі, що підвищує харчову цінність жирової суміші. Комбінуючи переетерифікацію з іншими методами модифікації, можна отримувати продукти із заданими фізикохімічними та функціональними властивостями [3].

Застосування у виробництві великої кількості жирової продукції, переетерифікованих жирів зумовлено обмеженим асортиментом жирової сировини. Якісні показники, а саме пластичність і здатність кристалізуватися в стійку дрібнокристалічну поліморфну форму, покращує структурно-механічні властивості готових продуктів і дозволяє отримувати різноманітну продукцію. Переетерифіковані жири дозволяє отримувати нові види харчових жирових продуктів із заданими властивостями та високою біологічною цінністю. Також перевагою їхнього використання, як спеціалізованих жирів, відрізняються

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		18

низьким вмістом трансізомерів жирних кислот у порівнянні з жирами, виготовленими з використанням гідрогенізованої соняшникової олії. При переетерифікації сумішей тваринних та рослинних жирів, виходять продукти високої якості за структурою і органолептичними показниками, такі як кулінарні жири або основа для виробництва спредів. Доступність на ринку переетерифікованих жирів дозволяє розширити асортимент жирів для хлібопечення, кондитерських виробів, консервування, збільшити дозування в маргарин негідровані рослинних олій, для покращення структурно-механічні характеристики продукції. Максимально наближені властивості саме переетерифікованих жирів до властивостей молочного жиру. Це дає можливість досягати найширшого діапазону сумісності даних продуктів.[24]

Зі збільшенням попиту на переетерифікований жир з'являється все більше рекомендацій та вимог до продукції. Велике значення почали наділяти біохімічним фізичним властивостям. За ДСТУ 4336:2004 «Жири переетерифіковані. Загальні технічні умови», показником якості рафінованого дезодорованого переетерифікованого жиру є мінімалізація вмісту супутніх речовин, які накопичуються в процесі переробки та зберігання. Більшість супутніх речовин погіршують споживчі (товарні) характеристики жирів, або негативно впливають на технологію їх переробки. Також це знижує ефективність проведення окремих технологічних операцій (рафінації), або подальшого використання як основної сировини у виробництві (маргарину). Залежно від виду жиру, його призначення і так далі використовують той чи інший метод видалення небажаних речовин.

Переетерифіковані жири в твердому стані мають однорідну консистенцію, легко дезодоруються і не виявляють реверсію смаку і запаху вихідних жирів при тривалому зберіганні. Для забезпечення належного рівня якості і розширення асортименту маргаринової продукції на підприємствах здійснюються заходи по вдосконаленню процесу переетерифікації із застосуванням інертних каталізаторів, ефективних адсорбентів, використовуються нові види сировини..

У технології рафінації переетерифікованого жиру особливе місце визначено адсорбційному очищенню. Такий спосіб очистки дозволяє значно знизити вміст розчинених у жирі речовин – від фарбувальних речовин (пігментів), з'єднань сірки, залишків фосфоліпідів, мила, іонів металів, продуктів окислення (первинних та вторинних). Ефективність адсорбційного очищення в значній мірі визначається вибором високодисперсного адсорбентама. Для очистки жирів використовуються кислотно-активовані відбільні глини (бентоніт або монтморилоніт), активоване вугілля та силікатні адсорбенти. Але технологічні можливості при виборі типу адсорбенту обмежені. Активоване вугілля потребує складних процесів регенерації, і має високу вартість. Природні алюмосилікати монтморилонітової групи більш доступні та мають відносно просту технологію активації, але дія високих температур під час адсорбції негативно впливає на якісні показники рослинної олії. Використання аморфних силікагелів також обмежується відносно високою

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		19

вартістю. В Україні в теперішній час відсутнє вітчизняне виробництво адсорбентів природного походження, що спонукає підприємства використовувати ефективні, але дорогі зарубіжні адсорбенти, наприклад, “Трисіл-300”, “Фумонд”, “Фильтрон”, “Сорбсил” та ін. [26]

Сучасною світовою тенденцією є постійне підвищення стандартів безпеки людини щодо життєдіяльності та захисту навколишнього середовища. Сучасні технології адсорбційної очистки переетерифікованих жирів передбачають використання сорбентів, які після одноразового використання стають відходами і лише частково утилізуються. Як побічний продукт, на виробництва скупчуються у велика кількостях замаслених адсорбентів. Тому питання щодо вирішення проблеми оптимального використання адсорбентів, є актуальною. [27]

Одже, стає необхідність вибору та впровадження оптимальних параметрів у технології адсорбційної очистки нерафінованих переетерифікованих жирів, з метою впровадження на виробництві. Створення науково-обґрунтованого способу адсорбційного очищення нерафінованих переетерифікованих жирів, який забезпечить максимально ефективно вилучення супутніх речовин, і раціональне використання суміші адсорбенту «Сорбсил» та адсорбенту на основі глини, є тим актуальним науковим завданням, яке вирішує дипломний проект.

1.3. Експериментальна частина

1.3.1. Матеріали дослідження

Мета дослідження: Визначення ефективності адсорбенту “Сорбсил”. Встановлення кількості введення адсорбенту для досягнення оптимальних показників якості рафінованого дезодорованого переетерифікованого жиру

Завдання дослідження: проаналізувати та узагальнити показники ефективності адсорбенту SORBSIL®; проаналізувати існуючі технології адсорбційної очистки жирів, підібрати відповідну;

Об'єкт дослідження : технологія адсорбційної очистки нерафінованих переетерифікованих жирів.

Предмет дослідження : одержання показників ефективного використання суміші адсорбент SORBSIL® та адсорбенту на основі глини, і технологія адсорбційного очищення переетерифікованих жирів.

Методи досліджень: В роботі використаний комплекс фізико-хімічних методів аналізу рослинних олій, дозволяючих оцінити якісні і кількісні зміни, що протікають в процесі технологічної обробки об'єктів, що досліджуються. Аналізи фізико-хімічних показників олій проводили відповідно за ДСТУ та за методиками.

Ефективність адсорбційної обробки визначали шляхом визначення колірності, запаху, пероксидного числа та вміст мила в дослідженому переетерифікованому жирі.

Для оцінки ефективності суміші сорбентів в процесі відбілювання і підбір оптимальних режимів технології був використаний аналіз наукових робіт та

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		20

досліджень, які застосовують новітні методики дослідження сировини і відпрацьованих сорбентів та їх хімічний склад.

Для проведення дослідження використовується нерафінований переетерифікований жир, та суміш адсорбента SORBSIL® та адсорбенту на основі глини.

Нерафінований переетерифіковані жири – це жири з заданими властивостями, який має змінений триацилгліцерольний склад. Але фізико-хімічні характеристики в результаті переетерифікації змінені – наявне мило, бежевий колір, з відтінками сірого, запах специфічний, відповідає запаху жирової сировини, з якої виробляють, слабкий специфічний запах каталізатора, підвищене пероксидне число (5-7 ½О ммоль/кг),

Сорбенти, що застосовуються були обрані за факторами які відіграють важливу роль у процесі, а саме:

- Селективність адсорбента щодо адсорбції домішок.
- Бажаний розмір пор для певних домішок.
- Гарна фізична цілісність, тобто не руйнується під час обробки жиру, оскільки це може зменшити потік жиру через фільтр.
- Хімічно індиферентний по відношенню до сировини.

Кількість введення адсорбенту для якісного протікання процесу очистки переетерифікованих жирів залежить від таких факторів: якість жиру що надходить у систему відбілювання, технологічних параметрів, і від ступеня адсорбції домішок, що потребують видалення

Тому на основі досліджень [28] був проведений порівняльний аналіз результатів по характеристикам як адсорбенту, гідрогелю кремнезему SORBSIL.

Гідрогелі кремнезему SORBSIL® – це адсорбенти, широко прийняті у світовій індустрії харчової переробки для фізичного очищення, а також інших застосувань для переробки жирів. Ці синтетичні порошки аморфного кремнезему видаляють забруднення з тригліцеридних олій і жирів, отриманих з ряду рослинних, тваринних і морських джерел.

З аналізу літературних джерел [20-22] лінія Sorbsil дає змогу обирати з чотирьох різних продуктів: R40, R40F, R92 та R92F. Продукти Сорбсил рекомендовано застосовувати:

- попередня обробка хімічно рафінованих масел перед відбілюванням
- фізичне рафінування рослинних олій
- виключення промивання водою при хімічному рафінуванні

Визначені особливості адсорбенту Sorbsil:

- Харчова синтетична силікатна основа
- Велика активна поверхня адсорбції
- Сильна спорідненість до розчинних полярних домішок
- Низькі рівні дозування для ефективного лікування

Основним методом даного дослідження був методи експериментальних досліджень фізико-хімічні властивостет адсорбційно очищеного переетерифікованог жиру, обробленого сумішю адсорбентів SORBSIL® R92F

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		21

(0,4%) та адсорбента на основі глини (1,1%) до маси жиру.

При оцінці характеру і різниці визначених у ході аналізів фізико-хімічних показників користувалися державним стандартом на якість переетерифікованого жиру ДСТУ 4336:2004

1.3.2. Опис методик проведення досліджень

Пробна адсорбаційна рафінація

Мета: визначити найефективніший сорбент і потрібну кількість для найвищого рівня відбілювання олії.

Хімічний посуд і прилади: установка для відбілювання олії, вакуум-насос, балон з інертним газом, прилад для фільтрування олії (рис. 5); кристалізатор.

Техніка виконання. В трьохгорлову круглодонну колбу 1 об'ємом 500 см³ наливають 200 г жиру, опускають мішалку 10 для перемішування суспензії жиру з адсорбуючим агентом і вставляють термометр 2.

В горловину 8 вставляють дозатор 6 для подачі адсорбента, приєднують його до вакуум-насосу і балону з інертним газом.

При закритих кранах 3 і 9 закриті і відкритих кранах 7 і 4 жир деаерують, шляхом перемішування її протягом 5 хвилин магнітною мішалкою 10, тиску не більше 2,7 — 6,7 кПа.

Відключають прилад від вакуум-насоса, шляхом закриття крану 4. Відкривають кран 3 і подають в систему інертний газ, продувають установку інертним газом через кран 9. Закривають крани 3, 7, 9 і через боковий отвір 5 дозатора 6 вводять в нього адсорбент і закривають пробкою.

Відкривають крани 7 і 3 і вводять глину в підігрітий жир. Нагрівають суспензію до заданої температури при безперервній подачі інертного газу (кран 9 частково відкривають) і перемішують певний час за даної температури. Нагрів відключають, таким чином припиняють подачу інертного газу. Знімають дозатор 6 і суспензію швидко переливають на складчатий фільтр 3 воронки 1. Воронку закривають чашкою Петрі 2 чи іншою воронкою і через відвід воронки 1 подають інертний газ протягом всього періоду фільтрування. Приймальну колбу 4 розташовують в кристалізатор 5 з холодною водою. [29]

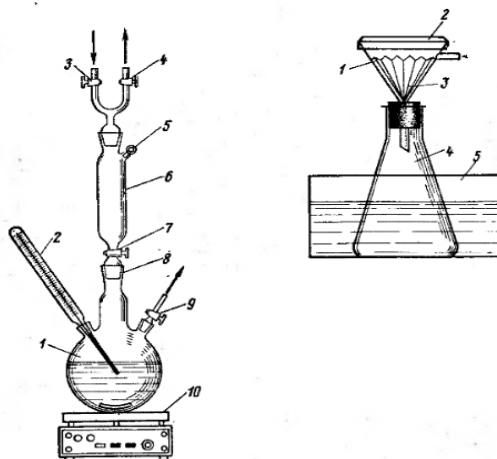


Рис. 5. Лабораторна установка для адсорбційної очистки

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		22

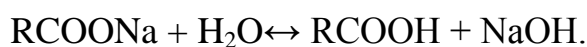
Визначення органолептичних показників переестерифікованого жиру

Запах, колір жирів визначають при температурі 20°C. Для визначення запаху жирів наносять тонким шаром на скляні пластинку або розтирають на зворотному боці руки. Для кращого розпізнавання запаху жир нагрівають на водяній бані до 50°C.

Для визначення кольору олію наливають у хімічний стакан шаром не менш як 50 мм і розглядають на білому тлі у відбитім світлі або у світлі, що проходить.

Визначення мила в жирі(якісна проба)

Метод ґрунтується на тому, що у гарячій воді мило гідролізується і гідроксид натрію, який утворюється, у присутності індикатора змінює забарвлення на рожеве:



Хімічний посуд, прилади і реактиви: пробірка об'ємом 25 см³, піпетка об'ємом 5 см³, штатив для пробірок, груша для піпетки, тримач для пробірки, електрична плита з водяною банею, секундомір, дистильована вода, 1 %-вий спиртовий розчин фенолфталеїну, нейтралізована олія до і після промивання і висушування.

Техніка виконання :У пробірку об'ємом 25 см³ наливають 5 см³ дистильованої води і 2-3 краплі фенолфталеїну (при цьому вода повинна залишатися безбарвною). Пробірку нагрівають на водяній бані до кипіння, потім додають близько 1-2 см³ дослідного зразка олії і кип'ятять протягом 5-10 хв при постійному перемішуванні (обережно, тому що можливий викид рідини). Для рівномірності кипіння в пробірку поміщають шматочки пемзи або скляні капіляри. При відсутності мила в олії нижній водний шар в пробірці після охолодження повинен залишатися безбарвним. Чутливість методу 0,005% мила.[30]

Метод визначення пероксидного числа жирів та олій

Принцип методу ґрунтується на реакції взаємодії продуктів окиснення жирів (пероксидів та гідропероксидів) із йодистим калієм у розчині оцтової кислоти і хлороформу та подальшому кількісному визначенні йоду, що виділився, розчином тіосульфату натрію титриметричним методом.

Реактиви: вода дистильована, льодяна оцтова кислота х.ч., хлороформ, водний розчин йодиду калію х.ч. із масовою часткою 50 - 55 % свіжоприготований, розчин крохмалю з масовою часткою 0,5 %, водний розчин натрію сіркуватистокиислого (натрію тіосульфату) пентагідрату (Na₂S₂O₃ · 5H₂O) молярних концентрацій 0,01 моль/дм³ (0,01 н.) або 0,002 моль/дм³ (0,002 н), стандарт-титри тіосульфату натрію з масою речовини в ампулі, що дорівнює 0,1 г-екв – 0,1 г-моль.

Хімічний посуд і прилади: ваги лабораторні 2-го та 3-го класу точності, конічні колби місткістю 250 см³ з притертими скляними пробками, циліндри на 25 та 100 см³, годинник піщаний на 1 хв. та 5 хв., піпетки, бюретки,

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		23

секундомір. Порядок виконання роботи: маса проби жиру, необхідну для дослідження, в залежності від передбачуваних пероксидних чисел визначають згідно таблиці 3 «Залежність величини дослідної проби від передбачуваного пероксидного числа»

Таблиця 3

Передбачувані значення пероксидних чисел, ммоль $\frac{1}{2}$ O/кг	Від 0 до 6,0	6,0 до 10,0	10,0 до 15,0	15,0 до 25,0	25,0 до 40,0
Маса досліджуваної проби, г	5,000 – 2,000	2,000 – 1,200	1,200 – 0,600	0,600 – 0,500	0,500 – 0,300

Пробу жиру зважують у конічну колбу. У колбу додають 10 см³ хлороформу, швидко розчиняють дослідну пробу, приливають 15 см³ оцтової кислоти та 1 см³ розчину йодиду калію, після чого колбу відразу закривають пробкою. Вміст колби перемішують протягом 1 хв. і залишають на 5 хв. у темному місці за температури від 15 °С до 25°С. Потім додають 75 см³ дистильованої води, ретельно перемішують і додають розчин крохмалю до появи слабкого однорідного фіолетово-синього забарвлення. Йод, що виділився, титрують розчином тіосульфату натрію до зникнення фіолетово-синього забарвлення і появи молочно-білої забарвленості, стійкої протягом 5 с. Концентрацію розчину тіосульфату натрію обирають залежно від передбачуваного значення пероксидного числа: більше ніж 6,0 ммоль $\frac{1}{2}$ O/кг використовують розчин тіосульфату натрію молярної концентрації $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,01$ моль/дм³, менше 6,0 ммоль $\frac{1}{2}$ O/кг титрують розчином тіосульфату натрію молярної концентрації $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,002$ моль/дм³. Якщо на титрування витрачається менше 0,5 см³ розчину тіосульфату натрію концентрацією 0,01 моль/дм³, повторюють титрування розчином тіосульфату натрію концентрацією 0,002 моль/дм³ з енергійним перемішуванням. Якщо очікуване пероксидне число менше ніж 1,0 ммоль $\frac{1}{2}$ O/кг, то для титрування рекомендовано використання мікробюретки об'ємом 5 см³.

Паралельно роблять контрольний дослід без дослідної проби олії чи жиру. Якщо у контрольному досліді на титрування витрачено понад 0,1 см³ 0,01 моль/дм³ розчину тіосульфата натрію, то перевіряють відповідність реактивів вимогам стандартів і повторюють випробування. Опрацювання результатів. Пероксидне число (ПЧ) в $\frac{1}{2}$ O ммоль/кг обчислюють за формулою

$$\text{ПЧ} = (1000 \cdot (V \cdot V_0) / m) \cdot C,$$

де V , V_0 – об'єм розчину тіосульфату натрію відповідно в основному і контрольному досліді, см³; C – концентрація розчину тіосульфату натрію, моль/дм³; m – маса дослідної проби, г; 1000 – коефіцієнт, що враховує перерахунок результату вимірювання в ммоль/кг.

Пероксидне число виражають у $\frac{1}{2}$ O мілімолях на кілограм, що відповідає кількості кисню, використаного в даній окиснювано-відновній реакції, в міліеквівалентах на кілограм. [31]

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		24

1.3.3. Результати досліджень та їх аналіз

Аналіз адсорбентів що використовуються у процесі адсорбційної очистки.

Важливим етапом процесу рафінування є використання адсорбуючого матеріалу для видалення забруднень з жирів . Адсорбент дозується в вигляді сипучого порошку, потім суміш перемішують при необхідній температурі протягом періоду часу, необхідного для того, щоб забруднення адсорбувалися поверхнею частинок адсорбенту. Після того, як забруднювачі зв'язані з поверхнею частинок адсорбенту, суміш фільтрують для видалення відпрацьованого адсорбенту. Традиційно етап обробки адсорбентом при переробці харчової олії називається відбілюванням і включає обробку олії адсорбентом на основі глини, який називається відбілюючою землею або відбілюючою глиною [12]. Процес націлений на видалення домішок.

На ефективність адсорбента впливають фактори, які пов'язані з його природними властивостями, і фактори які є результатом процесу адсорбційної очистки. Фактори, пов'язані з властивостями адсорбента:

- тип адсорбента;
- адсорбційна здатність до домішок в жирів;
- розмір пор;
- фізична цілісність(тобто адсорбент не руйнується під час обробки, оскільки це може зменшити потік через фільтр).

Фактори, пов'язані з процесом, які впливають на продуктивність адсорбента:

- якісні показники жиру, що надходить;
- дозування відбілюючої глини.
- температура при якій проводиться процес;
- ступінь змішування;
- час процесу;
- робочий тиск.

Адсорбент силікагель кремнезему являє собою аморфну і пористу форму діоксиду кремнію, що складається з неправильного тривимірного каркаса з чергуються атомів кремнію і кисню з нанометровими порожнечами і порами. Висока адсорбційна здатність і спорідненість силікагелів лінійки SORBSIL® до мила, фосфоліпідів і мікрометалів робить його ідеально придатними для використання в ряді процесів переробки харчової олії та жирів, в тому числі і адсорбційної очистки переестерифікованих жирів.

Адсорбент силікагель кремнезему SORBSIL залежно від характерних властивостей поділяють на чотири марки R40, R40F, R92 та R92F (таблиця 4)

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		25

Таблиця 4 Марки та характеристики силікагелю кремнезему SORBSIL

Одиниці значення Метод тестування / умови	Марки SORBSIL®				Одиниці вимірювання
	R40	R40F	R92	R92F	
Втрата при 1000°C	63.3	57	64.6	59.1	%
Діоксид кремнію	36.7	43	35.4	40.6	%
Вода	55-70	55 - 70	55 - 75	55 - 75	%
pH	3.4	3.4	2.2	2.2	-
Середній розмір частинок	18.1	18	18.2	18.2	мікрон
Вміст вуглецю	-	-	1.3	1.3	%
Лимонна кислота	-	-	<10	<10	%

Силікагелі SORBSIL поєднують високу адсорбційну здатність з сильним спорідненістю до полярних домішок, що робить їх надзвичайно ефективними адсорбентами для очищення харчової олії або біопаливної сировини. Містить лимонну кислоту і використовується як непилоподібний продукт для рафінування. для харчових олій і видалення домішок.

