

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Інститут (факультет) ННІХТ
Кафедра технології жирів, хімічних технологій харчових добавок та
косметичних засобів**

«До захисту в ЕК»
Директор інституту(декан
факультету) ННІХТ
_____ Оксана КОЧУБЕЙ –ЛИТВИНЕНКО
(підпис) (Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

«До захисту допущено»
Завідувачка кафедри ТЖХТ
_____ Тамара НОСЕНКО
(підпис) (Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

« ___ » _____ 2024 р.

« ___ » _____ 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності: 181 «Харчові технології»

(код та назва спеціальності)

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

**на тему: _____ дезодорація арахісово-соняшникової купажованої олії у цеху
потужністю 142 т за добу_____**

Виконав: здобувач курсу, групи _____ ЗТЖ-5-1 _____

_____ НЕСТЕРЕНКО Антон Анатолійович _____

(ПРІЗВИЩЕ, ІМ'Я, ПО БАТЬКОВІ ПОВНІСТЮ)

(підпис)

Керівник: _____ РОМАНОВСЬКА Тетяна Іванівна _____
(ПРІЗВИЩЕ, ІМ'Я ТА ПО БАТЬКОВІ ПОВНІСТЮ) (підпис)

Консультанти _____
(ПРІЗВИЩЕ Ім'я) (підпис)

Рецензент _____ РОМАНОВА Зоряна _____
(ПРІЗВИЩЕ Ім'я) (підпис)

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

Здобувач _____

(підпис)

Київ 2024

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ННІХТ

Кафедра технології жирів, хімічних технологій харчових добавок та косметичних засобів

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 181 «Харчові технології»
(код і назва)

Освітньо-професійна програма «Харчові технології та інженерія»
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувачка кафедри ТЖХТ

Тамара НОСЕНКО

« 10 » 11 2023 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

НЕСТЕРЕНКУ Антону Анатолійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Дезодорація арахісово-соняшникової купажованої олії у цеху потужністю 142 т за добу

керівник роботи Романовська Тетяна Іванівна, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом закладу вищої освіти від «06» листопада 2023р. №907-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 20.01.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи недезодорована арахісово-соняшникова купажована олія з початковим кислотним числом 0,6 мг КОН/г, кінцеве кислотне число 0,3 мг КОН/г, купаж 60 % арахісової і 40 % соняшникової олій

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

1. Вибір і обґрунтування проєктних рішень 1.1 Структура та опис цеху (або ділянки) 1.2 Аналіз та вибір асортименту продукції 1.3 Аналіз способів виробництва та обґрунтування їх вибору 2. Технологічні розрахунки 2.1 Таблиця вихідних даних для розрахунку продуктів 2.2 Розрахунок продуктів запроєктованого асортименту 2.3 Зведений продуктовий баланс цеху (або ділянки), 3.Проєктування технологічного процесу 3.1 Блок-схема та опис загальних операцій виробництва 3.2 Опис апаратурно-технологічної схеми, 3.3 Підбір технологічного обладнання виробничого цеху 3.4 Розрахунок виробничих площ. 4.Схема технохімічного контролю виробництва. 5. Нормативні характеристики сировини та готової продукції, 6. Охорона довкілля. 7. Охорона праці. Висновки

5. Перелік графічного матеріалу (формат А1)

Принципова схема (блок-схема) технологічного процесу – 1 аркуш.

Апаратурно-технологічна схема виробництва — 1 аркуш.

План(и) підприємства чи цеху — 1 аркуш;

Розріз основного апарату— 1 аркуш

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання _____ 11.11.2023 р. _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	ВСТУП	11.11.2023р.	виконано
2	1. ВИБІР І ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ		виконано
3	1.1 Структура та опис цеху (або ділянки)	18.11.2023р.- 19.11. 2023р	виконано
4	1.2 Аналіз та вибір асортименту продукції		виконано
5	1.3 Аналіз способів виробництва та обґрунтування їх вибору		виконано
6	2. ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ		виконано
7	2.1 Таблиця вихідних даних для розрахунку продуктів	23.11. 2023р- 24.11. 2023р.	виконано
8	2.2 Розрахунок продуктів запроєктованого асортименту		виконано
9	2.3 Зведений продуктивний баланс цеху (або ділянки) сировини, допоміжних матеріалів		виконано
10	3. ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ		виконано
11	3.1 Блок-схема та опис загальних операцій виробництва	25.11. 2023р.- 27.11.2023р.	виконано
12	3.2 Опис апаратурно-технологічної схеми		виконано
13	3.3 Підбір технологічного обладнання виробничого цеху (або ділянки)		виконано
14	3.4 Розрахунок виробничих площ		виконано
15	4. СХЕМА ТЕХНОХІМІЧНОГО КОНТРОЛЮ ВИРОБНИЦТВА	29.11. 2023р.	виконано
16	5. НОРМАТИВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИРОВИНИ ТА ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ	30.11. 2023р.	виконано
17	6.СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ (ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ).	01.12. 2023р.	виконано
18	7.БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ (ОХОРОНА ПРАЦІ).		виконано
19	ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	03.12. 2023р.	виконано
	АНОТАЦІЯ		
	ГРАФІЧНА ЧАСТИНА РОБОТИ (4 КРЕСЛЕННЯ)	04.12.2023р– 30.12.2023 р.	виконано
	Принципова схема (блок-схема) технологічного процесу – 1 аркуш. Апаратурно-технологічна схема виробництва — 1 аркуш. План(и підприємства чи цеху — 1 аркуш; Розріз основного апарату— 1 аркуш		
20	Передзахист, попередня перевірка роботи на академплагіат, рецензування роботи здобувача	22.01.- 26.01.2024 р.	
21	Подання готової кваліфікаційної роботи в ЕК(остаточна перевірка на академплагіат)		

Здобувач(ка)

_____ (підпис)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Антон НЕСТЕРЕНКО

_____ (Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Тетяна РОМАНОВСЬКА

_____ (Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

АНОТАЦІЯ

Обсяг: 49с., 11 табл., 2 рис., 6 джерел.

Предмет дослідження: купаж арахісової та соняшникової олії, проведення дезодорації.

Об'єкт дослідження: цех з виробництва арахісово-соняшникової купажованої олії із потужністю 142 тонни за добу.

Мета роботи: є розробка та впровадження оптимальних методів дезодорації арахісово-соняшникової купажованої олії для підвищення її якості та збереження належних експлуатаційних характеристик.

В роботі здійснено огляд літературних джерел, на основі яких було визначено напрям власних досліджень, кінцевим результатом якого є створення технологічної лінії дезодорації купажованої арахісово-соняшникової олії у цеху потужністю 142т за добу та використане сучасне автоматизоване обладнання, що дає змогу зменшити затрати ручної праці і споживання додаткових ресурсів. У роботі обрано асортимент продукції та обладнання, виконано розрахунок балансу між готовою та проміжною продукцією. Передбачено, що показники якості перероблюваної сировини будуть контролюватися на кожному етапі виробництва. Досліджено різні методи виробництва, вибрані стандартні технологічні схеми та здійснено розрахунок потреби в сировині та готової продукції. При розробленні апаратурно-технологічної схеми обрано сучасний колонний дезодоратор тарілчастого типу.

Ключові слова: купажована олія, дезодорація, виробнича ділянка, рафінація, одоруючі речовини, склад, виробництво.

ANNOTATION

Pp: 49 p., 11 tables, 2 figures, 6 sources.

Subject of research: blend of peanut and sunflower oil, deodorisation.

Object of research: a factory for the production of peanut and sunflower blended oil with a capacity of 142 tonnes per day.

Purpose: to develop and implement optimal methods of deodorisation of peanut-sunflower blended oil to improve its quality and maintain proper performance characteristics.

The paper reviews literature sources, on the basis of which the direction of our own research was determined, the end result of which is the creation of a technological line for deodorisation of blended peanut-sunflower oil in a workshop with a capacity of 142 tonnes per day and the use of modern automated equipment, which reduces manual labour costs and consumption of additional resources.

The article selects the range of products and equipment, calculates the balance between finished and intermediate products. It is assumed that the quality of processed raw materials will be monitored at each stage of production. Various production methods were investigated, standard technological schemes were selected, and the demand for raw materials and finished products was calculated. A modern column deodoriser of the plate type was chosen for the development of the equipment and technological scheme.

Keywords: blended oil, deodorisation, production site, refining, odourants, composition, manufacture.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. ВИБІР І ОБРУНТУВАННЯ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ	8
1.1 Структура та опис цеху (або ділянки).....	8
1.2 Аналіз та вибір асортименту продукції.....	10
1.3 Аналіз способів виробництва та обґрунтування їх вибору.....	12
2. ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	17
2.1 Таблиця вихідних даних для розрахунку продуктів.....	17
2.2 Розрахунок продуктів запроєктованого асортименту	18
2.3 Зведений продуктовий баланс цеху (або ділянки).....	22
3. ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ.....	23
3.1 Блок-схема та опис загальних операцій виробництва.....	23
3.2 Опис апаратурно-технологічної схеми.....	24
3.3 Підбір технологічного обладнання виробничого цеху (або ділянки).....	27
3.4 Розрахунок виробничих площ	33
4. СХЕМА ТЕХНОХІМІЧНОГО КОНТРОЛЮ ВИРОБНИЦТВА.....	35
5. НОРМАТИВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИРОВИНИ ТА ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ.....	36
6. СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ (ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ).	39
7. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ (ОХОРОНА ПРАЦІ).....	43
ВИСНОВКИ	47
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	48

					Дезодорація арахісово-соняшникової олії у цеху потужністю 142т за добу					
<i>Зм</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>						
<i>Розроб.</i>	Нестеренко А.А.				Розрахунково-пояснювальна записка	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>		
<i>Перевір.</i>	Романовська Т.І.						6			
<i>Керівник</i>						НУХТ ЗТЖ 5-1				
<i>Н. Контр.</i>										
<i>Затверд.</i>	Носенко Т.Т.									

