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»	**«До захисту допущено»**
Директор інституту(декан факультету) ННІХТ	Завідувачка кафедри ТЖХТ
_____Оксана КОЧУБЕЙ –ЛИТВИНЕНКО	_____Тамара НОСЕНКО
(підпис) (прізвище та ім'я)	(підпис) (прізвище та ім'я)
«___» _____ 2023р.	«___» _____ 2023р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

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

освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія»

на тему:

Технологія фізичної рафінації кукурудзяної олії у цеху потужністю 90 т за добу

Виконав(-ла): здобувач(ка) III курсу, групи ЗТЖ-3-1ск

Григоренко Анна Генадіївна
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник: Шеманська Євгенія Іванівна
(прізвище , ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти_____ _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент Декуша Г.В. _____
(прізвище та ініціали) (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(ка) _____
(підпис)

Київ - 2023р.

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
“____” _____20___року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

_____Григоренко Анни Генадіївни_____
(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема роботи **Технологія фізичної рафінації кукурудзяної олії у цеху потужністю 90 т за добу** _____
_____
керівник роботи Шеманська Євгенія Іванівна к.т.н., доц._____,
(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом закладу вищої освіти від 31.10.2022 року № 776-кс
2. Строк подання здобувачем роботи 01.02.2023 р.
3. Вихідні дані до роботи: нерафінована кукурудзяна олія з початковим кислотним числом 1,8 мг КОН/г, кінцеве кислотне число 0,35 мг КОН/г), маса жирних кислот, що утворяться в результаті гідроліза 0,03%,

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
Вступ. 1. Характеристика підприємства, вибір асортименту продукції. 2.Обгрунтування вибору технології та загальний опис технологічних схем. 3.Характеристика товарної продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів. 4. Підбір і розрахунок кількості одиниць технологічного обладнання. 5. Апаратурно-технологічна схема виробництва, її опис. Специфікація технологічного обладнання. 6. Технологічні розрахунки. 7. Розрахунок виробничих площ приміщень. 8. Технохімічний контроль виробництва та метрологічне забезпечення. 9. Інженерні системи та енергетичне господарство. 10. Будівельна частина. 11. Система екологічного управління. 12. Безпека життєдіяльності.

5. Перелік графічного матеріалу :
1. Принципова блок-схема технологічного процесу.
2. Апаратурно-технологічна схема фізичної рафінації кукурудзяної олії.
3. План цеху з компоновкою обладнання.
4. Розріз дезодоратора

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання_____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	**17.12.2022р**	
2	Характеристика підприємства, обґрунтування заходів з технічного переоснащення, реконструкції чи будівництва підприємства (цеху, відділення), вибір асортименту продукції.	**20.12.2022р**	
3	Обґрунтування вибору технології та загальний опис технологічних схем.	**21.12.2022р**	
4	Характеристика товарної продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів	**23.12.2022р**	
5	Підбір і розрахунок кількості одиниць технологічного обладнання (установок).	**26.12.2022р.**	
6	Апаратурно-технологічна схема виробництва, її опис. Специфікація технологічного обладнання	**27.12.2022р**	
7	Технологічні розрахунки	**29.12.2022р**	
8	Продуктовий розрахунок чи розрахунок рецептур, розрахунок витрат основної сировини , виходу готової продукції		
9	Розрахунок витрат і запасів додаткової сировини,допоміжних матеріалів		
10	Розрахунок виробничих площ приміщень	**30.12.2022р**	
11	Технохімічний контроль виробництва та метрологічне забезпечення.	**05.01.2023р.**	
12	Інженерні системи та енергетичне господарство підприємства. Заходи щодо енерго- та ресурсозбереження	**10.01.2023р**	
13	Будівельна частина. Обґрунтування планування цеху (відділень) підприємства	**12.01.2023р**	
14	Система екологічного управління (Охорона довкілля)	**14.01.2023р**	
15	Безпека життєдіяльності (Охорона праці).	**17.01.2023р**	
16	Висновки та рекомендації .	**19.01.2023р**	
17	Анотація	**20.01.2023.**	
18	Графічна частина роботи (4 креслення)	**05.01.2023р - 23.01.2023р.**	
	Принципова схема (блок-схема) – 1-аркуш		
	Апаратурно-технологічна схема виробництва — 1 аркуш.		
	План цеху — 1 аркуш;		
	Розріз основного апарата −1 аркуш.		
19	Передзахист, попередня перевірка роботи на академплагіат, рецензування роботи здобувача	**25.01.-31.01.2023р**	
20	Подання готової кваліфікаційної роботи в ЕК	**01.02.2023р.**	

Здобувач (-ка) _____ Анна ГРИГОРЕНКО_____
(підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи _____ Євгенія ШЕМАНСЬКА_____
(підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Анотація

Григоренко А.Г. Технологія фізичної рафінації кукурудзяної олії у цеху потужністю 90 т за добу

Розрахунково - пояснювальна записка кваліфікаційної роботи бакалавра складається зі вступу, 12 розділів, висновків, списку використаної літератури, що налічує 23 найменуваня. Роботу викладено на 76 сторінках.

Метою бакалаврської роботи є проектування будівництва ділянки фізичної рафінації кукурудзяної олії продуктивністю 90 т/добу, підбір і розрахунок технологічної схеми та обладнання.

У записці розраховано сировину та допоміжні матеріали. Здійснено аналіз та обгрунтованная вибору технологічних схем та обладнання, наведено схему технохімічного контролю виробництва, вимоги до сировини та готової продукції, згідно вимог діючих ДСТУ.

Складено план цеху з компануванням обладнання загальною площею 20 б.к., що розташовуються на 2-х поверхах з прибудовою 3-го поверху.

Розроблено систему екологічного управління для мінімізації викидів підприємства. Передбачено заходи охорони праці обслуговуючого персоналу.

Графічна частина складається з 4 креслень (формат А4):

- принципова блок-схема технологічного процесу;
- апаратурно-технологічна схема фізичної рафінації кукурудзяної олії;
- план цеху з компоновкою обладнання на 2-х поверхах з прибудовою на 3-му поверсі;
- внутрішня будова дезодоратора.

Ключові слова: технологія, рафінація, кукурудзяна олія, дезодоратор, матеріальний баланс, компанування цеху

Annotation

Grigorenko A.G. Technology of physical refining of corn oil in a workshop with a capacity of 90 tons per day

Estimated - the explanatory note of the bachelor's qualification work consists of an introduction, 23 chapters, conclusions, a list of used literature, which includes 15 titles. The work is presented on 76 pages.

The purpose of the bachelor's thesis is to design the construction of the physical refining section of corn oil with a productivity of 90 t/day, the selection and calculation of the technological scheme and equipment.

Raw materials and auxiliary materials are calculated in the note. The analysis and justified selection of technological schemes and equipment was carried out, the scheme of technochemical control of production, requirements for raw materials and finished products, according to the requirements of the current DSTU, was given.

A plan of the workshop with the arrangement of equipment with a total area of 20 sq.m., located on the 2nd floor with an extension on the 3rd floor, has been drawn up.

An environmental management system has been developed to minimize the company's emissions. Labor protection measures for service personnel are foreseen.

The graphic part consists of 3 drawings (A1 format):

- basic block diagram of the technological process;
- equipment and technological scheme of physical refining of corn oil;
- workshop plan with equipment arrangement on 2 floors with an extension on the 3rd floor;
- the internal structure of the deodorizer.

Key words: technology, refining, corn oil, deodorizer, material balance, workshop plan

ЗМІСТ

ВСТУП……..7

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА, ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ З ТЕХНІЧНОГО ПЕРЕОСНАЩЕННЯ, РЕКОНСТРУКЦІЇ ЧИ БУДІВНИЦТВА ПІДПРИЄМСТВА (цеху, відділення), вибір асортименту продукції……9

2.ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ……..……15

3.ХАРАКТЕРИСТИКА ТОВАРНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ……..……...31

4. ПІДБІР І РОЗРАХУНОК КІЛЬКОСТІ ОДИНИЦЬ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ (УСТАНОВОК)…… 36

5. АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ВИРОБНИЦТВА, ЇЇ ОПИС. СПЕЦИФІКАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ……38

6.ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ……...…42

7. РОЗРАХУНОК ВИРОБНИЧИХ ПЛОЩ ПРИМІЩЕНЬ……..45

8. ТЕХНОХІМІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ……...…48

9. ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО ПІДПРИЄМСТВА. ЗАХОДИ ЩОДО ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ….56

10. БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА. ОБҐРУНТУВАННЯ ПЛАНУВАННЯ ЦЕХУ (ВІДДІЛЕНЬ) ПІДПРИЄМСТВА…….58

11 СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ (ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ)……..…..63

12. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ (ОХОРОНА ПРАЦІ)……..…..70

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ……..…..74

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ……75

ВСТУП

Виробництво рослинних олій – одна із провідних галузей харчової промисловості. В даний час існує необхідність в отриманні високоякісних рослинних олій. Цього домагаються шляхом виведення з рафінованої дезодорованої соняшникової олії сторонніх домішок, залишків твердих оболонок насіння центрифугуванням та осадженням на фільтрах, видаленням воскових і високоплавких речовин виморожуванням (вінтеризацією) із отриманням салатної соняшникової олії, тобто більш очищеної і готової до реалізації як виморожена соняшникова олія. Рафіновані (очищені) рослинні олії використовуються для безпосереднього вживання в їжу; виробництва маргарину, служать сировиною для виробництва комбінованих жирів, що складається з суміші масла вершкового та рослинного, а також використовується в багатьох галузях харчової промисловості. Очищені роослинні олії містять набагато менше калорій і не містять холестерину, провокуючого захворювання серця, судин і печінки [1].

Щоб отримати якісну олію без сторонніх домішок та подовжити строк зберігання олії застосовують рафінацію, тобто систему послідовних операцій, що приводять до видалення небажаних домішок та підвищують термін зберігання олій.

Рафінація поєднує процеси, основне призначення яких – виведення з олій (будь-якого жиру рослинного або тваринного походження) речовин, що йому супутніх, і деяких сторонніх домішок Товарні жири рослинного та тваринного походження складаються з гліцеридної та не гліцеридної (нежирової) частин. Перша з них є сумішшю тригліцеридів, що розрізняються за складом, будовою та ступенем ненасиченості.

Завдання рафінації олій для харчових цілей полягає в максимальному збереженні в незмінному вигляді гліцеридної частини олії, збереження її харчових переваг та фізіологічної цінності. Умови проведення окремих етапів багатостадійного процесу рафінації повинні бути такими, щоб гліцеридна частина олій не зазнавала енергійних впливів кисню повітря, тепла та інших технологічних факторів. Склад не жирової частини характеризується наявністю різноманітних речовин, що визначають, в першу чергу, товарний вид олій та їх поведінка на окремих стадіях рафінації.

Багато з цих речовин є природними супутниками тригліцеридів олій, інші, навпаки, привносяться в олію у процесі добування та на деяких етапах переробки. До природних супутників відносяться фосфатиди, жирні кислоти, пігменти, різні не омилювані та інші речовини, що продукуються в ході біосинтетичних процесів, що протікають при зростанні олійних рослин та дозріванні олійного насіння. Такі речовини можуть бути використані і, отже, в процесі рафінації повинні бути виведені з олії в нативному стані зі збереженням корисних біологічних або технологічних властивостей [1].

При лужній та адсорбційній рафінації частина речовин, що створюють комплексне відчуття смаку і запаху, видаляється головним чином за рахунок сорбції милом і адсорбентами, в той же час в процесі рафінації жири іноді набувають нові присмаки. За фізичного методу рафінування вільні жирні кислоти видаляються за одну стадію дистилюванням під час дезодоруванням. Важливим критерієм для використання цього методу є ретельне попереднє очищення олії, а саме максимально ефективне здійснення процесів гідратування та адсорбційного очищення олій..

Дезодорація являє собою дистиляційний процес, здійснюваний паром в умовах глибокого вакууму і високої температури [2].

Фізична рафінація в порівнянні із звичайною хімічною рафінацією має ряд переваг. Використання фізичної рафінації дозволяє [12]:

- спростити технологічну схему ведення процесу (виключається стадія лужної рафінації);
- сумістити в одну стадію відгонку вільних жирних кислот з видаленням з жирів та олій речовин, що обумовлюють специфічний запах та смак (одоруючих речовин);
- знизити величину відходів та втрат жирів та олій за рахунок виключення утворення соапстоку, можливості омилення нейтрального жиру, а також уловлення відігнаних жирних кислот;
- скоротити відходи та втрати з промивними водами;
- заощадити допоміжні матеріали.

Впровадження на таких підприємствах імпортних та сучасних вітчизняних ліній, таких як автоматизована лінія гідратації, сепараційні лінії та лінії фізичної рафінації не є можливим як з технічних, так і з економічних причин. При цьому єдиною технологією рафінації прийнятною для підприємств малої та середньої потужності залишається традиційна технологія, що включає поетапну гідратацію, нейтралізацію, виморожування та дезодорацію на устаткуванні періодичної дії.

Основні недоліки даної технології пов'язані з тривалістю виробничого процесу, високими відходами та втратами, великою трудомісткістю, а головне з низькими якісними показниками рафінованих олій [11].

В основному можна вважати, що обсяг та завдання рафінації визначаються якістю вихідного жиру та призначенням рафінованого продукту. Харчова промисловість випускає на ринок різні рослинні олії для безпосереднього вживання в їжу (соняшникова, бавовняна, соєва, кукурудзяна); використовує в рамках галузі рафіновані рослинні олії у виробництві маргаринової продукції (як рідку фракцію в рецептурах маргарину та майонезу) та для промислової переробки (гідрогенізація, виробництво мила, гліцерину, жирних кислот, оліф).

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА, ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ З ТЕХНІЧНОГО ПЕРЕОСНАЩЕННЯ, РЕКОНСТРУКЦІЇ ЧИ БУДІВНИЦТВА ПІДПРИЄМСТВА

Технологія фізичної рафінації жирів включає наступні основні стадії:

- деаерацію жирів (вилучення повітря і вологи з метою запобігання їх окислення в процесі дезодорації);

- попереднє нагрівання жиру (за рахунок теплообміну з дезодорованим жиром);

- остаточне нагрівання жиру до температури дезодорації (за рахунок теплообміну з органічним теплоносієм, паром високого тиску або електронагрівом);

- дезодорація жиру (проводиться в горизонтальних або вертикальних дезодораторах);

- охолодження дезодорованого жиру (за рахунок теплообміну з не дезодорованим жиром і водою)

- поліровочне фільтрування.

Якщо дезодорацію жирів проводити при температурі 220...230 °С, то разом з ароматичними (одоруючими) речовинами з жиру будуть відганятися вільні жирні кислоти, що містяться в ньому. На цьому заснований метод поєднання дезодорації жирів зі зниженням їхньої кислотності (величини кислотного числа) шляхом відгонки вільних жирних кислот без проведення попередньої лужної рафінації (нейтралізації).

Мета дезодорації – видалення з жирів речовин, які надають їм смаку та запаху. Особливо важливе значення має дезодорація при підготовці жирів для маргаринової продукції та консервного виробництва.

Підйом температури, при якій проводиться фізична рафінація, має відомі обмеження, оскільки це може призвести до термічного розкладання, окиснення, полімеризації гліцеридів, внаслідок чого жир буде зіпсований. Тому в сучасних дезодораційних установках безперервної дії поєднують обидва названі фактори: процес ведуть при температурі 210...250 °С і залишковому тиску Зростання. = 0,13 ... 0,40 кПа (1 ... 3 мм рт. Ст.). Але навіть таких жорстких умов часто буває недостатньо для видалення з жиру речовин, що одорують, мають дуже низьку пружність парів (летючість).

У зв'язку з цим використовують ще один шлях інтенсифікації процесу дезодорації: обробляють жир гострою водяною парою, частіше перегрітою. В умовах вакууму та високих температур водяна пара легко долає залишковий тиск в апараті. У таких умовах ароматичні речовини навіть при своїй дуже низькій пружності пари починають випаровуватися і їх пари несуть у суміші з водяною парою.

Жир, що виходить з дезодоратора, охолоджується до температури 40 ... 50 ˚С і пропускається через фільтр тонкого очищення. Ця операція називається «полірувальним фільтруванням», оскільки завдяки відносно високій в'язкості жиру при таких температурах вдається досягти високого ступеня його очищення. Відфільтрований жир прямує у ємність для готової продукції.

У деяких випадках перед фільтруванням (іноді перед введенням у дезодоратор) в жир вводиться невелика кількість лимонної кислоти у вигляді 20...30% водного розчину. Лимонна кислота виконує роль антиоксиданту, який запобігає протіканню окислювальних процесів, що призводять до згортання жиру.

Процес можна здійснювати безперервним, напівбезперервним та періодичним способами. При періодичній дезодорації температура процесу 170-210 ^{0}С, при безперервній – до 230 ˚С і навіть вище. Тиск в дезодораторах не повинен бути більше 0,66 кПа.

У теперішній час рівень техніки та технології передбачає можливість проведення на установках як хімічної, так і фізичної рафінації жирів та олій. При цьому надається перевага фізичній рафінації, а для хімічної піддаються олії низької якості.