Типові фізичні властивості синтетичного гідрогелю кремнезему Sorbsil R92F виробництва PQ Corporation показані в таблиці 5. [28] Для порівняння також показано типові властивості природного силікатного адсорбенту на основі відбілюючої глини.

Таблиця 5. Фізичні властивості адсорбенту

Таблиця 5

Показники	Гідрогель кремнезему (Sorbsil® R92F)	Адсорбент на основі глини
Площа поверхні, м ² /г	615	150
Об'єм пор, мл/г	1.31	0,51
Середній розмір частинок, мкм	17.5	21.1
Коефіцієнт проникності	0,11	0,03

Поєднання високої площі поверхні та великого об'єму пор надає гідрогелю кремнію кращу адсорбційну здатність, ніж адсорбент на основі глини. Вимірювання середнього розміру частинок двох адсорбентів подібні. Однак проникності дуже різні. Проникність, виміряна в коефіцієнті проникності, що є мірою фільтрації порошку. Коефіцієнті проникності - одиниця проникності - еквівалентний проходженню одного кубічного

					Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата	26

сантиметра рідини в'язкістю 1 сантипуаз, що протікає за одну секунду під тиском однієї атмосфери через пористе середовище площею один квадратний сантиметр і довжиною один сантиметр. Це міра швидкості потоку рідини через шар фільтра. Чим більше виміряне значення проникності, тим краще фільтраційні властивості порошку. Проникність гідрогелю кремнію значно краща, ніж у адсорбенту на основі глини.

Оскільки синтетичні аморфні гідрогелі кремнезему виробляються з ретельно відібраної високоякісної сировини, вони мають високий ступінь чистоти. Таблиця 6 показує хімічні властивості типового гідрогелю кремнезему Sorbsil R92F від PQ Corporation порівняно з адсорбентом на основі глини.

Таблиця 6. Хімічні показники адсорбенту

Таблиця 6

Показники	Гідрогель кремнезему (Sorbsil [®] R92F)	Адсорбент на основі глини
Загальна вологість, % мас	59.2	18.3
pH	2.19	3.29
Вміст Al, ppm	9.3	2124
Вміст Fe, ppm	0,71	9926

Високий вміст води гідрогелю кремнію підвищує спорідненість кремнезему з полярними домішками в маслі, покращуючи ефективність очищення адсорбенту. Нижчий pH гідрогелю кремнію сприяє гідратації та видаленню деяких так званих негідратованих фосфоліпідів і мила в олії. Ці негідратовані фосфати, як правило, пов'язані з мікроелементами магнієм і кальцієм, легше гідратуються гідрогелем кремнію з нижчим pH.

Для адсорбентів основна визначна властивість є адсорбційна здатність. Sorbsil R92F демонструє стабільно високу адсорбційну здатність щодо слідів металевих домішок в жирів. На рисунку 6 показано порівняння двох адсорбентів для видалення слідів металів, у цьому випадку металів магнію та кальцію.

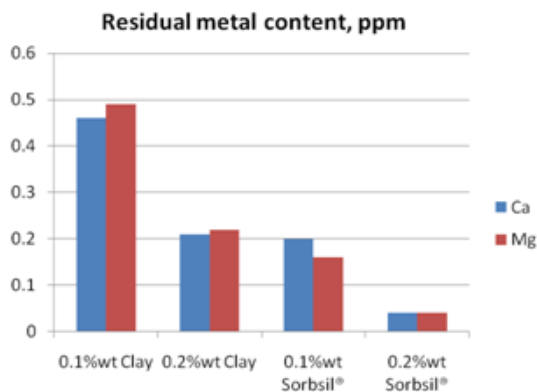


Рис. 6 . Видалення слідів металів із соєвої олії.

Для видалення високого вмісту мила, у модифікованому хімічному рафінуванні застосовують силікагідрогель SORBSIL. Це дає можливість зменшити витрат на етапі, що зменшує кількість стоків промивної води та витрат жирів, також витрати на енергію та обслуговування. Крім адсорбції мила з олії, SORBSIL кремнезем гідрогель також видаляє небажані фосфоліпіди та сліди металів. Оптимізація полягає в можливості більш ефективно використовувати відбілюючу землю в подальшій обробці для видалення небажаних домішок.

Лабораторні дослідження проводили [20] як відправна точка використовують 0,1% кремнезему SORBSIL® для видалення приблизно 500 ppm мила. Висока адсорбційна здатність гідрогелю кремнію SORBSIL® для мила показано на рисунку 7 для нейтралізованої соєвої олії оброблено при 85°C.

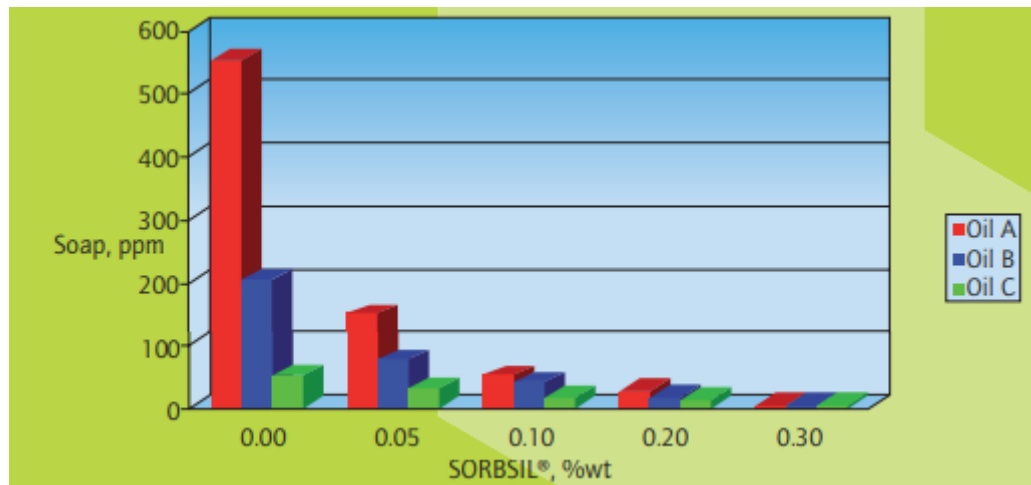


Рис. 7. Видалення мила за допомогою гідрогелю силікагелю SORBSIL®

Дослідження ефективності адсорбенту SORBSIL за фізико-хімічними характеристиками обробленого жиру

Силіка-гідрогель не адсорбує кольорові тіла, такі як хлорофіл і каротин, з олії. Кремнезем SORBSIL адсорбує фосфоліпіди, сліди металів і мила. Висока адсорбційна здатність і спорідненість гідрогелів кремнезему до мікроелементів і мила роблять ці синтетичні аморфні кремнеземи ідеально придатними для використання в процесів переробки переетерифікованих жирів. Вільнотекучі порошки гідрогелю кремнезему можна точно дозувати та легко диспергувати в жиrowі. [28]

Ефективним використанням адсорбенту SORBSIL для досягнення поставленої мети при технології адсорбційної очистки переетерифікованого жиру, використовується у поєднанні з відбільними глинами. [22]

Головне завдання досліджень ефективності суміші адсорбента SORBSIL R92F та адсорбента на основі глини при очистці переетерифікованого жиру, полягало в виявленні спроможності якісної очистки зразка жиру від пероксидних сполук і мила, сумішю адсорбентів при оптимальних витратах адсорбенту.

Ефективність очищення нерафінованого переетерифікованого жиру

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		28

модифікованим адсорбентом визначали шляхом визначення кольору за температури від 15 до 20°C, запаху, масової частки пероксидних сполук (пероксидне число) і мила (якісна проба) у початковому і вихідному зразку жиру.

Процес пробної адсорбційної очистки переетерифікованих жирів проведено за температури 80-85°C, кількість уведеної сумішші адсорбента SORBSIL R92F (0,4 %) та адсорбента на основі глини (1,1%). Доведено забезпечення достатньою глибини очистки за цими показниками (таблиця 7):

Таблиця 7 Результати досліджень адсорбційного очищення переетерифікованих жирів сумішшю адсорбента SORBSIL R92F (0,4 %) та адсорбента на основі глини (1,1%)

Назва показника	Нерафінований переетерифікований жир	Адсорбційно очищений переетерифікований жир (оброблення адсорбентом у кількості 1,5% від маси олії)
Колір за температури від 15 до 20°C	Бежевий колір, з відтінками сірого	світло-жовтий
Запах	Запах специфічний, відповідає запаху жирової сировини, з якої виробляють, слабкий специфічний запах каталізатора	Запах характерний, відчувається запах адсорбента
Пероксидне число $\frac{1}{2}O$ ммоль/кг	7 ($\pm 0,1$)	1,5 ($\pm 0,1$)
Якісна проба на присутність мила	наявне	відсутнє

За результатами вказаними в таблиці 7, очищений жир має показники, що задовольняють вимоги до жиру, який в подальшому подається на дезодорацію поєднану з дистиляційним розкисленням. Адсорбційна очистка нерафінованого переетерифікованого жиру дозволить отримати продукт з показниками що відповідають вимогам ДСТУ 4336:2004.

сумішші адсорбента SORBSIL R92F (0,4 %) та адсорбента на основі глини (1,1%) сумішші адсорбента SORBSIL R92F (0,4 %) та адсорбента на основі глини (1,1%)

1.3.4. Рекомендації щодо впровадження результатів наукових досліджень

В науковій частині кваліфікаційної роботи отримані нові науково обґрунтовані результати, які вирішують наукове завдання щодо розробки ефективної технології адсорбційної очистки переетерифікованого жиру з використанням адсорбента SORBSIL R92F.

З аналітичного огляду сучасного стану адсорбційної рафінації олій та жирів, зрозуміло що новітні розробки в області теорії адсорбції використовуються ще недостатньо. Тому необхідним є встановлення оптимальних умов процесу адсорбції зі застосування нових видів адсорбентів і вивчення їх ефективності, у порівнянні з тими що використовуються в теперішній час.

Ефективне адсорбційне очищення за допомогою адсорбентів залежить в першу чергу від вхідного переетерифікованого жиру. При проведенні адсорбційної очистки, вміст супутніх домішок набуває особливо важливе значення. Оскільки домішки потребують для свого виведення додаткових витрат адсорбенту. Це приводить до ускладнень розділу фаз і відповідно значно збільшуються втрати жирів.

Як показали проведені аналітичні дослідження, адсорбент кремнезему SORBSIL R92F володіє високою адсорбційною активністю по відношенню до мікродомішок важких металів, мила та пероксидних сполук що підвищить стійкості жирів до автоокислення.

Проведене дослідження ефективності очистки нерафінованого переетерифікованого жиру сумішшю адсорбента SORBSIL® R92F(0,4) та адсорбента на основі глини (1,1%). Контрольним показником ступеня очистки вибрано значення вмісту мила та пероксидних сполук та зміна запаху і кольору.

На основі результатів дослідження (таблиця 7) застосовано нову суміш адсорбентів з адсорбційними характеристиками, за яких досягається очистка нерафінованого переетерифікованого жиру до показників, що забезпечують використання жиру, для подальшого проведення дезодорації.

Суміш адсорбента SORBSIL® R92F (0,4%) та адсорбента на основі глини (1,1%) видаляє мило (100%), пероксидних сполук (78 %), сліди каталізатора (колір та запах).

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		30

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Обґрунтування та вибір асортименту продукції

В світі, як і в Україні, розповсюдженими є рідкі рослинні олії, тропічні масла та їх фракції. А ресурс твердих та напівтвердих (консистентні) жирів обмежені. Потреби людини як споживача та промисловості, за технологічними показниками, такий ресурс олій та жирів не задовольняють. Основним питанням у виробництві і переробці жирів є досягнення оптимального жирнокислотного складу. На жаль ринок рослинних олій, тропічних масел і топлених тваринних жирів не повністю задовольняють потреби сьогодення.

Селективна модифікація природних олій та жирів дозволяє отримати сировину і продукт зі збалансованим жирнокислотним складом та заданими фізикохімічними властивостями.

На сьогодні у виробництві модифікованих жирів застосовують наступні методи:

- каталітичне гідрування - це процес насичення ненасичених кислот воднем. Використовується для збільшення стійкості жиру до окислення та підвищення температури його плавлення або, простіше кажучи, для того, щоб його загустити. Мінусами такого методу є зниження вмісту незамінних жирних кислот, іа утворення транізомеризованих жирних кислот.

- фракційна кристалізація – це розділення жирів та групи тригліцеридів за температурою плавлення. Фракціонування використовують тільки для пальмових масел.

- каталітична переетерифікація - це універсальний метод модифікації жирів, що являє собою перерозподіл жирних кислот в ацилгліцеридах під дією каталізаторів. Утворений жир має нові властивості та за теоретичними розрахованками відомий та бажаний гліцеридний склад.

Можливості для створення жирових композицій, які відповідають вимогам до якості і спеціалізовані під конкретні завдання, відкриває саме процес переетерифікації жирів.

Переетерифіковані жири отримують змішуючи як природні і гідровані олії та жири. Порівняно такі жири мають переваги у тому що є біологічно цінними, відсутня надмірна кількість транс ізомерів жирних кислот, та практичність методу виробництва у гнучкості отримання необхідних фізичних параметрів продукту.

Переетерифіковані жири в Україні виробляються згідно ДСТУ 4336:2004 «Жири переетерифіковані. Загальні технічні умови». Залежно від фізико-хімічних показників переетерифіковані жири поділяють на марки: М-1 і М-2. За ступенем очистки поділяються на нерафіновані та рафіновані дезодоровані (таблиця 8)

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		31

Таблиця 8. Органолептичні та фізико-хімічні показники переестерифікованих жирів

Назва показника	Характеристики та норми для марок	
	М 1	М 2
Колір за температури 15...20°C	Від білого до жовтого	
Запах і смак жиру - нерафінованого	Відповідає запаху і смаку жирової сировини, з якої виробляють, допустимий слабкий специфічний запах каталізатора переестерифікації	
- рафінованого дезодорованого	Без запаху і смаку	
Температура плавлення, °C	27...39	28...41
Твердість згідно з Каменським за температури 15 °C, г/см	30...150	120...450
Кислотне число рафінованого дезодорованого жиру, мг КОН/г, не більш ніж	0,5	0,5
Масова частка вологи та летких речовин, %, не більше ніж	0,2	0,2
Масова частка нікелю, мг/кг, не більш ніж	0,5	0,5
Масова частка лінолевої кислоти, %	15...50	Не більш як 15
Масова частка твердих тригліцеролів за температури 20 °C, %	7...20	25...38
Пероксидне число, ммоль/2О/кг, не більш як:		
- під час випуску з підприємства	5	
- наприкінці терміну зберігання	10	
Масова частка транс-ізомерів олеїнової кислоти, %, не більш як	0-10	
Мило (якісна проба)	Відсутнє	

Виробництво дешевої конкурентоздатної низькокалорійної продукції з достатньо високими споживчими властивостями можливо лише за умов правильного підбору і ефективного використання емульгуючих, стабілізуючих і структуроутворюючих компонентів. Загалом необхідно враховувати, що шкідлива не тільки недостатність окремих есенціальних факторів, але й дисбаланс багатьох амінокислот та інших харчових речовин.

Сучасні технології переробки дозволяють широко застосовувати комбінування молочного жиру з рослинним. [24, 25]

Нижче наведено порівняльну характеристику фізико-хімічних показників і жирнокислотний склад рослинних олій, молочного жиру і переестерифікованого жиру (табл. 9)

Таблиця 9 Порівняльна характеристика фізико-хімічних показників олій та молочного жиру

Показник	Ріпакова олія	Соняшникова олія	Соєва олія	Пальмова олія	Молочний жир	Переетерифікований жир
Кислотне число, мг КОН/г	0,30±0,05	0,40±0,05	0,30±0,05	0,40±0,05	2,90±0,05	0,5±0,05
Перекисне число, ммоль 1/2 O /кг	0,50±0,05	0,60±0,05	0,70±0,05	1,00±0,05	0,70±0,05	5±0,05
Температура плавлення, °С	6±1	-15±1	-13±1	35±1	32±1	27...39±1
Твердість, г/см	-	-	-	120±10	130±10	30...150±10
Вміст β каротину, мг/100 г	0,10±0,05	0,20±0,05	0,10±0,05	0,20±0,05	2,50±0,05	-
Вміст токоферолів, мг/100 г	0,12±0,05	0,10±0,05	0,08±0,05	-	2,20±0,05	-

З порівняльної характеристики, стає зрозуміло що у зв'язку з глибиною переробки жирів вміст антиоксидантів таких як β-каротин, та токоферол в переетерифікованому жирі не присутній. Такі показники можуть варіюватися в готовому продукті і бути внесені додатково. Переетерифіковані жири це продукт в якому комбінується і варіюється вміст триненасичених і триненасичених гліцеридів, із підвищенням вмісту середньоплавких різнокислотних моно- і диненасичених гліцеридів, з метою підвищення харчової цінності жирової суміші.

Можемо зробити висновок, переетерифікованих жир є перспективним для використання тому, що в результаті переетерифікації досягається значне поліпшення тригліцеридного складу і фізико-хімічних показників – зниження температури плавлення, підвищення пластичності, однорідності, поліпшення фазового складу. Тому враховуючи усі особливості методів отримання модифікованих жирів, обрано для переробки переетерифікований жир.

Рафінація переетерифікованого жиру це необхідний процес для доведення якісних показників до необхідних. Жири після переетерифікації містять значну кількість небажаних домішок. Щоб зробити жир придатним для використання в харчовій промисловості ці домішки видаляються в процесі рафінування. Процес рафінування складається з ряду етапів, один з яких називається адсорбційною очисткою. Процес відбілювання включає додавання адсорбенту для видалення органічних забруднень та слідів металів. В якості адсорбентів при процесі адсорбційної очистки використовують відбілююча глина, гідрогель кремнезему, силікати, активоване вугілля.

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		33

Існує дві групи відбілюючої глини, нейтральна глина і кислотно-активована глина. Як видно з назви, нейтральна глина не має кислотності і має нейтральний рН. З іншого боку, активована кислотою глина обробляється мінеральною кислотою для зміни властивостей поверхні і має кислий рН.[28]

Відбілююча земля, безумовно, є найбільшим за обсягом використання адсорбентом, який використовується у олійно-жировій галззі для відбілювання рослинних олій. Нейтральна глина хороша для видалення слідів металів, каротинів, частини мила та хлорофілу. Для неякісної олії та жирів з високим вмістом хлорофілу фосфоліпідів та мило рекомендується активована глина.

Існують різні сорти як нейтральної, так і активованої кислотою відбілюючої землі. Кожен з них спеціально розроблений виробником для задовільної роботи в певному конкретному застосуванні.

Силікат є хімічно інертним синтетичним аморфним адсорбентом зі спорідненістю до полярних забруднювачів. Їх застосовують для зменшення вмісту мила і фосфору в рафінованій олії та видалення мила та слідів домішок під час фізичного рафінування пальмової олії. Бентоніти це силікати алюмінію що мають значну обмінну ємність, що дозволяє замістити частину алюмінію на магній, лужні метали та інші домішків. Встановлено, що адсорбційною (відбілюючою) здатністю володіють тільки алюмосилікати, що містять обмінні катіони Al^{3+} , H^{+} , і природа активних центрів пов'язана з цими компонентами.[32]

Активоване вугілля є ефективним адсорбентом для ароматичних вуглеводнів. Сирі рослинні олії зазвичай не містять значної кількості ароматичних вуглеводнів, якщо сира олія серйозно не окислена, або через неякісну сировину містить бензопирен. Також олія може містити помітну кількість ароматичних вуглеводнів, коли насіння сушиться з використанням топкових газів або на дровах. Активоване вугілля може видалити ці забруднення з жирів. Активоване вугілля, яке використовується для обробки жирів, не повинно бути отримане з джерела бурого вугілля.[33]

Гідрогелі кремнезему це адсорбент, що являє собою матрицю з чистого діоксиду кремнію та води. Особливості такого адсорбенту є у тому що він має харчову синтетичну силікатну основу, велика активна поверхня адсорбції, спорідненість до розчинних полярних домішок, низькі рівні дозування для проведення процесу адсорбції. Гідрогель кремнезему SORBSIL використовується в рафінації олії та жирів як фізичній, так і хімічній, очистці переетерифікованого жиру і денікелізації. [21]

Під час модифікованого хімічного рафінування етапи промивання можна виключити за допомогою гідрогелю кремнію для видалення високих рівнів мила, таким чином зменшуючи витрати на промивну воду та втрати олії. Крім того, сепараційні центрифуги виключаються з процесу, що зменшує витрати на енергію та технічне обслуговування. Застосування кремнезему після нейтралізації олії лугом, дає можливість більш ефективно використовувати відбілюючу землю при подальшій обробці для видалення кольорових тіл.