ВСТУП

У сучасних умовах харчової промисловості важливою задачею є забезпечення високої якості та довготривалої збереженості рослинних олій, які використовуються в різноманітних продуктах харчування. Зокрема, арахісово-соняшникова купажована олія, завдяки своїм корисним властивостям та великому споживанню, є предметом значного інтересу для виробників та споживачів. Однак, разом із збільшенням обсягів виробництва зростає необхідність впровадження ефективних технологій дезодорації для збереження якості та продуктивності олійного виробництва.

Об'єктом дипломного проекту є цех з виробництва арахісово-соняшникової купажованої олії із потужністю 142 тонни за добу. Проведення дезодорації цього продукту становить актуальну проблему в умовах сучасного виробництва олій, де ефективність та якість продукції мають вирішальне значення.

Метою дипломної роботи є розробка та впровадження оптимальних методів дезодорації арахісово-соняшникової купажованої олії для підвищення її якості та збереження належних експлуатаційних характеристик.

Найвідповідальнішою і завершальною стадією рафінації є дезодорація, мета якої - видалення з жирів і олій одоруючих речовин, що визначають їхній смак і запах. Повнота дезодорації визначає якість олії, оскільки жодні смакові добавки не можуть замаскувати смак і запах неякісно дезодорованої олії або жиру.

Дезодорація являє собою процес дистиляції одоруючих та інших речовин за умови глибокого вакууму та високої температури в струмі гострої пари.

					Дезодорація арахісово-соняшникової олії у цеху потужністю 142т за добу			
<i>Зм</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Нестеренко А.А.			Розрахунково-пояснювальна записка	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Романовська Т.І.					7	
<i>Керівник</i>						НУХТ ЗТЖ 5-1		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		Носенко Т.Т.						

1. ВИБІР І ОБРУНТУВАННЯ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ

1.1 Структура та опис цеху (або ділянки)

На ділянці виробництва купажованої арахісово-соняшникової олії передбачено встановлення однієї лінії продуктивністю 142 т/добу.

Відповідно до габаритних розмірів дезодораційних апаратів для їх розміщення потрібне триповерхова виробниче приміщення розмірами в плані 12 м х 6 м при висоті поверхів 6 м.

Для встановлення конденсаторів і парових ежекторів передбачається крита надбудова. У всіх випадках приміщення парових ежекторних вакуум-насосів повинно мати надійну звукоізоляцію від інших виробничих приміщень.^[12]

Дезодоратор 6, габаритна висота якого 10 м, а розрахункове навантаження (з урахуванням динамічності) становить 72 т, встановлюють на локальні залізобетонні опори, які розміщені на першому поверсі; корпус апарата проходить через отвори в перекриттях другого і третього поверхів. Компонування обладнання передбачає розміщення основних апаратів, вузлів і приладів, які потребують обслуговування на другому поверсі. Поруч із дезодораційними колонами, встановлений збірник 12 для олії, що циркулює в скрубєрі, зі своїм насосом і холодильником. Поруч розташований пластинчатий теплообмінник, який охолоджує абсорбент.

Поруч із дезодоратором на другому поверсі встановлюється деаераційно-сушильний апарат 4, поруч з яким передбачено сітчастий фільтр 3, кінцеві теплообмінники-підігрівачі для олії 8 з насосами 23 для циркулюючого органічного теплоносія, а також водяні теплообмінники-холодильники 16 для готової дезодорованої олії. Поруч із дезодоратором розміщується мішалка 20 для лимонної кислоти з поршневим насосом-дозатором 21. Також на другому поверсі розташований полірувальний дисковий фільтр 17. Окрім цього, на другому поверсі передбачено встановлення збірного резервуару дезодорованої олії 18.

						Аркуш
						8
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

На першому поверсі будівлі розташовані теплообмінники 19 для попереднього нагріву олії водяною парою в пусковий період, регенеративні теплообмінники 7 для нагріву олії, що дезодорується, за рахунок фізичної теплоти готового дезодорату. Жири циркулюють у теплообмінниках за допомогою насосів. Встановлений під дезодоратором насос 22 призначений для повернення на верхню тарілку конденсату жирових компонентів, що міститься в центральних трубах дезодораторів. На першому поверсі змонтовано електричні теплогенератори 24. Також на першому поверсі передбачено встановлення резервуара для не дезодорованої олії.

Біля поздовжньої стіни першого поверху розміщений барометричний колодязь 10, що приймає стічні води з конденсаторів змішування пароежекторного вакуум-насосу 9.

На третій поверх виходить верхня частина дезодораційної колони з розташованій на ній скрубєром 11. Він призначений для охолодження парогазової суміші, що відходить з дезодораторів, і поглинання жирових компонентів, що містяться в них. Через цей скрубєр дезодоратор 6 з'єднується з вакуумною системою, створюваною чотириступінчастим пароежекторним вакуум-насосом 9 з конденсаторами змішування.

						Аркуш
						9
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Аналіз та вибір асортименту продукції

Згідно з дипломним проектом роботи асортимент визначений, а саме, представлено недезодоровану арахісово-соняшникову купажовану олію, з купажем 60% арахісової і 40% соняшnikової олії.

В Україні найпоширенішою є соняшnikова олія, яка добувається з насіння соняшника – складноцвітих, однолітньої рослини *Helianthus annuus* родини *compositac*.

Соняшnikова олія відноситься до жирних олій насіння. Вона складається з складної суміші різних тригліцеридів, деякої кількості вільних жирних кислот та різновиду нежирових речовин.^[5]

Соняшnikова олія має такий жирно-кислотний склад

Жирні кислоти		Вміст жирних кислот, % від загальної кількості
Ступінь насиченості	Найменування жирної кислоти	
Насичені		Сумарно 10,0-12,4
	C ₁₆ Пальмітинова	3,0-10,0
	C ₁₈ Стеаринова	1,0-10,0
	C ₂₀ Арахінова	До 1,5
	C ₂₂ Бегенова	До 1,5
Ненасичені		Сумарно до 90,0
	C _{18:1} Олеїнова	14,0-35,0
	C _{18:2} Линолева	50,0-75,0

Арахісова олія — рослинна олія, яку добувають шляхом вичавлювання вареного чи сирого арахісу (*Arachis hypogaea*) за допомогою гідравлічного преса або екстрагуванням.

Це олія дуже світлого кольору, а її здатність витримувати високі температури (точка димлення — 232°C, як і у соняшnikової) робить її одною з найкращих на кухні як олій для смаження. Вона має м'який смак, що робить цю нерафіновану олію придатною для приготування салатів, майонезу та вінегретів.^[5]

Арахісова олія має такий жирно-кислотний склад

Жирні кислоти		Вміст жирних кислот, % від загальної кількості
Ступінь насиченості	Найменування жирної кислоти	
Насичені		Сумарно 11,0-13,3
	C ₁₆ Пальмітинова	7,0-16,0
	C ₁₈ Стеаринова	1,3-6,5
	C ₂₀ Арахінова	0,5-3,0
	C ₂₂ Бегенова	1,0-5,0
	C ₂₄ Лігноцеринова	0,5-3,0
Ненасичені		Сумарно до 86,7
	C _{18:1} Олеїнова	35,0-72,0
	C _{18:2} Линолева	13,0-43,0
	C _{22:1} Ерукова	<0,5

За фізико-хімічними властивостями купаженої арахісово-соняшникової олії її можна ідентифікувати, як певний вид рослинного жиру. При цьому визначають такі показники: щільність, коефіцієнт рефракції, температура плавлення, температура твердіння, в'язкість.^[10]

Характеристика складу

Показники	Олія	
	Соняшnikова олія	Арахісова олія
Щільність (при 15°C), г/см ³	0,920 – 0,927	0,911 – 0,929
Показник заломлення при 20°C	1,4741 – 1,4755	1,468 – 1,472
В'язкість (при 20°C), сП	54,9 – 59,8	75,9 – 81,2
Температура застигання, °C	(-16) – (-19)	-2,5 – 3
Титр, °C	16 – 20	26 – 32
Йодне число, % J ₂	119 – 136	82 – 92

Число омилення, мг КОН	186 – 194	187 – 197
Неомилювальних ліпідів, %	0,3 – 0,8	1,0 – 1,2

1.3 Аналіз способів виробництва та обґрунтування їх вибору

Природні жири та олії містять порівняно невелику кількість супутніх речовин і домішок, які надають їм специфічного смаку та запаху.

До речовин, що зумовлюють характерні смак і запах жирів, належать різні альдегіди, кетони, спирти, кислоти та деякі інші органічні сполуки, що мають вищу пружність парів порівняно з тригліцеридами.

Методами дезодорації стає можливим відігнати речовини - носії запаху і смаку, а також більшу частину вільних жирних кислот, що містяться в жирі.

У сирих жирах містяться також фосфоліпіди і токофероли, які затримують окислення жирів. Ці натуральні антиоксиданти в процесі комплексної рафінації зазвичай руйнуються або видаляються. Замість природних антиокислювачів у дезодоровані жири додається лимонна кислота, яка виконує кілька функцій. Вона розкладає невеликий залишок натрієвих солей, що залишилися в жирі після лужної рафінації, і зв'язує у формі нерозчинних комплексів сліди металів. Присутність цих металів у харчових жирах небажана, оскільки вони, діючи як каталізатори, прискорюють процес окислення жирів.^[5]

Підготовка жирів для дезодорації чинить значний вплив на якість готового дезодорату, тому попередні стадії рафінації, включно з вибілюванням жирів, мають бути проведені ретельно.