Рис. 1. **3D-модель проектуємого цеху**

На генеральному плані виконано посадку споруд зернового комплексу з будівництвом таких виробничих та допоміжних будівель і споруд:

- Цех фізичної рафінації олії
- Відділення зберігання соапстоку та лугу
- Склад тимчасового зберігання олії
- Склад для зберігання олії
- Зливно-наливний пункт
- Відділення пропарювання автоцистерн
- Протипожежні резервуари V=2х162м³

- Протипожежна насосна станція з навісом для зберігання дизель генератора
- Вигрібна ємк. 100 м³
- Чилер TCAEBY4230
- Майданчики первинних засобів пожежогасіння
- Адміністративно-побутові приміщення [14].

Аналіз та вибір асортименту продукції

За нормами харчування в Україні середня фізіологічна норма споживання жирів становить 70–154 г на день для чоловіків, 58–90 г для жінок; 30% від загальної кількості споживаних жирів повинні становити рослинні жири, які вважаються особливо цінними для людини [7]. Проте різні види жирів рослинного походження мають неоднакову споживну цінність, оцінка якої з часом суттєво трансформувалася, особливо це стосується рослинних олій, які застосовуються не в природньому, а в модифікованому вигляді.

Ставлення споживачів до рослинних олій із часом трансформується. Тільки деякі властивості жирів рослинного походження є безперечно важливими для здоров'я споживача. Об'єктивним є твердження, що цінність рослинних олій вища, ніж тваринних жирів. Передусім вона визначається високим умістом незамінних поліненасичених жирних кислот: лінолевої, ліноленової і арахідонової; жиророзчинних вітамінів А, Д, Е, К, які, крім вітамінної цінності, сприяють захисту незамінних жирних кислот від швидкого окислення; фосфоліпідів і стеринів, вживання яких в їжу сприяє її швидкому переварюванню і правильному обміну речовин в організмі. У зв'язку із цим добовий раціон людини повинен містити не менше 25–35 г рослинних жирів [7].

Сьогодні відомо близько чотирьох десятків видів рослинних олій, які застосовуються в харчових цілях. Найбільш поширеними й такими, що найчастіше застосовуються, є олія соняшникова, оливкова, кукурудзяна, горіхова, пальмова, кунжутна, кокосова, конопляна тощо. Для приготування понад 90% їжі та виготовлення харчових продуктів використовуються вищезазначені види. І лише незначний відсоток продуктів харчування передбачає можливість використання менш поширених, екзотичних видів олій [8].

Рівень корисності олії значною мірою залежить від технології та методів очищення, що застосовуються під час їх виробництва. Залежно від цього навіть потенційно корисні олії, на зразок оливкової, можуть бути шкідливими та навіть небезпечними для організму. Основними технологіями виробництва рослинних олій є холодне та гаряче пресування. Найбільш поширеними методами очищення олій є фільтрація, гідратація, рафінація, дезодорація. Найбільш корисною вважається олія холодного пресування (Extra virgin oil).

Олія соняшникова (*oleum Helianthus*) – рослинна олія, яку отримують з насіння олійних сортів соняшника методом прямого пресування. Маслянista рідина від блідого до золотаво-жовтого кольору, з характерним слабким запахом та смаком. Густина – 920-927 кг/м^3, йодне число – 119-136, t° застигання – від – 16 °С до – 19 °С. Належить до напіввисихаючих олій;

Соняшникова олія є найбільш універсальним видом і таким, що найчастіше використовується як споживачами безпосередньо, так і закладами масового харчування та підприємствами харчової промисловості. Саме соняшникова – одна з найбільш корисних рослинних олій, за своїми властивостями вона нітрохи не поступається іншим видам.

У соняшниковій олії відсутній холестерин, водночас містяться корисні фітостероли, які допомагають боротися з холестерином, перешкоджаючи його всмоктуванню в кишечнику. Соняшникова олія завдяки вмісту вітамінів та мікроелементів є ефективним засобом поліпшення самопочуття. Наприклад, лінолевої кислоти в соняшниковій олії в 10 разів більше, ніж в оливковій, а саме ця речовина вкрай необхідна для зміцнення імунітету, підтримки здоров'я шкіри і нігтів, підвищення працездатності [9].

Соняшникова олія є найкращою для смаження. У кулінарній термінології є поняття «точка горіння» – температура, за якої рослинна олія починає горіти, коптити й вивільняти шкідливі канцерогенні речовини. Саме рафінована соняшникова олія є ідеальною для смаження, оскільки її точка горіння знаходиться на рівні 250°С (оливкова олія, для порівняння, починає коптити вже при температурі 200°С).

Споживною перевагою соняшникової олії є вміст збалансованого комплексу біологічно активних речовин. Це необхідні організму жиророзчинні кислоти і жирні кислоти омега-6 і омега-9, ненасичені жирні кислоти. Всі ці речовини необхідні для будови клітинних мембран, належного функціонування нервової системи, попередження серцево-судинних захворювань і підтримки захисних сил організму. Таким чином, жирні кислоти, що містяться в соняшниковій олії, життєво необхідні для гарного самопочуття і швидкого метаболізму, а також для профілактики серйозних захворювань.

Соняшникова олія є природним джерелом вітаміну Е (у 100 г продукту міститься приблизно 40 мг цього вітаміну, що приблизно у півтора рази більше, ніж в оливковій). Токоферол (вітамін Е) – природний антиоксидант, що перешкоджає старінню організму й блокує вільні радикали. Він чудово засвоюється організмом, доглядаючи за шкірою, волоссям і нігтями.

Олія оливкова (*oleum Olivarum*) – рослинна олія, яку отримують із плодів оливи європейської методом прямого пресування. Маслянista рідина від блідого

до золотаво-жовтого кольору, з характерним слабким запахом та смаком. Густина – 920-927 кг/м^3, йодне число – 75-94, t° застигання становить 0 °С. Належить до невисихаючих олій.

Оливкова олія є другою за доступністю та поширеністю після соняшникової, але, на думку більшості науковців, першою за корисністю. Споживні переваги оливкової олії пов'язані зі значним умістом мононенасичених жирних кислот, основною з яких є олеїнова. Ці кислоти сприяють оптимальному протіканню обмінних процесів, відомі своєю властивістю нормалізувати рівень холестерину в крові, чистити кров від бляшок і тромбів, зміцнювати стінки судин. Вони позитивно впливають на всю серцево-судинну систему, допомагають знизити тиск, поліпшують травлення і зовнішній вигляд шкіри, допомагають утримувати в організмі кальцій, корисні для профілактики цукрового діабету та ожиріння. Вітаміни, антиоксиданти та ненасичені кислоти сприяють детоксикації тканин, що знижує в рази ризики розвитку ракових захворювань. Лінолева кислота, якої багато в олії з оливок, прискорює загоєння ран, допомагає поліпшити зір. Вітаміни А, D, К зміцнюють стінки кишечника, кісткову тканину. А вітамін Е надає волоссю блиск, уповільнює процеси старіння.

Вживання оливкової олії може завдати шкоди людині тільки за надмірного використання. Споживання цієї олії для здорових людей повинно бути обмежено двома столовими ложками на добу. А для людей, які страждають холециститом, доза повинна бути ще меншою.

Олія кукурудзяна (*oleum Maidis*) – рослинна олія, яку отримують з насіння кукурудзи методом прямого пресування. Маслянista рідина від світло-жовтого до червонувато-коричневого кольору, з характерним слабким запахом та смаком. Густина – 924 кг/м^3, йодне число – 111-133, t° застигання – від – 10 °С до – 15 °С. Належить до напіввисихаючих олій;

Кукурудзяна олія застосовується переважно в кулінарії як заміна соняшникової, адже кукурудза – навіть більш доступний і недорогий продукт, ніж соняшникове насіння. За своїм біологічним складом та цінністю кукурудзяна олія ідентична соняшниковій, але поступається оливковій за якістю жирів, що в ній містяться. Водночас уміст вітаміну Е в ній в рази вищий, ніж в інших видах рослинних олій. Дія цього продукту на організм полягає у зниженні рівня холестерину, нормалізації роботи ендокринної системи, заспокійливому впливу на нервову систему, поліпшенні стану шкіри й волосся, профілактиці тромбозу [4].

Жирнокислотний склад рослинних олій, які ми розглядали як можливі екстрагенти, наведено в табл. 1.

Таблиця 1. **Жирнокислотний склад асортименту олій**

Кислота	Соняшникова олія	Оливкова олія	Кукурудзяна олія
	% від суми жирних кислот		
Пальмітинова	7,27	10,8	12,8
Стеаринова	4,1	3,5	3,0
Олеїнова	32,22	73,4	27,2
Лінолева	55,25	11,1	52,9
Ліноленова	0,25	0,2	0,8
Поліненасичені жирні кислоти	55,5	11,3	52,8

Як видно з даних табл. 1, у складі соняшникової та кукурудзяної олії переважають поліненасичені кислоти (більше 50 %) та достатньо високий вміст мононенасичених кислот (близько 30 %). Оліям олеїнового типу притаманна висока стійкість до автоокиснення, термостабільність, тривалі терміни зберігання. Вони беруть активну участь у відновленні клітинних мембран, сприяючи їх регенерації. Як природні антиоксиданти вони зменшують окиснюваність і збільшують термін придатності олій. Кукурудзяна олія є звичними для українців продуктом, її отримують у промислових масштабах і на Україні достатня сировинна база кукурудзи. Тому в подальших дослідженнях використовували олію кукурудзяну.

2. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ

Однією з основних технологічних стадій виробництва олії є процес рафінації (очищення), оскільки це багато в чому визначає якість та безпеку кінцевої продукції.

Застосовують схеми повної та часткової рафінації олії [1].

Повне очищення олії забезпечує отримання олій, вільних від механічних домішок, без специфічних смаку, запаху та кольору, із заданим вмістом вільних жирних кислот. Після повної рафінації у олій практично відсутні органолептичні ознаки (смак та запах).

Часткова рафінація забезпечує видалення з олії окремих груп домішок і закінчується на заданій стадії, яка визначається подальшою переробкою або використанням олії.

Повне очищення олій складається з таких процесів:

- видалення механічних домішок; гідратація – видалення гідрофільних домішок (фосфоліпідів, білків, вуглеводів);
- видалення восків (вінтеризація);
- нейтралізація − видалення вільних жирних кислот та речовин кислої природи;
- промивання олії – видалення з нього частинок мила, що залишилися після нейтралізації;
- висушування – видалення вологи;
- відбілювання − видалення розчинених в олії забарвлюючих речовин;
- дезодорація – видалення з олії ароматичних та смакових речовин.

Процеси очищення рослинних олій досліджували багато вчених. Дослідження В.Х. Паронян, Б.М. Чубінідзе, А.В Лусової, І.С. Гавриленко підтвердили, що механічні домішки (частинки оболонки, макухи) не лише погіршують товарний вид олії, а й зумовлюють перебіг ферментативних, гідролітичних та окисних процесів. Крім того, ці домішки мають білкове походження та сприяють перебігу сахароамінних реакцій, утворенню ліпопротеїдних комплексів. В результаті денатурації білкових речовин в олію переходять одаруючі та барвники. Всі ці процеси погіршують органолептичні показники та фізіологічну цінність олій, тому механічні домішки видаляють відразу після отримання олій. Зазвичай схема механічного очищення включає комбінацію процесів відстоювання, фільтрування і центрифугування.

Питаннями обстоювання займалися дослідники: А.Г. Касаткін, Г.Д. Кавецький, В.Д. Корольов, Ю.І. Дитнерський та інші. Це процес поділу неоднорідних систем під впливом сили тяжіння.

Цей метод тривалий і потребує громіздкої апаратури.

Фільтрація

Відокремлення твердих частинок від масла за допомогою тканинних фільтрів під тиском або під вакуумом. Пресові олії (форпресова та експеллерна), як правило, проходять подвійну фільтрацію: гарячу – при 50…55°С, внаслідок чого видаляються механічні домішки і частково фосфатиди, і холодну – при 20…25ºС, при якій осаджуються фосфатиди, частково білкові та слизові речовини. Вважається, що найбільш досконалим способом виділення дрібних зважених частинок є осадження їх у відцентровому полі. Для цих цілей використовуються центрифуги та сепаратори. При центрифугуванні видаляються як зважені домішки, а й вода.

Вивченню проблеми підвищення ефективності процесу тонкого очищення олії присвячено роботи багатьох наукових, проектно-технологічних та інших організацій.

Створенню теоретичних засад виробництва та очищення рослинних олій, питанням удосконалення конструкцій апаратів, оптимізації параметрів та їх робочих органів присвячені роботи В.О. Маслікова, І.В. Гавриленко, А.І. Голдовського, В.П. Кічігіна, В.П. Ржехіна, В.В. Білобородова, Б.М. Тютюнникова, В.Г. Щербакова, С.М. Доценко та ін.

Застосовують схеми повного та часткового очищення (рафінації) олії.

Повна рафінація забезпечує отримання олій, вільних від механічних домішок, без специфічних смаку, запаху та кольору, із заданим вмістом вільних жирних кислот. Після повної рафінації у олій практично відсутні органолептичні ознаки (смак та запах).

Часткова рафінація забезпечує видалення з олії окремих груп домішок і закінчується на заданій стадії, яка визначається подальшою переробкою або використанням олії.

Послідовність процесів рафінації олії та одержувані при цьому види олій представлені на схемі, з якої видно, що іноді не для всіх видів олій проводять весь цикл рафінації, часто обмежуються лише деякими операціями, наприклад, виводять механічні домішки та фосфоліпіди, якщо решта всіх показників відповідають вимогам стандартів для даного виду масла [2].

Відповідно до механізму перебігу процесів методи очищення олії умовно поділяють на фізичні, хімічні, фізико-хімічні.

До *фізичних методів* відносять відстоювання, фільтрацію, центрифугування. За допомогою цих методів з олій видаляють механічні домішки та частково колоїднорозчинені речовини, наприклад, фосфоліпіди, що випали в осад, воду, що потрапила в олію в процесі вилучення, воски.

До *фізико-хімічних методів* очищення олії відносять процеси, за допомогою яких з олії видаляються домішки, що утворюють справжні та колоїдні розчини, без хімічної зміни речовин, що входять до складу олії. Видалення таких домішок з олії здійснюється шляхом гідратації та охолодження олії.

До *хімічних методів* очищення соєвої олії відносять процеси, за допомогою яких з олії видаляються домішки в результаті хімічної зміни речовин, що знаходяться в олії (омилення жирних кислот). Хімічна рафінація – традиційний метод, при якому вільні жирні кислоти сирих олій нейтралізуються каустичною содою. Отримане мило натрію відокремлюється сепараторами. Видалення з олій домішок, що утворюють при рафінації нові хімічні сполуки, здійснюється шляхом нейтралізації жирних кислот та інших речовин, що реагують із лугами, сильними основами, кислотами та іншими реагентами [3].

Видалення механічних домішок

Механічні домішки видаляють із сирої олії шляхом відстоювання, фільтрування та центрифугування.

Метод відстоювання заснований на випадінні частинок, зважених у сирій олії, під дією сили тяжіння. Домішки у вигляді твердих частинок, колоїдних розчинів, води мають більш високу щільність, ніж олія, і під дією сили тяжіння випадають осад [4]. Відстоювання олії – тривалий процес, що вимагає використання великої кількості ємностей для олії, підготовленої до відстоювання.

З метою прискорення відділення механічних домішок олія відстоюється при підвищених температурах, так як в'язкість гарячої олії нижча і це прискорює процес осідання механічних домішок.

Метод фільтрування заснований на тому, що пори матеріалу, що фільтрує, здатні пропускати частинки тільки певних розмірів. Для фільтрування застосовуються фільтри різних конструкцій, що працюють під тиском або під вакуумом, періодичної та безперервної дії [5]. Як фільтруючий матеріал може використовуватися такий адсорбент, як цеоліт [6].

Гаряче фільтрування ведеться за нормальної температури не нижче 50…55ºС. Якщо гарячу олію не очистити від механічних домішок, білкових речовин, мінеральних забруднень, то це знижує якість олії та одержуваних із неї продуктів.

Холодне фільтрування проводять за температури 20…25ºС після гарячого. Фільтрується олія, охолоджена до температури коагуляції в ньому фосфатидно-білкового комплексу. Осад (фуз), отриманий в результаті відділення твердих або колоїднорозчинених домішок, складається з азотовмісних, вуглеводних речовин, фосфоліпідів, барвників, олії, мезги, жирних кислот, стеринів, каротиноїдів, вітамінів і речовин, що визначають запах олії. Фузи зазвичай знаходять прямого застосування.

Процес центрифугування полягає у відділенні домішок від олії під дією відцентрової сили, що розвивається на робочих органах центрифуг. При дії відцентрових сил суміш олії та домішок поділяється на дві фракції: очищену олію та домішки.

Гідратація олії

Гідратація – обробка олії водою при нагріванні.

В результаті гідратації білкові, слизові речовини та фосфатиди набухають і переходять з колоїдного стану в нерозчинний, тобто коагулюють і випадають в осад. Фосфоліпіди та частково адсорбовані на них ароматичні, смакові та барвники виводяться центрифугуванням.