Введення гідрогелату кремнію на етапі відбілювання сприяє зменшенню

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		34

кількості відбілюваної землі та загальної потреби в адсорбенті, що призводить до зменшення втрат олії та покращення ефективності фільтра, частково завдяки вищій проникності діоксиду кремнію, а частково завдяки меншому завантаженню твердих речовин у фільтр на тонну переробленої олії.

При фізичній рафінації олія може бути оброблена гідрогелем кремнезему SORBSIL як часткова або навіть повна заміна відбілюючої глини. Оскільки процес фізичного рафінування, як правило, більш вимогливий до адсорбенту для видалення фосфору, який поглинається кремнеземом. Використання діоксиду кремнію таким чином зменшить загальне використання адсорбенту, що призведе до менших втрат олії та покращення ефективності фільтрації. Наявність фосфоліпідів і слідів металів в олії знижує здатність відбілюючої землі видаляти кольорові тіла.

Гідрування харчових олій з використанням нікелевих каталізаторів може призвести до утворення масел, що містять неприпустимо високі рівні нікелю, які може бути присутнім у вигляді розчинених комплексних іонів, мила або частинок металу. Як і інші мікрометали, гідрогель SORBSIL має чудову здатність до нікелю. Його можна використовувати на стадії після відбілювання як часткову або повну заміну відбілюючої глини.

Для досягнення найкращих результатів олію попередньо обробляють лимонною кислотою додавання SORBSIL R40. Якщо окрема обробка лимонною кислотою неможлива, слід використовувати SORBSIL R92.

Хімічно каталізована переетерифікація являє собою реакцію, яка виробляє мило як небажаний побічний продукт. Звичайні методи використовують промивання водою для видалення мила з жиру, хоча екологічний тиск робить це все більше непривабливим. Силікагідрогель SORBSIL® забезпечує ефективну дію відповідає за видалення мила і є більш екологічно чистим ніж традиційні методи. Адсорбційна здатність гідрогелю кремнію SORBSIL® дозволяє ефективно видаляти високі рівні мила (1000 - 4000 ppm). Потім кремнезем і адсорбоване мило видаляються за потоком на фільтрі, таким чином усуваючи стадію промивання водою. Рекомендації щодо дозування 0,4% кремнезему SORBSIL для видалення приблизно 3000 ppm мила.[21]

На основі проведеного аналізу адсорбентів для очищення жирів, був обраний кремнезем SORBSIL.

2.2. Аналіз й вибір технологічних схем

Процеси адсорбційної очистки та дезодорації жирів та олій, що здійснюються в промисловості різними способами відрізняються конструкцією основних апаратів, їх продуктивністю, а також структурою робочого циклу.

Існують певні стадії процесу адсорбції, що є загальними для всіх схем адсорбційної очистки рослинних олій. Цими стадіями є:

- приготування концентрованої суспензії, методом змішування олійної сировини з необхідною кількістю каталізатора;
- деаерація сировини, попереднє і кінцеве відбілювання;

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		35

- відділення адсорбенту на фільтрах, з циклічним принципом роботи (може бути два та більше апаратів).

Температурний режим проведення процесу відбілювання не передбачає чіткого верхнього значення для отримання оптимальних результатів. Але при виконанні відбілювання під вакуумом рекомендовано дотримуватися позначки 90-95°C. Метою підігрівання олії є зниження в'язкості та забезпечення цим ефективнішого перемішування суміші олії та глини, хоча дія адсорбенту утримування адсорбованих речовин є міцнішою при нижчій температурі.

Для попередження окислення олії з киснем повітря проводиться процес деаерації. При умові відсутності видалення кисню у процесі відбілювання можливі негативні зміни, оскільки окислення може мати значний вплив на колір олії. Відбільна глина своєю присутністю тільки посилює цей вплив. Очевидним є те, що у присутності кисню, можливі складні кольорові зміни. За даних умов одночасно може відбуватися поява нових пігментів з раніше безбарвних, видалення існуючих пігментів, модифікація пігментів, руйнування інших пігментів, адсорбція різних пігментів і їх похідних[43].

Процес адсорбції займає певні часові рамки, приблизно 10-15 хвилин. Це необхідний час для виділення всієї вологи, пов'язаної адсорбентом та поглинання максимальної кількості пігментів та інших забруднень. Протягом перших декількох хвилин контакту адсорбенту з олією швидкість зниження кольоровості дуже велика, потім зменшується до моменту досягнення рівноваги, і далі кольоровість не змінюється. Хоча в теорії процес адсорбції повинен відбуватися практично миттєво. Для рівномірного розподілу адсорбенту в масі відбілюваної речовини та взаємопроникнення необхідне змішування, що також збільшує інтенсивність масообмінного процесу – сорбції.

У промисловому масштабі виробництва відпрацьований адсорбент відділяється від олії на фільтрі. За допомогою продування парою або азотом протягом певного часу вилучається захоплений жир (25-75%). Відновлена олія - частково окислений, темний продукт, повинна пройти повторну рафінацію, оскільки не може додаватися в вибілену олію.

Необхідно забезпечити сприятливі умови для зберігання олії: прохолодне місце, без контакту з повітрям, тому що рафінована вибілена олія особливо сприйнятлива до окислення і менш стійка, ніж сира, гідратована, рафінована або дезодорована олія. Для усунення кисню з резервуарів зберігання використовується азот, як інертний газ. Продукти окислення, що активуються в олії, не можуть бути повністю усунені при дезодорації, і це є причиною зменшення стабільності готового продукту.

До процесу дезодорації входять такі основні операції:

- деаерація;
- підігрівання;
- власне дезодорація;
- охолодження;
- полірувальне фільтрування;

Для попередження додаткового небажаного смаку олії в процесі

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		36

дезодорації, вона проходить ретельне очищення на попередніх стадіях рафінації, оскільки супутні речовини при високій температурі утворюють пригари на поверхні дезодоратора.

Початковим етапом дезодорації є деаерація, що проводиться в деаераторах з метою видалення розчиненого в олії повітря та вологи, які мають негативний при подальшому нагріванні і призводять до полімеризації та окислення олії. Температурний режим проведення процесу 110-130°C, залишковий тиск 0,64 МПа. Деаерації піддається також водяна пара, яка безпосередньо контактує з олією. Кисень, солі та інші гази вилучаються за допомогою сепараторів-водовідділювачів. В котли подається суха та нейтральна пара.

Перед процесом дезодорації олія підігривається в спіральних регенеративних теплообмінниках до 200°C за рахунок теплоти дезодорованого продукту. Остаточне підігрівання відбувається в кінцевому теплообміннику, до встановленої температури дезодорації (230-240°C), в якості теплоносія - органічне масло. Якщо температура при нагріванні збільшується понад 250°C відбуваються процеси термічного розпаду жиру, і в результаті дистиляції низькомолекулярних тригліцеридів, зростають втрати олії. Після закінчення деаерації олія самопливом перетікає до дезодоратора.

Дезодорація - це дистиляційний процес перегонки олії з паром, що відбувається при високій температурі та глибокому вакуумі. За рахунок відмінної леткості між супутніми речовинами і тригліцеридами відбувається видалення одоруючих речовин. В процесі цього також видаляються речовини, що мають подібну пружність парів - вуглеводні, моно- і дигліцериди, стерини та жирні кислоти. Дотримання температурних режимів, склад та леткість одоруючих речовин, а також пружність їх парів впливає на ефективність дезодорації. Процес вилучення одоруючих речовин можна умовно складається з трьох етапів:

- дифузія ароматичних речовин із шару олії до поверхні;
- випаровування летких речовин;
- винесення летких речовин потоком водяної пари та їх вилучення із зони випаровування.

Процес відбувається у апаратах дезодораторах. Всередині нагрівається олія до температури 200-230°C, це підвищує леткість одоруючих речовин, в умовах вакууму 0,25-0,5 кПа. Глибокий вакуум створюється в апараті необхідний для зниження температури дезодорації та прискорення процесу. Проте, це також має негативні результати, такі як збільшення відходів і втрат сировини за рахунок дистиляції гліцеридів низькомолекулярних жирних кислот. Для зниження можливого перегрівання, прискорення теплообміну, а також сприянню інтенсивного перемішування в апараті відбувається барботування гострої пари температурою 275-300°C. Внаслідок цього одоруючі речовини з поверхні крапель жиру переходять і поглинаються водяною паром[44].

Важливо регулювати кількість подачі пари під час проведення процесу

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		37

для запобігання гідролізу олій, збільшенню втрат з парою, та підвищенню споживання енергії. В процесі дезодорації температура олії підтримується автоматично. У скрубєрі відбувається накопичення парогазової суміші виділених летких речовин.

Для дезодорованої олії і погонів, які утворилися в процесі необхідно їх охолодити. З дезодоратора в скрубєр пароежекторним вакуум-насосом виводиться гостра водяна пара в суміші з парами летких речовин. В скрубєрі де за рахунок зрошування олією відбувається поглинання. В результаті рідина, яка утворилася відводиться в збірник, після чого подається для охолодження до 80 °С на пластинчатий теплообмінник. Погони, що накопичуються у збірнику по мірі заповнення видаляються, відключаючи систему від вакууму. Після закінчення процесу вимикають подачу гострої пари, і дезодорована гаряча олія для охолодження самопливом подається в теплообмінник. Процес відбувається під вакуумом, при зниженні температури олії спочатку до 50°С, а в кінцевому охолодженні до 30°С. Це необхідно для подальшого зберігання, оскільки охолоджений продукт стає стабільним[45].

Для дезактивації металів як каталізаторів окислення необхідне застосування лимонної кислоти при дезодорації. Концентрація розчину складає 15-20%, витрати лимонної кислоти - 4,2л / год. Для підвищення стійкості жиру розчин подається безпосередньо при дезодорації. Приготування розчину лимонної кислоти відбувається в баці, подається він дозуючим насосом в охолоджений дезодорант безпосередньо в трубу, що виходить із охолоджувача. Додавання розчину лимонної кислоти необхідне також для покращення якості олії, оскільки відбувається дезактивація металів.

Готовий продукт проходить фільтрування з метою контрольного вилучення твердих частинок, після цього олія перекачується насосом в сховище готової продукції.

Для збільшення стабільності та подальшому попередженню небажаних змін в дезодорованій олії при наступному зберіганні використовується інертний газ - азот.

На даний момент існують періодичні та безперервні методи відбілювання, з використанням високоефективних адсорбентів.

Безперервне відбілювання має ряд переваг та широке застосування у виробництві. Для забезпечення безперервності необхідне внесення до технологічної лінії герметичних фільтрів з механізованим вивантаженням осаду.

Періодичне відбілювання передбачає використання відкритих циліндричних резервуарів з конічними днищами, місткість яких не більше ніж 25000 кг, механічних змішувачів та теплообмінників типу зміювиків. Це пришвидшує поділ олії. Загальний час нагрівання не перевищує 1 години.

Періодичне та безперервне відбілювання зазвичай проводиться під вакуумом для захисту олії від окислення. Принципи роботи відкритого відбільного апарату та періодичного вакуум-відбільного апарату схожі. Обов'язковим етапом є вилучення повітря - деаерація відбільної глини та олії,

									Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата					38

що подаються на процес. Деаерація краще відбувається при досягненні температури відбілення 85-110 °С. В порівнянні з періодичним безперервне вакуумне відбілювання є ефективнішим, тому що краще проводиться процес деаерації за рахунок розпилення олії в безперервний вакуумний відбільний апарат, також відбується інтенсивне змішування.

У безперервному та періодичному процесах передбачено змішування відбільної глини в концентровану суспензію з частиною олії в окремому невеликому резервуарі.

Протягом 15-20 хвилин відбувається перемішування нагрітої олії з суспензією, після цього відправляється на фільтрацію. У безперервних схемах віділення відпрацьованих глин здійснюється на різних за конструкцією герметичних фільтрах з механічним вивантаженням осаду - дискові, патронні, пластинчаті фільтри та ін. В періодичних схемах лише у фільтр-пресах. Попередньо перед фільтруванням порція може бути охолоджена до 70-80 °С.

В резервуар повертаються перші порції профільтрованої олії. Це сприяє утворенню наміву фільтрованого шару і максимальному ефекту розділення суспензії. Наступним етапом олія направляється на подальшу переробку або у резервуари зберігання за умови досягнення достатнього рівня знебарвлення.

З метою зменшення втрат обов'язково необхідно піддати обробці відпрацьовану з фільтра глину, оскільки вміст жиру в ній може коливатися від 40 до 60 % жиру. Цей показник залежить ряду причин, до яких можна віднести: температурний і технологічний режими процесу фільтрації, тип і конструкція фільтрів, природа і структури відбільних глин, їх маслоємність. Процес відбувається протягом декількох хвилин шляхом продування повітрям допоки не буде видавлена найбільша кількість залишкової олії з фільтра, а потім продувається сухою парою протягом 30-45 хвилин під тиском. Для уникнення винесення масляних частинок в атмосферу, продування фільтрів відбувається через закриту лінію. Вилучена Суміш повітря, пари та крапель олії, що були вилучені виводяться в невеликий закритий резервуар, звідки відновлена олія подається на рафінацію, а сконденсована вода видаляється[45].

У нашій країні переважає використання установок безперервного відбілювання, так як і за кордоном, оскільки вони відрізняються апаратами для відбілювання, конструкцією фільтрів з механічним вивантаженням осаду.

Відомими наступні установками безперервного відбілювання є: «Спейшим» (Франція); «Альфа-Лаваль» (Швеція); «Де Смет» (Бельгія); «Окрім» (Італія); «Крупп» (Німеччина); «Бернардіні» (Італія).

Установка фірми «Спейшим» передбачає проведення процесу в двосекційному горизонтальному апараті та використанні пластинчатих фільтрів. Необхідне також попереднє підсушування і деаерацію суспензії. Для відбілювання в установці використовується один тип порошку 1%, інший тип - для створення дренажного шару в кількості 0,1-0,2%.

Установка «Альфа-Лаваль» передбачає застосування одностадійного відбілювання. На лінії встановлені вертикальні пластинчаті та дискові фільтри. Використання фільтрів «Фунда» сприяє збільшенню продуктивності лінії до 12

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		39

т/год. Конструкція основного апарату розділена на чотири секції, що розташовуються одна над іншою, кожна з яких обладнана мішалками для збільшення інтенсивного контакту олії з адсорбентом.

В установці фірми «Де Смет» використовується відбильний апарат, що складається з двох секцій. У верхній секції відбувається підігрівання олії змішувачем. Дія апарату проводиться під абсолютним тиском 0,005 - 0,008 МПа. Кожна секція оснащена розподільником гострого пара для інтенсивного перемішування середовища. В даній установці є особливість - це додаткова технологічна операція, що передбачає обробку олії лимонною кислотою з метою більш повного виведення фосфоліпідів.

В установці фірми «Окрім» використовуються лінії для відбильовання з трьохсекційною відбильною колоною і патронними фільтрами. Всередині кожної секції здійснюється автоматичний контроль рівня олії і температури.

В установці фірми «Крупп» використовується одноступінчастий вакуум - відбильний апарат, всередині якого рух олії відбувається тонкою плівкою з кількох напрямних жолобів. Це сприяє покращенню інтенсивності процесу деаерації і видаленню залишкової вологи. В залежності від необхідного часу реакції у нижній частині апарату підтримується певний рівень олії. Для попередження потрапляння крапель олії в вакуумну систему існує відбивач крапель, що розташований у верхній частині апарату.

Недоліками використання періодичної схеми є її низька продуктивність; високий вміст олії у відпрацьованому адсорбенті; за рахунок того, що лінія не автоматизована збільшується тривалість усього процесу.

Переваги періодичної схеми: малі виробничі площі, відносно проста структура лінії, застосування невеликої кількості обладнання.

Використання безперервної схеми є більш доцільним, оскільки має певні переваги, такі як, більша продуктивність у порівнянні з періодичною, механічне вивантаження осаду з фільтрів повна автоматизація лінії. Осад відпрацьованого адсорбенту на дисках фільтрів і послідовно продувають паром для часткового знежирювання й підсушують гарячим повітрям тим самим запобігаючи зменшенню втрат олії. Тривалість процесу є меншою, ніж у періодичній схемі.

Недоліками використання безперервної лінії є необхідність значної виробничої площі; з урахуванням їх більш складних схем є потреба у дорогому імпортованому обладнанні[46].

Процес дезодорації може здійснюватися періодично, безперервно і напівбезперервно.

Періодичний процес передбачає використання установок періодичної дії - це переважно вертикальні циліндричні апарати. Всередині яких послідовно проходять операції нагрівання, деаерації, дезодорації і охолодження олії. Недоліки використання таких: великі витрати пари і охолоджуючої води; велика висота шару олії над паровим барботером, що погіршує умови ефективного контактування пари з жиром; обмежена швидкість пари, зумовлена збільшенням втрат олії, що виносяться паром з дезодоратора у вигляді найдрібніших крапель. Переваги: надійність роботи, простота

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		40

конструкції, низька продуктивність що є доцільним у використанні дезодораторів періодичної дії на малих підприємствах [44].

Переваги безперервної дезодорації: рівномірне навантаження обладнання, за рахунок того, що процеси протікають послідовно, кожна операція відбувається в призначеному апараті (секції) лінії, ефективний контакт пари та жиру в тонких шарах на різних насадках, тарілках, пластинах; корисне використання енергії. На сьогодні виробляють установки безперервної дії з використанням дезодораторів колонного, карусельного (секції створенні радіальними перегородками), типівтунельного (горизонтального). До дезодораторів колонного типу відносяться Альфа-Лаваль (Швеція), Рос-Довнс (Великобританія), Міцубіші (Японія), Де-Смет (Бельгія), Екстракшионтехнік і Лургі (Німеччина)[47].

Дезодораційні установки відрізняються:

- за умовами взаємодії олії з гострою парою;
- за способом нагріву і рекуперації тепла;
- за способом організації процесу;
- за способом створення вакууму.

Дезодоратори за способом створення поверхні фазового контакту поділяються на наступні типи:

- розпилювальні – диспергування олії відбувається в парі або суміші олії з парою під вакуумом;
- плівкові – контактування суцільних жирових і парових фаз.
- барботажні – пари диспергуються в олії.

Принцип роботи дезодораційних установок розпилювального полягає у проведенні процесу диспергування олії в парі або суміші олії з парою під вакуумом. Одоруючі речовини відганяються за рахунок добре розвиненої міжфазної поверхні, яка утворюється на краплинах олії завдяки міжфазній та внутрішній турбулентності, що виникає при русі краплини і миттєвому випаровуванні з неї летких компонентів.

Дезодораційна установка фірми «Шумахер» (Німеччина) включає в себе статичний змішувач для змішування олії з водою при тискові 4-6 МПа і температурі 220-250°C, сепаратор парів і трубу Вентурі. Принцип дії: суміш олії з водою під тиском надходить в трубу Вентурі, в сопло, а в пряму камеру подається визначена кількість пари. Суміш олії з водою і парою розпилюється в сепараторі-циклоні, всередині якого підтримується залишковий тиск 0,13-4 кПа. Завдяки зниженню тиску з поверхні краплин олії і з їх об'єму відбувається миттєве випаровування летких компонентів і води. В нижню частину сепаратора подається гостра пара для додаткового контактування олії з потоком пари. Загальний час проведення процесу 12-15 хв. Продуктивність 250т/добу.

За принципом дезодорації в тонкій плівці працюють установки фірм Де Смет (Бельгія), Спейшим (Франція), Шмідінг (Німеччина). Використання таких апаратів передбачає чітке дотримання гідродинамічних умов стікання плівки рідини по поверхні насадки при (критерій Рейнольда плівки, що стікає $200 < Re < 1000$), та товщини плівки (менше 0,5мм), завдяки яким залежить

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		41

ефективність протікання процесу.

В барботажних дезодораторах процес відбувається шляхом диспергування пари в шарі олії. Барботажні дезодоратори класифікують на апарати періодичної дії – ємнісні, безперервної дії – дезодоратори з горизонтальним розташуванням однієї або декількох секцій з подвоєним корпусом та напівбезперервної дії – вертикальні секційні колони з одинарним корпусом.