З погляду фізики, дезодорацію можна розглядати як дистиляційний процес, що проводиться з присадкою гострої пари за глибокого вакууму і високої температури. Процесу дистиляції жирних кислот та інших летких домішок сприяють такі взаємопов'язані умови:

						Аркуш
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		12

- температура жиру під час дезодорації має бути досить високою для того, щоб підвищити пружність парів речовин, що відганяються;
- залишковий тиск у дезодораторі має бути досить низьким, щоб знизити температуру кипіння продуктів, що переганяються;
- конструкція апарата повинна забезпечувати повноту видалення одорувальних речовин при економній витраті енергетичних ресурсів і мінімальних відходах і втратах жирів.

Дезодорація жирів здійснюється в апаратах безперервної дії різних конструкцій і продуктивності. Невеликі партії рецептурних жирів дезодорують в апаратах періодичної дії.

Дезодораційні апарати різної конструкції різняться принципом обробки жирів гострою водяною парою. Відомі дезодоратори, у яких водяна пара пропускається через товстий шар жиру або через тонкий шар, що розтікається по насадці з керамічних кілець або вздовж вертикальних пластин. Ефективно працюють дезодораційні апарати комбінованого типу, в яких жир обробляється спочатку в тонкому шарі, а потім у проточному порівняно товстому шарі.^[3]

В олійно-жировій промисловості застосовують кілька ліній для дезодорації жирів, основні з них іноземних фірм - "Де смет", "Альфа-Лаваль", "Кемтек", "Кірхфельд".^[1]

Останніми роками великого поширення набули дезодоратори тарілкового або поличкового типу; в них дезодорація нагрітої до 240°C олії здійснюється в кілька стадій (ступенів) у шарі товщиною 350-450 мм. Такі дезодоратори входять до складу ліній фірм "Альфа-Лаваль", "Кемтек".^[1]

Нові сучасні лінії комплектують парогенераторами замкнутого типу високого тиску (6000-8000 кПа), де як теплоносії використовують водяну пару, а як паливо залежно від конкретних умов експлуатації - природний газ, дизельне паливо або електрику.^[3] Безпека експлуатації таких установок забезпечується сучасною дубльованою системою автоматичного контролю та регулювання. Перегрів гострої пари здійснюється, як правило, в електропароперегрівачах.

						Аркуш
						13
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Установки безперервної дезодорації, що випускаються нині, забезпечені системою для уловлювання відігнаних жирних кислот і механічно забраного жиру шляхом сорбції парів рідким сорбентом - рафінованою олією. Це технічне рішення дає змогу знизити вміст жиру в барометричних водах, що відводяться. Завдяки цьому стало можливим за спеціальної підготовки жирів виключити з технологічної схеми рафінації процес нейтралізації, а жирні кислоти витягати методом їхньої дистиляції, поєднавши її з дезодорацією олій і жирів, тобто здійснювати безлужну рафінацію (фізичну рафінацію).

Один з прикладів способу безперервної дезодорації є дезодораційна установка фірми "Де Смет". Основні апарати - деаератор-теплообмінник, дезодоратор колонного типу, холодильник, п'ятиступінчастий парозжекторний вакуум-насос. У дезодораторі процес дезодорації ведеться комбінованим способом - спочатку в тонкій плівці, а потім у шарі товщиною 450 мм.^[1]

Дезодоратор складається з двох частин. Верхня частина являє собою циліндричну колону. Дезодорований жир вводиться у верхню частину колони через розпилювач. Усередині колони вертикально розташовані 38 пластин серповидної форми, що створюють велику поверхню, по якій жир, що дезодорується, стікає вниз у вигляді плівки, тут він дезодорується паром, що надходить із нижньої частини. Нижня частина являє собою куб із конічним днищем, розділений вертикальними перегородками на сім секцій: центральну і шість радіальних. Усередині кожної секції поміщений паровий ежектор для барботування гострої пари.

Також, розповсюдженою є лінія дезодорації з використанням дезодораційної установка фірми "Альфа-Лаваль" продуктивністю 100 т/добу. Дезодорація на цій установці здійснюється в колонному апараті барботажного типу на трьох тарілках за температури 210-250 С і за тиску 399 Па, тривалість дезодорації 1,5 год.^[2]

Ще існує безперервнодіюча дезодораційна установка фірми "Кірхфельд" продуктивністю 100 т/добу. Ця фірма поставляє дезодоратори нового покоління продуктивності 50-150 т/добу - горизонтальні, в яких дезодорація олій і жирів

						Аркуш
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		14

здійснюється в горизонтальному потоці в шарі товщиною 400 мм у барботажному режимі. Потік розділяється на кілька ступенів вертикальними перегородками, що надають потоку олії лабіринтового руху. Під час експлуатації забезпечується висока стабільність у роботі, процес легко регулюється, якість дезодорату висока.^[1]

Для даного проекту (роботи) при продуктивності 142т за добу обрано технологічну лінію виробництва с дезодораційною установкою фірми "Альфа-Лаваль" продуктивністю 150 т/добу. Особливістю цієї установки є застосування дезодоратора колонного типу, скрубера для уловлювання жирних кислот і механічно захопленого жиру з парогазової суміші, що видаляється з апарату, спіральних теплообмінників і полірувального фільтра типу "Спарклер".

Дезодоратор - циліндричної форми, має сферичну кришку і скрубера. У середині міститься вісім тарілок, висота над верхньою тарілкою збільшена за рахунок сферичної кришки. Це дає змогу зменшити механічне винесення нейтрального жиру. Кожна тарілка має відкритий горизонтальний спіральний канал. Гостра пара надходить по трубах у барботери. Верхні шість тарілок забезпечені зовнішніми сорочками, що гріють, на рівні жиру в спіральних каналах, теплоносій - технологічне масло. Тривалість дезодорації приблизно 3 години.

Слід зазначити, що ділянки безперервної дезодорації жирів у колонних апаратах тарілкового типу мають низку позитивних технологічних властивостей:

- наявність каскаду з восьми тарілок-секцій, на яких дезодорація, здійснювана при безперервному потоці жиру, створює умови для повного видалення одоруючих речовин з отриманням дезодорату високої якості;
- наявність скрубера насадочного типу дає змогу вловлювати більшу частину компонентів, що видаляються з жиру, знизити втрати жирів із водою, що відходить із конденсаторів змішування, і полегшити очищення цієї води;

						Аркуш
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		15

- можливість поєднати дезодорацію з дистиляцією вільних жирних кислот, наявних у харчовому жирі, і за рахунок цього виключити з технологічного циклу операцію попередньої лужної нейтралізації.

						Аркуш
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		16

2. ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ

2.1 Таблиця вихідних даних для розрахунку продуктів

Вихідні дані:

Початкове кислотне число купажованої олії	0,6 мг КОН/г
Кінцеве кислотне число купажованої олії	0.3 мг КОН/г
Добова продуктивність, т	142,00
Маса жирних кислот, утворившихся при гідролізі, %	0,03
Маса одорувальних речовин, що відганяються, кг/т	0,25
Витрата гострої пари, кг/т	50,00
Маса циркулюючого абсорбенту (олії), кг	600,00
Кількість одоруючих речовин і нейтрального жиру, що виноситься в конденсатори, %	50,00

2.2 Розрахунок продуктів запроєктованого асортименту

Відповідно до технологічних можливостей дезодораційної установки з колонними апаратами матеріальні розрахунки проведено наступним чином:

На дезодорацію прямеу нейтралізована лугом вибілена соняшникова олія.

Початкова кислотність олії (кислотне число 0,6 мг КОН/г) $ж_n = 0,3\%$

Кінцева кислотність олії (кислотне число 0,3 мг КОН/г) $ж_k = 0,15\%$

Маса жирних кислот, що утворюються в результаті гідролізу $ж_z = 0,03\%$ тригліцеридів в апараті.

На підставі цих даних знайдено масу вільних жирних кислот, що відганяються в процесі дезодорації,

$$ж_{yn} = ж_n - ж_k + ж_z = 0,3 - 0,15 + 0,03 = 0,18\% = 1,8\text{кг/т}$$

Для купажованої арахісово-соняшничкової олії нормальної якості приймається, що маса одорувальних речовин, що відганяються, становить у середньому

$$ж_o = 250\text{ мг/кг} = 0,25\text{ кг/т.}$$

Разом із жирними кислотами та одорувальними речовинами з дезодораційного апарату гостра водяна пара забирає із собою механічно захоплений нейтральний жир. Можна прийняти, що маса цього жиру за постійних умов (температура, тиск) пропорційна кількості водяної пари, що впорскується. Приймаючи, що виносення становить 0,001 % від маси гострої пари і витрата її при дезодорації соняшничкової олії $D_{y\partial} = 50\text{кг/т}$, знаходять масу нейтральної олії, що виноситься:

$$ж_n = D_{y\partial} * 0,001 = 50 * 0,001 = 0,05 = 0,5\text{ кг/т}$$

Загальна маса жирових погонів, що виносяться з дезодорованого жиру,

$$\sum ж_v = ж_{yn} + ж_o + ж_n = 1,8 + 0,25 + 0,5 = 2,55\text{ кг/т}$$

За годинної продуктивності дезодораційної колони $m = 5,6\text{т}$ жирів маса жирових компонентів, що виносяться, складе

$$П = \sum ж_v * m = 2,55 * 5,6 = 14,3\text{ кг/г.}$$

У скрубєрі парогазова суміш, що відходить із дезодораційної колони, охолоджується, і під час взаємодії з абсорбентом більша частина погонів поглинається зрошувальною олією.