На рисунку 2 наведено схему водної гідратації.

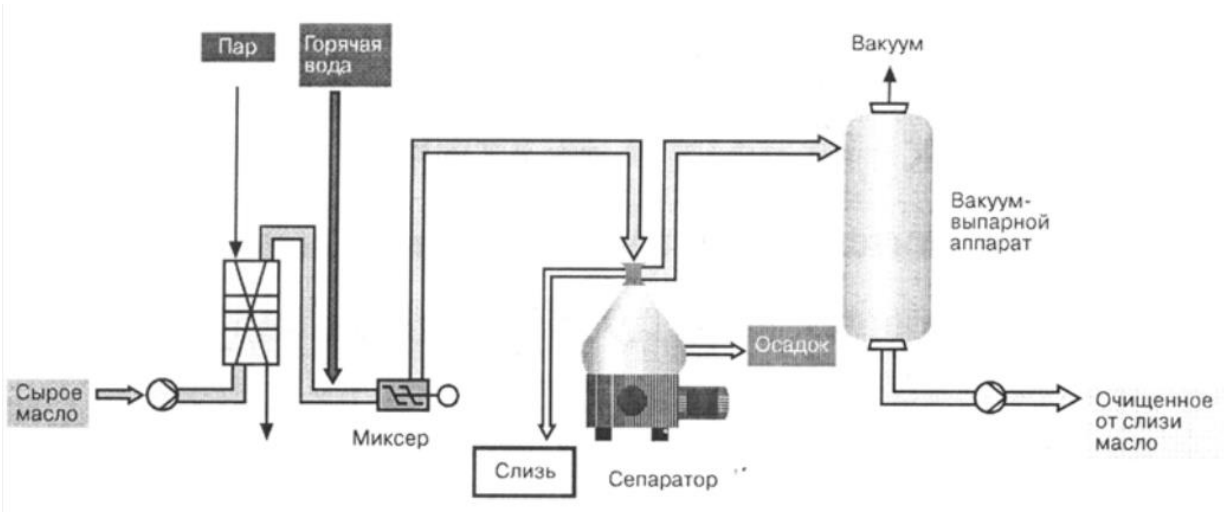

Рис. 2. **Схема водної гідратації**

Для подачі сирої олії на теплообмінник використовується насос спеціальної конструкції. Сира олія нагрівається до оптимальної температури процесу. До масла додається гаряча вода у кількості, що відповідає вмісту фосфатидів у сирій олії, та інтенсивно перемішується. Внаслідок інтенсивного змішування олії та води, набухання фосфатидів, що гідратуються, відбувається дуже швидко, і немає необхідності в додатковому витримуванні продукту в спеціальній ємності.

Для безперервного відділення фосфатидів, нерозчинних у маслі, використовується сепаратор. У більшості випадків рекомендується подальше зниження вмісту фосфатидів за допомогою промивки олії. У таких випадках до олії додається деяка кількість гарячої води та сепарується на другій центрифузі.

Після подібної обробки гідратована олія або подається на стадію відбілювання, або висушується у вакуум-сушильному апараті, якщо надалі його планується направити на продаж або зберігання. Фосфатиди використовуються в тваринництві як кормова добавка. Після висушування в тонкоплівкових випарниках одержують комерційний лецитин. Лецитин – цінний побічний продукт,

який використовується як емульгатор у харчовій, косметичній та фармацевтичній промисловості.

Лужна рафінація олії

При лужній рафінації проводиться обробка олії лугом з метою видалення вільних жирних кислот, присутність яких негативно впливає на смакові переваги олії та прискорює окислення соєвої олії, що призводить до їх псування. Ефективність нейтралізації соєвої олії лугом визначається величиною кислотного числа олії після нейтралізації. В результаті взаємодії лугів з жирними кислотами утворюються солі жирних кислот – мила, які незначно розчиняються у нейтральній олії.

При взаємодії вільних жирних кислот з нейтральними милами у маслі утворюються кислі мила. Мила, нагріті до температури плавлення (220...230ºС), можуть розчинятися в нейтральній олії. При охолодженні нейтральної олії з розчиненим милом з олії виділяється студнеподібний осад. Цей осад (соапсток) є сумішшю мила, води, нейтрального масла, механічно захопленого милом при відстоюванні, частини барвників, механічних домішок. Через велику відмінність щільності соапсток легко відокремлюється від масла.

Нейтралізація

Для нейтралізації кислотності олії застосовують розчини лугів різної концентрації. Розпорошення лугу (натрієвої, кальцієвої) проводиться рівномірно над усією поверхнею олії. Після лугом в олію вводиться 3-4%-ный розчин солі. Розчин солі сприяє більш швидкому відокремленню небажаних домішок від олії.

Концентровані розчини подаються в олію з температурою 20…25ºС, слабкі розчини нагріваються до 95…97ºС і за такої температури надходять у олію для нейтралізації. Після введення всього лугу олія в нейтралізаторі перемішується протягом 15-20 хвилин. Це робиться з метою укрупнення пластів мила, що утворилися під час нейтралізації.

На рисунку 3 наведено схему нейтралізації негідратованої олії. Для кондиціювання негідратованих фосфатидів до сирої негідратованої олії додається невелика кількість ортофосфорної або лимонної кислоти. У деяких випадках кислота додається до ємності з мішалкою перед сепаратором; час обробки може становити кілька годин. Однак ефективніший метод полягає в тому, щоб додати кислоту перед відцентровим змішувачем. Інтенсивне змішування дозволяє зменшити час обробки до кількох хвилин.

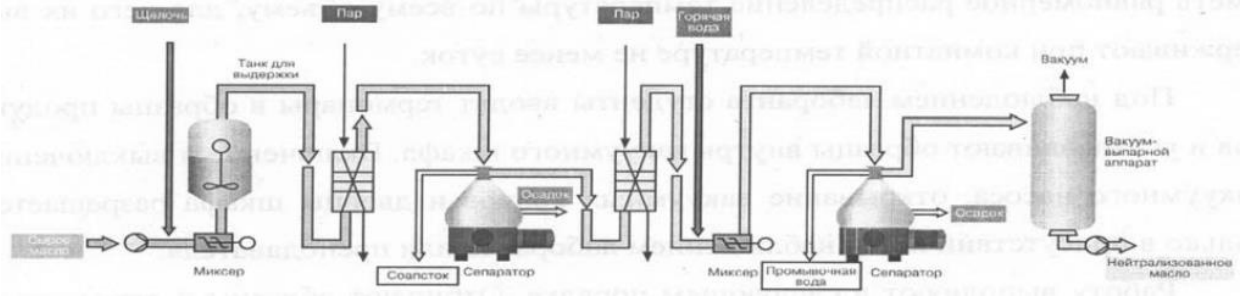

Рис. 3. **Схема нейтралізації негідратованої олії**

Після цього додається розбавлена каустична сода для нейтралізації вільних жирних кислот. З каустичною содою додається вода у достатній кількості для гідратації фосфатидів. Після декількох хвилин обробки в спеціальних ємностях з мішалками олія нагрівається і подається в перший сепаратор відділення соапстока. Нейтралізована олія промивається для подальшого зниження вмісту залишкового мила. Для цієї мети до масла додається деяка кількість гарячої води, змішується в відцентровій мішалці і поділяється на воду, що промиває, і олія в сепараторі. Залишкова вологість олії остаточно знижується у вакуумній сушарці [7].

Видалення восків (вінтеризація)

Олію піддають вимораженню для видалення воскоподібних речовин з метою покращення товарного вигляду.

Олія та воски мають різну температуру кристалізації. Для сирої олії температура кристалізації восків становить 8ºС, гідратованої – 10ºС, нейтралізованої лугами – 12ºС. При вказаних температурах воски мають кристали максимальних розмірів, які порівняно легко відокремлюються від масла при фільтрації.

При звичайній рафінації воски з олії не виводяться. Для їх видалення олію спочатку охолоджують до 8…12ºС, потім підігрівають до 20ºС. Це робиться з метою зниження в'язкості олії та отримання більших кристалів восків. Потім олію фільтрують. Олія, що звільнена від восків при охолодженні до 0ºС, не виділяє каламуті і залишається прозорою.

Відбілювання олії

Відбілювання − вилучення з олії фарбуючих речовин шляхом обробки її адсорбентами (тваринним вугіллям або відбільними глинами, наприклад, цеолітом, − поверхнево-активними речовинами, здатними поглинати та утримувати на поверхні фарбувальні речовини).

При цьому у олії знижується інтенсивність фарбування, що часто необхідно для надання олії кращого товарного вигляду.

Адсорбенти не тільки знебарвлюють олію, але й видаляють білкові та слизові речовини, мила.

При відбілюванні олія попередньо проходить стадію гідратації та сушіння. Слизові, білкові, смолисті речовини, фосфоліпіди та мила, що знаходяться в маслі, знижують ступінь відбілювання, тому їх попередньо виводять із олії. Волога знижує адсорбційні властивості відбільних глин, тому олія повинна мати вологість 0,1-0,05%.

Дезодорування олії

Дезодорування – процес відгону ароматичних летких речовин, що надають олії запах і смак. Носіями смаку та, особливо, запаху є легколеткі речовини: вуглеводні, альдегіди, кетони, спирти, низькомолекулярні жирні кислоти та їх ефіри, ефірні олії. На дезодорування направляють попередньо вибілені олії. Принцип цього процесу заснований на відмінності в температурах випаровування ароматичних речовин і жирів (тригліцеридів).

Дезодорування є останньою стадією повного очищення олії. Процес здійснюється у дезодораторах. Методи видалення з олії домішок, що зумовлюють її смак і запах, засновані на відгоні з олії летких речовин. Для дезодорації масел застосовують перегріту пару до 325…375ºС. Процес ведеться при залишковому тиску 5-8 кПа. Дезодораційна установка працює під високим вакуумом та дозволяє довести температуру олії до 240ºС. Кислотність олії при дезодорації знижується набагато від початкової кислотності. У конденсаторі конденсується 95% жирних кислот.

Дистиляція олії

Дистиляційне зниження кислотності олії полягає в переведенні жирних кислот з рідкого стану в газоподібний. Жирні кислоти здатні кипіти і переганятися, але температура їх відгону висока. Для зниження температури кипіння олію обробляють під вакуумом гострим водяною парою. Олію перед дистиляцією нагрівають до температури 240…280ºС. Вакуум підтримується від 2 до 5 кПа. Процес дистиляції жирних кислот із рідких соєвих масел ведуть при температурі 240...260ºС, тривалість досягає 4 хвилин.

Розглянемо декілька технологічних ліній фізичної рафінації рослинних олій:

Дистиляційна установка фірми «Альфа Лаваль» продуктивністю 150 т/добу. Її особливістю є застосування дезодоратора колонного типу, скрубера для вловлювання жирних кислот і механічно захопленого жиру з парогазової суміші, що видаляється з апарата, спіральних теплообмінників і полірувального фільтра типу «Спарклер».

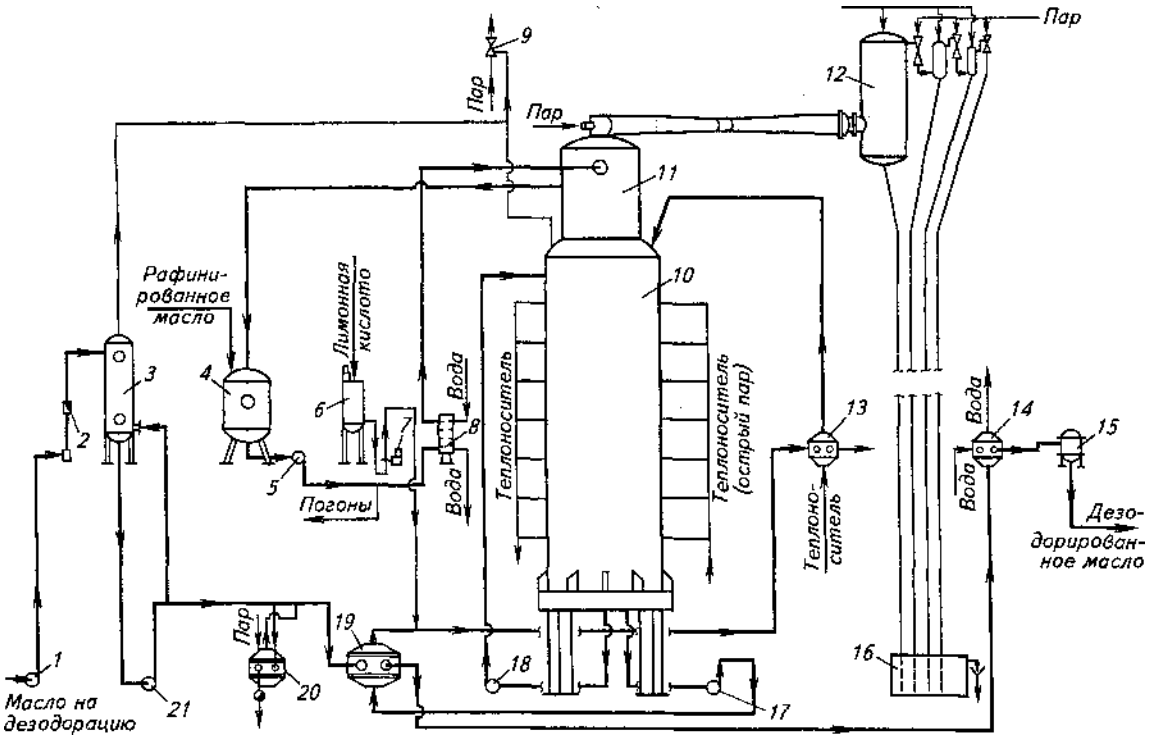

Рис. 1. **Дистиляційна установка фірми «Альфа Лаваль» продуктивністю 150 т/добу**

Рафінований жир насосом 1 через витратомір 2 подається в деаератор 3. Деаерована олія насосом 21 послідовно перекачується через спіральні теплообмінники 20, 19, 13. У теплообменнику 20 підігрів здійснюється водяною парою тільки в період пуску. У теплообміннику 19 жир нагрівається за рахунок охолодження дезодорованого жиру. У теплообміннику 13 відбувається остаточне нагрівання жиру рідким органічним теплоносієм до температури дезодорації. Звідки жир надходить на верхню тарілку дезодоратора 10 і проходить послідовно всі вісім тарілок. Краплі затриманого в центральній трубі нейтрального жиру насосом 18 повертаються для повторної дезодорації на верхню тарілку дезодоратора 10. Основна частина парогазової суміші з дезодоратора 10 надходить у скрубер 11, в якому через спеціальний пристрій зрошується охолодженою олією. У скрубері відбувається конденсація парів жирних кислот і розчинення їх разом з захопленим нейтральним жиром в зрошувальній олії.

Олія для зрошення циркулює в системі, що включає бак 4, насос 5, пластинчастий теплообмінник (охолоджувач) 8, скрубер 11.

Розчин лимонної кислоти готується в баку 6 і подається дозуючим насосом 7 в охолоджений дезодорат безпосередньо в трубу, що виходить з охолоджувача 19. Дезодорована олія з дезодоратора 10 насосом 17 направляється на першу стадію охолодження в спіральний теплообмінник 19, а потім на другу - в теплообмінник 14. Звідки жир надходить на полірувальний фільтр 15 і потім в жиросховище.

Парогазова суміш після скрубера відкачується пароежекторним вакуум-насосом 12, що складається з чотирьох пароструйних ежекторів, трьох барометричних конденсаторів і барометричного колодязя 16. Тиск пари становить 0,8-1,0 МПа. Додатково до основного пароежекторного вакуум-насосу встановлюється пусковий пароежектор 9 для прискорення пуску установки.

Температура при дезодорації підтримується в залежності від виду олії: для соняшникової – 190-240°С, для соєвої та інших не нижче 210°С. Тривалість дезодорації - близько 3 год, продуктивність лінії 150 т / добу, тиск (вакуум) 0,6-1,0 кПа.

Дистиляційна установка фірми «Альфа Лаваль» продуктивністю 100 т/добу.