Дезодоратор періодичної дії Д-5 являє собою вертикальну циліндричну ємність об'ємом $12,5\text{м}^3$, в нижній частині якого встановлені барботер і змієвики, що призначені для нагріву та охолодження олії. Недоліками є підвищені витрати гострої пари (більше 100 кг/т) та велика тривалість обробки (3 год).

До установок напівбезперервної дії відносять тарілчасті дезодоратори, всередині яких тарілка заповнюється дозою олії і по проходженні «витримки» автоматично здійснюється перепуск олії з тарілки на тарілку. Конструкція може передбачати одинарний корпус (тарілки закріплюються безпосередньо в корпусі, що виконує і функцію бокової стінки тарілки) або подвоєний корпус (тарілки мають власний корпус і монтуються в апараті таким чином, щоб між боковою стінкою тарілки і корпусом був великий простір, що запобігає тепловтратам). Завдяки такій конструкції корпус можна виготовити з дешевої вуглеводистої сталі, але вони складніше у виготовленні і обслуговуванні, а також це дозволяє встановлювати дезодоратор на відкритому повітрі[44].

Вертикальні тарілчасті дезодоратори можуть бути безперервної та напівбезперервної дії. В безперервно діючих тарілчастих дезодораторах процес відбувається послідовно: олія поступово піддається обробці гострою парою на усіх тарілках, проходить через канали та секції, що утворені внутрішніми направляючими перегородками тарілок. Переливні пристрої забезпечують перехід продукту з тарілки на тарілку та визначають висоту шару олії на тарілці.

Конструкція дезодораторів «Дайфлоу» фірми «Європа Краун» являє собою вертикальну колону, що розділена на секції суцільною перегородкою. Особливістю установки є можливість використання циркуляції в кожній секції для підвищення ефективності дезодорації при мінімальних витратах гострої пари [44].

В даній сфері процес дезодорації безперервним способом здійснюється на лініях для дезодорації олій (жирів) фірм Альфа Лаваль, Де Смет, Європа Краун, СРМ СКЕТ та інших.

Поширеного розповсюдження набули барботажні дезодоратори тарілчатого та поличного типу.

Згідно проведеного аналізу існуючих установок відбілювання та дезодорації та їх порівняння, пріоритетним у використанні при проектуванні цеху є технологічна схема безперервного одностадійного відбілювання та дезодорації на колоних дезодораторах тарілчатого типу фірми «Альфа-Лаваль». Перевагами даної схеми є:

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		42

- економічна вигідність;
- задовільнення заданої продуктивності;
- повна автоматизація лінії.

2.3. Розрахунок сировини, готової продукції та допоміжних матеріалів

Вихідні дані до технологічних розрахунків

Розрахунок виходів продукції, відходів та втрат при виробництві жиру переестерифікованого рафінованого, дезодорованого здійснюється на основі визначення кількості проміжних продуктів, готової продукції, відходів та втрат сировини, а також витрат допоміжних матеріалів.

Технологічні розрахунки ведуться по дільниці продуктивністю 90 т за добу переестерифікованого рафінованого, дезодорованого жиру.

Таблиця 10. Вихідні дані

Показник	Значення
Введення адсорбенту «Сорбсил», від маси жиру,	1,5%
Вміст жиру у адсорбенті на фільтрах перед віджиманням, g ₁	30%
Вміст жиру у адсорбенті на фільтрах після віджимання, g ₂	15%
Початкова кислотність жиру переестерифікованого, що обробляється	0,5%
Кінцева кислотність жиру переестерифікованого рафінованого, дезодорованого	0,05%
Маса жирних кислот, які утворюються в результаті гідролізу тригліцеридів	0,03%
Маса одуруючих речовин, які відганяються	0,05%
Маса нейтрального жиру, який виноситься із дезодоратора гострою парою	0,08%

Розрахунок норм витрат сировини чи виходу виробів (з урахуванням специфіки галузі)

						Арк.
						43
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

1) Витрата адсорбента «Сорбсил» на очистку переестерифікованого жиру.
При потужності дільниці $m = 3,75$ т/год.

$$\Gamma_1 = Q \cdot \Gamma$$

$$\Gamma_1 = 3,75 \cdot 15 = 56,25 \text{ кг/год}$$

2) Відходи та витрати жирів

2.1 Маса відпрацьованого адсорбенту перед віджиманням, кг/т:

$$\Gamma_o = (\Gamma \cdot 100) / (100 \cdot g_1)$$

$$\Gamma_o = (15 \cdot 100) / (100 - 30) = 21,43 \text{ кг/т}$$

2.2 Маса технічного жиру, що віджимається на фільтрі, кг/т:

$$G' = \Gamma_o [1 - (100 - g_1) / (100 - g_2)]$$

$$G' = 21,43 \cdot (1 - (100 - 30)) / (100 - 15) = 3,78 \text{ кг/т}$$

2.3 Маса жиру у відпрацьованому адсорбенті, що вивантажується, кг/т:

$$G'' = ((\Gamma \cdot 100) / (100 - g_2)) - \Gamma$$

$$G'' = ((15 \cdot 100) / (100 - 15)) - 15 = 2,65 \text{ кг/т}$$

2.4 Безповоротні витрати $\Pi_o = 0,033\% = 0,33$ кг/т;

2.5 Сумарні відходи і витрати, кг/т:

$$\Sigma B = G' + G'' + \Pi_o$$

$$\Sigma B = 3,78 + 2,65 + 0,33 = 6,76 \text{ кг/т}$$

3) Вихід адсорбційно очищеного переестерифікованого жиру, кг/т:

$$A_p = 1000 - \Sigma B$$

$$A_{p(\text{ад})} = 1000 - 6,76 = 993,24 \text{ кг/т}$$

4) Початков кислотність адсорбційно очищеного переестерифікованого жиру, що обробляється (кислотність 0,5%)

$$\mathcal{J}'_n = 0,5 \% = 5 \text{ кг/т}$$

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		44

5) Кінцева кислотність жиру переетерифікованого рафінованого, дезодорованого (кислотність 0,05%)

$$ж'_к = 0,05\% = 0,5 \text{ кг/т}$$

6) Маса жирних кислот, які утворюються в результаті гідролізу тригліцеридів

$$ж'_з = 0,03\% = 0,3 \text{ кг/т}$$

7) Маса одуруючих речовин, які відганяються із переетерифікованого жиру:

$$ж'_о = 0,05\% = 0,5 \text{ кг/т}$$

8) Маса нейтрального жиру, який виноситься із дезодоратора гострою парою:

$$ж' = 0,08\% = 0,8 \text{ кг/т}$$

9) Маса жирних кислот, які відганяються із переетерифікованого жиру, кг/т::

$$ж''_к = ж'_н - ж'_к + ж'_з = 5 - 0,5 + 0,3 = 4,8 \text{ кг/т}$$

10) Загальна маса жирових компонентів, які відганяються з переетерифікованого жиру, кг/т::

$$\Sigma ж''_y = ж''_к + ж'_о + ж' = 4,8 + 0,5 + 0,8 = 6,1 \text{ кг/т}$$

11) Відповідно в годину:

$$П' = \Sigma ж''_y \cdot t = 6,1 \cdot 3,75 = 22,88 \text{ кг/год}$$

де t – продуктивність дезодораційної колони за годину.

Маса летких компонентів та нейтральних жирів, які виносяться із скрубера в конденсатори вакуумної системи $g'_{жк} = 2,8 \text{ кг/год}$

12) Маса компонентів, які поглинаються абсорбентом у скрубери:

$$K' = П' - g'_{жк} = 22,88 - 2,8 = 20,08 \text{ кг/год}$$

Охолодженням циркулюючим абсорбентом (жиром) в скрубери здійснюється абсорбція жирних погонів із газової фази. Маса циркуляційного

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		45

жиру по технологічним умовам складає $G_M=600$ кг. В ході процесу олія насичується поглинутими вільними жирними кислотами і нейтральними жирами, тому його періодично замінюють свіжим. Заміна відбувається один раз в три доби, в залежності від початкової кислотності жирів, що надходять на процес.

14) Загальна маса циркулюючого абсорбента що витрачається на 1 тону дезодорованого переетерифікованого жиру:

$$z = G_M / 150 = 600 / 150 = 4 \text{ кг/т}$$

Відходи та втрати на стадії дезодорації переетерифікованих жирів що суміщена зі стадією дистиляційного розкислення, визначаються з урахуванням відходів у кількості $1,6 \cdot x$, де x - кількість вільних жирних кислот (%), що міститься у жирі, який подається на процес дезодорації.

Вихід і маса відходів що утворюються, складає:

Відходи при:

- погони, що перейшли в абсорбент - 1,7 кг/т
- безповоротні втрати - 0,45 кг/т
- відходи при дистиляційному розкисленні – 0,8 кг/т
- 15) Загальна маса відходів при дезодорації жирів збільшується за рахунок циркулюючого жиру, яка використовується на технологічні цілі, і складає:

$$g_o = z + 1,7 + 0,45 + 0,8 = 4 + = 6,95 \text{ кг/т}$$

$$\text{Тоді} \quad (993,24 \cdot 6,95) \div 1000 = 6,9$$

16) Вихід переетерифікованого жиру, адсорбційно очищеного, дезодорованого складає:

$$A_p = A_p - \sum B = 1000 - 6,9 - 6,76 = 986,34 \text{ кг/т}$$

17) Витрати переетерифікованого жиру на 1 т рафінованого, дезодорованого, складає :

$$B = 1000 \cdot 1000 / 986,34 = 1013,8 \text{ кг}$$

18) Витрати переетерифікованого жиру на 1 т переетерифікованого жиру, адсорбційно очищеного, дезодорованого, з урахуванням жиру що циркулює в скрубєрі :

$$B = 1000 \cdot 1000 / (986,34 - 4) = 1017,98 \text{ кг}$$

19) Масова частка лимонної кислоти, яка подається в жир при дезодорації, суміщеної з дистиляційним розкисленням - 0,01%. Кількість лимонної кислоти на 1 т дезодоровану олію становить:

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		46

$$Л \text{ м.ч.} = 50 \cdot 100 / 0,15 \cdot 1000 = 0,33 \text{ кг / т}$$

$$\text{або } 0,33 \cdot 90 = 29,7 \text{ кг / добу}$$

Таблиця 11. Зведений продуктивний баланс дільниці фізичної рафінації переетерифікованих жирів

Стаття витрат	На 1т, кг	За добу, т	В місяць (29 днів), т	В рік (318 днів) тис т
Вихідний переетерифікований жир	1000	90	2610	28,62
Вихід переетерифікованого жиру адсорбційно очищеного дезодорованого	986,34	88,77	2574,34	28,23
Сумарні відходи і втрати жиру при адсорбційній очистці	6,76	0,61	17,69	0,2
т.ч.				
- технічний жир	3,78	0,34	9,86	0,1
- жир у відпрацьованому адсорбенті	2,65	0,24	6,96	0,08
Безповоротні втрати при адсорбційній очистці	0,33	0,03	0,86	0,009
Вихід відпрацьованого адсорбенту	17,65	1,59	46,07	0,5
Сумарні відходи і втрати жиру при дезодорації, суміщеної з	6,9	0,62	18,0	0,2

									Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата					47

дистиляційним розкисненням				
Безповоротні втрати при дезодорації, суміщеної з дистиляційним розкисненням	0,45	0,04	1,17	0,015

2.4. Аналіз, підбір, обґрунтування і розрахунок кількості обладнання

Проектне рішення проведення процесу фізичної рафінації переетерифікованих жирів потужністю 90 т за добу на лінії фізичної рафінації фірми Альфа-Лаваль передбачає таке обладнання:

Склад лінії фізичної рафінації переетерифікованих жирів у цеху потужністю 90 т за добу фірми Альфа-Лаваль

№ пп	Найменування обладнання	Кількість, шт.
Адсорбційне очищення		
1.	Приймальний бак для гідратованої, нейтралізованої олії	1
2.	Теплообмінник	1
3.	Насоси	5
4.	Бункер для відбільної глини	1
5.	Колонний реактор	1
6.	Дисковий фільтр	2
7.	Приймальний бункер	1
8.	Установка для створення вакууму	1
9.	Циклон	1
10.	Водозбірник	1
11.	Компресор	1
	Всього	16
Дезодорація		
1.	Насоси	6
2.	Фільтр	1
3.	Деаератор	1
4.	Теплообмінники спіральні	4
5.	Дезодоратор	1
6.	Скрубер	1
7.	Бак жиру для зрошування	1
8.	Пластинчатий теплообмінник	1

						Арк.
						48
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

9.	Насос дозуючий	1
10.	Бак для лимонної кислоти;	1
11.	Електричний теплогенератор	1
12.	Полірувальний фільтр	1
13.	Вакуум-насос	1
14.	Компресор	1
15.	Барометричний колодязь	1
	Всього:	23

Пластинчастий теплообмінник. Теплообмінний апарат призначений для проведення процесу теплообміну рекуперативного типу. В якості теплоносія - насичена пара з температурою 132,9⁰С і тиском 0,3 МПа. Мета роботи теплообмінного апарату на лінії рафінації - підігрівання олії до 110⁰С. Теплообмінник складається з 1, 11 – подаючий і зворотний патрубків для підключення гріючої середовища (теплоносія); 2, 12 – вхідний і вихідний патрубків нагрівається середовища; 3 — передня нерухома плита; 4, 14 – отвори для потоку теплоносія; 5 – мала ущільнювальна прокладка у вигляді кільця; 6 – робоча теплообмінна пластина; 7 – верхня напрямна; 8 – задня рухома плита; 9 – задня опора; 10 – шпилька; 13 – велика прокладка по контуру пластини; 15 – нижня напрямна.

Принцип роботи пластинчастого теплообмінника – передача теплоти між теплоносіями відбувається через роздільну стінку. Поверхнею теплопередачі в цих теплообмінниках є гофровані паралельні пластини, які встановлені в раму і стягнуті в пакет. Пластини в пакеті однакові, розгорнуті одна за одною на 180°, тому при стягуванні пакета пластин утворюється система вузьких хвилястих каналів шириною 3-6 мм, за якими і протікають теплоносії. Пластини виготовлені з кислотостійкої сталі з гофрованою поверхнею, що створює турбулентність потоку. В свою чергу це збільшує ефективність тепловіддачі і перешкоджає скупченню відкладень і накипу на робочій поверхні обладнання.

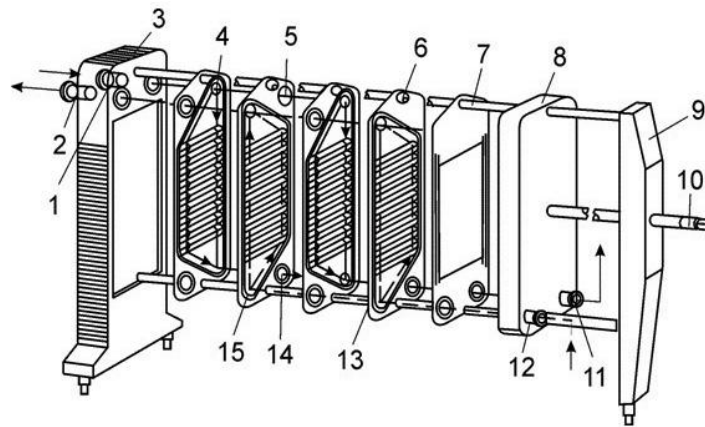
Між пластинами укладені гумові ущільнюючі прокладки, які забезпечують черговість заповнення: в одній секції вони відкривають шлях потоку теплоносія - насиченої пари, в іншій – поглинача тепла, в даному випадку - олії. Інтенсивний процес теплообміну відбувається відразу з двох сторін, окрім першої та останньої секції. Теплоносій подається зверху і виходить через нижній патрубок, а продукт - навпаки, таким чином рухаючись у протилежному напрямку і забезпечуючи кращу ефективність процесу теплообміну в порівнянні з іншими апаратами.

Переваги пластинчастого теплообмінника

Технічна характеристика

Площа поверхні теплообміну, м ²	20
Довжина, мм	1500
Ширина, мм	300
Висота, мм	596

					Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата	49



Бункер для відбільної глини (рис. 8). Апарат призначений для приймання та подачі відбільних глин через порційний живильник в колонний апарат. Бункер являє собою суцільно зварену сталеву вертикальну конструкцію, яка складається з циліндричної форми корпусу з усіченим конусом. Апарат обладнаний сигналізатором поз. 3, що показує верхній і нижній рівень глини в бункері. Глина - порошок завантажується аерозольним транспортером, а вивантажується – через усічений конус бункера, до якого прикріплені розвантажувальні і дозуючі автомати.

Для полегшення подачі відбільних глин бункер розміщений над відбільним апаратом. Також зовнішня поверхня усіченого конуса оснащена вібраторами поз.2 для попередження зависання відбільних глин.

Бункер оснащений автоматичним дозуючим апаратом. Його принцип дії заключається в тому, що по трубі поз. 5 відбільна глина-порошок надходить із бункера в деаераційну камеру поз. 8. В наслідок цього з неї видаляється повітря. Датчик поз. 7 реєструє масу порошку, що надходить, а двох позиційний регулятор поз. 6 контролює цей рівень через пневматичний клапан для завантаження поз. 4. За допомогою вакуумної лінії, на якій встановлений запірний клапан поз. 9 і зворотній клапан поз. 12 камера поз. 8 з'єднана з відбільним апаратом поз. 13.

По трубі поз. 10 порція деаерованої відбільної глини передається в апарат для відбілювання. Для регулювання маси порошку, що подається в відбілюючу олію реле часу поз. 11, заблоковано з пневматичними клапанами поз. 4 і 4'.

При середній нормі введення глини, місткість бункера розраховується на одну зміну.

Технологічна характеристика

Повна місткість, м³ 2,5

Розміри, м

- діаметр 1,4
- висота
 - циліндра 1,0
 - усіченого конуса 2,0

					Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата	50

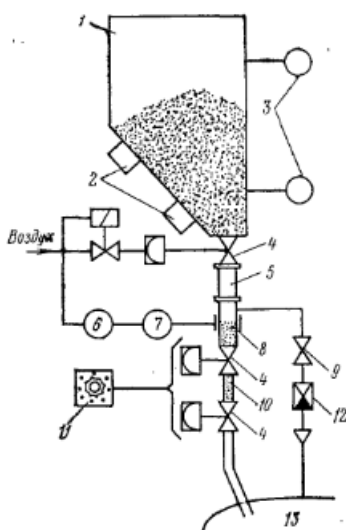


Рис. 8. Бункер для відбільної глини

Дисковий фільтр (рис. 9). Апарат призначений для відділення олії від відпрацьованих відбільних глин. Дисковий фільтр це вертикальний сталевий апарат з циліндричним корпусом поз. 1 і дном поз. 4 у вигляді усіченого конуса. За рахунок дії відцентрової сили вивантаження відбувається механічно. У центрі апарату проходить вертикальний порожній вал поз. 2, на якому закріплено 40 фільтруючих дисків поз. 3. Фільтр закривається сферичною кришкою поз. 10, що з'єднана з корпусом за допомогою фланців на болтах.

Фільтруюча суспензія, яка містить адсорбент подається у дисковий фільтр через патрубок поз. 8, розташований у конусній частині апарату. Повітря видаляється з апарату по мірі його заповнення олією через патрубок поз. 14, з'єднаний з вакуумною системою. По заповненню апарату олією запірний прилад на патрубку поз. 14 перекриває канал, і олія, що продовжує надходити в апарат починає просочуватися через фільтруючу поверхню дисків поз. 3, тиск у фільтрі постійно збільшується в залежності від опору осаду на фільтруючій поверхні. Фільтруючою частиною є тільки верхня горизонтальна поверхня дисків поз. 3.

Олійна суспензія подається безперервно за температурою 90-100⁰С. Фільтрована олія проходить в порожнину диску і через отвори у валі поз. 2 виводиться через патрубок поз. 5. Перші мутні порції фільтрату повертають на повторну обробку.

При постійному навантаженні апарату поступово відкладається шар відбільної глини на фільтруючих дисках, і тиск збільшується. Коли тиск досягає 0,35 МПа, процес зупиняється. На цей час вмикають резервний фільтр і приступають до вивантаження осаду. Спершу зливається олія, що знаходиться у фільтрі, через патрубок поз. 6 і подається насосом в інший працюючий фільтр. Після зливу суспензії з фільтра осад, що знаходиться на поверхні фільтра, через патрубок поз. 15 продувають стиснутим повітрям, інертним газом, паром для зниження жирності. Віджата олія через патрубок поз.6 надходить в насос і повертається у відбільний апарат. Для більш повного

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		51

знежирення осаду подається гостра водяна пара через патрубок поз. 12 в перфороване кільце при тиску 0,8 МПа. Через патрубок поз. 5 у збірний резервуар для технічної олії виводиться з фільтрасуміш віджатої олії з водяним конденсатом. Потім знежирений осад на дисках продувається повітрям для висушування.