					Аркуш
					18
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	

Частина компонентів у вигляді парогазової суміші зі скрубера відсмоктується ежектором першого ступеня вакуум-насоса і нагнітається у водянні конденсатори змішування.

Маса жирних кислот, що виносяться ежектором, знаходиться з рівняння

$$g_{ж.к.} = D_{уд} M_{ж.к.} p_k / [M_v (p - p_k)] = 50 * 228 * 0,5 / [18(1066 - 0,5)] = 0,3 \text{ кг/т};$$

де $M_{ж.к.}$ - молекулярна маса найбільш летких жирних кислот (для більшості державних рослинних олій, окрім кокосової та пальмоядрової, приймається за міристиновою кислотою; $M_{ж.к.} = 228$); M_v - молекулярна маса води ($M_v = 18$); p - тиск у верхній частині скруббера ($p = 1066$ Па); p_k - парціальний тиск парів міристинової кислоти за температури у верхній частині скруббера (із запасом) 80°C ($p_k = 0,5$ Па)

Кількість одоруючих речовин, що механічно виносяться парогазовою сумішшю в конденсатори, і нейтрального жиру приймають, за практичними даними, за 50 % від маси жирних кислот,

$$y = g_{ж.к.} * 0,5 = 0,3 * 0,5 = 0,15 \text{ кг/т.}$$

Сумарна кількість жирових компонентів, що виносяться в конденсатори пароежекторного вакуум-насоса

$$y_k = g_{ж.к.} + y = 0,3 + 0,15 = 0,45 \text{ кг/т.}$$

Відповідно у годину

$$y_T = y_k m = 0,45 * 5,6 = 2,5 \text{ кг/Г}$$

Кількість жирових компонентів, які сорбують олією в скрубєрі,

$$K = П - y_T = 14,3 - 2,5 = 11,8 \text{ кг/Г.}$$

Абсорбція з газової фази жирових погонів у скрубєрі здійснюється охолодженим циркулюючим абсорбентом (олією). Маса цієї олії за технологічними умовами становить $G_m = 600$ кг

Поступово олія збагачується поглиненими вільними жирними кислотами і нейтральними продуктами, і її періодично замінюють свіжою. Заміну проводять так, щоб абсорбент повністю оновився приблизно один раз на три доби. За цей час в циркулюючій олії накопичуються такі компоненти

Усі компоненти $G_K = 11,8 * 24 * 3 = 850 \text{ кг}$

вільні жирні кислоти $G_{ж.к.} = 8,3 * 24 * 3 = 598 \text{ кг}$

нейтральні продукти (одоруючі речовин та нейтральний жир) $G = 3,5 * 24 * 3 = 252 \text{ кг}$

						Аркуш
						19
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальна маса циркулюючого абсорбенту (олії) і компонентів, які поглинулися к кінцю третьої доби буде:

$$O = G_M + G_K = 600 + 850 = 1450 \text{ кг.}$$

Концентрація вільних жирних кислот у циркулюючій суміші

$$a = G_{Ж.К.} * 100 / O = 598 * 100 / 1450 = 41,2\%$$

Витрата абсорбенту (рослинної олії) на поглинання жирових компонентів у скрубєрі в розрахунку на 1 т олії, що дезодорується:

$$Z = G_M / (134 * 3) = 600 / (134 * 3) = 1,49 \text{ кг/т.}$$

При сталому режимі щодоби зі скрубєра відводиться

$G_C = O / 3 = 1450 / 3 = 483$ кг суміші абсорбенту зі сконденсованими погонями і подається 200кг свіжої олії.

Вихід дезодорованої соняшникової олії та маса відходів і втрат, що утворюються, становлять, кг/т: дезодорована олія - 997,45; відходи під час дезодорації (погони, які переходять в абсорбент) - 2,1; безповоротні втрати - 0,45.

Загальна маса відходів олії під час дезодорації збільшується за рахунок олії, що циркулює в скрубєрі та використовується на технічні цілі, і становить

$$g_o = Z + 2,1 = 1,49 + 2,1 = 3,6 \text{ кг/т}$$

Витрата рафінованої вибіленої соняшникової олії на 1 т дезодорованої буде:

$$B = 1000 * 1000 / 997,45 = 1002,5 \text{ кг.}$$

Витрата рафінованої, вибіленої соняшникової олії на 1 т дезодорованої з урахуванням олії, що циркулює в скрубєрі,

$$B_1 = 1000 * 1000 / 997,45 - 1,49 = 1004 \text{ кг.}$$

Маса технічної олії (абсорбенту), що утворюється в рафінаційному цеху продуктивністю $M = 134$ т/добу, становить:

$$g_r = g_o M = 3,6 * 134 = 482,4 \text{ кг/доб.}$$

						Аркуш
						20
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Баланс компонентів, що надходять у дезодоратор і виходять із нього (кг/т) під час дезодорації купажу олії

Компоненти	Надходить у дезодоратор	На добову продуктивність, т
Олія, що поступила на дезодорацію	1000	142,34
Дезодорована олія	997,45	142,00
Втрати з деодистилятом, В тому числі		
Вільні жирні кислоти	1,8	0,24
Леткі одоруючі речовини	0,25	0,03
Нейтральний жир	0,5	0,07

Баланс компонентів у скрубєрі при дезодорації купаженого арахісово-соняшникової олії

Компонент и	Поступає у скрубєр			Виноситься з скрубєра			Поглинається абсорбентом у скрубєрі		
	На 1т олії, кг	На 1 апарат у годину, кг	%	На 1т олії ,кг	На 1 апарат у годину, кг	%	На 1т олії ,кг	На 1 апарат у годину, кг	%
усього	2,55	14,3	100	0,45	2,5	100	2,1	11,8	100
Жирні кислоти	1,8	10	70,4	0,3	1,7	68	1,5	8,3	70,3
Одоруючі речовини	0,25	1,4	9,9	0,15	0,8	32	0,6	3,5	29,7
Нейтральний жир	0,5	2,8	19,7						

2.3 Зведений продуктивний баланс цеху (або ділянки)

Цех працює 30 днів на місяць і 320 днів на рік.

	За добу	За місяць	За рік
Олія рафінована недезодорована, т	142,000	4260	45440
Загальна маса жирових компонентів, що виносяться, т	0,342	10,251	109,344
<i>Маса вільних жирних кислот, що відганяються, т</i>	0,241	7,236	77,184
<i>маса одорувальних речовин, що відганяються, т</i>	0,034	1,005	10,72
<i>маса нейтральної олії, що виноситься, т</i>	0,067	2,01	21,44
Олія дезодорована, т	141,658	4245,528	45285,632
Сумарна кількість жирових компонентів, що виносяться в конденсатори, т	0,060	1,809	19,296
<i>Маса жирних кислот, що виносяться ежектором, т</i>	0,040	1,206	12,864
<i>Одоруєчі речовини і нейтральний жир, що виноситься парогазовою сумішшю в конденсатори, т</i>	0,020	0,603	6,432
Втрата вологи, т	6,700	201	2144
Погони, які переходять в абсорбент, т	0,2814	8,442	90,048
Витрата абсорбенту, т	0,197	5,91	63,04
Загальна маса відходів олії під час дезодорації, т	0,4824	14,472	154,368

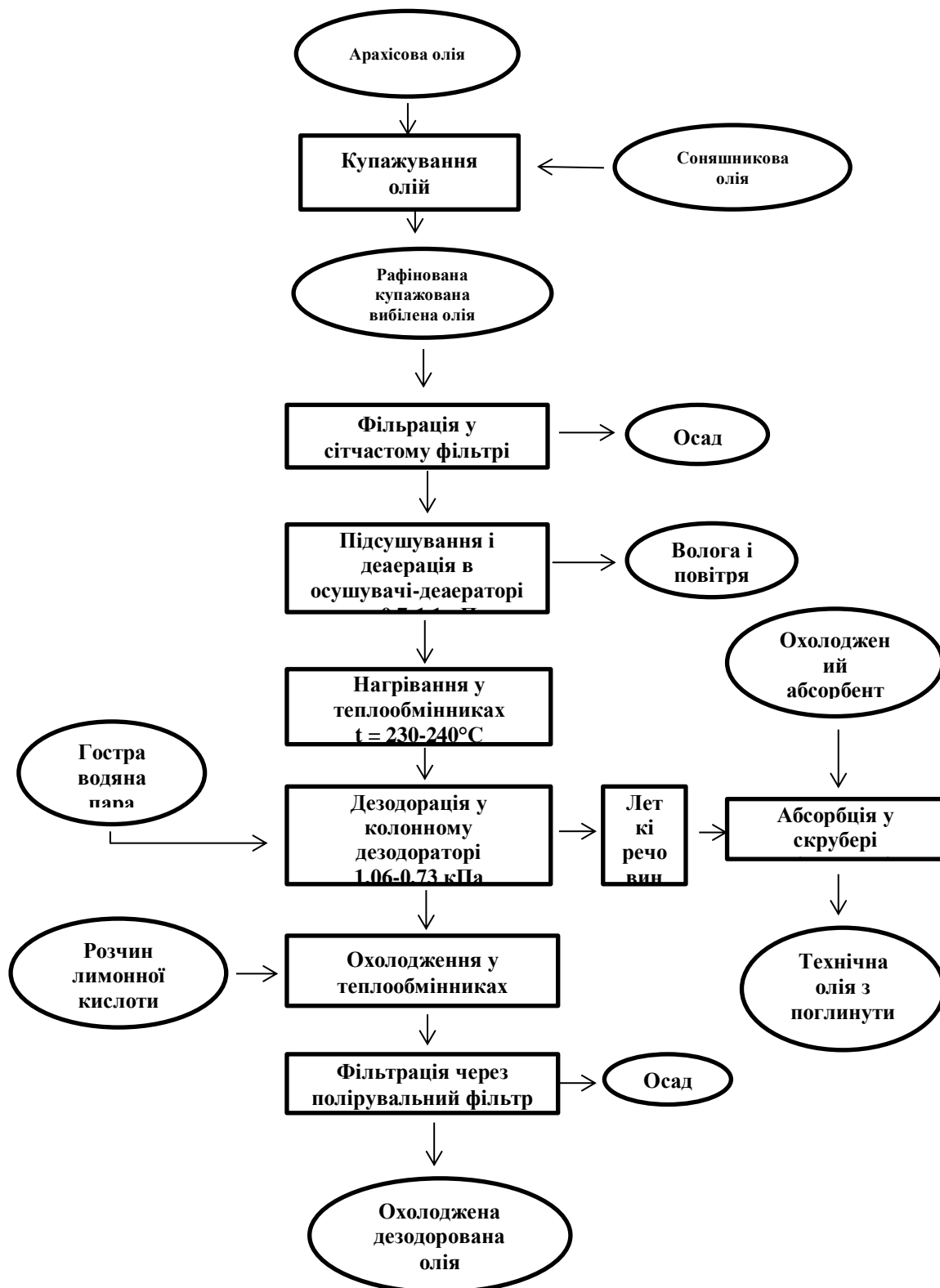
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата

Аркуш

22

3. ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

3.1 Блок-схема та опис загальних операцій виробництва



Леткі речовини - Суміш гострої водяної пари з парами летких речовин і захопленими краплями нейтрального жиру

3.2 Опис апаратурно-технологічної схеми

Технологічна схема дезодорації купажованої арахісово-соняшникової олії

Рафінована і вибілена олія із резервуара 1 насосом 2 через сітчастий фільтр 3 по лінії T-95 подається в осушувач-деаератор 4. За залишкового тиску в апараті 0,7-1,1 кПа жир підсушується і деаерується. З деаератора жир насосом 5 по лінії T-95 безперервно перекачується в колонний дезодоратор 6 тарілчастого типу.

Перед надходженням у дезодоратор жир пропускається через спіральний регенеративний теплообмінник 7, у якому він підігрівається приблизно до 200°C за рахунок фізичної теплоти дезодорованого продукту. Потім жир проходить через кінцевий теплообмінник-підігрівач 8, у якому він нагрівається органічним теплоносієм до встановленої температури дезодорації 230-240°C

Нагрітий жир надходить на верхню тарілку дезодораційної колони. В апараті жир, що дезодорується, послідовно проходить через вісім секцій (тарілок), у яких його обробляють гострою водяною парою, яка надходить по лінії T7 паралельно в усі секції. При надходженні в дезодоратор пара редукується.

У всіх секціях над тарілками підтримується однаковий залишковий тиск (1,06-0,73 кПа). Вакуум в апараті створюється пароежекторним вакуум-насосом 9. Він містить чотири ежектори і три проміжних барометричних конденсатори

						Аркуш
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		24

змішування. Передбачено також окремий пусковий ежектор, який за 20-30 хв знижує залишковий тиск у дезодораторі в пусковий період.

Охолоджувальна вода, що відходить із конденсаторів змішування, окремими лініями *T-93* стікає в барометричну коробку *10*, звідки прямує на очищення, а потім на градирню. Очищена й охолоджена вода знову направляється в конденсатори.

Гостра водяна пара в суміші з парами летких речовин і механічно захопленими краплями нейтрального жиру усувається з дезодоратора пароежекторним вакуумом-насосом *9* через скруббер *11* насадочного типу. У цей скруббер безперервно по лінії *T-92* подається охолоджений абсорбент. Як абсорбент використовується нейтральна олія. Шляхом протитечійного змішування абсорбенту і погонів відбувається поглинання останніх абсорбентом. Під час взаємодії парогазової суміші з сорбентом температура його підвищується, що погіршує процес абсорбції. Тому поглинаюча рідина (олія) зі скрубера відводиться в приймач *12*, з якого насосом *13* прокачується для охолодження через пластинчастий теплообмінник *14*.

Температура олії, що є абсорбентом на вході в скруббер, зазвичай приймається ~ 60 °С. Температура його на виході зі скрубера залежить від виду жирів, що переробляються, та їхнього гліцеридного складу. Для рослинних олій вона підтримується в межах 65-70 °С. За всіх умов вона має бути трохи вищою за температуру застигання компонентів, що відганяються.

Дезодорований жир насосом *15* відкачується з апарата *6* і по лінії *T-95* подається в теплообмінник *7*. Звідси для охолодження дезодорований жир направляється в теплообмінник-холодильник *16*. Охолоджений дезодорований жир через полірувальний фільтр *17* спрямовується в збірний резервуар *18*. Охолоджувальним агентом у холодильнику є циркулююча вода.

У пусковий період для попереднього нагрівання вихідного жиру до 150°C застосовується спіральний теплообмінник *19*. Нагрівання жирів у ньому здійснюється насиченою парою тиском 0,8 МПа.

						Аркуш
						25
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

З метою підвищення стійкості дезодорату в частково охолоджений жир за теплообмінником 7 з мішалки 20 поршневим насосом-дозатором 21 по лінії T95 в жир безперервно подається розчин лимонної кислоти.

Деяка частина речовин, що відганяються з жиру, конденсується на внутрішніх стінках паровідвідних труб, розташованих за вертикальною віссю дезодораційної колони. Конденсат у суміші з невеликою кількістю нейтрального жиру, що одночасно відокремлюється від водяної пари, стікає в колектор, що знаходиться в нижній восьмій секції дезодораційної колони. Звідси насосом 22 суміш повертається в першу (верхню) секцію для повторної дезодорації. Насос 22 вмикається в роботу автоматично залежно від накопичення жирових речовин у колекторі.

Для нагрівання жиру в теплообміннику 8 і в сорочках дезодоратора використовується органічний теплоносій (технічна олія), який качається насосом 23 по лінії T-92. Теплоносій у свою чергу нагрівається в локальному електричному теплогенераторі 24.

						Аркуш
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		26

3.3 Підбір технологічного обладнання виробничого цеху (або ділянки)

В технологічній схемі передбачено використання колонного дезодоратору тарілчастого типу фірми “Альфа-Лаваль”

Колонний дезодоратор тарілчастого типу являє собою циліндричний апарат діаметром майже 3 м і висотою 9,2 м. На кришці дезодораційної колони встановлено теплообмінник змішування - скруббер. Дезодоратор розділений тарілками на вісім секцій, в яких проводиться власне дезодорація жирів. Жир проходить послідовно через усі секції. Кожна тарілка забезпечена тривитковою відкритою горизонтальною спіраллю. Спіралі виконані з тонких сталевих листів, вертикально приварених до тарілок. По утворених відкритих каналах прямокутного перерізу рухається дезодорований жир від периферії до центру. На тарілках жир обробляється гострою парою за температури жиру 230-240 °С і залишкового тиску не вище 1066 Па.

На виході гострої пари з колектора встановлюються діафрагми з вихідним отвором різного діаметра, за допомогою якого регулюють тиск і масу пари, що подається на різні тарілки. Передача жиру з однієї тарілки на іншу (нижчу) здійснюється через переливні труби. Рівень жиру на кожній тарілці фіксується висотою переливу, що дорівнює близько 350 мм.

Для компенсації втрат теплоти в навколишнє середовище до зовнішньої циліндричної стінки шести верхніх тарілок дезодоратора приварені нагрівальні сорочки заввишки 300 мм. Гріючі сорочки розташовані на рівні висоти стовпа жиру в каналах тарілок. В гріючих сорочках циркулює органічний теплоносій – технічна олія.

У центрі кожної тарілки є труба діаметром 770 мм для підтримки однакового тиску над усіма тарілками і відведення з апарату гострої водяної пари.

Частина висококиплячих речовин, що виносяться трубою, конденсуються на її внутрішній поверхні і надходить у жолобки, з яких стікає на нижчі тарілки.

У восьмій секції по осі центральних труб розташований колектор, у який потрапляє конденсат із жолобків. З колектора конденсат насосом перекачується

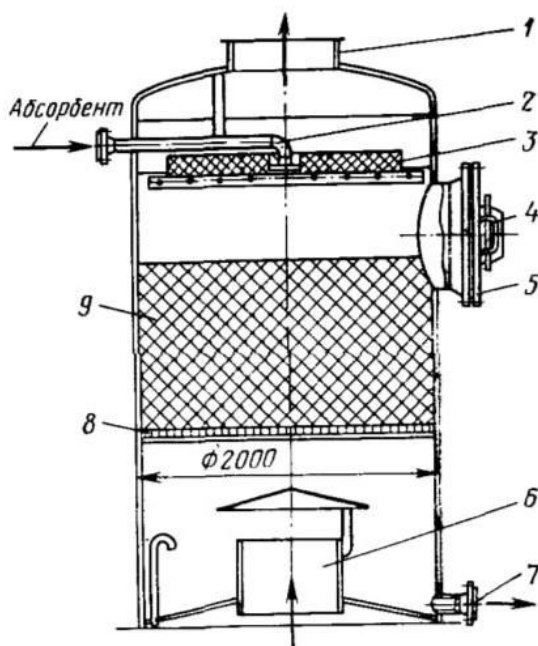
						Аркуш
						27
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

на верхню тарілку для повторної дезодорації. Колектор забезпечений поплавцевим регулятором рівня і автоматично пов'язаний з насосом для перекачування конденсату на верхню тарілку.