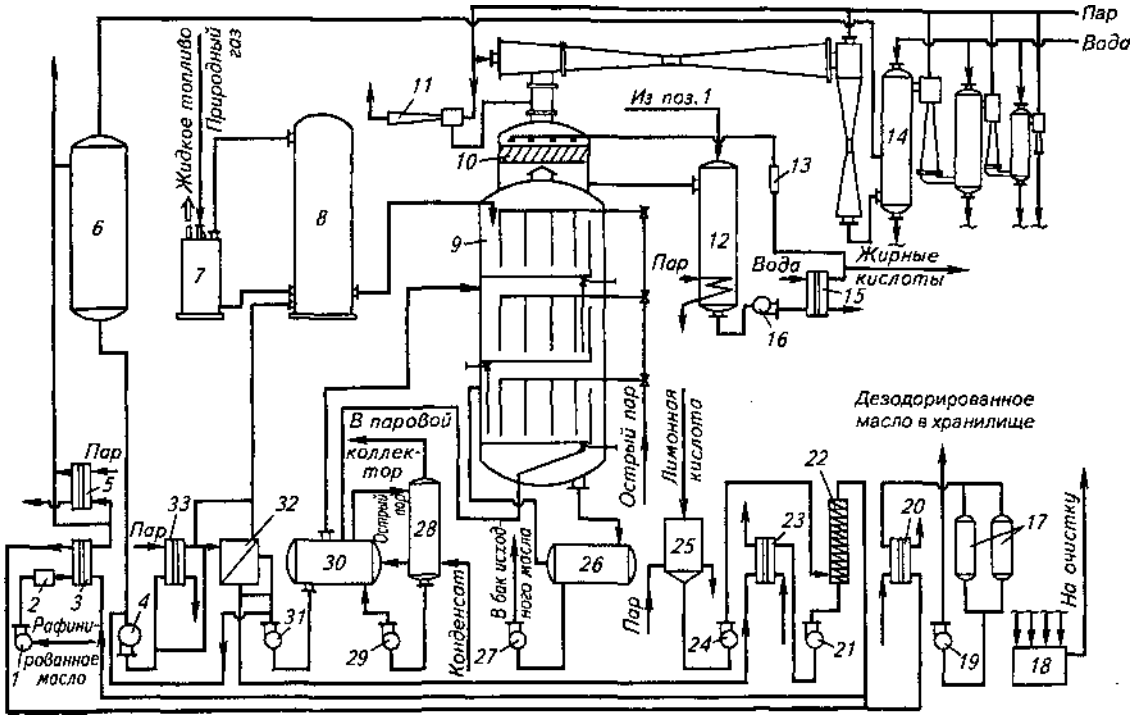

Рис. 2. **Дистиляційна установка фірми «Альфа Лаваль» продуктивністю 100 т/добу**

Дистиляція на цій установці здійснюється в колонному апараті барботажного типу на трьох тарілках при температурі 210-250°С і при тиску 399 Па протягом 1,5 год.

Рафінований вибілений жир з сировинної ємності насосом 1 через фільтр 2 подається в теплообмінник 3, де нагрівається дезодорованим жиром до 100°С. Потім через підігрівач 5 (використовується тільки в період пуску установки) або по обвідній лінії, минаючи підігрівач, надходить в деаератор 6. Тут при температурі 100°С і тиску 6650 Па, створюваному пароежекторним вакуумним насосом (ПЕВН) 14, з жиру видаляються повітря і волога.

Далі деаерований жир насосом 4 через витратомір подається в підігрівник 33 (включається тільки в період пуску установки для нагріву жиру до 170°С парою) або по обвідній лінії, минаючи підігрівник, - в теплообмінник 32, де відбувається його підігрів до 160°С в результаті теплообміну з дезодорованим жиром. Для пускового періоду (відсутній дезодорований жир) передбачена також обвідна лінія минаючи теплообмінник 32, по якій жир рухається безпосередньо від підігрівача 33 до остаточного підігрівника 8. У ньому жир нагрівається парою (тиском 4,6-6,6 МПа) до темтемператури 250°С.

Далі жир надходить на верхню тарілку дезодоратора 9 і, рухаючись по горизонтальному лабіринту, створюваному вісьмома вертикальними перегородками, послідовно перетікає через переливні труби на дві наступні тарілки. Дезодорація здійснюється при тиску 399 Па.

З переливної труби третьої тарілки дезодоратора 9 жир через розподільний пристрій надходить в охолоджувач (теплообмінник) 30, де при тиску 399 Па охолоджується до 180°С конденсатом з тиском 1,3 МПа і температурою 140°С, які подаються з сепаратора пара 28 насосом 29.

У кожну секцію тарілки дезодоратора 9 подається барботуюча пара в кількості близько 1,5% маси, що надходить на установку жиру. У охолоджувач 30 також направляється гостра пара в кількості близько 0,1% маси жиру. Попередньо охолоджений жир з охолоджувача 30 насосом 37 відкачується через теплообмінник 32, де охолоджується в процесі роботи установки до 122°С в результаті теплообміну з деаерованим жиром, в охолоджувач 23. При відсутності деаерованого жиру охолодження дезодорованого жиру відбувається в автоматичному режимі в охолоджувачі 20 водою з температурою 30°С. При цьому жир насосом 31 подається в охолоджувачі 23 і 20, минаючи теплообмінник 32. Після теплообмінника 23 жир насосом 21 подається в змішувач 22. Сюди одночасно насосом 24 з бака 25 вводиться 20-30% -вий водний розчин лимонної кислоти з розрахунку 0,06-0,1 кг сухої речовини на 1 т жиру. Подальше охолодження жиру здійснюється в теплообміннику 3 рафінованим жиром до температури 52°С і в остаточному охолоджувачі 20 водою. При відсутності рафінованого жиру охолодження дезодорованого жиру до 50°С проводиться в остаточному охолоджувачі 20 водою температурою 30°С. У охолоджувач 20 дезодорований жир надходить як після теплообмінника 3, так і за його обвідної лінії, далі - в один з полірувальних фільтрів 17 і відцентровим насосом 19 перекачується в жиросховище.

Для швидкого нагріву рослинних олій до температури дезодорації в період пуску установки, а також при зміні сировини передбачена внутрішня система циркуляції жиру з теплообмінника 30 насосом 31 у всмоктувальну лінію насоса 4, який повинен бути вимкнений.

Парогазова суміш з кожної тарілки дезодоратора 9 через вертикальний бічний канал відводиться до скрубера 10. Тут відбувається конденсація здебільшого парів летких речовин, у тому числі вільних жирних кислот, стеринів, токоферолів, і розчинення їх разом з захопленим нейтральним жиром в охолоджені до 60°С зрошувальні олії. Зрошувальна олія циркулює в системі, що включає в себе бак 12, насос 16, охолоджувач 15, витратомір 13, скрубер 10. Рівень зрошувальної олії в баку 12 підтримується автоматично.

Несконденсована парогазова суміш зі скрубера направляється в конденсатори змішання (ПЕВН) 14. Частина парогазової суміші і механічно захопленого нейтрального жиру, сконденсованого в бічній шахті дезодоратора, стікає в бак 26, з'єднаний з вакуумною системою дезодоратора. Періодично, по мірі заповнення бака 26, його відключають від установки і насосом 27 жир перекачують в сировинну ємність.

Розрідження в установці створюється пароежекторним вакуумним насосом 14, що складається з п'яти ежекторів, трьох барометричних конденсаторів і барометричної ємності 18. У період пуску установки використовується пусковий ежектор 11.

Тиск пари, необхідний для роботи вакуумної системи, 300 кПа, витрата - 578-679 кг / год.

Остаточний нагрів жиру до температури дезодорації 250°С відбувається парою високого тиску (4600-6600 кПа), як виробляється із спеціально підготовленого конденсату в генераторі 7.

Напівбезперервна дистиляційна установка фірми «Кемтек» продуктивністю 100-120 т / добу.

Рафінований жир з сировинної ємності насосом 1 подається в деаератор 2, де при температурі близько 60°С і тиску 2 660 Па з жиру видаляються повітря і волога. Деаерований жир насосом 3 через витратомір 4 направляється в попередній теплообмінник 5, в якому нагрівається в результаті теплообміну з дезодорованим жиром до 208-225°С. Потім жир послідовно надходить у кінцевий підігрівач 7 і у верхню камеру дезодоратора 8, циркулюя з неї знову в остаточний підігрівач.У процесі рециркуляції жир нагрівається спочатку парою з тиском 1000 кПа, а потім (при досягненні необхідного рівня жиру в першій камері) - з тиском до 6900 кПа (час нагрівання задається за таймером). Пара виробляється в нагрівальній установці 20 і подається в міжтрубний простір остаточного підігрівача 7- для перемішування жиру в процесі нагрівання в першу камеру дезодоратора подається гостра пара з тиском до 350 кПа.

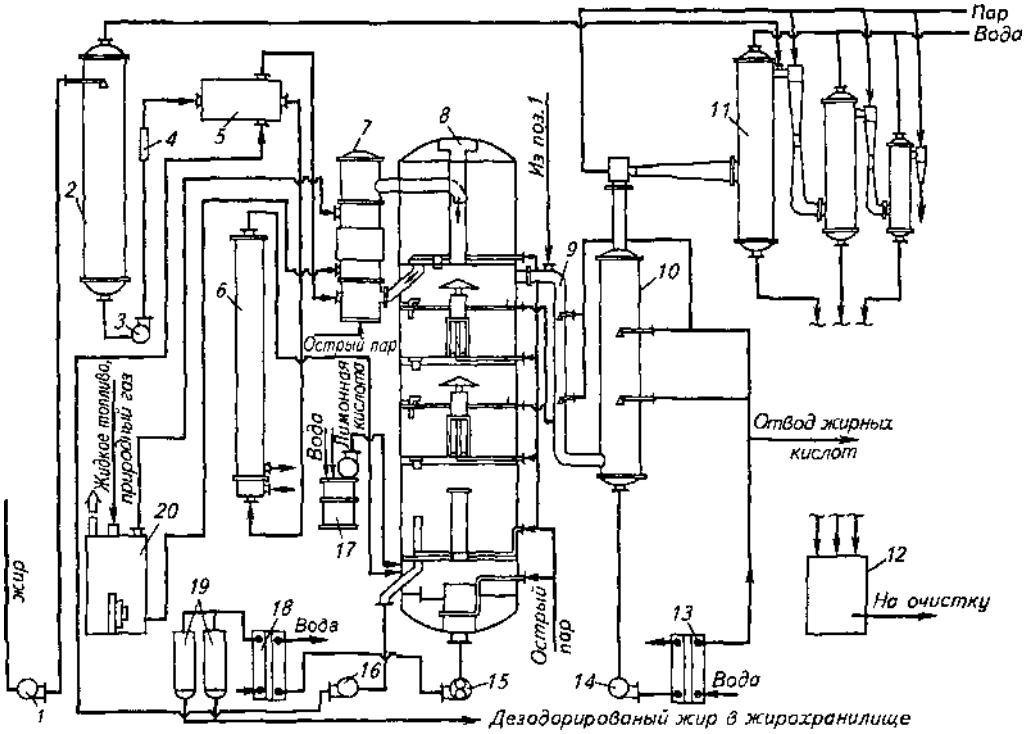

Рис. 3. **Напівбезперервна дистиляційна установка фірми «Кемтек» продуктивністю 100-120 т / добу**

При досягненні необхідної температури нагріву і рівня жиру в першій камері дезодоратора жир зливається в другу камеру, з якої після закінчення часу дезодорації, заданої за таймером, перетікає послідовно в третю, а потім четверту камеру. У другій і третій камерах дезодоратора 8 в безперервному або напівбезперервному режимі при тиску 665 кПа, подачі гострої пари з тиском до 350 кПа і температурі процесу 240-260°С здійснюється власне дезодорація жиру.

З четвертої камери, що працює в безперервному режимі, дезодорований жир насосом 16 відкачується в теплообмінник 5, де охолоджується в результаті теплообміну з деаерованим жиром до температури 90°С. Потім дезодорований жир надходить в проміжний охолоджувач 6, до якого подається охолоджуюча вода в тому випадку, якщо відсутнє охолодження в теплообміннику 5, і далі послідовно проходить по спіральним каналам п'ятої камери дезодоратора 8. У четверту і п'яту камери дезодоратора також подається гостра пара з тиском до 350 кПа. Для підвищення стійкості жиру до окислення у п'яту камеру дезодоратора 8 з ємності 17 дозуючим насосом подається 20% -вий розчин лимонної кислоти. З п'ятої камери дезодоратора жир насосом 15 відкачується в остаточний охолоджувач 18, де охолоджується водою до температури 60°С і поступає в один з полірувальних фільтрів 19.

Парогазова суміш з кожної камери дезодоратора надходить по вакуумній трубі 9 в скрубер 10 і далі в пароежекторний насос (ПЕВН) 11.

Конденсат парогазової суміші і винесені речовини нейтрального жиру стікають по стінках вакуумної зони другої і третьої камер дезодоратора і також надходять в скрубер 10. Тут відбувається конденсація здебільшого парів летких речовин в зрошувальні олії. Остання циркулює в системі, що включає в себе скрубер 10, насос 14, охолоджувач 13, розподільчі пристрої в вакуумній трубі 9, скрубер 10.

Періодично по мірі досягнення певного рівня в скрубері (відповідає обсягу близько 0,75 м^3) зрошувальна олія з розчиненими в ній автоматично виводиться з системи циркуляції для подальшого використання його на технічні цілі.

Розрідження в установці створюється пароежекторним вакуумним насосом (ПЕВН) 11, що складається з чотирьох ежекторів і трьох барометричних конденсаторів змішування. Барометричні труби конденсаторів опущені в барометричний колодязь 12 на 500 мм нижче рівня води.

Безперервна дистиляційна установка фірми «Кірхфельд» продуктивністю 100 т/добу.

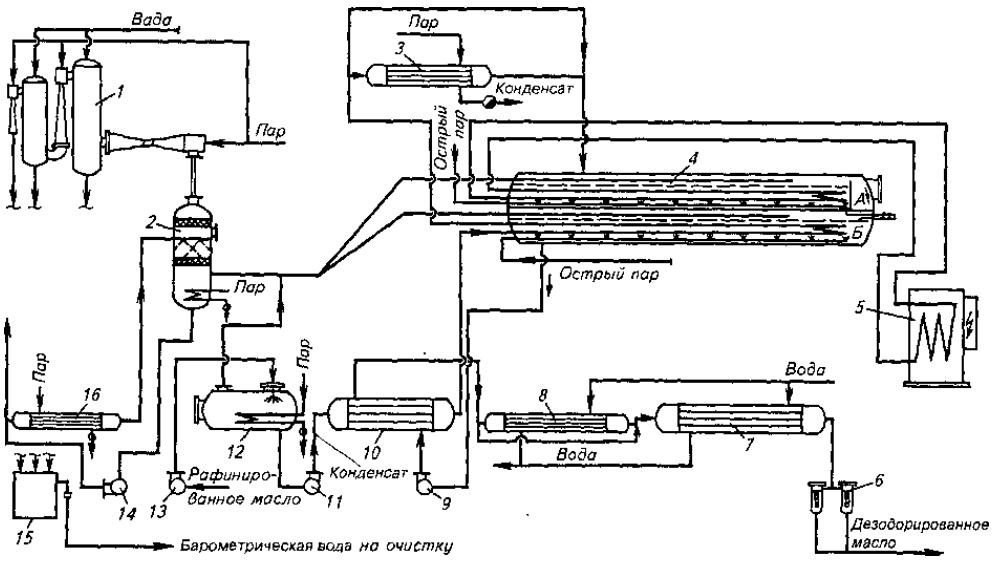

Рис. 4. **Безперервна дистиляційна установка фірми «Кірхфельд» продуктивністю 100 т/добу**

Ця фірма постачає горизонтальні дезодоратори нового покоління продуктивністю 50-150 т/добу, в яких дезодорація олій і жирів здійснюється в горизонтальному потоці в шарі товщиною 400 мм в барботажному режимі. Потік розділяється на декілька ступенів вертикальними перегородками, що надають потоку оії лабіринтовий рух.

Рафінований жир з сировинної ємності насосом 13 через фільтр подається в деаератор 12, де при температурі 90 95 °С і тиску 399 Па, створюваному

триступінчатим пароежекторним вакуумним насосом 1, з жиру видаляються повітря і волога.

Далі деаерованим жир насосом 11 через фільтр і витратомір надходить у попередній теплообмінник 10, де в результаті теплообміну з дезодорованим жиром (в робочому режимі) нагрівається до 150°С і далі направляється в дезодоратор 4. Дезодоратор горизонтальний, розділений перегородкою на дві секції: верхню А і нижню Б. Секція А служить для остаточного нагрівння жиру до температури дезодорації і власне дезодорації. Тут розташовані змійовики для нагріву парою з тиском 7000 кПа, у нижній частині секції розміщений трубчастий барботер гострої пари. Над рівнем жиру встановлена вакуумна труба з отворами у верхній частині для відводу парогазової суміші і крапель жиру. У секції Б закінчується процес дезодорації та охолодження дезодорованої олії рафінованою олією, що надходять через змійовики в цій секції на дезодорацію в секцію А. Як і в секції А, в секції Б змонтовані трубчастий барботер і труба для відводу парогазової суміші. Висота шару жиру в секції А – 400 мм, в секції Б – 500 мм. Жир з секції А зливається в секцію Б через перегородку в торці апарату, а повний злив жиру може здійснюватися через спеціальну пропускну трубу. Рівень олії в секції Б підтримується регулятором рівня.

Деаерований жир надходить в змійовик нижньої секції Б дезодоратора 4, де нагрівається в результаті теплообміну з дезодорованим жиром до 160-180°С. Далі жир подається в підігрівач3, в якому нагрівається парою з тиском 800 кПа до температури 160°С тільки в період пуску установки, а потім прямує в секцію А дезодоратора 4. У секції А відбувається власне дезодорація жиру при температурі до 250°С і тиску 399 Па з подачею гострої пари. Температура забезпечується гріючою парою з тиском до 7000 кПа, Дезодорований жир перетікає через вертикальну перегородку в міжтрубний простір секції Б дезодоратора 4, де охолоджується до 200°С. У секції А і Б дезодоратора подається перегріта в електропароперегрівачі до 195°С гостра пара в кількості 1,3% маси жиру, що поступає в дезодоратор (54 кг/год). З секції Б дезодорований жир насосом 9 відкачується в теплообмінник 10, де охолоджується деаерованим жиром до 144°С. Подальше охолодження дезодорованого жиру до 50°С проходить водою в охолоджувачі 7 або при необхідності спочатку в охолоджувачі 8, а остаточно до 5°С - в охолоджувачі 7.