Внаслідок процесу продування у відпрацьованому осаді відбільної глини залишається у середньому 15-25% олії, маса набуває рухому сипучу структуру.

Для вивантаження осаду вмикають електродвигун поз. 11, який через клинопасовий привід поз. 13 обертає вал поз. 2 з закріпленими на ньому фільтруючими дисками поз. 3. Частота обертання валу - 300 хв^{-1} .

Внаслідок відцентрової сили осад скидається з поверхні дисків у конічну частину фільтра. Для запобігання зависання осаду, що вигружується у нижній частині порожнинного валу прикріплено три зворушителя поз. 9. Осад відпрацьованої відбільної глини вивантажується через розвантажувальний патрубок поз. 7, що перекидається засувкою з пневматичним приводом.

Технічна характеристика

Поверхня фільтрування, м^2	30
Температура матеріалу що фільтрується, $^{\circ}\text{C}$	до 120
Кількість фільтруючих елементів	40
Діаметр фільтруючих дисків, м	1
Частота обертання дисків в період вивантаження осаду, хв^{-1}	300
Потужність двигуна, кВт	30
Тиск, МПа	
По фільтруванню	до 0,35
Продуванні	до 0,8
Повна місткість, м^3	2,44
Розміри, м	
Діаметр корпусу	1,15
Висота циліндра	2,29
Висота усіченого конусу	0,785
Повна висота	4,18

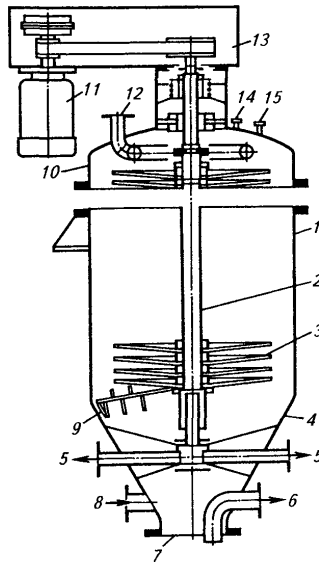


Рис. 9 Дисківий фільтр з механічним вивантаженням осаду

Реактор колонний секційного типу (рис. 10) Призначення: для проведення безперервного процесу відбілювання рідкої рослинної олії. Це суцільно зварений сталевий реактор вертикальної конструкції з циліндричним корпусом поз. 1, кришкою поз. 11 і сферичним дном поз. 3. Всередині апарат розділений за допомогою перегородок на п'ять секцій. У верхній секції, яка відокремлена конічною перегородкою поз. 13, відбувається процес підсушування і деаерації олії, що надходить на відбілювання. Для надходження олії в апарат створені патрубки поз.8, які за допомогою чотирьох форсунок, розпилюють її. Внаслідок цього створюється велика поверхня для полегшення процесу сушіння і деаерації олії. Залишковий тиску при процесі відбілювання - 5,33 кПа, підтримується у всіх секціях. Спочатку олія з верхньої секції переходить в першу відбілюючу секцію поз. 5, при цьому безперервно і одночасно подається необхідна кількість відбілюючої глини через патрубок поз. 7. За допомогою лопастей механічної мішалки поз. 14 відбувається процес інтенсивного перемішування олії з глиною. Далі суспензія по перетічним воронкам поз. 18. переходить в другу секцію по похилій перегородці поз. 16, а із неї в третю відбілюючу секції. За допомогою автоматично керованих засувки поз.17 регулюється швидкість переходу. Після послідовного проходження усіх трьох секцій суспензія переходить в нижню збірну секцію поз. 4, із якої вона відкачується на фільтрацію[26].

Електродвигун поз. 9 приводить в рух механічну мішалку через редуктор поз. 10. Частота обертання мішалки 36 хв^{-1} .

Для приєднання апарата до матеріальних і вакуумних комунікацій існують патрубки поз. 2, 6, 12. Люки поз.15 слугують для внутрішнього огляду і ремонту.

Технічна характеристика

Продуктивність по олії, т/год	4,17
Повна місткість, м ³	5,4

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		53

Розміри, м

Діаметр	0,7
Висота циліндра	1,3
Повна висота корпусу	1,7
Потужність електродвигуна, кВт	5,5
Частота обертання змішувача, хв ⁻¹	36,0
Остаточний тиск в апараті, кПа	5,3

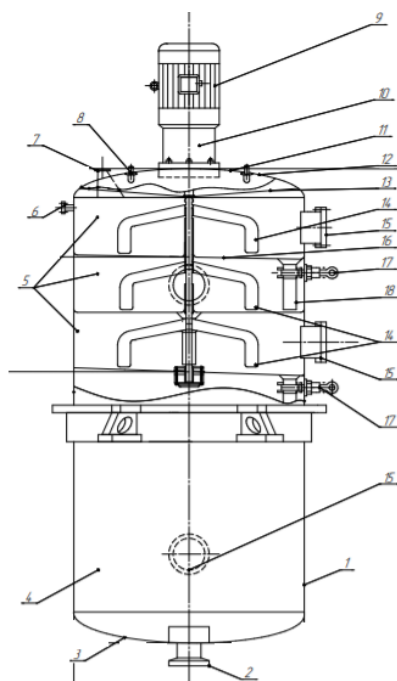


Рис. 10. Реактор колонний секційного типу

Вакуумне обладнання. Призначення: підтримання остаточного тиску 5,3 кПа у відбільному апараті і у вакуум-фільтрі (в період заповнення). До його складу входять двоступінчатий водокільцевий вакуум-насос і агрегат, що включає в себе краплевловлювач, барометричний конденсатор змішування, комбіновану ежекторну установку . В барометричному конденсаторі змішування (рис. 11) пароповітряна суміш конденсується при безпосередньому контакті з водою для охолодження. Апарат являє собою вертикальну циліндричну конструкцію з верхнім входом для води поз. 2. Принцип дії апарату полягає в тому, що вода розподіляється за допомогою форсунок або затискного диску з отворами. В даному апараті вода при стіканні по сегментних тарілках поз. 4 утворює плоскі завіси. Пароповітряна суміш подається знизу через патрубок поз.1. Пари що не сконденсувалися, а також повітря видаляються з верхньої частини конденсатора через патрубок поз. 3. В конденсаторах змішування повітря частково переходить у воду для охолодження, разом з нею потрапляє у барометричну коробку, а потім піднімається на поверхню, захоплюючи за собою жировмісні речовини, які збираються на поверхні у вигляді піни. Ця піна являє собою стійку емульсію, що містить практично постійну масову частку жировмісних речовин,

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		54

приблизно 4,5%. Без такої аерації жирові речовини не відділяються від барометричної води навіть при витримуванні протягом декількох годин.

Барометричні конденсатори змішування мають ряд переваг: надійність в експлуатації, простота конструкції, низька вартість і незначні витрати на ремонт. Основними недоліками є забруднення охолоджуючої води дистиллятом, що відганяється при дезодорації повітряного басейну при використанні градирні для охолодження системи з водообігом.

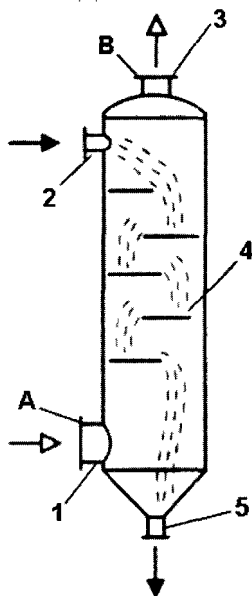


Рис. 11. Барометричний конденсатор змішування

Несконденсована пароповітряна суміш надходить в комплексну ежекторну установку (рис. 6). Апарат складається з двох ступеней: перша ступінь - паровий ежектор поз. 2, друга - водоструменевий ежектор поз. 1, змонтований вертикально над барометричним колодязем поз. 4 на висоті не менше 7-8 м. Пароповітряна суміш з сушильного апарату поз. 3 надходить в приймальну камеру парового ежектора поз. 2, стискається робочою парою до тиску, при якому температура конденсації пари і пароповітряної суміші перевищує температуру оборотної води не менше ніж на 10°C . Ця суміш надходить в камеру для приймання водоструменевого ежектора поз. 1. Всередині нього відбувається конденсації пари з пароповітряної суміші на струменях води з одночасним їхнім нагріванням і стисненням газів, що не сконденсувалися (в основному, повітря).

Водогасова суміш з ежектора надходить у зливну трубу і далі в барометричний колодязь поз. 4, де відбувається викид газів в атмосферу. Вода з барометричного баку відкачується насосом поз. 5 і надходить за необхідності на очищення, а далі на охолодження в градирню поз. 6. Вода з градирні на другу ступінь подається циркуляційним насосом поз. 7.

Перевагами даного апарату є: менші витрати робочої пари в літній період (в 1,5-2 рази); можливість роботи без використання пари в зимовий період; простота конструкції, що забезпечує невеликий вакуумний об'єм, що значною мірою знижує вірогідність підсмоктування повітря (є всього два запірних вентилі); невисока вартість.

									Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата					55

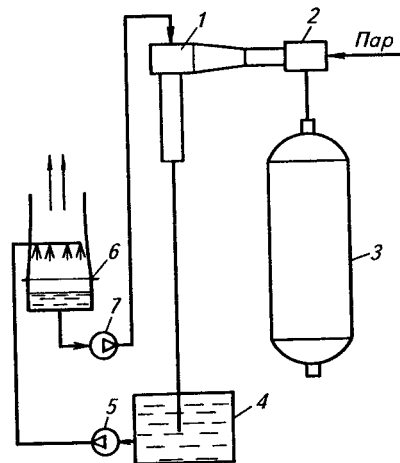


Рис. 11. Комплексна ежекторна установка

Лінія дезодорації соняшникової олії продуктивністю 90 тонн за добу відбувається на лінії фірми Альфа-Лаваль, що складається такого обладнання(таблиця)

Колонний дезодоратор тарілчатого типу (рис. 12). Циліндричний апарат висотою 9,44 м і діаметром 3 м, з встановленим у верхній частині скруббером поз. 1. Процес дезодорації жирів відбувається у восьми секціях, що розділені тарілками поз. 11, які в свою чергу, оснащені трьохвитковими відкритими горизонтальними спіралями з тонкої сталі. Спіралі приварені до тарілок вертикально. Дезодорований жир послідовно проходить через усі секції, рухаючись від периферії до центру по утвореним відкритим каналам. За допомогою гострої пари з температурою 230-240⁰С та остаточним тиском, що не перевищує 1066 Па на тарілках обробляється жир. Пара подається через труби поз. 3 в барботери поз. 5, які встановлені на дні спіральних каналів.

Для регулювання тиску та маси пари, що подається на тарілки на виході гострої пари із колектора встановлені діафрагми з вихідним отвором, які мають різний діаметр.

За допомогою труби поз. 4 на верхню тарілку подається дезодорований жир. Для передачі жиру між тарілками зверху донизу встановлені переливні труби поз. 7. Для запобігання різкого переливу жиру встановлена фіксована висота переливу, який дорівнює 350 мм.

З метою компенсації витрат тепла в навколишнє середовище приварені гріючі сорочки 6 висотою по 300 мм до зовнішньої циліндричної стінки шести верхніх тарілок дезодоратора . Теплоносієм у сорочках слугує мінеральне масло, також вони знаходяться на рівні висоти стовпа жиру, що знаходиться в каналах тарілок. Для підтримування однакового тиску над усіма тарілками у центрі кожної тарілки розміщена труба 9 діаметром 770 мм, яка також сприяє відведенню з апарату гострої водяної пари [26].

В жолобки поз. 10 надходить частина висококиплячих речовин, які виносяться по трубі поз. 9 і що конденсуються на її внутрішній поверхні, а далі трубках поз. 8 стікає на тарілки, що розташовані нижче.

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		56

Колектор поз. 12 розташований у восьмій секції по осі центральних труб поз. 9, всередину нього потрапляє конденсат з жолобків поз. 10. За допомогою насоса для повторної дезодорації з колектора перекачується конденсат на верхню тарілку. Колектор поз. 12 оснащений поплавковим регулятором рівня, що автоматично пов'язує його з насосом для перекачування конденсату на верхню тарілку.

Летючі жирні кислоти, одоруючі речовини та водяна пара, а нейтральний жир, що захоплюється паром відсмоктуються з дезодоратора через скруббер за допомогою пароежектора першого ступеня вакуум-насоса. Пари охолоджуються циркулюючим жиром у скруббері, під час цього процесу захоплений паром нейтральний жир розчиняється в олії, велика частина парів конденсується.

Технічна характеристика

Продуктивність по соняшниковій олії, кг/год	6250
Температура олії в дезодораторі, °С	230
Залишковий тиск, кПа	1,066
Діаметр, м	3
Висота, м	9,44

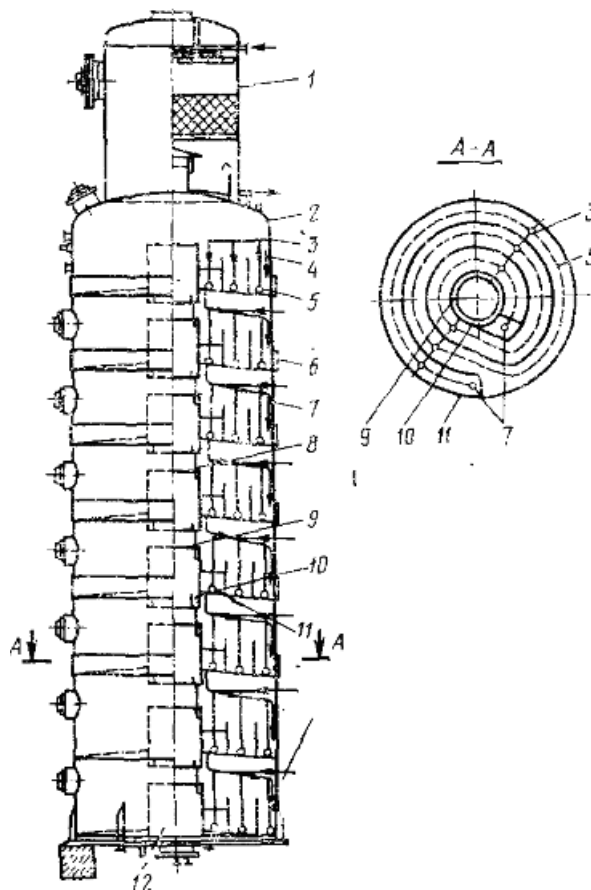


Рис. 12 Колонний дезодоратор тарілчатого типу

Скруббер (рис. 13) Призначення: для проведення процесу абсорбції погонів жирних кислот та інших високиплячих компонентів, що надходять з дезодоратора. Абсорбентом є нейтральна олія. Скруббер є циліндричною сталевую суцільно звареною вертикальною конструкцією зі сферичною

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		57

кришкою і днищем в формі зворотного конуса. Скруббер встановлений на кришці колонного дезодоратора.

Абсорбція відбувається на межі зіткнення двох фаз - газової та рідкої. Для покращення процесу абсорбції створено розвинуту поверхню контакту між абсорбентом і паро-газовою сумішшю. На висоті 1000 мм від кришки дезодоратора розміщені сталеві кільця Рашига розмірами 25x25x0,5 мм. У решітці поз. 8 є отвори для проходу потоку газу і рідини, що стікають, на них також опирається насадка поз. 9. По трубі поз. 6 надходить парогазова суміш з дезодоратора, рухаючись вгору по відношенню до циркулюючої рідини (абсорбенту) проти течії. В кінцевому результаті процесу парогазова суміш, що звільнена від більшої частини висококиплячих компонентів, по трубі поз. 1 виходить з апарату, висмоктується першим паровим ежектором. У конусному днищі накопичується сорбент, рухаючись зверху по насадці і через патрубок поз. 7 виводиться з апарату. За допомогою розпилювача поз. 2 і розподільної сітка поз. 3, що розміщені у верхній частині апарату рівномірно розподіляється абсорбент. Скруббер має люк поз. 5, в якому розміщене оглядове скло поз. 4. Особливістю процесу абсорбції являється його односторонність: перенесення компонентів відбувається тільки з газової фази в рідку. Це пояснюється малою відносною летючістю абсорбента. Необхідно стежити за рівнем парціального тиску парів, що вбираються з парогазової суміші компонентів, він повинен бути вищим, ніж в рідкому абсорбенті, що вступив контакт з ним.

Негативним явищем є те, що при процесі абсорбції пароподібних компонентів з парогазового потоку виділяється теплоти і відповідно підвищується температура абсорбента. Через збільшення температури знижується розчинність летючих компонентів. Для запобігання цьому явищу рециркулюючий абсорбент безперервно охолоджують перед подачею в скруббер.

Під час абсорбції температура олії підвищується на 3-10°C, стікаючи по насадці, а парогазова суміш, що рухається назустріч, охолоджується в середньому до 70°C. Необхідно контролювати показник температури охолоджених компонентів, який повинен бути вище температури застигання суміші жирних кислот соняшникової олії.

Технічна характеристика

Продуктивність по соняшниковій олії, кг/год	6250
Температура погонів, °C	70
Залишковий тиск, кПа	1,066
Діаметр, м	2
Висота, м	2,83
Витрати циркулюючої олії по об'єму, м3/ч	15
Висота шару насадки, м	1
Поверхня насадки, м2	283
Навантаження на насадку, кг/м2	0,13

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		58

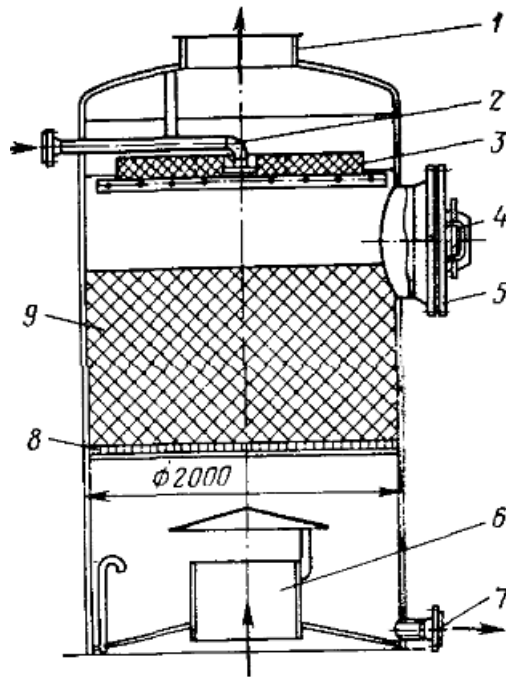
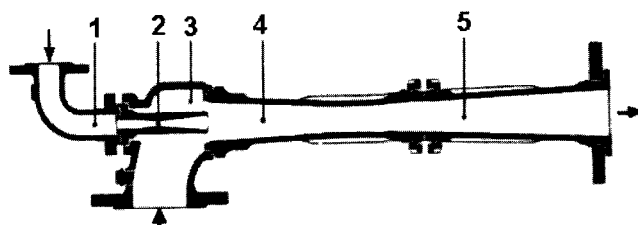


Рис. 13 Скруббер

Пароежекторний вакуум-насос. Апарат, що забезпечує створення вакууму в установках дезодорації. Основним робочим елементом є ежектори, в якості робочого тіла яких використовується струмінь пари. Пароежекторний вакуум-насос складається з робочого сопла поз. 2 зі штуцером для приєднання паропроводу поз. 1, приймальної камери поз. 3, камери змішування, що в свою чергу складається з конфузору поз. 4 і дифузору поз. 5. Принцип дії даного апарату полягає в наступному. Водяна пара під тиском надходить в робоче сопло поз. 2, в якому швидкість його збільшується, а тиск падає - енергія тиску перетворюється на енергію руху (кінетичну енергію). Швидкість струменю на виході із сопла збільшується до надзвукової. Струмінь захоплює інжектоване середовище, підсмоктуюючи її з приймальної камери поз. 3, суміш надходить в камеру для змішування і далі в дифузор поз. 5. В камері змішування відбувається усереднення швидкостей і температур робочого потоку та інжектованого, а також деяке збільшення швидкостей. В дифузорі поз. 5 відбувається стиснення пароповітряної суміші до тиску 1,06-0, 73 кПа і зниження її швидкості.