Водяна пара, леткі жирні кислоти й одоруючі речовини, а також захоплений паром нейтральний жир відбирається з дезодоратора через скруббер пароежектором першого ступеня вакуум-насоса. У скруббері пари охолоджуються циркулюючим жиром, при цьому більша частина парів конденсується, а захоплений паром нейтральний жир розчиняється в олії.

Дезадоратор (зі скруббером) мають продуктивність 150т/добу, тому їх передбачено встановити по одній одиниці.

Також в технологічній схемі використовується скруббер.



Скруббер насадочний для абсорбції (жирових речовин,
що видаляються під час дезодорації)

Розмір скруббера: діаметр – 2м., висота – 2,83м.

У восьмій секції по осі центральних труб розташований колектор, у який потрапляє конденсат із жолобків. З колектора конденсат насосом перекачується на верхню тарілку для повторної дезодорації. Колектор забезпечений поплавцевим регулятором рівня і автоматично пов'язаний з насосом для перекачування конденсату на верхню тарілку.

Водяна пара, леткі жирні кислоти й одоруючі речовини, а також захоплений парою нейтральний жир відбирається з дезодоратора через скруббер пароежектором першого ступеня вакуум-насоса. У скруббері пари охолоджуються циркулюючим жиром, при цьому більша частина парів конденсується, а захоплений парою нейтральний жир розчиняється в олії.

Насадка 9 спирається на решітку 8, в якій є отвори для проходу потоку газу і потоку рідини, що стікає.

Парогазова суміш із дезодоратора по трубі 6 надходить у скруббер знизу і рухається вгору протитечією щодо циркулюючої рідини (абсорбенту).

У результаті абсорбції парогазова суміш, звільнена від більшої частини компонентів, залишає скруббер трубою 1 і засмоктується першим паровим ежектором. Сорбент, стікаючи зверху по насадці, збирається в конусному днищі і залишає апарат через патрубок 7.

Для рівномірного розподілу абсорбенту по всьому перерізу апарата у верхній його частині є розпилювач 2 і розподільна сітка 3. Апарат має люк 5 із розміщеним у ньому оглядовим склом 4.

Абсорбція пароподібних компонентів із парогазового потоку супроводжується виділенням теплоти і відповідно підвищенням температури абсорбенту. Це негативно впливає на процес абсорбції, оскільки зі збільшенням температури розчинність летких компонентів в абсорбенті знижується. Тому рециркулюючий абсорбент перед подачею в скруббер безперервно охолоджують.

У процесі абсорбції температура олії, стікаючи по насадці, підвищується на 3-10 °С, а парогазова суміш, що піднімається, охолоджується в середньому до 70 °С. Одночасно з охолодженням відбувається також поглинання з парогазової суміші захопленого нею нейтральної олії.

Лінії дезодорації жирів безперервної дії з колонними апаратами включають кілька теплообмінників інтенсивної дії. Завдяки особливостям конструкції обидва теплообмінні середовища рухаються в апараті зі значною швидкістю (до

						Аркуш
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		29

2 м/с), що забезпечує високі коефіцієнти теплопередачі та відповідно економні габаритні розміри.

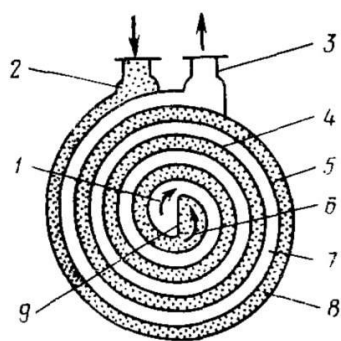


Схема потоків теплоносіїв

у регенеративному теплообміннику

Регенеративний теплообмінник призначений для попереднього підігріву жиру, що спрямовується в дезодораційний апарат, за рахунок теплоти готового продукту, що виходить з апарату. З метою економії енергетичних ресурсів приймається, що в теплообміннику дезодорований жир нагрівається до 200 °С.

Поверхня теплообміну в цьому апараті утворюється двома сформованими у вигляді спіралей металевими листами 4 і 5. Внутрішні кінці спіралей приєднані до перегородки 9. Між листами утворено канали прямокутного перерізу, якими рухаються теплоносії 7 і 8. З торців канали закриті кришками з ущільнювальними прокладками.

Біля зовнішніх кінців спіралей і біля центру приварені патрубки 1 і 3 для введення і виведення гарячої дезодорованої олії, що є теплоносієм, і патрубки 6 і 2 для нагріваної олії, що направляєється на дезодорацію. Теплоносії рухаються протитечією: дезодорант каналом 7, а олія, що нагрівається, каналом 8.

У технологічній лінії передбачено один регенеративний теплообмінник.

Кінцевий теплообмінник-підігрівач призначений для підігріву дезодорованого жиру до температури 230°С. Як теплоносій використовується циркулююче спеціально підготовлене мінеральне олія, що циркулює.

Апарат являє собою вертикальний спіральний теплообмінник, в якому мінеральне олія рухається внутрішнім каналом, а жир, що нагрівається,

зовнішнім каналом. Мінеральне олія зі свого боку нагрівається в стаціонарному електричному теплогенераторі. В технологічній лінії передбачено один кінцевий теплообмінник-підігрівач

Теплообмінник-холодильник для дезодорованої олії.Цей апарат призначений для охолодження водою жиру, що виходить із регенеративного теплообмінника. Охолоджуваний жир рухається внутрішнім каналом, охолоджувальна вода - зовнішнім каналом.

У технологічній лінії передбачено один теплообмінник-холодильник для дезодорованої олії

Теплообмінник-холодильник для абсорбенту призначений для охолодження олії, що циркулює як абсорбент у скрубєрі, встановленому над дезодоратором.

У технологічній лінії передбачено один теплообмінник-холодильник для абсорбенту.

На технологічній лінії також передбачено встановлення теплогенератора із газовим обігрівом.

Нагрівання жиру до температури дезодорації в кінцевому теплообміннику і підтримання температури в нагрівальних поясах дезодоратора здійснюється органічним теплоносієм (мінеральною олією спеціальної марки), який, своєю чергою, нагрівається в теплогенераторі.

Теплогенератор із газовим обігрівом складається з двох або трьох сталевих спіральних спіральних змійовиків, розміщених один над одним у вогнетривкому корпусі вертикальної конструкції діаметром 2 м і висотою 3 м.

Теплогенератор забезпечений комплектом приладів для роботи в автоматичному режимі.

Також на технологічній лінії використано полірувальний фільтр типу “Спарклер”. Діаметр – 520мм, Висота – 1185мм, Поверхня фільтрування - 6,7м², Об'єм 165л.

Цей апарат призначений для контрольно-полірувального фільтрування

						Аркуш
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		31

дезодорованого жиру. За конструкцією це фільтр, у якому поверхня створюється набором фільтрувальних дисків. Фільтрування проводиться через фільтрувальний папір масою 180 г/м².

Фільтр має циліндричний зі сферичним дном корпус і сферичну кришку.

У циліндричний корпус вставляються фільтрувальні елементи. Сітчаста поверхня дисків з обох боків вкривається фільтрувальним папером, який спеціальними зажимами фіксується на поверхні дисків. Фільтрувальні елементи центруються за допомогою втулки і закріплюються в корпусі розпірками. Жир, що фільтрується, заповнює корпус апарата, проходить крізь фільтрувальний папір і сітку дисків, надходить до збірного колектора і виходить із фільтра через патрубок.

Фільтр працює циклічно. Коли опір фільтра зростає і тиск у ньому підвищується до 0,3 МПа, фільтр зупиняють на чищення і зміну фільтрувального паперу.

В технологічній схемі використовується пароежекторний вакуум-насос.

Пароежекторний вакуум-насос являє собою агрегат із декількох послідовно з'єднаних парових ежекторів і барометричних конденсаторів.

Основним робочим органом цього апарату є паровий ежектор, який являє собою пароструминний насос. Ежектор складається з парового сопла 1, через яке надходить робоча пара, приймальної камери 2, з'єднаної з апаратом, у якому створюється розрідження, змішувальної камери 3, дифузора 5 і горловини 4.

Робоча пара, надходячи в ежектор із тиском, у соплі розширюється, і тиск її падає до тиску в приймальній камері. При цьому енергія тиску пари перетворюється на енергію руху, а її швидкість стає надзвуковою. У камері 3 струмінь робочої пари завдяки турбулентному перемішуванню захоплює парогазову суміш, що відводиться з апарата, в якому створюється розрідження, і змішується з нею. У дифузори 5 швидкість змішаного потоку робочої пари і витяжної парогазової суміші знижується, а тиск підвищується до кінцевого значення, з яким ця суміш викидається в конденсатор або атмосферу.

						Аркуш
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		32

Майже все наведене обладнання має продуктивність 150т за добу, що задовільнює задану продуктивність проекту 134т за добу. Згідно з цим наведено підсумкову таблицю підбіру технічного обладнання

3.4 Розрахунок виробничих площ

№	Назва обладнання	Кількість	Габаритні розміри, мм	Площа обладнання, м ²
1	Резервуар	1	760x1050	2,8
3	Сітчастий фільтр	1	410x640	0,28
4	Осушувач-деаератор	1	980x3200	8,31
6	Дезадоратор тарілкового типу	1	2880x9240	93,24
7, 19	спіральний рекуперативний теплообмінник	2	950x700x99	5,1
8	Кінцевий теплообмінник-підігрівач	1	795x760x1800	4,12
9	Пароежекторний вакуум-насос	1	995x3100	9,24
10	Барометрична коробка	1	810x430x380	1,63
11	Скрубер	1	1900x2830	18,23
12	Приймач	1	1020x1490	3,01
14	Пластинчастий теплообмінник	1	460x1355x540	2,8
16	Теплообмінник-холодильник	1	1500x450x900	3,62
17	Полірувальний фільтр	1	520x870	1,84
18	Сбірний резервуар	1	720x1050	3,19

20	Мішалка	1	500x520	1,24
21	Поршневий насос-дозатор	1	200x100	0,12
24	Електричний теплогенератор	1	950x1100x500	3,7

Загальна площа обладнання

$2.8+0.28+8.31+93.24+5.1+4.12+9.24+1.63+18.23+3.01+2.8+3.62+1.84+3.19+1.24+0.12+3.7=159.17 \text{ м}^2$.