Далі дезодорований жир надходить в один з полірувальних фільтрів 6 і спеціальним насосом відкачується в жиросховище.

Парогазова суміш із секцій дезодоратора надходить у вакуумну шахту, а потім у вакуумну трубу і в скрубер.

У скрубері 2 відбувається конденсація здебільшого парів жирних кислот і захопленим нейтральним жиром в охолодженій до 65°С зрошувальні олії. Вона

циркулює в системі, що включає скрубер 2, фільтр, насос 14, охолоджувач 16, витратомір, скрубер 2.

Періодично в автоматичному режимі зрошувана олія з розчиненими летючими речовинами по мірі досягнення певного рівня в скрубері виводиться з системи і використовується на технічні цілі, а натомість в систему вводять таку ж кількість нової олії.

Вакуум в системі створюється триступінчатим пароежекторним вакуумним насосом 1. Тиск пари, що подається на ежектори - 700 кПа. Охолодження парів здійснюється у двох конденсаторах водою при 22°С, далі вода відводиться через колодязь 15 на очищення та охолодження і повертається до конденсаторів.

В даний час фірма «Де Смет» поставляє чотири типи ліній дистиляції:

♦ «*Юніст*ок» – повністю безперервнодіюча лінія для заводів, що переробляє, як правило, один вид жира;

♦ «*Мультісток*» – напівбезперервна лінія для заводів, що переробляє різні види сировини;

♦ «*Юні-мікс*» – комбінована лінія з можливістю работи в обох режимах;

♦ «*Куалісток*» – остання розробка фірми, призначена для одного виду сировини.

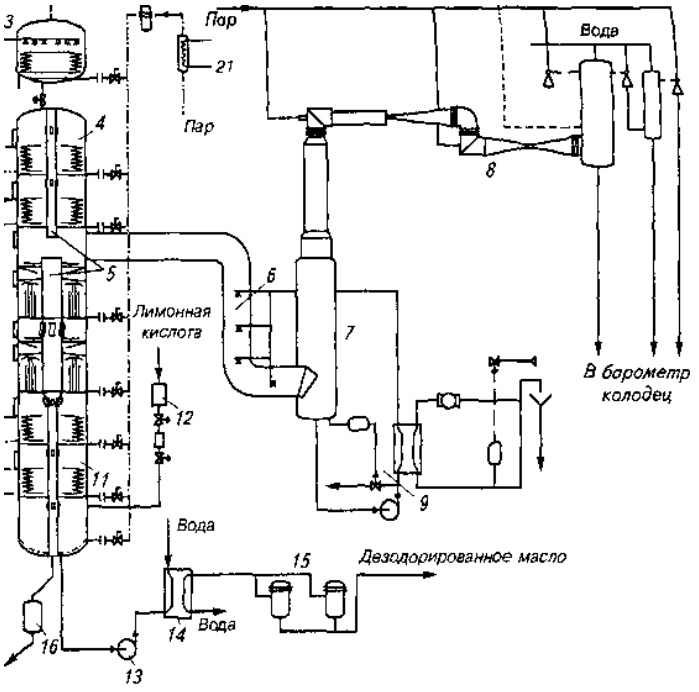

Рис. 5. **Дезодоратор напівбезперервної дії «Мультісток»**

Дезодоратор напівбезперервної дії «Мультісток» виконано у вигляді вертикальної тарільчатої колони, що містить вмонтовані змійовики для нагріву, рекуперації тепла та охолодження під вакуумом.

У дезодоратора даного типу олія обробляється на тарілках гострою парою протягом заданого проміжку часу. Потім автоматично включається перепуск олії з тарілки на тарілку, починаючи з нижньої, і прийом заздалегідь підготовленої порції олії з мірної ємності 3 на першу тарілку. Після проходження наступного періоду витримки автоматичний перепуск олії повторюється. Таким чином олія постадійно переміщається від верхньої тарілки на нижню і далі відкачується з дезодоратора. До прийому чергової порції олії кожна тарілка спорожнюється повністю.

При необхідності зміни сировини, що переробляється цей принцип переміщення продукту дозволяє запобігти змішуванню нової сировини зі старою. У зв'язку з переривчастим рухом олії в дезодораторі «Мультісток» використана унікальна схема рекуперації тепла.

Термосифон 10, що включає змійовики, розташовані на першій і передостанній тарілках, з'єднаний між собою підйомними і опускними трубами. У нижній змійовик поміщається вода, яка при потраплянні на тарілку порції гарячої олії випаровується, утворюючи пару. Ця пара, потрапляючи в верхній змійовик, нагріває порцію холодної олії, що поступає в першу тарілку. Конденсат пари стікає по опускні трубі вниз, замикаючи теплопередаючий контур. Тривалість одного циклу рекуперації тепла дорівнює часу витримки олії на тарілці. Нагріта до 170-180°С олія далі зливається на другу тарілку, де за аналогічний період витримки відбувається її остаточний нагрів до температури 240-250°С за допомогою пари високого тиску від парогенератора. Далі олія переміщається на дезодораційні тарілки, в яких обробляється при заданій температурі, і далі надходить в передостанню тарілку для рекуперацийного охолодження за допомогою нижнього змійовика термосифона до температури 160-165°С. В останній тарілці дезодорована олія охолоджується водою до 90°С і зливається в нижню частину дезодоратора з перемінним рівнем олії, де в олію вводиться розчин лимонної кислоти дозатором 12. Звідки дезодорована олія безперервно відкачується на остаточне охолодження в зовнішній теплообмінник 14 і на поліровочну фільтрацію на фільтрах 15.

Отже, для бакалаврської роботи обираємо технологічну лінію фірми «Альфа – Лаваль» продуктивністю до 100 т/добу. Перевагами установок фірми «Альфа - Лаваль» є те, що забезпечується енергозберігаючий режим підігрівання початкової олії (використання на першому етапі дезодорованої олії, що виходить з дезодоратора, в якості гріючого агенту для олії, яка поступає на дезодорацію). Значною перевагою є наявність обладнання для введення в дезодоровану олію лимонної кислоти, що захищає олію або жир від швидкого окислення.

3. ХАРАКТЕРИСТИКА ТОВАРНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ

Кукурудза *Zea mays L.*, є рослиною сімейства злакових; її батьківщиною є Північна та Південна Америка. Кукурудза була основною зерновою культурою індіанців за багато століть до того, як європейці досягли Нового Світу. В США вона залишається на першому місці; в даний час її вирощують для крохмалю і білків. Олія становить лише малу частку (від 3,1 до 5,7%, маси кукурудзяного ядра) і міститься переважно у зародках насіння кукурудзи.

Кукурудзяний зародок становить близько 10% ваги кукурудзяного зерна. Його ботанічна олійність коливається від 32 до 37%. Крім того, кукурудзяний зародок містить близько 18% білків, 8% крохмалю, 10% цукру, 10% мінеральних речовин. У кукурудзяних зародках сконцентровано понад 80% жиру, що міститься в кукурудзяному зерні, близько 20% білків та близько 74% мінеральних речовин.

Кукурудзяну олію одержують із зародків, які є побічним продуктом переробки кукурудзяного зерна в борошномельно-круп'яному, харчоконцентратному та крохмало-паточному виробництвах. Присутність кукурудзяних зародків у продуктах цих виробництв є небажаним, оскільки олія, що міститься в ньому, гідролізується та окислюється, що викликає погіршення якості готової продукції: борошна, крохмалю, патоки, глюкози, кукурудзяних кормів тощо. Тому технологія виробництва перелічених вище продуктів із кукурудзяного зерна передбачає можливе максимальне виділення із нього зародка.

Однак виділений кукурудзяний зародок сам по собі становить цінну сировину для харчової кукурудзяної олії.

У промисловості відділення кукурудзяних зародків від зерна здійснюється двома способами: сухим, який застосовується на млиново-круп'яних та харчоконцентратних підприємствах, і мокрим, поширеним на крохмало-патокових заводах.

Існують різні технологічні схеми з дежермінаторним (зародочно-віддільним) млином. За цією схемою попередньо замочене та доведене до 20-22% вологості кукурудзяне зерно обробляється на дежермінаторах з метою дроблення та звільнення зародка, а потім на різних сушильних, сортуючих та очищувальних пристроях, за допомогою яких досягається збагачення зародка, тобто. максимально можливе видалення крохмалевмісних частинок ендосперми від маси відбитого зародка.

Крім цієї схеми, існує схема, де основним обладнанням для відділення зародка та отримання крупи є дробарки, млинові розсіви, аспіраційні камери та пневматичні столи. Існує також схеми із застосуванням обоєчних та щіткових машин з абразитивними циліндрами.

Крім того, має місце схема, в якій відділення зародків здійснюється за допомогою дробарок, що працюють за ударним принципом, і верстатів вальцевих з нарізними валками.

Мокрий спосіб полягає в тривалому замочуванні зерна (протягом 36-50 год) в теплому (48-50 год) водному 0,2%-вому розчині сірчистої кислоти, в подальшій обробці зерна на дискових дробарках і поділ отриманої «кашки» на гідроциклонах або на сепараторах флотаційного типу, де зародок відокремлюється від загальної маси частинок крохмалистого ендосперма. Потім відокремлені зародки піддають триразовому промиванню від крохмалю, що залишився в них в невеликих кількостях, після чого з маси зародків видаляють вологу; спочатку на шнекових пресах, а потім на безперервнодіючих барабанних або парових сушарках, у тому числі і вакуум-сушарках.

Недоліком мокрого способу є нижча якість олії, що міститься в зародках, порівняно з олією зародків, одержаних сухим способом; цей факт обумовлюється розвитком гідролітичних та інших побічних процесів у жирі при волого-тепловій обробці кукурудзяного зерна. Кукурудзяна олія зародків характеризується такими показниками:

Щільність (при 0°С), г/см³.....0,918 - 0,919

Показник заломлення (при 20°С).....1,471 - 1,473

В'язкість (при 20 ° С), спз .....63 - 97

Температура застигання.....від -10 до -20°С

Вміст жирних кислот:

насичених (сумарно).....10 - 14%

ненасичених (сумарно).....85 - 86%

Негативною рисою зародків сухого способу одержання є високий вміст в них крохмалю, наявність якого в окремих випадках ускладнює процеси смаження мезги перед пресуванням. З іншого боку, при малій олійності зародків і високому вмісті в них крохмалю взагалі неможливо отримати з них олію пресовим способом, оскільки олія, як показала практика, не віджимається з подібного матеріалу навіть на шнекових пресах, що розвивають великі зусилля і високий тиск пресуючого тракту.

Зазначені вище особливості та властивості кукурудзяних зародків різних способів одержання зумовлюють специфіку технології вироблення з них олії.

Кукурудзяну олію виробляють відповідно до вимог цього стандарту «ОЛІЯ КУКУРУДЗЯНА Технічні умови» (ГОСТ 8808-2000, ГОТ) ДСТУ 8808:2003 [4] .

В залежності від способу обробки, показників якості та призначення підрозділяють на марки, зазначені в таблиці 1.

Таблиця 1. **Марки кукурудзяної олії**

Марка	Призначення кукурудзяної олії
Р	Для промислової переробки із застосуванням рафінації тадезодорації
СК	Для введення в рецептури саломасів і кулінарних жирів і виробництва інших харчових продуктів
Д	Для виробництва продуктів дитячого і дієтичного харчування
П	Для поставки в торгівельну мережу та на підприємства громадського харчування, а також для виробництва іншиххарчових продуктів
Примітка. Додаткова область використання кукурудзяної олії визначається споживачем і не є бракувальним фактором	

Кукурудзяна олія належить до групи олій з високим вмістом лінолевої та олеїнової Fats and oils – corn oil жирних кислот. Рідкі олії цієї групи широко використовують як вихідну сировину при виробництві різних олієжирових продуктів. Вони мають досить високу стійкість до окислення і можуть бути гідрогенізовані до різних ступенів насиченості - від непрозорої рідини, що нагадує молоко, до жирів із температурою плавлення вище 59 °С.

Неочищена кукурудзяна олія має темніший колір червоного бурштину, ніж інші рослинні олії, які зазвичай мають світлий колір. Деякі олії, отримані з олійної сировини після вологого смаження, важче відбілити до світлого кольору, можливо, внаслідок умов, що створюються при плющенні зародків перед екстракцією. В інших випадках відбілювання та дезодорацію кукурудзяної олії навмисно проводять не повністю, щоб зберегти темніший колір для залучення покупців.

Жирнокислотний склад кукурудзяної олії, як і більшості інших олій, варіюється в залежності від сорту зерна, кліматичних умов та вегетаційного періоду. У кукурудзяній олії, отриманій в основній зоні вирощування кукурудзи в США, найбільше поліненасичених жирних кислот в результаті впливу клімату цієї зони та умов вирощування. У кукурудзяній олії, виробленій в інших країнах, в цілому менше лінолевої кислоти і більше олеїнової.

Кукурудзяна олія містить у слідових кількостях (близько 0,05%) восків, які є складними ефірами мирицилового та церилового спиртів з тетракозановою (лігноцериновою) кислотою. Температура плавлення восків 81-82 °С. Воски викликають помутніння олії при охолодженні до низьких температур, якщо вони не видалені шляхом вінтеризації. Для реалізації як салатна кукурудзяна олія має бути очищена від восків, але ця операція не є обов'язковою стадією, призначеної для шортенінгів або маргаринів.

Таблиця 2. **Склад та фізичні властивості кукурудзяної олії**

Характеристика	Звичайне значення	Діапазон коливань’
Відносна щільність при t олії 25 °С	0,91875	Від 0,915 до 0.920
Показник заломлення, при t олії 25 °С	-	Від 1,470 до 1,474
Йодне число, г J_2/100 г	124,0	Від 118,0 до 128,0
Число омилення	-	Від 187 до 193
Масова частка неомилюваних речовин, %	-	Від 1,3 до 2,3
Титр. °С	-	Від 14 до 20
Температура плавлення, °С	-	Від -12 до -10
Температура затвердіння, °С	-	Від -1,0 до -20,0
Температура помутніння, °С	-9,5	-
Холодний тест, год	20	-
Вміст восків, %	-	Від 0,15 до 0,5
Масова частка токоферолів, мг/кг:		
α-токоферл	152	Від 116 до 172
β-токоферол	12	Від 0 до 22
у-токофсрол	1276	Від 1119 до 1401
δ-токоферол	61	Від 59 до 65
Жирнокислотний склад, %:		
міристинова С14.0	0,1	До 0,1
пальмітинова С16.0	10,9	Від 8,0 до 19,0
пальмітолеїнова С16:1	0,2	До 0,5
стеаринова С18:0	2,0	Від 0,5 до 4,0
олеїнова С18:1	25,4	Від 19.0 до 50,0
лінолева С18: 2	59,6	Від 34.0 до 62,0
ліноленова С18: 3	1,2	Від 0,1 до 2,0
арахінова С20:0	0,4	До 1,0
гадолеїнова С20:1 бегенова	-	До 0,5
С22:0	0,1	До 0,5
лігноієринова С24:0	-	-
Тригліцеридний склад, %:		
тринасичені	0,3	-
динасичені	3,7	-
мононасичені	33.3	-
триненасичені	63,0	-

Кукурудзяна олія є чудовим джерелом есенціальних жирних кислот, їх вміст зазвичай перевищує 60%. Основна їх частина представлена лінолевою кислотою (С18:2), і менше 1,5% займає ліноленова (С|8:3). Незважаючи на такий високий рівень ненасиченості, кукурудзяна олія має хорошу окисну стабільність органолептичних показників, частково завдяки невипадковому розподілу жирних кислот у тригліцеридах. Було виявлено, що в тригліцеридах кукурудзяної олії 98% жирних кислот, що знаходяться в положенні sn-2, є ненасиченими, залишаючи таким чином зовнішні sn-1 і sn-3 положення для насичених і ненасичених кислот, що залишилися. Оскільки зовнішні положення тригліцеридів більш реакційні, поліненасичені жирні кислоти в положенні sn-2 мають певний захист від окислення. Ця теорія була певною мірою підтверджена, коли було виявлено, що переетерифікована кукурудзяна олія з випадковим поєднанням жирних кислот окислялася в три-чотири рази швидше, ніж звичайна кукурудзяна олія.

Відносно високий вміст токоферолів (приблизно 0,1%), поряд із присутністю малих кількостей іншого антиоксиданту — ферулової кислоти, також робить внесок у дуже високу окисну стабільність кукурудзяної олії. Як правило, дезодорована кукурудзяна олія містить 0,08-0,12% загальної кількості токоферолів, з яких 70-80% становить у-токоферол, 20-25% α-токоферол і 3-5% β-токоферол. Свою роль у підвищеному терміні придатності грає той факт, що органолептичні характеристики кукурудзяної олії, як сирої, так і після зберігання, досить приємні і зазвичай нагадують попкорн.