Ступінь стиснення до і після ежектора знаходиться в межах 2 - 7, як правило, не перевищує 10. Для створення глибокого вакууму використовують декілька послідовно з'єднаних ежекторів, між якими встановлюють проміжні конденсатори. Ежектор останнього ступеню повинен забезпечувати тиск, який дещо перевищує атмосферний (приблизно на 5%). Для проведення процесу дезодорації на безперервній лінії застосовується чотирьохступеневий пароежекторного вакуум-насоса для підтримання залишкового тиску, тому що це є найменш енерговитратним варіантом.

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		59



Теплообмінники. Процес дезодорації жирів безперервної дії з колонними апаратами передбачає використання декількох теплообмінників інтенсивної дії. Високий коефіцієнт теплопередачі забезпечується особливістю конструкції, завдяки якій обидва теплообмінних середовища рухаються в апараті зі значною швидкістю (до 2 м/с).

Регенеративний теплообмінник. Призначення: для обміну енергії між теплоносіями. В даному випадку теплоносієм являється гтовий продукт - гаряча олія, що виходить з дезодоратора при цьому попередньо підігрівуючи жир, що надходить в дезодораційний апарат. Для запобігання значних енерговитрат в теплообміннику жир, що дезодорується, нагрівається до 200°C. Процес теплообміну в даному апараті зумовлений наявністю допоміжного матеріалу - двома металевими листами, сформованими у вигляді спіралей. Їхні внутрішні кінці приєднані до перегородки. Теплоносії рухаються по каналах прямокутного перерізу, що утворені між листами. Для герметизації процесу канали з торців закриті кришками з ущільнюючими прокладками.

Конструкція апарату передбачає наявність патрубків для введення і виведення гарячої дезодорованої олії, яка є теплоносієм, а також патрубки для олії, що направляєтся на дезодорацію. Патрубки розташовані у зовнішніх кінцях спіралей і біля центру апарату. Рух теплоносіїв - протитечійний [5, 26].

Технічна характеристика

Продуктивність, кг / год	
по вихідній олії	6250
по дезодорованій олії	6250
Температура дезодорованої олії, °С	
на вході в теплообмінник	230
на виході з теплообмінника	77
Температура вихідної олії, °С	
на вході в теплообмінник	40
на виході з теплообмінника	200
Питома теплоємність дезодорованої олії кДж/год (кг·К)	
в інтервалі температур 77-30 °С,	2,32
Питома теплоємність вихідної олії в кДж/год (кг·К)	
інтервалі температур 40-200 °С	2,2

Кінцевий теплообмінник - підігрівач. Призначення: для проведення процесу підігріву дезодоруючого жиру до температури 230° С, при якій проводиться процес. Теплоносієм є спеціально підготовлене мінеральне масло, яке циркулює .

Теплообмінник-підігрівач є вертикальною конструкцією зі спіралями, всередині якого є два канали. По зовнішньому каналу нагрівається жир, а по внутрішньому каналу рухається теплоносій-мінеральне масло, яка в свою чергу нагрівається в стаціонарному електричному теплогенераторі.

Технічна характеристика

Продуктивність теплообмінника, кг / год	6250
Початкова температура жиру на вході в кінцевий теплообмінник (За регенеративним теплообмінником), °С	200
Кінцева температура жиру, °С	230
Питома теплоємність соняшникової олії в температурному інтервалі 200-230 °С, кДж / (кг·К)	2,6
Площа поверхні теплообміну, м ²	16

Теплообмінник - холодильник для готового продукту. Призначення: для охолодження водою жиру, що надходить з регенеративного теплообмінника. По зовнішньому каналу подається вода для охолодження, по внутрішньому каналу рухається охолоджуваній жир.

Технічна характеристика

Продуктивність, кг / год	6250
Температура жиру, °С	
на вході в теплообмінник-холодильник	77
на виході з теплообмінника-холодильника	40
Температура води, °С	
на вході в теплообмінник-холодильник	27
на виході з теплообмінника-холодильника східної довготи.	37
Питома теплоємність жиру в інтервалі температур 77-40 °С, кДж / (кг·К)	1,95

Теплообмінник - холодильник для абсорбенту. Призначення: для проведення процесу охолодження олії, що циркулює в якості абсорбенту в скрубєрі, що встановлений над дезодоратором. Охолоджувальним агентом в даному апараті є оборона вода.

Технічна характеристика

початковою температура води, °С	27
кінцевою температурою, °С	35
Теплове навантаження, Вт	50210
Площа поверхні теплообміну холодильника, м ²	6
Витрати води, м ³ /год	5,4

Теплогенератори. Призначення: для проведення процесу нагрівання жиру до температури дезодорації в кінцевому теплообміннику і підтримання температури в нагрівальних поясах дезодоратора. В якості органічного теплоносія - мінеральне масло спеціальної марки, що в свою чергу, нагрівається в теплогенераторі. Застосовується два типи теплогенераторів: з газовим обігрівом або електричним і нафтовим.

Теплогенератор з електричним обігрівом складається з двох

нагрівальних секцій, розташовані одна над одною. У кожній секції (рис.) є циліндричний корпус поз. 1, що розділяється на дев'ять секторів поз. 5 радіальними перегородками поз. 6. На торцевій плиті поз. 2 кожного сектору закріплено по шість тенів поз. 3. До центральної труби поз. 4 і до корпусу поз. 1 кріпляться перегородки. Через усі сектори обох секцій теплогенератора поступово надходить мінеральне масло. В секторах є по сім груп, в яких об'єднані ТЕНи. Число груп, що вмикаються може змінюватися, оскільки залежить від теплового навантаження на апарат.

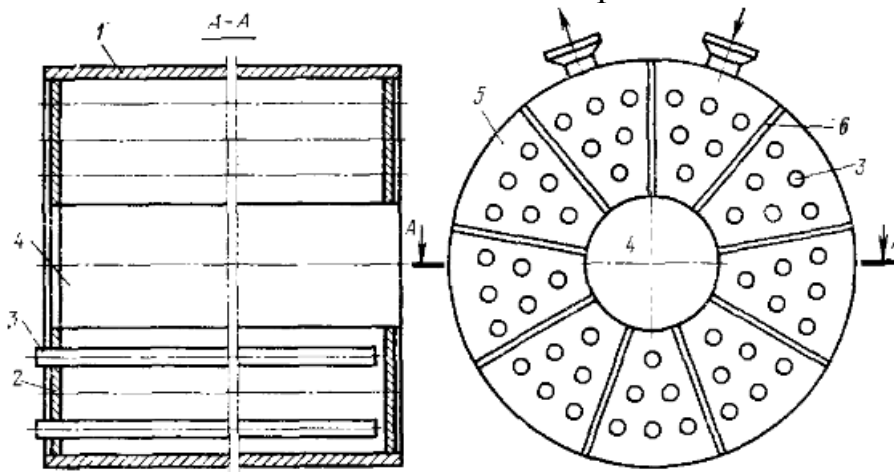


Рис 14. Електричний теплогенератор

Технічна характеристика

Потужність тена, кВт	5,5
Теплове навантаження генератора у пусковий період, кВт	400-396
у період роботи, кВт	200-175
Електрична потужність нагрівальних елементів теплогенератора, кВт	594

Теплогенератор з газовим або нафтовим обігрівом. Апарат являє собою вертикальної конструкцію, яка складається з двох або трьох сталевих спіральних змійовиків, що розміщені один над одним у футерованому корпусі вогнетривкою цеглою. За рахунок спалювання нафтового палива або газу утворюються димовимі гази, що омивають змійовики. Теплогенератор може працювати в автоматичному режимі, оскільки забезпечений комплектом приладів.

Технічна характеристика

Питома витрата палива (з теплотворною здатністю 40 000 кДж / кг), кг/т	9-10
Діаметр, м	2
Висота, м	3

Полірувальний фільтр (рис. 15). Призначення: для проведення процесу контрольно-полірувального фільтрування дезодорованого жиру. Апарат являє собою друк-фільтр, де поверхня створюється за допомогою набору фільтруючих дисків. Конструкція складається з циліндричного корпусу зі

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		62

сферичним днищем поз. 1 та сферичної знімної кришки поз. 8. У циліндричний корпус закріплюються розпірками поз. 7 фільтруючі елементи поз. 5 за допомогою втулки поз. 3. Поверхня дисків поз. 6 є сітчастою і з обох боків покрита фільтрувальним папером, що фіксується на поверхні дисків спеціальними зажимами. Щільність фільтрувального паперу 180 г/м².

Жир, що фільтрується, заповнює корпус фільтра, проходить крізь фільтрувальний папір і сітку, надходить в збірний колектор поз. 4 і виводиться з апарату через патрубок поз. 2.

Полірувальний фільтр працює циклічно. При зростанні опору фільтрату і підвищенні його тиску до 0,3 МПа, фільтр зупиняють на чистку і зміну фільтрувального паперу [8,26].

Технічна характеристика

Середня продуктивність кг / (м ² ·ч)	1000
Діаметр, м	5,20
Висота, м	11,85
Поверхня фільтрування, м ²	6,7
Обсяг, л	165

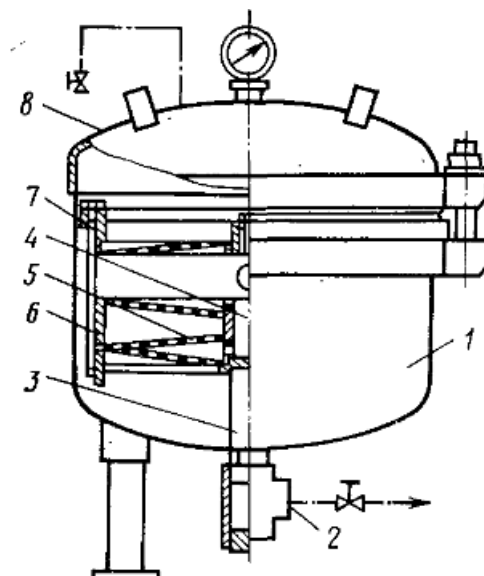


Рис. 15 Поліровочний фільтр

2.5. Розрахунок робочої сили

Для забезпечення виконання підприємством виробничого плану за найменших витрат необхідно проведення заходів з механізації та автоматизації виробничих процесів, з механізації важких і трудомістких операцій, а також розрахунок продуктивності праці працюючих у основному виробництві та підсобних допоміжних цехах.

Чисельність робітників, встановлюється проектом відповідно до розробленої організації виробництва. Кількість потрібних робітників за кваліфікаціями встановлюється у кожному цеху окремо.

Продуктивність праці на підприємстві визначається поділом річний потужності підприємства на кількість промислово-виробничого персоналу.

Для виконання виробничого завдання у цеху рафінації переетерифікованого жиру, з потужністю 90 т/ добу обрано режим роботи дві зміни в 12 годин.

Планову чисельність працівників у цеху виробництва рафінованого переетерифікованого жиру визначатиметься по явочному складу і запланованим фондом робочого часу.

Для цього необхідно розрахувати кількість робітників за зміну, за добу і на підміну працівників, які відсутні з поважних причин.

Явочне число працівників у зміну — нормативна чисельність робітників для виконання виробничого змінного завдання з випуску продукції. Вона визначається за формулою:

$$P_{яв} = \frac{Q \cdot N_{вр}}{T \cdot K_{вн}}$$

де $P_{яв}$ — необхідна чисельність робітників у зміні;

Q — виробниче завдання (обсяг робіт) у зміну в прийнятих одиницях виміру;

$N_{вр}$ — норма часу на одиницю виробу, операцію чи одиницю роботи;

T - змінний фонд робочого часу одного працівника (тривалість робочої зміни).

$K_{вн}$ — плановий коефіцієнт виконання норм. Характеризує фактичний темп роботи працівників порівняно із чинними нормами. $K_{вн} = \text{середній\% виробітку} / 100$. Відповідно підвищується (у разі невиконання норм), або зменшується (у разі перевиконання норм) розрахункова чисельність персоналу. Для проєктованого цеху обрано 1,0.

$$P_{яв} = (90 \cdot 0,27) / 12 \cdot 1,0 = 2 \text{ працівників}$$

Явочна чисельність працівників на робочих місцях в апаратурних (машинних) виробництвах визначається на основі штатного нормативу обслуговування агрегатів (норм обслуговування).

Для неперервно діючих виробництв, крім явочного штату, визначають кількість робітників для роботи у вихідні дні. Загальна кількість робітників, необхідних для такого виробництва і графіка роботи, складає розрахований штат робітників.

Для розрахунку необхідної кількості працівників застосовують метод визначення за коефіцієнтом середньоспискового складу. Методом розрахунку за коефіцієнтом середньоспискового складу загальна кількість працівників визначається за формулою:

$$P_{сп} = P_{яв} \cdot K_{сп}$$

де $K_{сп}$ — коефіцієнт середньоспискового складу, визначуваний діленням

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		64

номінального фонду робочого часу на планову кількість робочих днів:

$$K_{сп} = \frac{\Phi_{пл}}{\Phi_{дн}}$$

$\Phi_{пл}$ — плановий ефективний фонд часу одного працівника, годин. (При робочій зміні в 12 годин, і загальній кількості робочих змін у рік 106, $\Phi_{пл} = 1760$)

де $\Phi_{дн}$ — запланована кількість робочих днів. (318 днів в рік)

$$K_{сп} = 1760 / 251 = 7$$

$$P_{сп} = 2 \cdot 7 = 14 \text{ робітників}$$

Для організації роботи в цеху крім основних працівників (на лінії адсорбційної очистки, та лінії дезодорації) необхідні працівники в інженерно-технологічний відділ і відділ технічного обслуговування. Кількість працівників у даних відділах встановлюється проектом відповідно до розробленої організацією виробництва. Чисельність інженерно-технічних працівників і службовців визначається за штатним розкладом окремо за цеховим та адміністративно-управлінським персоналом.

2.6. Розрахунок води, пари, електроенергії

Визначення електричних навантажень.

Сумарна потужність електродвигунів, включених у роботу на ділянці безперервної адсорбційної очистки переетерифікованих жирів в колоному апараті з потужністю 90 т за добу, становить $P = 19$ кВт.

Розрахункове навантаження при коефіцієнті попиту $K_c = 0,6$ відповідно до рівняння:

$$P_H = P \cdot 0,6 = 19 \cdot 0,6 = 11,4 \text{ кВт.}$$

Питома витрата електроенергії на 1 т жиру визначається:

$$N = P_H \cdot 6000 / (M \cdot t)$$

де 6000 - річна кількість годин використання максимуму електричних силових навантажень; M - потужність ділянки ($M = 90$ т/добу); t - число днів роботи ділянки на рік ($t = 318$).

$$N = 11,7 \cdot 6000 / (90 \cdot 318) = 2,45 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{т};$$

Енергетичні витрати визначення електричних навантажень. Лінія безперервної дезодорації жирів має наступне електричне обладнання теплогенератор та електродвигуни обладнання. В період експлуатації вони споживають 282 кВт, а в період пуску 502 кВт.

Питомі витрати електроенергії на 1 тону дезодорованого жиру складає:

$$N = P \cdot 6000 K_c / (M \cdot t)$$

$$N = 282 \cdot 6000 \cdot 0,8 / (90 \cdot 318) = 47,3 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{т};$$

Сумарна потреба на добу в електроенергії на лінії фізичної рафінації переетерифікованого жиру становить:

$$N_3 = (2,45 + 47,3) \cdot 90 = 4477 \text{ кВт}$$

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		65

Визначення води, пари.

Витрата пари та води на технологічні цілі ділянки фізичної рафінації переетерифікованого жиру наведено нижче. (таблиця 12)

Таблиця 12

Показники	Витрати (за добу)
На лінії адсорбційної очистки	
Технологічна пара, т	7
- тиском 0,3 МПа	5
- тиском 0,8 МПа (для продувки фільтрів)	2
Вода для охолодження оборотна, м ³	200
- не забруднена	135
- забруднена	65
На лінії дезодорації поєднаною з дистиляційним розкисленням	
Технологічна пара, т	37
Оборотна вода, м ³	
- не забруднена	388
- забруднена	4505
Технічна вода, м ³	652

2.7. Розрахунок виробничих площ

Загальна виробнича площа цеху фізичної рафінації переетерифікованого жиру буде визначатися згідно з санітарними нормами до виробничого приміщення.

Розрахунок площі цеху здійснюється за формулою:

$$F_{\text{заг.}} = F_{\text{обл.}} \cdot K,$$

де $F_{\text{обл.}}$ – сумарна площа технологічного обладнання

K - коефіцієнт запасу площини (3-9).

Розраховується сумарна площа обладнання з габаритних розмірів апаратів, м:

$$F = \Pi \cdot d^2/4,$$

де d – діаметр обладнання, м.

$$F = a \cdot b,$$

де, a – ширина обладнання, м.

b – довжина обладнання, м.

Розрахунок загальної площі обладнання цеху зведено в таблицю 13.

Таблиця 13 Загальна площа обладнання цеху

таблиця 13

Назва обладнання	Габаритні розміри, м	Площа, м ²	Кількість	Загальна площа, м ²
Ділянка відбілювання				
Приймальний бак для переетерифікованого жиру;	h = 2,5 d = 3	7,065	1	7,065
Теплообмінник	h = 0,596 a = 0,3 b = 1,5	0,45	1	0,45
Насоси	h = 0,5 a = 1 b = 0,8	0,8	4	3,2
Бункер для відбільної глини	h = 3 d = 1,4	1,539	1	1,54
Колонний реактор секційного типу	h = 5 d = 2,1	3,462	1	3,46
Дисковий фільтр	h = 4,18 d = 1,15	1,038	2	2,08
Циклон	h = 0,973 d = 0,65	0,33	1	0,33
Барометричний конденсатор змішувач	h = 1,15 d = 0,5	0,2	1	0,2
Водокільцевий вакуум-насос	h = 0,2 a = 0,4 b = 1,3	0,52	1	0,52
Водозбірник	h = 1,2 d = 0,7	0,4	1	0,4

					Арк.
					67
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата	

Назва обладнання	Габаритні розміри, м	Площа, м ²	Кількість	Загальна площа, м ²
Резервуар для відбіленої олії	h = 2 d=2,6	5,306	1	5,3
Збірник для технічної олії	h = 1,9 a = 1,1 b = 1,1	1,21	1	1,21
Компресор	h = 2 a = 1 b = 1,2	1,2	1	1,2
Всього				26,95
Ділянка дезодорації				
Насоси	h = 0,453 a = 0,4 b = 1,05	0,42	6	2,5
Теплообмінники спіральні	h = 1,29 d = 1,380	1,5	4	6
Дезодоратор	h = 10 d = 3	7,1	1	7,1
Скрубер	d = 2 b = 1,1	3,14	1	3,14
Деаераційно-сушильний апарат	h = 3 d = 0,5	0,2	1	0,2
Пластинчатий теплообмінник	h = 1,9 a = 0,9 b = 1,13	1,02	1	1,02
Бак для лимонної кислоти;	h = 2,43 d = 0,5	0,2	1	0,2
Полірувальний фільтр	h = 1,3	0,33	1	0,33
Пароежекторний вакуум-насос	b = 3,5 d = 0,5	0,21	1	0,21
Барометричний колодязь	h = 1,3 a = 0,9 b = 1,95	1,76	1	1,76
Конденсатор змішувач	h = 4 d = 1,4	1,54	1	1,54
Електричний теплогенератор	h = 2,25 a = 0,9 b = 1,95	1,04	1	1,04
Розширюючі резервуари	h = 1,12 a = 1 b = 2,6	2,6	1	2,6
Компресор	h = 0,5 a = 1 b = 0,9	0,9	1	0,9

Назва обладнання	Габаритні розміри, м	Площа, м ²	Кількість	Загальна площа, м ²
Напірний резервуар	h = 0,7 a = 0,7 b = 1,6	1,12	1	1,12
Збірник дезодорованої олії	h = 2,8 d = 2,5	4,9	1	4,9
Всього				33,64

1) виробнича площа цеху становить (при К=8):

$$F_B = (26,95 + 33,64) \cdot 8 = 484,72 \text{ м}^2$$

2) площа допоміжних приміщень в цеху (30% від F_B):

$$F_{\text{доп}} = (484,72 \cdot 30) / 100 = 145,42 \text{ м}^2$$

3) загальна площа виробництва:

$$F_{\text{ц}} = 484,72 + 145,42 = 630,14 \text{ м}^2$$

4) кількість будівельних квадратів:

$$F_{\text{ц}} = 630,14 / 36 = 17,5 \text{ буд. кв.}$$

За технологічною схемою виробництва компонування виробничого цеху здійснюється на трьох поверхах. Площа кожного поверху становить 6 будівельних квадратів. За санітарними нормами проектування промислових підприємств та норм технологічного проектування відповідно до СНиП 2.09.02-85, при розрахованій необхідній площі виробництва 608 м², буде проектуватися на 18 будівельних квадратах

2.8. Організація виробничого потоку

Апаратурно-технологічна схема фізичної рафінації переетерифікованих жирів потужністю 90т/добу, з використанням обладнання фірми Альфа - Лаваль відбувається в колонних апаратах для адсорбційної очистки секційного типу та колонних дезодораторах тарілчастого типу безперервної дії.