За коефіцієнт запасу взято $k=1,36$.

Таким чином отримуємо площу виробничої ділянки цеху :

$159.17 * 1,36 = 216 \text{ м}^2$,

Площа виробничої ділянки у будівельних квадратах :

$216:36 = 6$ – будівельних квадратів

Під виробничу ділянку цеху обрано триповерхове виробниче приміщення розмірами в плані 12 м х 6 м при висоті поверхів 6 м.

						Аркуш
						34
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

4. СХЕМА ТЕХНОХІМІЧНОГО КОНТРОЛЮ ВИРОБНИЦТВА

За проектом наведений технохімічний контроль при дезодорації

№ п /п	Найменування стадії технологічного процесу	Параметр, що контролюється ^[5,8,9]	Метод відбору проб або спосіб контролю	Періодичність контролю або аналізу	Хто проводить визначення
1	Рафінована вибілена, недозодорована, олія	Вміст вологи, колірне число, прозорість	Штуцерний пробовідбірник	Систематичний	Лабораторія підприємства
2	Дезодорована олія	Колірне число, смак, запах, прозорість	Штуцерний пробовідбірник	Для кожної партії	Лабораторія підприємства

КОН/г		
Неомилювальних ліпідів, %	0,3 – 0,8	1,0 – 1,2

Показники які притаманні рафінованій олій також чітко визначені ДСТУ.

Характеристика показників рафінованої олії^[8]

Назва показника	Характеристика показників олії		Метод випробування
	Рафінована недозодорована олія	Рафінована дезодорована олія	
Прозорість	Прозора без осаду		ДСТУ 5472
Смак та запах	Притаманні рафінованій олії без стороннього присмаку, гіркоти та запаху	Смак знеособленої олії, без запаху	ДСТУ 5472
Колірне число, мг йоду, не більше ніж	12	10	ДСТУ 5477
Кислотне число, мг КОН/г, не більше ніж — свіжовиробленої олії — наприкінці терміну зберігання	0,25	0,25	ДСТУ 4350
	0,60	0,60	ДСТУ 5476
Пероксидне число, ½О ммоль/кг, не більше ніж — під час випуску з підприємства — наприкінці терміну зберігання	6,0	2,0	ДСТУ ISO 3960
	10,0	10,0	ДСТУ 26593

Масова частка фосфоровмісних речовин, % — у перерахунку на стеароолеолецин — у перерахунку на P ₂ O ₅	- Відсутність - Відсутність		ДСТУ 7824
Масова частка нежирових домішок, %	Відсутність		ДСТУ ISO 663 ДСТУ 5481
Віск та воскоподібні речовини	Відсутність	Відсутність	ДСТУ 4492
Мило (якісна проба)	Відсутність	Відсутність	ДСТУ 5480
Температура спалаху олії екстракційної, °С, не нижче ніж	225	234	ДСТУ 9287
Ступінь прозорості, фем, не більше ніж	15	15	ДСТУ 5472
Анізидинове число	Не нормують		ДСТУ ISO 6885

6.СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ (ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ).

Україна стикається з серйозними проблемами, пов'язаними з негативним впливом промислового та сільськогосподарського виробництва на навколишнє середовище. Більшість існуючих технологій у цих галузях призводять до забруднення повітря, ґрунтів та водних ресурсів, створюючи небезпечні умови для життя.

Економічна система, яка спирається на екстенсивні методи виробництва, призвела до кризового забруднення навколишнього середовища. Багато забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферу та скидаються в водні об'єкти разом із стічними водами, шкодять здоров'ю людей і призводять до деградації природних ресурсів.^[7]

Кожний рік екологічна ситуація у країні погіршується, переважно через людську діяльність. Серед найбільших екологічних проблем виокремлюються забруднення води та повітря, деградація земель, вирубка лісів, небезпечні геологічні явища, наслідки Чорнобильської катастрофи та накопичення побутових та промислових відходів.

Існує кілька методів дезодорації, включаючи фізичні, хімічні та методи з використанням ферментів.

Фізичні методи включають видалення парою, який вимагає нагрівання олії та проходження її через колону, де пари відділяються від олії. Цей метод вважається екологічно чистим, але вимагає енергії для нагріву та обробки парів.

Хімічні методи можуть включати використання реагентів, таких як триметилпропантриацетат (TMP), або поглинання запахів за допомогою активованого вугілля. Використання реагентів може мати негативний вплив на довкілля через їх потенційну токсичність та викиди відходів.

Методи з використанням ферментів використовують натуральні біохімічні процеси для розкладання сполук, що викликають запахи. Цей підхід може бути менш ефективним, але вважається більш екологічно безпечним.

						Аркуш
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		39

Такі методи як вакуумна дезодорація, також використовуються. Ці методи вимагають енергії для створення вакууму, але вважаються менш шкідливими для довкілля, оскільки не використовують хімічні реагенти.

Для дипломного проекту обрано метод який вважається найменш шкідливим і найбільш ефективним, а саме вакуумну дезодорацію.

При впровадженні систем у цех вакуумної дезодорації для зменшення негативного впливу виробництва на навколишнє середовище можна розглянути такі ключові системи:

1. *Система очищення води:* Забезпечення ефективного очищення води, яка використовується у процесі дезодорації, перед виливанням у водні джерела. Це може включати використання систем фільтрації, освітлення, а також рециркуляцію та повторне використання води.
2. *Система енергоефективності:* Впровадження систем, які спрямовані на зменшення споживання енергії у цеху. Це може включати використання енергоефективного обладнання, оптимізацію процесів нагріву та охолодження, використання відновлюваних джерел енергії тощо.
3. *Система управління викидами:* Встановлення систем моніторингу та контролю за викидами забруднюючих речовин у атмосферу. Це може включати встановлення систем фільтрації та очищення викидів, а також регулярне аудитування та вдосконалення процесів для зменшення викидів.
4. *Система управління відходами:* Розробка системи збору, сортування та використання вторинних матеріалів та відходів, що виникають під час процесу виробництва. Це може включати переробку відходів у сировину для інших процесів, використання вторинних упаковочних матеріалів тощо.
5. *Система моніторингу та звітності:* Встановлення системи моніторингу параметрів діяльності цеху, таких як витрати енергії, рівень викидів та використання ресурсів. Це допоможе виявляти проблемні місця та

						Аркуш
						40
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

впроваджувати заходи для їх вирішення, а також забезпечить звітність перед відповідними органами та громадськістю.

6. *Система навчання та освіти:* Запровадження програм навчання та освіти для персоналу щодо впровадження екологічних практик у виробничий процес, а також щодо відповідального використання ресурсів та управління відходами.

Ці системи спільно можуть допомогти зменшити негативний вплив виробництва на навколишнє середовище, забезпечуючи більш стале та екологічно безпечне виробництво.

Україна має законодавство та нормативно-правові акти, які стосуються екологічних аспектів виробництва та переробки олій, включаючи процес дезодорації. Деякі з них включають:

- I. Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища" встановлює загальні принципи та норми щодо охорони навколишнього середовища, включаючи вимоги до діяльності підприємств, які можуть впливати на стан довкілля, такі як виробництво та переробка олій.
- II. Закон України "Про стандартизацію": Цей закон визначає загальні принципи стандартизації в Україні. Він може також застосовуватися до розробки стандартів щодо якості продукції, включаючи олії та продукти їх переробки.
- III. Державні санітарні норми та правила (ДСНП): Україна має ряд санітарних норм та правил, які регулюють якість та безпеку харчових продуктів, включаючи олії. Ці норми можуть містити вимоги до процесів дезодорації та мінімізації негативного впливу на довкілля.
- IV. Нормативні акти Міністерства екології та природних ресурсів України: Міністерство екології та природних ресурсів регулює діяльність підприємств, яка може впливати на довкілля. Вони можуть видавати накази, розпорядження та інші акти, які містять вимоги щодо екологічного впливу виробництва олій, включаючи дезодорацію.

						Аркуш
						41
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Ці нормативні акти та стандарти регулюють якість та безпеку продукції, а також вплив виробництва на довкілля, тому необхідно дотримуватися цих вимог та нормативів, щоб забезпечити екологічно безпечний виробничий процес та продукцію.

Впровадження системи екологічного управління в цеху дезодорації олії може мати позитивний вплив на екологію. Зокрема, це може призвести до зменшення викидів забруднюючих речовин, оптимізації використання ресурсів та підвищення рівня свідомості та відповідальності персоналу щодо екологічних питань. Такі заходи спрямовані на створення більш сталого та екологічно чистого виробництва олії, що позитивно впливає на стан навколишнього середовища.

						Аркуш
						42
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

7. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ (ОХОРОНА ПРАЦІ).