З 2002 р. приблизно 35% посівних площ кукурудзи займають стійкі до шкідників чи гербіцидів генетично модифіковані гібриди. Також були розроблені сорти з підвищеною до 6,5-11,0% олійністю, для того щоб підвищити енергетичну цінність кормів для худоби. Підприємства з мокрим та сухим відділенням зародків чинили опір впровадженню високожирної кукурудзи, оскільки її зерно має зародок більшого розміру, що знижує вміст крохмалю в зерні та ефективність роботи обладнання. Жодна з цих генетичних модифікацій не впливала на склад кукурудзяної олії. Харчова промисловість зацікавлена в генетичних змінах, спрямованих на покращення жирнокислотного складу з метою підвищення функціональності або харчової цінності.

Однак було виявлено, що органолептичні властивості деяких високоолеїнопих масел неприйнятні для використання їх як фритюрних жирів.

Проведена оцінка показала, що у високоолеїновій кукурудзяній олії вміст лінолевої кислоти занадто великий, щоб отримати прийнятний смак і аромат [16].

4. ПІДБІР І РОЗРАХУНОК КІЛЬКОСТІ ОДИНИЦЬ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Деаератор призначений для видалення з рафінованої олії повітря і вологи. Він представляє собою вертикальний апарат циліндричної форми зі сферичним дном 11 і кришкою 3, корпус 2 якого виконаний з нержавіючої сталі.

Рівень олії в апараті – 350 мм від нижнього фланця. В верхній частині апарату розміщена інжекційна труба 5, яка складається з чотирьох сопел 7 виготовлених з кислотостійкої сталі, для розпилення олії. В нижній частині апарата передбачений відбійник 8 і під ним – поплавковий регулятор рівня олії 12. Деаератор під'єднаний до вакуумної системи установки через патрубок 4.

Деаератор оснащений верхнім – на рівні інжекційної труби 5 і нижнім оглядовими вікнами 1 з освітленням, а також нижнім люком-лазом 9.

В деаераторі є патрубки 6 і 10 для введення і виведення олії з апарата. Рівень олії в деаераторі підтримується поплавковим регулятором 12, зв'язаним з клапаном подачі олії в деаератор.

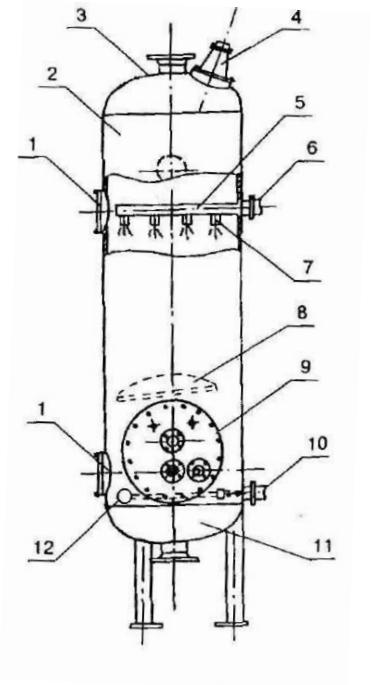

Рис 6. **Деаератор**

Дезодоратор призначений для відгонки з рафінованої олії вільних жирних кислот і ароматичних сполук. Дезодоратор представляє собою циліндричний апарат зі сферичною кришкою 14, корпус 1 якого виконаний з вуглецевої сталі, а контактуючі з олією деталі з нержавіючої сталі.

В середині апарата розміщенні вісім тарілок 2, кожна з яких розділена вертикальними перегородками 4 висотою 1000 мм на секції. Перегородки 4 виготовлені з прямокутними рифлями, які підвищують механічну міцність перегородок і сприяють ефективності перемішування олії.

Висота олії на тарілках 2-350 мм, об’єм олії – 2 м^3.

Рух олії по тарілках 2 здійснюється по лабіринту. Гостра пара подається в кожну секцію тарілок 2 дезодоратора через патрубки 3 і перфоровані трубчаті барботери з діаметром отворів 1,5 мм.

Отвори розміщенні на відстані 50 мм один від одного. Перетік олії з тарілки на тарілку і відкачування її з дезодоратора здійснюється через переливні труби 15 висотою - 500 мм, розміщенні в секції близької до вертикальної осі дезодоратора. Повний злив олії з тарілок 2 відбувається за допомогою зливних пристроїв, які відкриваються зверху вниз. Кожна тарілка 2 оснащена патрубком. Над верхньою тарілкою перед надходженням паро газової суміші в скрубер 9 змонтований олієвідділювач 10. Між другою і третьою тарілками встановлено з’єднання для охолодження олії. На корпусі 1 дезодоратора на певній відстані від кожної тарілки 2 розміщені оглядові вікна 16 з освітленням. Над верхньою тарілкою 2, в тарілчастому дні і скрубері 9 розміщені люки-лази 12.

Паролетка суміш відводиться з бокового каналу по вакуумній трубі в скрубер 9, який приварений до сферичної кришки 14 дезодоратора. Скрубер 9 з’єднаний з пароежекторним вакуумним насосом і оснащений інжекційною трубою 8 з дев’ятьма соплами 13, насадкою 7, сіткою 6 хвилеподібної форми. Нижня частина скрубера 9 має кільцеподібну камеру 5 колпакового типу. Олія поступає в скрубер зверху і зливається з днища апарата.

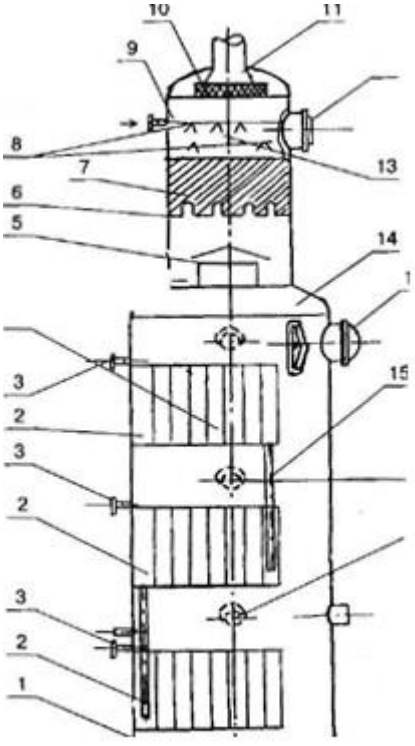

Рис 7. **Дезодоратор**

Більшість барботажних установок можуть експлуатуватися як у режимі дезодорації, так і в режимі фізичної рафінації, що підтверджує їхню дистиляційну здатність. На відміну від плівкових дезодораторів, що переважно працюють при залишковому тиску 1-2 мм.рт.ст. (0,13-0,25 кПа), барботажні дезодоратори забезпечують відгонку летуких компонентів при залишковому тиску в межах 3-5 мм.рт.ст. (0,40-0,67 кПа). Це полегшує підтримку працездатності систем для створення вакууму і підвищує надійність і економічність установки в цілому.

Скрубер. Призначений для проведення процесу абсорбції погонів, що поступають із дезодоратора разом із водяною парою, а також парів вільних жирних кислот. В якості абсорбенту прийнято нейтральну олію. Скубер являє собою стальний зварений вертикальний циліндричний аппарат з випуклою кришкою і днищем в формі оберненого конусу. Скрубер встановлений на кришці дезодоратора. Процес абсорбції протікає на поверхні взаємодії рідкої і газової фаз. Тому в скрубері для поглинання газів рідиною утворена розвинена поверхня контакту між парогазовою сумішшю і абсорбентом.

Парогазова суміш із дезодоратора по трубі поступає в скрубер знизу і рухається вгору протитоком по відношенню до циркулюючої рідини (абсорбенту).

Регенеративний теплообмінник. Призначений для підігріву олії, що направляється в дезодораційний аппарат за рахунок теплоти готового продукту, що виходить із апарату. З метою економії енергетичних ресурсів приймається, що в теплообміннику олія, що дезодорується, нагрівається до 200 ˚С.

Полірувальний фільтр. Цей апарат призначений для контрольного полірувального фільтрування дезодорованої олії.

Фільтр має циліндричний зі сферичним дном корпус 1 і сферичну знімальну кришку 8. В циліндричний корпус вставляються фільтруючі елементи 5. Сітчаста поверхня дисків 6 з обох сторін покривається фільтрувальним папером, який спеціальними зажимами фіксується на поверхні дисків. Фільтруючі елементи центруються за допомогою втулки 3 і закріплюється в корпусі розпорками 7. Фільтруюча олія заповнює корпус апарата, проходить через фільтрувальний папір і сітку дисків, поступає в збірний колектор 4 і виходить з фільтра через патрубок 2.

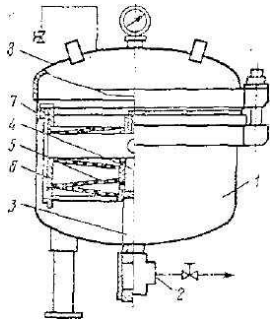

Рис 8. **Полірувальний фільтр**

5. АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ВИРОБНИЦТВА, ЇЇ ОПИС. СПЕЦИФІКАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

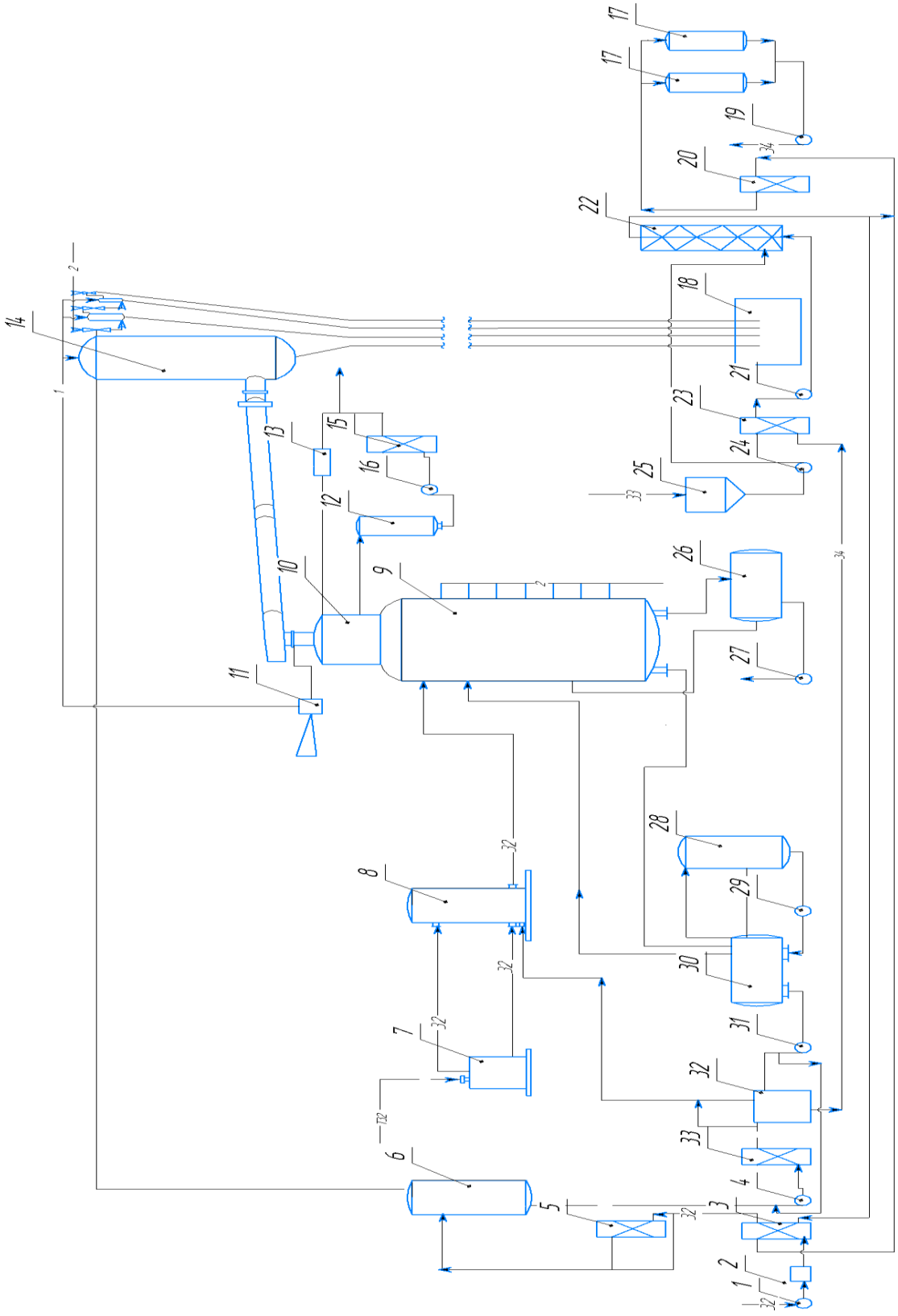

Рис. 9. **Технологічна схема дезодорації «Альфа-Лаваль» продуктивністю до 100 т/добу**

Дезодорація на цій установці здійснюється в колонному апараті барботажного типу на трьох тарілках при температурі 210-250°С і при тиску 399 Па протягом 1,5 год.

Нерафінована кукурудзяна олія з сировинної ємності насосом ***1*** через фільтр ***2*** подається в теплообмінник ***3***, де нагрівається дезодорованим жиром до 100°С. Потім через підігрівач ***5*** (використовується тільки в період пуску установки) або по обвідній лінії, минаючи підігрівач, надходить в деаератор ***6***. Тут при температурі 100°С і тиску 6650 Па, створюваному пароежекторним вакуумним насосом (ПЕВН) ***14***, з жиру видаляються повітря і волога. Далі деаерований жир насосом ***4*** через витратомір подається в підігрівник ***33*** (включається тільки в період пуску установки для нагріву жиру до 170°С парою) або по обвідній лінії, минаючи підігрівник, – в теплообмінник ***32***, де відбувається його підігрів до 160°С в результаті теплообміну з дезодорованим жиром. Для пускового періоду (відсутній дезодорований жир) передбачена також обвідна лінія минаючи теплообмінник ***32***, по якій жир рухається безпосередньо від підігрівача ***33*** до остаточного підігрівника ***8***. У ньому жир нагрівається парою (тиском 4,6-6,6 МПа) до темтемператури 250°С.

Далі жир надходить на верхню тарілку дезодоратора ***9*** і, рухаючись по горизонтальному лабіринту, створюваному вісьмома вертикальними перегородками, послідовно перетікає через переливні труби на дві наступні тарілки. Дезодорація здійснюється при тиску 399 Па. З переливної труби третьої тарілки дезодоратора ***9*** жир через розподільний пристрій надходить в охолоджувач (теплообмінник) ***30***, де при тиску 399 Па охолоджується до 180°С конденсатом з тиском 1,3 МПа і температурою 140°С, які подаються з сепаратора пари ***28*** насосом ***29***.

У кожну секцію тарілки дезодоратора ***9*** подається барботуюча пара в кількості близько 1,5% маси жиру, що надходить на установку. У охолоджувач ***30*** також направляється гостра пара в кількості близько 0,1% маси жиру. Попередньо охолоджений жир з охолоджувача ***30*** насосом ***37*** відкачується через теплообмінник ***32***, де охолоджується в процесі роботи установки до 122°С в результаті теплообміну з деаерованим жиром, в охолоджувач ***23***. При відсутності деаерованого жиру охолодження дезодорованого жиру відбувається в автоматичному режимі в охолоджувачі ***20*** водою з температурою 30°С. При цьому жир насосом ***31*** подається в охолоджувачі ***23*** і ***20***, минаючи теплообмінник ***32***. Після теплообмінника ***23*** жир насосом ***21*** подається в змішувач ***22***. Сюди одночасно насосом ***24*** з бака ***25*** вводиться 20-30% -вий водний розчин лимонної кислоти з розрахунку 0,06-0,1 кг сухої речовини на 1 т жиру. Подальше охолодження жиру здійснюється в теплообміннику ***3*** рафінованим жиром до температури 52°С і в остаточному охолоджувачі ***20*** водою. При відсутності рафінованого жиру охолодження дезодорованого жиру до 50°С проводиться в остаточному охолоджувачі ***20*** водою температурою 30°С. У охолоджувач ***20*** дезодорований жир надходить як після теплообмінника ***3***, так і за його обвідної лінії, далі – в один з полірувальних фільтрів ***17*** і відцентровим насосом ***19*** перекачується в жиросховище.

Для швидкого нагріву рослинних олій до температури дезодорації в період пуску установки, а також при зміні сировини передбачена внутрішня система циркуляції жиру з теплообмінника ***30*** насосом ***31*** у всмоктувальну лінію насоса ***4***, який повинен бути вимкнений.