Нерафінований переетерифікований жир промитий та висушений до необхідних фізико-хімічних показників із резервуара поз. 1 насосом поз. 2 через пластинчастий теплообмінник поз. 3 і витратомір поз. 4 безперервно подається в апарат для адсорбційної очистки поз. 5, в якому здійснюється очистка жиру в безперервному потоці.

Адсорбент, що надходить на завод у вигляді порошка аерозоль-транспортом, подається в бункер поз. 13. При сигналізації вмикаються

					Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата	69

вібратори, що знаходяться на бункері, матеріал заповнює деаераційну камеру поз. 14. На реле встановлений інтервал часу для процесу деаерації. Адсорбент через автоматичну дозуючу камеру поз. 15 подається в апарат для адсорбційної очистки поз. 5.

Кількість адсорбенту що подається в апарат, визначається залежно від початкових фізико-хімічних показників жиру що надходить на процес. Витрата адсорбентів регулюється автоматично регулятором, що сполучений з регулятором подання жиру. Введення адсорбенту збільшується при збільшенні подачі жирів. Використовується адсорбент «Сорбсил» у кількості від 0,5 до 2% від маси жиру. При зміні сировини що подається, можливе збільшення використання адсорбенту до 4%.

Час на адсорбційну очистку жиру складає по 5 хв з другої по четверту секції апарату, та 15 хв в нижній збірній секції. Процес здійснюється в трьох секціях. Паралельно проходить безперервне перемішування суспензії мішалками.

Для розділення жиру і відпрацьованого адсорбенту, суспензія подається на саморозвантажуючий механічний дисковий фільтр поз. 7. З четвертої секції реактора жирна суспензія насосом поз. 6, подається на працюючий фільтр поз. 7 і 7а. Для пуску в роботу, дисковий фільтр проходить підготовку, шляхом намивання дренажного шару осаду на поверхні фільтруючих дисків. Перші каламутні порції жиру, по лініям повертаються в нижню секцію реактора. Очищені від адсорбенту порції жиру виходять із фільтрів поз. 7 і 7а, насосом поз. 8 безперервно перекачується в прийомний резервуар поз. 9. Адсорбційно очищений перееткрифікований жир подається на дезодорацію суміщену з дистиляційним розкисленням. Охолодження не проводять в цілях економії енергоресурсів.

Коли на фільтруючих диска апаратів поз. 7 або 7а накопичується значна кількість осаду, тиск збільшується, і продуктивність фільтра знижується. Для відновлення фільтра, його зупиняють на чистку. Жир що знаходиться в конусній частині фільтра перекачують на другий працюючий фільтр, насосом поз. 6. З метою зниження відходів жиру з відпрацьованим осадом, на фільтруючі диски з відпрацьованим адсорбентом продувається гострою парою тиском 0,3 МПа або компримованим інертним газом. Видалений жир, з утвореним при продуванні пароконденсатом видавлюється через циклон поз. 10. В збірник поз. 11 виводиться водно-жирова емульсія. Відділена вода виводиться до системи очистки, а вилучений жир насосом поз. 12 викачується в бак жирів для технічних потреб.

Адсорбційний апарат поз. 5 працює під вакуумом 5,3 кПа. Розрідження у системі утворюється комбінованим обладнанням - барометричний конденсатор змішувач поз. 17, одноступеневий повітреструменевий ежектор поз. 18 і двохступеневий водокільцевий вакуум-насоса поз. 19 з водозбірником поз. 20. Парогазова суміш що утворюється в адсорбційному апараті поз. 5, надходить до конденсатора поз. 17 через краплевловлювач поз. 16.

Осад (містить ще 12-18% жиру), з конусної частини фільтра ,

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		70

вивантажується в підготовлену тару для подальшого транспортування.

Адсорбційно очищений переетерифікований жир з резервуара поз. 9 встановленою порцією відкачується насосом поз. 21 через фільтр поз. 22, і витратомір подається в деаератор поз. 23. Жир підсушується і деаерується при розрідженні 0,7-1,1 кПа.

Для підігріву, після деаерований жир насосом поз. 24 послідовно перекачується через спіральні теплообмінники поз. 25, 26, 27. У теплообміннику поз. 25 нагрівання здійснюється водяною насиченою парою тиском 0,8 Мпа до 150 °С. Використовується в період запуску установки. Теплообмінник поз. 26 нагріває жир до температури 200 °С за рахунок рекуперації тепла від дезодорованого жиру. Остаточне нагрівання жиру до температури дезодорації 230-240 °С в здійснюється теплообміннику поз. 27, рідким органічним теплоносієм. Нагрітий жир подається у верхню секцію дезодораційної колони. Дезодорація суміщенна з дистиляційним розкисленням відбувається на тарілках восьми секцій дезодораційної колони поз. 28. Температура при дезодорації підтримується 190 -240 °С.

Підігрітий адсорбційно очищений переетерифікований жир в дезодораторі обробляється гострою водяною парою, що надходить в усі 8 секції послідовно. Перед подачею в апарат пар редукується. Над тарілками в кожній секції дезодоратора створюється однаковий тиск 1,06-0,73 кПа.

Дезодорований жир з дезодоратора поз. 28 насосом поз. 29 спрямовується на першу стадію охолодження в спіральний теплообмінник поз. 26, а потім на другу - в теплообмінник-охолоджувач поз. 30 . Звідси жир поступає на полірувальний фільтр поз. 31 і потім в прийомний бак поз. 32.

В охолоджений жир з метою підвищення стійкості дезодорованого жиру додається розчин лимонної кислоти. Він подається з баку 41 дозуючим насосом поз. 42 безпосередньо в трубу, що виходить з охолоджувача поз. 26.

Конденсат що утворюється на внутрішніх стінках, являє собою суміш речовин що відганяються та невелика кількість нейтрального жиру, відділеного від водяного пару. Для видалення конденсату по вертикальній осі дезодеруючої колони передбаченні паровідвідні труби, та колектор у восьмій секції колони. Насосом поз. 33 суміш поветрається в першу секцію для повторної дезодорації. В залежності від накопичення жирних речовин в колекторі, насос поз. 33 автоматично включається.

Основна частина парогазової суміші з дезодоратора поз. 28 відсмоктується пароежекторним вакуум-насосом поз. 38 в скруббер поз. 34. У скруббері відбувається конденсація більшої частини парів одоруючих речовин, жирних кислот і захоплених крапель нейтрального жиру, та їх розчинення в абсорбенті, в якості якого використовується нейтральна олія. При взаємодії парогазової суміші з сорбентом температура його підвищується, що погіршує процес абсорбції, тому лінією передбачено циркуляційна система, що включає бак поз. 35, насос поз. 36, пластинчатий теплообмінник (охолоджувач) поз. 37. Температура абсорбента 65-70 °С.

Вакуум в установці (1,06-0,73 кПа). Створюється за рахунок

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		71

пароежекторного вакуум-насосом поз. 38, що складається з чотирьох ежекторів, трьох барометричних конденсаторів і барометричного колодязя поз. 39. Щоб прискорює пуску установки (за 20-30 хв знизити залишковий тиск в дезодораторі), до основного пароежекторного вакуум-насоса встановлюється додатково пусковий пароежектор поз. 40.

Для нагріву жиру в теплообміннику поз. 27 і в сорочках дезодоратора використовується органічний теплоносій (мінеральне масло), який подається насосом поз. 43, який нагрівається в локальному електричному теплогенераторі поз. 44.

Охолоджена вода яка відходить з конденсаторів змішування вакуумної системи, збирається в барометричну коробку поз. 39. Після очищення, вода подається на градирню і знову направляється в конденсатори.

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		72

2.9. Організація технохімічного контролю виробництва

Технохімічний контроль виконуються у відповідності з діючими нормативними документами - стандарти і технічними умовами на сировину, закони, укази, ухвали уряду, стандартами на методи аналізу. Це зумовлює забезпечення споживача якісною продукцією, яка характеризується сукупністю властивостей для задовольня потреб відповідно до призначення

Технохімічний контроль на виробництві рафінованого переетерифікованого жиру передбачено контроль усіх етапів виробництва, а саме контроль сировини, допоміжних матеріалів, готової продукції, відходів виробництва та режимів технологічних процесів.

Під час адсорбційної очистки та дезодорації суміщеної з дистиляційним розкисленням, жирно кислотний склад переетерифікованих жирів жиру не змінюється, а відбуваються зміни фізико-хімічних властивостей жирових сумішей.

Дані щодо організації і змісту технохімічного контролю в цеху, що проектується зведені в таблицю

									Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата					73

Контроль процесу фізичної рафінації переетерифікованого жиру

Назва стадії, місце вимірювання параметру	Параметр, що контролюється, одиниці вимірювання	Нормативний рівень параметру	Методика та засоби вимірювання	Місце відбору проб (спосіб відбору проб)	Частота контролю	Хто проводить контроль
Адсорбційна очистка жиру переетерифікованого адсорбентом «СОРЕБІЛ»	Витрата адсорбенту, кг/т	Згідно з нормами	Ваги			
	Температура, С	80-85	По приладу	Вакуум-апарат	Кожен цикл	Апаратник
Сушка та адсорбційна очистка жиру переетерифікованого вибітими глинами та бугіллям	Вміст вологи, %	0,1-0,2	Ваги	Вакуум-апарат	Кожен цикл	Апаратник
	Витрата адсорбенту, кг/т	Згідно з нормами	По приладу			
	Температура вибілювання, С	95-105				
	Час вимішування, хв.	20-30				
	Залишковий тиск в апараті, мм.рт.ст.	50-60				
	Пара низького тиску в сорочку апарата, тиск, кгс/м ²					

Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-------	----------	-------	------

		Не менше 3,0						
Фільтрація	Тиск олії на лінії подачі на фільтр, МПа, не більше ніж Температура жиру, С, не більше ніж	0,6 90	По приладу	Фільтр	Кожен цикл	Апаратник		
Жир перегтерифіко ваний вибілений	Колір Температура плавлення, С Твердість за Камінським, кг/см Масова частка твердих триацилліциринів за температура 20С, % Вміст мила(якісна проба)	Не темніше жовтого Згідно вимог до конкретного жиру	ДСТУ4463	3 фільтра	Кожен вакуум-апарат	Хімік-аналітик, лаборант		
	Кислотне число, мгКОН/г, не більше ніж Пероксидне	відсутність 1,0	ДСТУ6048 ДСТУ4350	3 фільтра	Кожен вакуум-апарат По мірі необхідності	Хімік-аналітик, лаборант		

Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата

число, 1/2 О ммоль/кг, не більше ніж Масова частка нікелю, мг/кг, не більше ніж	5	ДСТУ4570	ДЕЗОДОРАЦІЯ	Систематично	Апараник
	0,5	ДСТУ4336			
Подача жиру на рукавний фільтр	Тиск на вході, кгс/см ² Витрата жиру на дезодорацію м ³ /год	По приладу	Теплообмінник	Систематично	Апараник
	0-3 1,5-4,5				
Пусковий підігрів жиру	Температура рафінованої жиру на вході, °С	По приладу	Теплообмінник	Систематично	Апараник
	70-75				
Попередній підігрів рафінованого жиру охолодження дезодорованого жиру	Температура рафінованого жиру на вході, °С	По приладу	Теплообмінник	Систематично	Апараник
	Температура рафінованого жиру на вході, °С	По приладу			
	Температура дезодорованого жиру на вході в теплообмінник, °С	По приладу			
	Температура дезодорованого жиру на виході з теплообмінника, °С	По приладу			
	25-30 100-109 130-150 42-50				

Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-------	----------	-------	------

Кінцевий підігрів рафінованого жиру охолодження дезодорованого жиру	Тиск в корпусі, кгс/см ²	0,2-1,0	По приладу	Теплообмінник	Систематично	Апараник
	Температура жиру на виході із теплообмінника, °С	180-200	По приладу			
	Температура дезодорованого жиру на вході в теплообмінник, °С	200-240	По приладу			
	Температура дезодорованого жиру на виході з теплообмінника, °С	130-150	По приладу			
Подача рафінованого жиру в ємкість Дезодорація	Рівень вимороженого жиру в ємкості, м	1,2 – 1,25	візуально	Ємкість	Систематично	Апараник рафінації олій та жирів
	Залишковий тиск в апараті, мм. рт. ст.	1-2	По приладу	Дезодоратор	Постійно	Апараник рафінації олій та жирів
	Тиск пари на барботування, кгс/см ²	3-7	По приладу		Постійно	
Температура дезодорації °С	220-240	По приладу	Постійно			

Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-------	----------	-------	------

Подача розчину лимонної кислоти	Концентрація розчину лимонної кислоти, %	50		Ємкість для приготування розчину лимонної кислоти	Під час приготування розчину	Лабораторія
	Витрати сухої лимонної кислоти, кг/т олії не вище	0,08	Дозування			
Дезодорація	Залишковий тиск на головному конденсаторі, мм. рт. ст..	1-2	По приладу	ПЕБ	Систематично	Апаратник
	Залишковий тиск на проміжному конденсаторі, мм. рт. ст..	1-5	По приладу			
	Тиск води в головному конденсаторі, мм. рт. ст..	Не вище 2,5	По приладу			
	Тиск води в проміжному конденсаторі, мм. рт. ст..	Не вище 2,5	По приладу			
	Подача води на гребінку, кг/см ²	До 3	По приладу			
	Температура води на виході з головного конденсатора, °С	30-35	По приладу			
	Температура води на виході з проміжного конденсатора, °С	40-45	По приладу			
	Тиск пари на гребінку, кгс/см ²	10	По приладу			

Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-------	----------	-------	------

					8-10	По приладу			Апаратник	
										Тиск пари на вході в перший ежектор, кгс/см ²
										Тиск пари на вході в другий ежектор, кгс/см ²
										Тиск пари на вході в третій ежектор, кгс/см ²
										Тиск пари на вході в четвертий ежектор, кгс/см ²
Подача жиру в рукавний фільтр					Не вище 3	По приладу		Систематично	Апаратник	
					Тиск подачі азоту, кгс/см ²	2-3				По приладу
Парогенератор					10	По приладу		Систематично	Апаратник	
					Тиск в парогенераторі, кгс/см ²	260-280				Температура перегрітої пари, °С
Видалення погонів					1-3	По приладу		Систематично	Апаратник	
					Тиск в краплеуловлювачі, кгс/см ²					
Видалення погонів (жирних кислот)					До 1,6	По приладу		Ємкість жирних кислот	Апаратник	
					Рівень, м					
Подача дезодорованої саломасу на ємкість					1,2-1,25	Візуально		Систематично	Апаратник	
					Рівень дезодорованої саломасу, м					

Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата

<i>Охолодження жиру в кінцевому охолоджувачі</i>	Температура води на виході °С	27-35	По приладу	Систематично	Апаратник
	Температура саломасу на виході, °С	17-30			
<i>Подача жиру на полірувальну фільтрацію</i>	Тиск на вході, кгс/см ²	Не вище 4,0	По приладу	Систематично	Апаратник
	Тиск на виході, кгс/см ²	До 3,0			
<i>Подача жиру на рукавний фільтр</i>	Тиск подачі азоту, кгс/см ²	2-3	По приладу	Систематично	Апаратник
			По приладу		

□

Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-------	----------	-------	------

Арк.

80

РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ

Олійно-жирова галузь є провідною серед галузей харчової промисловості. Тільки за останні 15 років в Україні збудовано та введено в експлуатацію 37 об'єктів галузі.

За пожежовибухонебезпечними властивостями сировина, напівфабрикати та готова продукція, яка знаходиться у приміщеннях підприємств олійно-жирової промисловості, — всі вони є горючими.

Пожежовибухонебезпечними є макухова пелюстка, соняшникова крупка та їх пил.

Схильні матеріали і до самозаймання — горіння, яке починається без впливу джерела запалювання. Для запобігання хімічному самозайманню необхідно знати хімічні властивості речовин, які зберігаються.

Значну небезпеку викликає порушення правил при зберіганні соняшnikової макухи, промаслених ганчірок, паклі.

Більшість приміщень олійно-жирових підприємств є²:

- пожежонебезпечними (приймальне, сушильно-очищувальне, пресове, рафінації, відбілювання, дезодорації, фільтрувальне відділення та складські приміщення тощо);
- вибухопожежонебезпечними (цех грануляції лушпиння та аміакова компресорна станція).
- Також на територіях підприємств є холодильні установки, в яких зберігаються ємності з небезпечною хімічною речовиною — аміаком, що посилює небезпеку під час виникнення пожежі.

Протипожежний режим включає в себе:

- порядок утримання шляхів евакуації;
- визначення спеціальних місць для паління;
- порядок застосування відкритого вогню;
- порядок використання побутових нагрівальних приладів;
- порядок проведення тимчасових пожежонебезпечних робіт;
- правила проїзду та стоянки транспортних засобів;
- визначення місць для зберігання та допустимої кількості сировини, напівфабрикатів і готової продукції, що можуть одночасно знаходитися у приміщеннях і на території;
- порядок прибирання горючого пилу й відходів, зберігання промасленого спецодягу та ганчір'я, очищення елементів вентиляційних систем від горючих відкладень;
- порядок відключення від мережі електроживлення обладнання та вентиляційних систем у разі пожежі;
- порядок огляду й зачинення приміщень після закінчення роботи;
- порядок проходження посадовими особами навчання й перевірки знань з питань пожежної безпеки, а також проведення з працівниками протипожежних інструктажів і занять з пожежно-технічного мінімуму;

					Арк.
					81
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата	

- порядок експлуатації та обслуговування наявних засобів протипожежного захисту;
- порядок проведення планово-попереджувальних ремонтів та оглядів електроустановок, опалювального, вентиляційного, технологічного та іншого інженерного обладнання;
- порядок збирання членів пожежно-рятувального підрозділу добровільної пожежної охорони та посадових осіб, відповідальних за пожежну безпеку, у разі виникнення пожежі, виклику вночі, у вихідні та святкові дні;
 - порядок дій у разі виникнення пожежі:
 - оповіщення людей;
 - виклик пожежно-рятувальних підрозділів;
 - зупинення технологічного устаткування, вимкнення ліфтів, підйомників, вентиляційних установок, електроспоживачів;
 - застосування засобів пожежогасіння;
 - послідовність евакуації людей та матеріальних цінностей з урахуванням дотримання норм безпеки.

						Арк.
						82
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Розраховуємо витрати по статті «сировина і основні матеріали».

До Статті «сировина і основні матеріали» включається вартість сировини й матеріалів, що входять до складу виготовлюваної продукції, створюючи її основу, або є необхідним компонентом для виготовлення продукції (робіт, послуг).

Таблиця 15

Розрахунки по статті «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	Жир переетерифікований нерафінований	1000	63 000	63 000
2	Кремнезем SORBSIL	0,06	290 000	17 400
3	Глина відбільна	0,165	16 000	2 640
Всього				83 040

Транспортно-заготовчі витрати складають 5% від загальної вартості основної сировини.

$$83\ 040 \cdot 0,05 = 4\ 152 \text{ грн.}$$

Сумарні витрати складають **87 192** грн.

Розрахунок витрат по статті «допоміжні та таропакувальні матеріали»

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

Таблиця 16

Розрахунки по статті «Допоміжні та таропакувальні матеріали»

№	Назва допоміжних та таропакувальних матеріалів	Норма витрат на 1 т продукції	Од. виміру	Ціна 1 т сировини, грн./т	Вартість сировини і основних мат-в., грн.
1	Лимонна кислота	0,14	кг	8 220	1 150
2	Кремнезем	0,4	кг	290 000	17 400

					Арк.
					83
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата	

SORBSIL					
3	Глина відбільна	1,1	кг	16 000	2 640
4	Фільтрувальна тканина	2,5	м ²	1 м ² –23,50	58,75

Всього витрат по цій статті

21 249 грн.