Основна мета охорони праці полягає в тому, щоб забезпечити безпеку та захист здоров'я працівників. У цеху дезодорації олії можуть бути присутні ризики, пов'язані з роботою з високими температурами, шкідливими хімічними речовинами та іншими небезпечними факторами, які можуть призвести до травм або професійних захворювань.^[8]

Заходи з охорони праці сприяють підтримці стабільності виробництва шляхом запобігання аваріям, травмам працівників та виробничим зупинкам, що можуть виникнути внаслідок нещасних випадків, більш того працівники, які працюють у безпечному середовищі, більш ефективні та продуктивні. Відсутність травм та захворювань знижує витрати на лікування та відпустки через хворобу, а також уникнення виробничих зупинок через аварії або нещасні випадки.

Законодавство багатьма країнами вимагає від підприємств дотримання стандартів безпеки та охорони праці. Невиконання цих вимог може призвести до штрафів та інших правових наслідків.

Таким чином, охорона праці у цеху дезодорації олії є не лише етичним, а й економічно обґрунтованим підходом, який допомагає забезпечити безпеку та захист здоров'я працівників, підтримує стабільність виробництва та допомагає підприємствам виконувати законодавчі вимоги.^[11]

Потенційні ризики, пов'язані з дезодорацією олій у виробництві, можуть включати наступне:

1. Ризик пожежі та вибуху: Високі температури та використання розчинників або інших легкозаймистих речовин можуть створювати потенційні умови для пожежі та вибуху.
2. Екологічні ризики: Процеси дезодорації можуть супроводжуватися викидами шкідливих речовин у повітря, ґрунт або водні джерела, що може призвести до забруднення навколишнього середовища та шкоди для екосистем.

3. Травматичні ризики: Робота з обладнанням для дезодорації, яке може бути під високим тиском або високою температурою, може створювати ризики травм для працівників, такі як опіки, порізи або травми внаслідок впливу механічних частин обладнання.
4. Здоров'я та безпека працівників: Експозиція до хімічних речовин під час дезодорації може призвести до проблем здоров'я для працівників, таких як подразнення шкіри, алергічні реакції або дихальні захворювання.
5. Якість продукції: Неправильно проведена дезодорація може призвести до втрати якості продукції, що може вплинути на репутацію підприємства та втрату клієнтів.
6. Фінансові ризики: Поганий контроль над процесом дезодорації може призвести до фінансових втрат через виробничі зупинки, штрафи за порушення екологічних стандартів або втрату ринку через низьку якість продукції.

З урахуванням цих потенційних ризиків, важливо вживати відповідні заходи безпеки та контролю для забезпечення безпеки працівників та якості виробництва. Саме тому на виробничих ділянках потрібно запроваджувати системи безпеки праці для забезпечення максимального рівня безпеки та захисту для всіх працівників, які працюють у цеху дезодорації олії, та для запобігання можливим аваріям чи травмам, що можуть виникнути під час роботи. Основні складові цієї системи повинні включати:

- I. Аналіз ризиків: Проведення докладного аналізу всіх потенційних ризиків, пов'язаних з процесом дезодорації олії, з урахуванням хімічних і фізичних небезпек, які можуть виникнути під час роботи.
- II. Навчання та інструктаж: Проведення обов'язкових навчань та інструктажів для всіх працівників, що працюють у цеху, з акцентом на правила безпеки, користування засобами індивідуального захисту та процедурами дії в екстрених ситуаціях.
- III. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ): Забезпечення працівників відповідними ЗІЗ, такими як респіратори, захисні окуляри, рукавиці та

						Аркуш
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		44

захисні костюми, для зменшення ризику отримання травм або контакту зі шкідливими речовинами.

- IV. Технічні заходи безпеки: Встановлення і регулярне обслуговування обладнання згідно з вимогами безпеки, також впровадження систем моніторингу та аварійного вимикання для запобігання небезпечним ситуаціям.
- V. Контроль за дотриманням правил безпеки: Постійний контроль за виконанням правил та процедур безпеки працівниками, з можливістю негайного втручання у випадку порушень або надзвичайних ситуацій.
- VI. План евакуації та навчання: Розроблення плану евакуації у разі аварійних ситуацій, проведення тренувань та навчання персоналу з дій в екстрених ситуаціях.
- VII. Аналіз інцидентів та вдосконалення системи: Постійний аналіз інцидентів та нещасних випадків, вивчення їх причин та прийняття заходів для попередження їх повторення у майбутньому.

Запобігання та управління ризиками у цеху дезодорації олії є критично важливими аспектами безпеки праці. Аналіз ризиків дозволяє ідентифікувати потенційні небезпеки та оцінювати їх вплив на безпеку праці та навколишнє середовище. Визначення критичних точок контролю (НАССР) допомагає встановити ключові моменти, де можуть виникнути найбільші ризики. Навчання та інструктаж персоналу з правил безпеки праці та екстреної дії важливі для підготовки працівників до роботи в потенційно небезпечних умовах.

Використання сучасних технологій безпеки, таких як автоматизовані системи виявлення небезпек та моніторингу процесів, дозволяє реагувати на потенційні загрози швидко та ефективно. Моніторинг та аудит безпеки допомагають виявляти відхилення від стандартів безпеки та вживати відповідних заходів для їх усунення. Розроблення планів евакуації та дії в аварійних ситуаціях, а також тренування персоналу з їх виконання, є

						Аркуш
						45
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

важливими компонентами системи безпеки. Постійний аналіз інцидентів та вдосконалення системи безпеки дозволяють покращувати процедури та управління ризиками відповідно до змін у виробничому процесі та зміни умов.

Ці заходи спрямовані на забезпечення максимального рівня безпеки працівників та довкілля в цеху дезодорації олії та запобігання можливим аваріям чи травмам.

						Аркуш
						46
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В дипломному проекті запропонована технологічна лінія дезодорації купажованої арахісово-соняшникової олії у цеху потужністю 142т за добу та використане сучасне автоматизоване обладнання, що дає змогу зменшити затрати ручної праці і споживання додаткових ресурсів.

Обрано асортимент продукції та обладнання, виконано розрахунок балансу між готовою та проміжною продукцією. Передбачено, що показники якості перероблюваної сировини будуть контролюватися на кожному етапі виробництва.

Досліджено різні методи виробництва, вибрані стандартні технологічні схеми та здійснено розрахунок потреби в сировині та готової продукції. При розробленні апаратурно-технологічної схеми обрано сучасний колонний дезодоратор тарілчастого типу

Графічна частина представлена:

1. Принципова технологічна схема дезодорації купажованої арахісово-соняшникової олії у цеху потужністю 142т за добу
2. Апаратурно технологічна схема дезодорації купажованої арахісово-соняшникової олії у цеху потужністю 142т за добу
3. План виробничої ділянки (цеху) з компоновкою обладнання
4. Опис (розріз) основного апарату.

						Аркуш
						47
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Маяк В.В., Осейко М.І., Бабенко В.І., Носенко Т.Т., Пещера Л.С. Технології ефірних олій і парфумерно-косметичних продуктів, навч. Пос. Київ НУХТ, 2018. -139 с.
2. Осенко М.І. Технологія рослинних олій. К: Варта, 2006. -280с.
3. Шеманська Є.І., Радзівська І.Г. Технології рослинних олій, жирових і косметичних продуктів. Навч посіб. - К: НУХТ. 2020. - 189 с.
4. ДСТУ 4492: 2017 Олія соняшникова. Технічні умови. Видання офіційне. Київ, ДП "УкрНДНЦ" 2018.- 25 с.
5. Пешук Л.В., Носенко Т.Т. Біохімія та технологія оліє-жирової сировини: Навч. посіб.- К.: НУХТ, 2008. - с.
6. Селезнєва Ю.А., Ржесік К. А., Брюшков Р. В. Промислова екологія харчових виробництв: підручник. Донецьк: Дон НУЕТ, 2010. 190 с.
7. Нікітін Г.О. Екологія харчових виробництв: конспект лекцій для студентів спеціальності 7.070801 «Екологія та охорона навколишнього середовища». Київ: УДУХТ, 2000. 56 с.
8. ДСТУ 4492:2005 Олія соняшникова. Технічні умови.
9. ДСТУ 4536:2006 Олії купажовані. Технічні умови.
- 10.Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: Підручник для студентів вищих навч. закладів. К.: Каравела, 2003. 408 с.
- 11.Гетун Г. В. Основи проектування промислових будівель: навч. посібник для студ. вищ. навч. закл. К. : Кондор, 2008. 208 с.
- 12.Метод. вказівки до виконання дипломного проекту для ступ, спеціальності 181 «Харчові технології» освітнього ступеня "бакалавр " усіх форм навч. Уклад. В.Г. Юрчак, В.М. Кошова, В.І. Бабенко, О.І. Гашук, О.О. Євтушенко, Н.П. Івчук, Т.І. Іщенко, С.П. Крижановський, В.М. Махинько, А.Г. Пухляк, Ю.М. Резніченко, З.М. Романова, В.М. Сидор, Н.М. Ющенко. К., НУХТ, 2017. 45 с.

					Аркуш
					48
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	

Зона	Поз. позн.	Назва обладнання	Кіль кість	Примітки
	1	Резервуар	1	
		Насос		
	3	Сітчастий фільтр	1	
	4	Осушувач-деаератор	1	
	6	Дезадоратор тарілчастого типу	1	
	7, 19	спіральний рекуперативний теплообмінник	2	
	8	Кінцевий теплообмінник-підігрівач	1	
	9	Пароежекторний вакуум-насос	1	
	10	Барометрична коробка	1	
	11	Скрубер	1	
	12	Приймач	1	
	14	Пластинчастий теплообмінник	1	
	16	Теплообмінник-холодильник	1	
	17	Полірувальний фільтр	1	
	18	Сбірний резервуар	1	
	20	Мішалка	1	
	21	Поршневий насос-дозатор	1	
	24	Електричний теплогенератор	1	