Парогазова суміш з кожної тарілки дезодоратора ***9*** через вертикальний бічний канал відводиться до скрубера ***10***. Тут відбувається конденсація здебільшого парів летких речовин, у тому числі вільних жирних кислот, стеринів, токоферолів, і розчинення їх разом з захопленим нейтральним жиром в охолоджені до 60°С зрошувальні олії. Зрошувальна олія циркулює в системі, що включає в себе бак ***12***, насос ***16***, охолоджувач ***15***, витратомір ***13***, скрубер ***10***. Рівень зрошувальної олії в баку ***12*** підтримується автоматично.

Несконденсована парогазова суміш зі скрубера направляється в конденсатори змішування (ПЕВН) ***14***. Частина парогазової суміші і механічно захопленого нейтрального жиру, сконденсованого в бічній шахті дезодоратора, стікає в бак ***26***, з'єднаний з вакуумною системою дезодоратора. Періодично, по мірі заповнення бака ***26***, його відключають від установки і насосом ***27*** жир перекачують в сировинну ємність.

Розрідження в установці створюється пароежекторним вакуумним насосом ***14***, що складається з п'яти ежекторів, трьох барометричних конденсаторів і барометричної ємності ***18***. У період пуску установки використовується пусковий ежектор ***11***.

Тиск пари, необхідний для роботи вакуумної системи, 300 кПа, витрата – 578-679 кг / год.

Остаточний нагрів жиру до температури дезодорації 250°С відбувається парою високого тиску (4600-6600 кПа), яка виробляється із спеціально підготовленого конденсату в генераторі ***7***.

Таблиця 3. **Специфікація обладнання**

№ поз	Назва обладнання	Кіл-ть, шт
1,4,16,29,21,24,27,31	Насос	8
2	Фільтр	1
3,15,20,23,30,32,	Підігрівач	6
5,8,33	Теплообмінник	3
6	Деаератор	1
7	Генератор	1
9	Дезодоратор	1
10	Скрубер	1
12	Бак	1
13	Витратомір	1
14	ПЕВН	1
17	Полірувальний фільтр	2
18	Барометричний колодязь	1
19	Центробіжний насос	1
25, 26	Бак	2

6. ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ. ПРОДУКТОВИЙ РОЗРАХУНОК ВИТРАТ ОСНОВНОЇ СИРОВИНИ, ВИХОДУ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Таблиця 4. **Вихідні дані матеріального розрахунку**

Показник	Значеннння
Початкова сировина	нерафінована кукурудзяна олія
Продуктивність установки	$М_1$=90 т/добу(3,75 т/год)
Початкова кислотність олії (КЧ=1,8 мг КОН/г)	Ж'н=0,9%=1,05 кг/т
Кінцева кислотність (КЧ=0,35 мг КОН/г)	Ж'к=0,175%=0,20 кг/т
Маса жирних кислот, що утворяться у результаті гідролізу ацилгліцеринів	Ж'г=0,03%=0,03 кг/т
Маса одоруючих речовин, які відганяються із олії	Ж'о=0,05%=0,06 кг/т
Маса жирних кислот, яка виноситься з дезодоратора гострою водяною парою (при питомій витраті пари 75 кг/т і виносі нейтрального жиру 0,001%)	Ж'=0,08%=0,09 кг/т

Розрахунок продуктів запроектованого асортименту [6]

Маса вільних жирних кислот, що відганяються в процесі дезодорації:

$$Ж''к = Ж'_Н - Ж'_К + Ж'_г \quad (6.1)$$

$$Ж''к = 1,05-0,20+0,03=0,88\%=1,02 \text{ кг/т}$$

Загальна маса жирових компонентів, що відганяються з олії:

$$\sum Ж'_у = Ж''к + Ж'_О + Ж' \quad (6.2)$$

$$\sum Ж'_у = 1,02+0,06+0,09=1,17 \text{ кг/т}$$

При годинній продуктивності дезодораційної колони m=3,58 т/год, маса жирових компонентів, які виносяться складе:

$$П'=\sum Ж'_у \cdot m \quad (6.3)$$

$$П'=1,17\cdot 3,75=4,39 \text{ кг/год}$$

У скрубері велика часина погонів поглинається олією, що зрощується.

Маса летких компонентів і нейтрального жиру, які виносяться із скрубера в конденсатори вакуумної системи:

$$Q_{Ж.К} = Д_{УД} \cdot М_{Ж.К} \cdot P_К / [M_В\ (P - P_К)], \quad (6.4)$$

де $М_{Ж.К}$ – молекулярна маса найбільш летких жирних кислот (для рослинних олій приймається по миристиновій кислоті $М_{Ж.К}$=228 г/моль);

$M_В$ – молекулярна маса води ($M_В$=18 г/моль);

P – тиск у верхній частині скрубера (P=1066 Па);

$P_К$ – парціальний тиск пари миристинової кислоти при температурі у верхній частині скрубера (із запасом) 80° С ($P_К$ =0,5 Па).

$$Q_{Ж.К} = 90\cdot 228\cdot 0,5/[18(1066-0,5)]=0,51 \text{ кг/т}$$

Кількість механічно відносимих парогазовою сумішшю в конденсатори одоруючих речовин і нейтрального жиру приймається, по практичним даним 50 % від маси жирних кислот:

$$y = Q_{Ж.К} \cdot 0,5 \quad (6.5)$$

$$y = 0,51 \cdot 0,5 = 0,256 \text{ кг/т}$$

Сумарна кількість відносимих жирових компонентів у конденсатори пароежекторного вакуум-насосу:

$$У_к = Q_{Ж.К} + y \quad (6.6)$$

$$У_к = 0,51 + 0,226 = 0,766 \text{кг/т}$$

Відповідно в годину:

$$У_{год} = У_к \cdot m \quad (6.7)$$

$$У_{год} = 0,766 \cdot 3,75 = 2,87 \text{ кг/год}$$

Кількість жирових компонентів, які сорбуються олією у скрубері:

$$К' = П' - У_{год} \quad (6.8)$$

$$К' = 4,39 - 2,87 = 1,52 \text{ кг/год}$$

Вихід дезодорованої кукурудзяної олії складає:

$$M_2 = 1000 - \sum Ж'_у = 1000 - 1,17 = 998,83 \text{ кг/т}$$

Відходи при дезодорації (компоненти у суміші з жирними кислотами, які переходять в абсорбент):

$$К'/m = 1,52/3,75 = 0,41 \text{ кг/т}$$

Безповоротні втрати:

$$\sum Ж'_у - 0,41 = 1,17 - 0,41 = 0,76 \text{ кг/т}$$

Абсорбція з газової фази жирових погонів у скрубері здійснюється охолодженим циркулюючим абсорбентом (олією). Масу цієї олії, відповідно до маси летких компонентів, які відганяються з кукурудзяної олії, приймаємо G_M =60 кг.

Поступова олія збагачується поглиненими вільними жирними кислотами і нейтральними продуктами, і її періодично заміняють свіжою. У даному варіанті циркулюючий абсорбент необхідно заміняти приблизно 1 раз на добу. При цьому маса його збільшується на:

$$G'_K = К' \cdot 24 \quad (6.9)$$

$$G'_K = 1,52 \cdot 24 = 36,48 \text{ кг}$$

В тому числі абсорбовані жирні кислоти, масою

$$Ж_а = Ж''к \cdot 24 \quad (6.10)$$

$$Ж_а = 1,02 \cdot 24 = 24,48 \text{ кг}$$

Концентрація вільних жирних кислот у циркулюючому абсорбенті на кінець добового циклу

$$a' = Ж_а / (G_M + G'_K) \quad (6.11)$$

$$a' = 24,48/(60+34,8) \cdot 100 = 38,56\%$$

Питома витрата абсорбенту (рослинної олії) на поглинання жирових компонентів у скрубері в розрахунку на 1 т олії, що дезодоруються:

$$Z = G_M /100 \quad (6.12)$$

$$Z = 60/100 = 0,6 \text{ кг/т}$$

Загальна маса відходів, включаючи відходи, які відводяться циркулюючим абсорбентом:

$$g'_0 = K'/m + Z \quad (6.13)$$

$$g'_0 = 0,41+0,6 = 1,01 \text{ кг/т}$$

загальна маса відходів при продуктивності 90 т/добу:

$$g''_0 = g'_0 \cdot 86 \quad (6.14)$$

$$g''_0 = 1,01 \cdot 90 = 90,9 \text{ кг}$$

Витрата лимонної кислоти. По практичним даним витрати лимонної кислоти складають в середньому l=50 г/т дезодоруємого жиру. Відповідно для розчину концентрацією 15% потрібно:

$$g_л = 50 \cdot 100/(0,15 \cdot 1000) = 0,33 \text{ кг/т}$$

Годинні витрати при продуктивності m=3,75 т/год дорівнюють:

$$G_л = g_л \cdot m \quad (6.15)$$

$$G_л = 0,33 \cdot 3,75 = 1,24 \text{ л}$$

Таблиця 5. **Матеріальний баланс при фізичній рафінації кукурудзяної олії**

Компонент	Умовні позначення	На 1т олії, що рафінується	За добу, тон	За місяць, тон	За рік, тон
Олія нерафінована	M_1	1000	90	2430	29160
Олія рафінована дезодорована	M_2	998,83	89,8947	2427,16	29125,88
Загальна кількість відходів та втрат	$\sum Ж'_у$	1,17	0,10	2,7	32,4
в тому числі	K'/m	0,41	0,04	1,08	12,96
- відходи	$Ж'_у$	0,76	0,07	1,89	22,68
- втрати					
Витрата абсорбенту	Z	0,6	0,05	1,35	16,2
Витрата лимонної кислоти	$g_л$	0,33	0,03	0,81	9,72

7. РОЗРАХУНОК ВИРОБНИЧИХ ПЛОЩ ПРИМІЩЕНЬ

Існує три способи розрахунку площі цеху:

· по типовій нормі потужності підприємства (у м²)

· по сумарній площі технологічного обладнання з урахуванням коефіцієнта запасу площі на обслуговування технологічного обладнання (у м²);

· спосіб моделювання обладнання у приміщеннях.

Відповідно з діючими будівничими нормами і правилами (СНИП) площі виробничих будівель поділяють на наступні категорії:

- робочу площу – приміщення основного виробничого призначення, такі як цехи, лабораторія.

- підсобні та складські приміщення – бойлерні, вентиляційні та трансформаторні, компресорні, ремонтно – механічні майстерні, експедиції, склади тари, припасів, готової продукції.

- допоміжні приміщення – побутові площі заводоуправління, приміщення громадських організацій.

Приміщення виробничого корпуса розташовуються так, щоб найбільшою мірою сприяти правильній організації технологічного процесу.

При компонуванні приміщення головною умовою є дотримання безперервного руху сировини, напівфабрикатів та готової продукції.

Виробничі приміщення повинні відповідати гігієнічним вимогам, мати між собою технологічний зв'язок і розташовуватись за ходом технологічного процесу, не допускається перехрещення потоків сировини та готової продукції, чистого та використаного посуду.

Для розрахунку приміщень основного виробництва використовують спосіб розрахунку по питомій площі цеху (у м²) на одиницю потужності цеху.

Площа цеху виражається у будівельних квадратах. Площа одного будівельного квадрата дорівнює 36 м².

$$S_ц = S_з/36$$

Площа циліндричних апаратів дорівнює добутку площі кола на висоту апарату.

$$F = \pi * r^2$$

Площа прямокутних апаратів – добуток довжини на ширину.

$$F = a * b$$

Площа цеху розраховується з урахуванням сумарної площі технологічного обладнання і коефіцієнта запасу площі таким чином. Виходячи з габаритних розмірів апаратів знаходять сумарну площу обладнання в метрах квадратних.

Значення коефіцієнта К залежить від габаритів технологічного обладнання, характеру роботи цеху [17].

Таблиця 6. **Розрахунок площі апаратів**

№ поз	Назва обладнання	Габаритні розміри, мм	Кіл-ть, шт	Площа одиниці обладнання, м^2	Сумарна площа, м^2
1,4,16,29,21,24,27,31	Насос	a=200 b=250 h=800	8	0,5	4,00
2	Фільтр	a=500 b=200 h=500	1	1,0	1,0
3,15,20,23,30,32,	Підігрівач	a=1400 b=1600 h=1200	6	2,24	13,44
5,8,33	Теплообмінник	d=2000 h=4300	3	3,14	9,42
6	Деаератор	d=1500 h=3000	1	1,76	1,76
7	Генератор	d=2100 h=1500	1	3,46	3,46
9	Дезодоратор	d=3000 h=8000	1	7,07	7,07
10	Скрубер	d=2000 h=3000	1	3,14	3,14
12	Бак	d=1300 h=900	1	1,32	1,32
13	Витратомір	a=200 b=250 h=800	1	0,5	0,5
14	ПЕВН	d=1100 h=2000	1	0,95	0,95
17	Полірувальний фільтр	d=1500 h=2500	2	1,77	3,53
18	Барометричний колодязь	a=3000 b=1500 h=1500	1	4,5	4,5
19	Центробіжний насос	a=150 b=200 h=500	1	0,3	0,3
25	Бак	d=1300 h=3000	1	1,32	1,32
26	Бак	d=800 h=3000	1	0,5	0,5
	Всього:				56,21

Якщо технологічне обладнання складається з окремих машин і апаратів, ліній або установок, площу цеху визначають за такою формулою:

$$S=K\bullet\Sigma F_i,$$

де S – площа цеху, $м^2$;

K – коефіцієнт запасу площі (К=3...9);

F_1-площа окремих машин і апаратів, $м^2$.

Площу цехів та інших виробничих приміщень виражають у будівельних квадратах (36 $м^2$=6х6), розмір яких залежить від мережі колон. Площа цеху виражається у будівельних квадратах.

Fц = Fз/36 Кількість поверхів споруди визначається технологічною схемою виробництва і прийнятим компонуванням будівлі.

Площа допоміжних приміщень складає 20-40% від загальної площі.

Сумарна площа, яку займає обладнання для рафінації олії становить 56,21 $м^2$. Для олієжирової промисловості існує коефіцієнт запасу площі, який враховує площу на проходи і коридори, становить від 3 до 9. Коефіцієнт запасу площі приймаємо К = 8, тоді площа дезодораційного цеху буде складати:

$F_{цеху}$ = 9 х 56,21 = 505,89 $м^2$ або

$F_{цеху}$= 505,89 /36 = 14,05 буд. кв. ≈ 14 буд. кв.

Площа допоміжних приміщень складає 20-45% від загальної площі

$F_{цеху\ доп.}$= 505,89 х 0,45 = 227,65 $м^2$ або

$F_{цеху}$= 227,65 /36 = 6,32 буд. кв. ≈ 6 буд. кв.

Приймаємо загальну площу виробничого корпусу 20 будівельних квадратів.

8. ТЕХНОХІМІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Організації ТХК в промисловості надається велике значення. Суворий ТХК та сировини, напівфабрикатів та готової продукції сприяє підвищенню якості продукції, скороченню втрат у виробництві, а також зменшенню собівартості продукції; не допускає випуску нестандартної та низькоякісної продукції, що є однією з головних вимог підвищення ефективності виробництва на певному підприємстві та в цілому в промисловості.

Вся вироблена підприємством продукція йде в реалізацію тільки після приймання її за якістю лабораторією та оформленні у встановленому порядку документа, який засвідчує якість готової продукції. За випуск неякісної або нестандартної продукції відповідальність несуть майстри та бригадир дільниць, що виробляли продукцію.

Робота лабораторії здійснюється згідно з чинними інструкціями.

Головною метою ТХК є встановлення єдиної системи технохімічного, органолептичного та забезпечення випуску продукції згідно з вимогами стандартів, рецептур та технологічних інструкцій.

Співробітники лабораторії повинні у своїй роботі керуватись організаційно-методичною та нормативно - технологічною документацією на сировину та готову продукцію та методи їх контролю.

У зберіганні нормативно-технічної документації треба дотримуватись суворого порядку, не допускаючи використання застарілих документів. Документація має зберігатися у спеціальних папках, кожна з яких повинна мати перелік існуючої нормативної документації із зазначення термінів дії.

Всі якісні показники сировини, готової продукції, а також методи контролю технологічного процесу реєструють у лабораторних журналах, складених за формами, зразки яких інструкції з ТХК.

Всі лабораторні журнали повинні бути пронумеровані, прошнуровані, підписані начальником завідувачем лабораторії та засвідчені печаткою. Записи в журналах ведуть чорнилом чітко та розбірливо, виправлення мають бути завізовані особою, відповідальною за ведення журналу,

Номенклатура виконаних аналізів повинна відповідати вимогам чинних стандартів на продукти.

2. Основні функції та задачі технологічного контролю. Завдання та його значення

До основних завдань відділів (лабораторій) технічного контролю належать:

1) перевірка та контроль якості сировини, матеріалів, які надходять та

використовуються у виробленні продукції на відповідність їх чинним стандартам, ТУ, гігієнічним нормам;

2) контроль технологічного процесу виробництва продукції та якості готової продукції на відповідність їх діючим технологічним інструкціям та технічної документації;

3) перевірка якості тари, упаковки, правильності маркування;

4) контроль стану контрольно-вимірювальних засобів на підприємстві та організація своєчасного подання їх для державної перевірки;

5) контроль санітарно-гігієнічних вимог виробництва, якості вимог та строків зберігання сировини, матеріалів, готової продукції на складах;

6) розглядання претензій на продукцію підприємства, встановлення причин випуску неякісної продукції та виявлення винуватих;

7) участь у розробленні та здійсненні заходів із підвищення якості продукції, запобігання та усунення причин випуску неякісних продуктів;

8) виготовлення хімічних розчинів, перевірка якості реактивів, лабораторних приладів на підприємстві;

9) контроль режимів і якості миття та дезинфекції обладнання, посуду, інвентарю та ін.