Транспортно-заготовчі витрати складають 5% від загальної вартості допоміжних та таропакувальних матеріалів:

$$0,05 \cdot 21\,249 = 1\,062 \text{ грн.}$$

Всього витрат по статті 3 «Допоміжні та таропакувальні матеріали»

$$21\,249 + 1\,062 = 22\,311 \text{ грн.}$$

Розраховуємо витрати по статті «Паливо та енергія на технологічні цілі»

До статті калькуляції "Паливо й енергія на технологічні цілі" відносять витрати на всі види палива й енергії (як одержані від сторонніх підприємств і організацій, так і вироблені самим підприємством), що безпосередньо використовуються в процесі виробництва продукції. Витрати на паливо й енергію на технологічні цілі нараховуються безпосередньо на собівартість окремих видів продукції на підставі показників контрольно-вимірювальних приладів або встановлених норм витрат на виробництво продукції.

Таблиця 17

Розрахунки витрат по статті «Паливо та енергія на технологічні цілі»

№	Назва сировини	Норма витрат на 1 т продукції	Од. виміру	Ціна 1 т сировини, грн./т	Вартість сировини, грн.
1	Пара	720	кг/т	180	129 600
2	Електроенергія	59	кВт/год	0,78	46,02
3	Вода	170,5	м ³	5,00	852,5

Всього

130 499

Розраховуємо витрати по статті «Зворотні відходи».

У цій статті відображається вартість зворотних відходів, що вираховуються з загальної суми витрат, віднесеної на собівартість продукції.

Зворотні відходи – це залишки сировини, матеріалів, напівфабрикатів, теплоносіїв та інших видів матеріальних ресурсів, що утворилися в процесі виробництва продукції (виконання робіт, надання послуг), втратили повністю або частково споживчі властивості початкового ресурсу і через це використовуються з підвищеними витратами (зниженням виходу продукції) або зовсім не використовуються за прямим призначенням.

					Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата	84

Розрахунки витрат по статті «Зворотні відходи»

Назва зворотних відходів	Норма витрат на 1 т продукції, кг	Ціна 1 т сировини, грн./т	Вартість сировини і основних мат-в., грн
Технічний жир	3,78	27 000	102,06

Всього

102,06 грн.

Розраховуємо витрати по статті «Основна заробітна плата»

До статті "Основна заробітна плата" і належать витрати на виплату:

- основної заробітної плати, нарахованої згідно з прийнятими підприємством системами оплати праці, у вигляді тарифних ставок для робітників, зайнятих виробництвом продукції;

Річний ефективний фонд робочого часу 1 робітника:

$$220 \cdot 8 = 1760 \text{ год/рік.}$$

Цех рафінації переетерифікованих жирів працює безперервно в 1 зміну, значить кількість робочих днів на рік:

$$T_{\text{річ}} = 330 \text{ днів} + 35 \text{ днів} - \text{капітальний ремонт.}$$

Визначаємо річний обсяг виробництва переетерифікованих жирів:

$$330 \cdot 90 = 29700 \text{ т/рік}$$

Таблиця 19

Розрахунки по статті «Основна заробітна плата»

№	Професія робітника	Розряд	Кількість	Годинна тарифна ставка, грн.	Ефективний фонд робочого часу 1 робітника, год	Основна заробітна плата, грн.
1.	Апаратник лінії адсорбційної очистки	III	4	7,4	1760	52 580
2.	Апаратник лінії дезодорації	III	4	7,4	1760	52 580
3.	Слюсар	II	4	7,2	1760	50 820
4.	Вантажник	I	6	6,0	1760	63 140
5.	Апаратчик	II	10	5,4	1760	95 700

Всього

314820

Всього витрат по статті «Основна заробітна плата» :

$$314820 / 29700 = 10,6 \text{ грн/т.}$$

Розраховуємо витрати по статті «додаткова заробітна плата»

Приймаємо що витрати по цій статті в розмірі 25 % від розміру заробітної плати основних робітників.

					Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата	85

$$10,6 \cdot 0,25 = 2,65 \text{ грн.}$$

Розраховуємо витрати по статті «Відрахування на соціальне страхування»

Загальний фонд заробітної плати становить

$$10,6 + 2,65 = 13,25 \text{ грн.}$$

Витрати по статті «Відрахування на соціальне страхування»:

$$13,25 \cdot 0,395 = 5,2 \text{ грн.}$$

Розраховуємо витрати по статті «Витрати пов'язані з підготовкою і освоєнням виробництва продукції»

Витрати по цій статті рахуються від розміру заробітної плати основних робітників, що займаються виробництвом даного виду продукції, і становлять 2 %.

$$10,6 \cdot 0,02 = 0,21 \text{ грн.}$$

Розраховуємо витрати по статті «Витрати на утримання та експлуатацію машин і обладнання»

Витрати по цій статті становлять 80 % від розміру заробітної плати основних робітників.

$$10,6 \cdot 0,8 = 8,48 \text{ грн.}$$

Розраховуємо витрати по статті «Загальновиробничі витрати»

По статті «Загальновиробничі витрати», витрати рахуються в розмірі 160 % від заробітної плати основних робітників.

$$10,6 \cdot 1,6 = 16,96 \text{ грн.}$$

ЦЕХОВА СОБІВАРТІСТЬ :

$$87\ 192 + 22\ 311 + 130\ 507 + 102,06$$

$$+ 10,6 + 2,65 + 5,2 + 0,21 + 8,48 + 16,96 = 240\ 156 \text{ тис. грн.}$$

Розраховуємо витрати по статті «Адміністративні витрати»

Витрати по статті приймаємо в розмірі 180 % від заробітної плати основних робітників:

$$10,6 \cdot 1,8 = 19,08 \text{ грн.}$$

Витрат по статті «Попутна продукція» немає.

Виробнича собівартість:

$$СВ_{\text{цех}} + V_{13} - V_{14} = 240\ 156 + 19,08 = 240\ 175 \text{ грн.}$$

Розраховуємо витрати по статті «Позавиробничі витрати».

Приймаємо витрати по цій статті в розмірі 1,5 % від виробничої собівартості:

$$240\ 175 \cdot 0,015 = 3\ 602,6 \text{ грн.}$$

Розраховуємо витрати по статті «Інші витрати».

Витрати по цій статті визначаються від виробничої собівартості, і становлять 0,5 %.

$$240\ 175 \cdot 0,005 = 1\ 201 \text{ грн.}$$

Розрахунки собівартості 1 т переетерифікованих жирів зводимо в таблицю 20

						Арк.
						86
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

Розрахунок собівартості 1 т переетерифікованих жирів

№	Стаття собівартості	Вартість, грн.	%
1	Сировина і основні матеріали	87 192	17,98
2	Напівфабрикати власного виробництва	-	
3	Допоміжні та таропакувальні матеріали	22 311	4,6
4	Покупні напівфабрикати, роботи і послуги виробничого характеру сторонніх підприємств і організацій	-	-
5	Паливо та енергія на технологічні цілі	130 507	26,91
6	Зворотні відходи	-102,06	-0,02
7	Основна заробітна плата	10,6	0,0021
8	Додаткова заробітна плата	2,65	0,002
9	Відрахування на соціальне страхування	5,2	0,001
10	Витрати пов'язані з підготовкою та освоєнням виробництва продукції	0,21	0,000043
11	Витрати на утримання та експлуатацію машин і обладнання	8,48	0,00174
12	Загальновиробничі витрати	240 156	49,5
13	Адміністративні (загальногосподарські) витрати	19,08	0,0039
14	Попутна продукція	-	-
15	Позавиробничі (комерційні) витрати	3 602,6	0,74
16	Інші витрати	1 201	0,24
Всього		484 913,76	100

Собівартість 1 т переетерифікованих жирів **484 913,76** грн.

					Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата	87

ВИСНОВКИ

1. Проаналізувано існуючі технології адсорбційної очистки жирів, визначено основні вимоги до адсорбентів.
2. За результатами аналітичного огляду для адсорбційного очищення нерафінованих переетерифікованих жирів від залишків супутніх і домішок, обрано адсорбенти SORBSIL R92F.
3. Після детального аналізу наукових досліджень, визначено кількість введення SORBSIL R92F (0,4%) та адсорбента на основі глини (1,1%) до маси жиру;
4. В лабораторних умовах перевірена ефективність суміші адсорбента SORBSIL R92F та адсорбент на основі глини
5. Спроектовано цех фізичної рафінації переетерифікованого жиру потужністю 90 т за добу.
6. В економічній частині прорахована собівартість виготовлення продукту, при використанні у процесі адсорбції запропоновану сіміш адсорбенту.
7. Визначено вимоги до охорони праці на спроектованому виробництві.

					Арк.
					88
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата	

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ніколаєва В.Г., Пушкарьов Ю.М. Аналіз сучасних тенденцій в виробництві харчових масел і жирів // Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського, 2019 – Т. 30 (69), – №2. – с. 113-117.

2. Сергеев А.Г. Производство пищевых переэтерифицированных жиров для маргариновой продукции / А.Г. Сергеев, Н.Л. Меламуд, Р.Л. Перкель. – М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1975. – 51 с.

3. Ніколаєва В.Г., Пушкарьов Ю.М. Аналіз сучасних тенденцій в виробництві харчових масел і жирів // Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського, 2019 – Т. 30 (69), – №2. – с.113-117.

4. Рощина Е. В., Бань М. Ф., Кириленко Н. М. Безопасность гидратированных переэтерифицированных жиров // Развитие инновационной экономики: результаты, проблемы, перспективы: сборник научных статей международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию основания университета, Гомель, 9—10 октября 2014 г. /Белкоопсоюз, Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации; под науч. ред. С. Н. Лебедевой. - Гомель, 2014. - С. 242—245.

5. Ричард О'Брайен Жиры и масла. Производство. Состав и свойства. Применение: перевод с англ. 2-го изд. – Санкт-Петербург: Профессия, 2007.4. Гидрогенизация и переэтерификация жиров// - 2017 [Электроний ресурс] Тульчинка: [https://tulchinka.ru/]. - Режим доступу: https://tulchinka.ru/article/gidrogenizatsiya-i-pereeterifikatsiya-zhirov/

6. Музыка Л. Производство мягких маргаринов с улучшенными физиологическими свойствами // Масложировой комплекс: научно-практический журнал., 2006. - №6(12). – с.35-38.

7. Є. О. Гончаров, Ф. Ф. Гладкий, О. А. Литвиненко Геометрична ізомеризація ненасичених ацилгліцеринів // Вісник Національного Технічного Університету "ХПІ". Інноваційні дослідження в наукових роботах студентів, 2018. - №40.

8. Шеманська Є.І., Радзівська І.Г. Технології рослинних олій, жирів і косметичних продуктів: Навч. посіб. – К.: НУХТ, 2020. – 182 с.

9. Технологія модифікованих жирів : навч. посіб. / Ф.Ф. Гладкий, В.К. Тимченко, І.М. Демидов та ін. – Харків: Підручник НТУ «ХПІ», 2014. – 214 с

10. Хімія жирів: Підручник / за ред. Ф.Ф. Гладкого. – Харків.: НТУ «ХПІ», 2002. – 452 с.

11. Kwok, Q. Fire and explosion hazards related to the industrial use of potassium and sodium methoxides [Text] / Q. Kwok, B. Acheson, R. Turcotte, A. Janes, G. Marlair // Journal of Hazardous Materials. – 2013. – Vol. 250-251. – P. 484–490. doi: 10.1016/j.jhazmat.2013.01.075

12. Mag, T.K. Proceedings of the World Conference of Edible Fats and Oil Processing, Maastricht, 1989, p. 107

					Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата	89

13. Patterson, H.B.W. Bleaching and Purifying Fats and Oils. Theory and Practice. AOCS Press, 1992.

14. Taylor, D.R. Bleaching. p. 285. Bailey's Industrial Oil and Fat Products, 6th edition, John Wiley & Sons, 2005.

15. Iler, R.K. The Chemistry of Silica. Wiley, New York, 1979, pp462-621.

Welsh, W.A., Bogdanor, J.M. and Toeneboehn, G.J. Proceedings of the World Conference of Edible Fats and Oil Processing, Maastricht, 1989, p189.

16. Nock, A. Environmental Issues Facing the Edible Oil industry, SCI Oils & Fats Group, London, 1996, p57. Pub PJ Barnes & Associates, Bridgwater, England.

Hendrix, B. Proceedings of the World Conference of Edible Fats and Oil Processing, Maastricht, 1989, p94.

17. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ СТУДЕНТІВ З ДИСЦИПЛІНИ—ЗАСТОСУВАННЯ ЕОМ В ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ СТУДЕНТІВ НАПРЯМУ ПІДГОТОВКИ 6.051701 —ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРІЯ Дніпропетровськ ДВНЗ УДХТУ 2012

18. Practical Guide to Vegetable Oil Processing (Second Edition) – Лінвуд, Техас, США: Copyright © AOCS Press., 2017. – 477 с.

19. Яценко А.М., Безденежных Л.А., Иванова Н.Л., Знахарева О.И. Особенности технологии получения сорбентов из отходов производства // Научные труды Кременчугского государственного политехнического института.– Кременчук, 1999 г.– Вып. 1.– С. 342-344.

20. Силікагелі PQ Sorbsil [Електронний ресурс] // General Filtration. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.generalfiltration.com/product/pq-sorbsil-silica-gels/>

21. In edible oil refining SORBSIL® Silicas [Електронний ресурс] // PQ Corporation and its affiliates. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://7157e75ac0509b6a8f5c-5b19c577d01b9ccfe75d2f9e4b17ab55.ssl.cf1.rackcdn.com/JFCSWRAG-PDF-1-455246-4428645227.pdf>.

22. Practical Guide to Vegetable Oil Processing Book Second Edition – Лінвуд, Техас, США: Copyright © AOCS Press., 2017. – 477 с. – (PQ Corporation and its affiliates). – (Друге видання).

23. Смоляр В.І. Концепція ідеального жирового харчування / В.І. Смоляр // Проблеми харчування. –2006. –№4. –С. 5–13.

24. Алексеенко А.В. Перезтерификация: мифы и реальность / А.В. Алексеенко, А.В. Предыбайло // Пищевая промышленность. – 2013 – №3. – С. 64–65/

25. Gavriilidou, V. Chemical interesterification of olive-oil-tristearin blends for margarine / V. Gavriilidou, D. Boskou // Int. J. Food Sci. Technol. – 1991. – №26. – Р. 451–456.

26. М.П. Азнаурьян, Н.А. Калашева. Современные технологии очистки жиров, производства маргарина и майонеза. – М.: Сампо-Принт, 1999. – 493с.

27. Шмандий В.М., Безденежных Л.А., Козловская Т.Ф. Исследование адсорбционной рафинации подсолнечного масла сорбентами из лужги // Вісник

					Арк.
					90
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата	

Кременчуцького державного політехнічного університету. – Кременчук, 2002.–Вип. 5.– С. 95-98.

28. Silica Hydrogel and its Use in Edible Oil Processing [Електронний ресурс] // The American Oil Chemists' Society. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://lipidlibrary.aocs.org/edible-oil-processing/silica-hydrogel-and-its-use-in-edible-oil-processing>.

29. Лабораторный практикум по технологии переработки жиров – Москва: Агропромиздат, 1991. – 160 с. – (Учебники и учеб. пособия для вузов; 2).

30. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Технологія переробки рослинних жирів» для студентів III курсу денної форми навчання та IV курсу заочної форми навчання спеціальності 181 – Харчові технології, спеціалізації – Харчові технології та інженерія. Частина перша. Рафінація рослинних жирів. / Укл.: Т.Г. Філінська, О.В. Черваков, А.О. Філінська – Дніпро: ДВНЗ УДХТУ, 2016 – 52 с.

31. Методичні рекомендації лабораторних робіт з розділу “Технологія жирів і жирозамінників” для студ. напряму 6.051701 “Харчові технології та інженерія” усіх форм навчання / Уклад.: Є.І. Шеманська, І.Г. Радзієвська, В.І. Бабенко та ін. – К.: НУХТ, 2011. – 43 с.

32. Науково-технічні основи створення енергоефективного обладнання підвищення якості рослинних олій : дис. докт. техн. наук : 05.18.12 / . – Одеса, 2021. – 350 с.

33. Адсорбционная очистка растительных масел. Е. М. Камышан, А. В. Тырси́на, В. Х. Паронян, Ю. А. Тырсин. //Масложировая промышленность, № 1, 2004 с.44-45.

34. Рощина Е. В., Бань М. Ф., Кириленко Н. М. Безопасность гидратированных переэтерифицированных жиров // Развитие инновационной экономики: результаты, проблемы, перспективы: сборник научных статей международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию основания университета, Гомель, 9—10 октября 2014 г. /Белкоопсоюз, Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации; под науч. ред. С. Н. Лебедевой. - Гомель, 2014. - С. 242—245 За даними порталу: <http://www.mns.gov.ua>

35. Згідно з ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою», затвердженим наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 15 червня 2016 р. № 158.

36. Правила безпеки для олійно-жирового виробництва, затверджені наказом Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 22 квітня 1997 р. № 99.

38. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок, затверджені Міністерством праці та соціальної політики України від 21 червня 2001 р. № 272.

						Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		91

39. ДСТУ ISO 6309:2007 «Протипожежний захист. Знаки безпеки. Форма та колір» (ISO 6309:1987, IDT)», затверджений наказом Державного комітету України з питань технічного регулювання та споживчої політики від 30 березня 2007 р. № 71.

40. Khan M.Z. The role of polyunsaturated fatty acids and GPR40 receptor in brain / M.Z. Khan, L.He // Neuropharmacology. – Available online 22 May 2015.

41. Kim B.H. Chemical and physical properties of butterfatvegetable oil blend spread prepared with enzymatically transesterified canola oil and caprylic acid / B.H. Kim, C.C. Akoh // Journal Of Agricultural And Food Chemistry. – 2005. – Vol. 53 (12). – P. 4954- 4961.

42. Erkaya T. Probiotic butter: Stability, free fatty acid composition and some quality parameters during refrigerated storage / T. Erkaya, B. Brkek, B. Doğru, V.Çetin, M. Şengül // International Dairy Journal. – 2015. – Vol. 49. – P. 102-110.

43. Азнаурьян М.П. Современные технологии очистки жиров, производства маргарина и майонеза/ М. П. Азнаурьян, Н.А. Калачева – Москва: Само-Принат, 1999.- 166с.

44. . Васильева Г.Ф. Дезодорация масел и жиров. -СПб.: Гиорд,2000.-192с.

45. Арутюнян Н.С. Рафинация масел и жиров: теоретические основы, практика, технология, оборудование.-Спб.: ГИОРД, 2004.-288с.

46. Товбин И.Н. Технологическое проектирование жироперерабатывающих предприятий / И.Н. Товбин, Е.Е. Файнберг, А.Б. Луговой. - Москва, Пищепромиздат 1959. - 398с.

47. Гулий І. С. , Пушанко М. М., Орлов Л. О.- Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості / За ред. І. С. Гулого. – Вінниця: Нова книга, 2001. – 576 с;

						Арк.
						92
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

СПЕЦИФІКАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ

Таблиця 21

№	Найменування	Позначення на апаратурно-технологічній схемі
1	Приймальний бак для нерафінованого переетерифікованого жиру	1
2	Насоси	2, 6, 8, 12, 21, 24, 29, 33, 36, 43
3	Пластинчастий теплообмінник	3
4	Витратомір	4
5	Апарат для адсорбційної очистки	5
6	Дисковий фільтр	7, 7a
7	Приймальний резервуар	9
8	Циклон	10
9	Резервуар для технічного жиру	11
10	Бункер для адсорбенту	13
11	Деаераційна камера	14
12	Дозуюча камера	15
13	Каплевловлювач	16
14	Барометричний конденсатор змішування	17
15	Повітряструменевий ежектор	18
16	Двоступінчатий водокільцевий вакуум-насос	19
17	Водозбірник	20
18	Фільтр для перетерифіковано жиру, адсорбційно очищеного	22
19	Деаератор	23
20	Пусковий теплообмінник	25
21	Теплообмінник другого підігріву	26
22	Теплообмінник остаточного нагріву	27
23	Дезодораційна колона	28
24	Охолоджувач	30
25	Полірувальний фільтр	31
26	Бак збірний, для рафінованого, переетерифікованого жиру	32
27	Скрубер	34
28	Бак для жиру-абсорбента	35
29	Пластинчастий теплообмінник	37
30	Чотирьохступеневий пароежекторний вакуум-насос	38
31	Барометричний колодязь	39

Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата

Арк.

93

32	Пароежектор пусковий	40
33	Бак для лимонної кислоти	41
34	Насос дозуючий, для розчинну лимонної кислоти	42
35	Електричний теплогенератор	44
36	Компресор	45, 46
37	Резервуар для органічного масла	47

						Арк.
						94
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		