10) видача на основі результатів приймання та лабораторних випробувань висновків про призначення сировини, продукції, напівфабрикатів та їх придатність для подальшого перероблення.

11) складання якісних свідоцтв, сертифікатів та інших документів, які засвідчують якість продукції.

Всі якісні показники сировини, готової продукції, а також методи контролю технологічного процесу реєструють у лабораторних журналах, складених за формами.

Всі лабораторні журнали повинні бути пронумеровані, прошнуровані, підписані начальником ВТК або завідувачем лабораторії та засвідчені печаткою. Записи в журналах ведуть чорнилом чітко та розбірливо, виправлення мають бути завізовані особою, відповідальною за ведення журналу,

Номенклатура виконаних аналізів повинна відповідати вимогам чинних стандартів [18].

Таблиця 7. **Схема технохімічного контролю виробництва [12]**

№ п.п	Об'єкти контролю	Місце контр. чи відбирання проб	Метод відбирання проб чи спосіб контролю	Періодичність контролю чи аналізу	Що визначається
1	Жири і олії в процесі дезодорації	Дезодоратор	Дистанційним або місцевим термометром, вакуометром, манометром і парометром	Протягом всього процесу	Температура олії, пари, вакуум,тиск і кількість пари на барботер
2	Жири і олії в процесі дезодорації	Дезодоратор	Стаціонарним пробовідбірником	Після 2 год. дезодорації, через щопівгодини при періодичній дезодорації; щогодини при безперервній дезодорації	Запах, смак
3	Вода, що охолоджує конденсатор	Конденсатор	Дистанційним або місцевим термометром	В процесі дезадорації	Температура
4	Лимонна кислота	Кортонні ящики	Щупом, з 10% від кількості ящиків, але не менше ніж з 5	В міру необхідності	Вміст лимонної кислоти, наявність домішок важких металів, сірчаної кислоти.

Кукурудзяну олію виробляють відповідно до вимог стандарту «ОЛІЯ КУКУРУДЗЯНА Технічні умови» (ГОСТ 8808-2000, ГОТ) ДСТУ 8808:2003 [4] за технологічними інструкціями або регламентам, затвердженим в установленому порядку.

Показники споживчої цінності (органолептичні і фізико-хімічні) повинні відповідати вимогам, зазначеним в таблицях 8 і 9.

Таблиця 87. **Органолептичні показники кукурудзяної олії**

Найменування показника	Характеристика кукурудзяної олії		
	Рафінована		Нерафінована марки Р
	Дезодорована марки Д і П	Недезодорована СК	
Прозорість	Прозора без осоду		Над осадом допускається легке помутніння
Запах і смак	Без запаху, смак знеособленої олії	Властиві рафінованій кукурузяній олії, без стороннього запаху, присмаку і гіркоти	Властиві кукурузяній олії, без стороннього запаху

Вміст пестицидів в рафінованій, дезодорованій олії марок Д і П не має перевищувати нормативів, встановлених органами охорони здоров'я для дезодорованих олій.

Вміст пестицидів в нерафінованій олії марки Р і рафінованій марки СК не повинен перевищувати нормативів, встановлених органами охорони здоров'я для недезодорованої олії.

Вміст токсичних елементів, мікотоксинів, афлатоксину В, радіонуклідів у всіх марках кукурудзяної олії не повинен перевищувати нормативів, встановлених органами охорони здоров'я для рослинних олій.

Таблиця 9. **Фізико-хімічні показники кукурудзяної олії**

Найменування показника	Норма для кукурудзяної олії			
	Дезодорована марок		Недезодорована марки	Нерафінована марки
	Д	П	СК	Р
Кольорове число, мг йоду, не більше	18	20	20	100
Кислотне число, мг КОН/г, не більше	0,35	0,4	0,6	5,0
Масова частка фосфоровмісних речовин,%, не більше, в перерахунку на: стеароолеолецитин P_2O_5	0,05 0,005		0,05 0,005	1,00 0,096
Масова частка вологи і летких речовин,%, не більше	0,1		0,1	0,2
Масова частка не жирових домішок, %, не більше	Відсутність		Відсутність	0,10
Мило (якісна проба)	Відсутність		Відсутність	Не нормується
Температура спалаху екстракційної олії, ° С, не нижче	234		225	225
Перекисне число, ммоль/кг, не більше	10		10	10

Примітка: Не є бракувальним фактором випуск за погодженням із споживачем нерафінованої кукурудзяної олії з кислотним числом не більше 8 мг КОН / г (для вироблення рафінованої дезодорованої кукурудзяної олії марки П), а також постачання нерафінованої кукурудзяної олії марки Р з підвищеним кислотним числом для технічних цілей.

За погодженням із споживачем допускається випуск олії з масовою часткою фосфоровмісних речовин до 1,2%.

Мікробіологічні показники в рафінованій кукурудзяній олії марки Д не повинні перевищувати нормативів для олій для дитячого харчування, встановлених органами охорони здоров'я.

Фасування

Кукурудзяну олію випускають фасованою і нефасованою. Рафіновану дезодоровану кукурудзяну олію фасують:

масою нетто 450, 500 і 700 г в скляні пляшки типів УП, IX, X і XVI по ГОСТ 10117.

масою нетто 2000 г і 3000 г в скляні банки по ГОСТ 5717;

масою нетто 1000 г в багатошарові пакети з комбінованого матеріалу (поліетилен, картон, фольга), дозволеного органами охорони здоров'я;

масою нетто від 450 до 3000 г в пляшки і каністри з полімерних матеріалів.

Допустимі відхилення від маси нетто в грамах:

± 5 при фасуванні від 450 до 750 включ .;

± 10 при фасуванні понад 750 до 1000 включно .;

± 20 при фасуванні понад 1000 до 2000 включно .;

± 30 при фасуванні понад. 2000 до 3000 включно.

Допустимі відхилення від місткості до 3000 $см^3$ (включно) – 1,5%.

Скляні пляшки з кукурудзяною олією повинні бути герметично закупорені капсулою з картону по ГОСТ 9347 або ковпачком з алюмінієвої фольги по ГОСТ 745 з картонної прокладкою ущільнювача з целофановим покриттям для закупорювання пляшок з харчовими рідинами.

Картонні ковпачки повинні бути разом з шийкою пляшки обтягнуті щільно прилягаючим целулоїдним або віскозним ковпачком.

Пляшки з полімерних матеріалів з кукурудзяною олією закупорюють ковпачками з поліетилену по ГОСТ 16338 (або вони повинні бути заварені).

Рафіновану дезодоровану кукурудзяну олію також розливають в алюмінієві фляги по ГОСТ 5037 з ущільнювальними кільцями з жиростійкої гуми по ГОСТ 17133 та інших матеріалів, дозволених органами охорони здоров'я.

Скляні пляшки з кукурудзяною олією упаковують в дерев'яні багатооборотні ящики по ГОСТ 11354 та пластмасові багатооборотні ящики для пляшок по нормативному документу.

Пляшки з полімерних матеріалів з кукурудзяною олією упаковують в ящики з гофрованого картону по ГОСТ 13516 або формують для пакування в термоусадочну плівку по ГОСТ 25951 на лотках або прокладках з гофрованого картону по ГОСТ 7376 або картону для споживчої тари по ГОСТ 7933. Групову упаковку здійснюють відповідно до вимог ГОСТ 25776.

Маркування

На кожну одиницю споживчої тари з кукурудзяною олією повинна бути наклеєна барвисто оформлена етикетка, на яку наносять маркування, що містить:

- найменування продукту;
- вид, марку, призначення олії, а також сорт (за наявності сортових роздрібних цін);
- найменування, місцезнаходження (адреса) виробника, пакувальника, експортера, імпортера, найменування країни і місця походження;
- масу нетто або об'єм продукту;
- дату розливу (для продукту в споживчій тарі);
- дату наливу (для продукту в бочках, флягах, цистернах, баках, контейнерах);
- товарний знак виробника (за наявності);
- харчову цінність: вміст жиру в 100 г олії, енергетична цінність в 100 г продукту – 899 ккал;
- термін придатності;
- позначення цього документа;
- інформацію про сертифікацію (знак відповідності);
- гарантійний термін зберігання.

Маркування способом тиснення наносять безпосередньо на пляшку з полімерних матеріалів.

Дату розливу і термін придатності кукурудзяної олії проставляють компостером або штампом на етикетці, тисненням на ковпачку або будь-яким іншим способом, що забезпечує чітке її позначення, в тому числі лазером.

На кожну транспортну пакувальну одиницю або згрупований пакет з олією додатково наносять маркування, що характеризує продукцію:

- найменування продукту;
- найменування підприємства-виробника або пакувальника, його адреса і товарний знак (за наявності);
- вид, марку, призначення масла (для марки Р з обов'язковим зазначенням призначення: «для промислової рафінації, дезодорації»), а також сорт (за наявності сортових роздрібних цін);
- кількість одиниць споживчої тари в одиницях упаковки для фасування
- масла або масу нетто для нефасованого масла;
- дату розливу (для продукту в споживчій тарі);
- дату наливу (для продукту в бочках, флягах, цистернах, баках, контейнерах);
- інформацію про сертифікацію;
- позначення цього стандарту.

Транспортне маркування за ГОСТ 14192 з нанесенням маніпуляційних знаків «Берегти від нагрівання» та «Берегти від вологи».

Дефекти

Олія вважається недоброякісною, якщо в ній виявлені дефекти смаку і запаху:

- затхлий запах, що виникає при використанні дефектної сировини;
- сторонні або неприємні запахи присмаки і як наслідок недотримання товарного сусідства при зберіганні;
- прогірклий смак, відчуття першіння в горлі при дегустації або смак і запах оліфи в результаті недотримання температурно-вологого режиму зберігання;
- інтенсивне помутніння або випадання осаду в рафінованих олій як наслідок потрапляння вологи в олію, надмірного охолодження;
- наявність бензину в екстракційній олії при неповному її очищенню.

Дефекти кольору:

- надто темне забарвлення олії в результаті високих температур;
- знебарвлення олії, незахищеної від дії сонячних променів.

Метрологічне забезпечення виробництва (МЗВ) – це комплекс організаційно-технічних заходів, який забезпечує визначення з потрібною точністю характеристик виробів, вузлів, деталей, матеріалів і сировини, параметрів технологічних процесів і обладнання та дає змогу досягти значного підвищення якості продукції і зниження невиробничих затрат на її розроблення та виробництво.

Метрологічне забезпечення виробництва охоплює всі стадії життєвого циклу продукції, починаючи з етапу науково-дослідницьких та експериментально-конструкторських робіт, а саме:

− аналіз стану вимірювань;

− встановлення раціональної номенклатури вимірюваних величин та використання засобів вимірювання (робочих та еталонних) належної точності;

− здійснення перевірки та калібрування засобів вимірювання (ЗВ);

− розроблення методик виконання вимірювань для забезпечення встановлених норм точності;

− здійснення метрологічної експертизи конструкторської і технологічної документації;

− упровадження необхідних нормативних документів (національних, галузевих, стандартів підприємств);

− акредитацію на технічну компетентність;

− здійснення метрологічного нагляду.

МЗВ повинно забезпечувати оптимізацію управління технологічними процесами та підприємством загалом, стабілізувати процеси, підтримувати якість виготовлення продукції. Затрати на МЗВ повинні відповідати масштабам виробництва, складності технологічних циклів, і, нарешті, повертатися у вигляді прибутку.

Сучасне законодавство в галузі метрологічного забезпечення зобов'язує всі підприємства контролювати якість і кількість продукції в процесі виробництва, товарообміну, планування, а також забезпечувати ефективне використання засобів вимірювання, які застосовуються. Крім того, законодавчо встановлюється відповідальність керівників підприємства за вибір і розроблення потрібних засобів вимірювань, а також за їхню своєчасну перевірку.

Особливо високі вимоги ставляться до засобів вимірювання і контролю, які призначені для визначення якості і кількості продукції, забезпечення охорони навколишнього середовища, безпеки праці, охорони здоров'я, в протипожежній техніці. Система метрологічного забезпечення повинна, вирішуючи вимірювальні завдання, забезпечувати виробництво достовірною інформацією про значення параметрів технологічних процесів [19].

9. ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО ПІДПРИЄМСТВА. ЗАХОДИ ЩОДО ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

Інженерні комунікації, як і інші містоформуючі мережі, мають ієрархічну побудову. Інженерні комунікації (мережі) забезпечують необхідні санітарно-гігієнічні умови і для праці, побуту й відпочинку населення. Інженерне обладнання міст слід проектувати комплексно, створювати кооперовані системи водопостачання, каналізації, електропостачання, теплопостачання, газопостачання, телефонного зв'язку та ін.

Розрізняють такі основні види інженерних мереж: позаміські, загальноміські, районні й мікрорайонні.

Система водопостачання міста включає: водозабірне обладнання, насосні станції, трубопроводи, фільтрувальні станції, загальноміські, районні і мікрорайонні мережі. Водозабори, станції й водоводи знаходяться в зоні санітарної охорони за межами міської забудови. Мережа водопостачання розраховується з приблизної норми водоспоживання. Ця норма орієнтовно дорівнює 500 - 600 л/добу на один жителя міста, в| тому числі 250 - 350 л/добу припадає на забезпечення сельбищної зони.

Каналізаційна мережа слугує для водовідведення господарсько-побутових і виробничих стоків, а також атмосферних стоків. Залежно від способу водовідведення слід проектувати роздільну, загальну або напівроздільну системи каналізування.

Каналізаційна система включає: очисні споруди, каналізаційний колектор, каналізаційні мережі. У систему очищення міста входять також видалення з загальноміських, районних та мікрорайонних територій, сміття й твердих відходів та їх ліквідація на сміттєспалювальних заводах і міських звалищах.

Електрична система міста включає електростанції, лінії електропередачі, трансформаторні станції, загальноміські, районні та мікрорайонні мережі. Аналогічну будову мають теплові мережі для теплопостачання міста. Смороду мають у своєму складі міську або районну теплову станцію, теплотраси загальноміського, районного й мікрорайонного значення.

Система газопостачання міста може бути низького, середнього і високого тиску. Залежно від цієї класифікації вона може бути одне-, багатоступінчастою. Вона включає сховище газу, газорозподільні станції, газопровід високого тиску, газорозподільні станції, контрольно-регуляторні станції, газопроводи середнього й низького тиску, газорегуляторні пункти.

Більшість інженерних комунікацій трасується під землею уздовж магістралей, вулиць і проїздів.

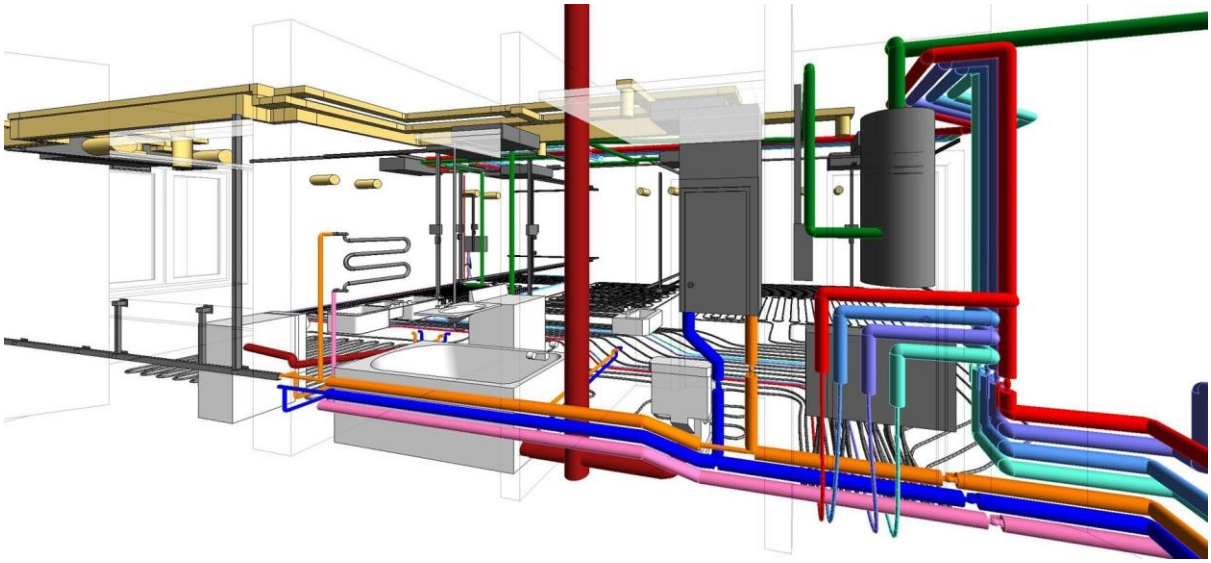

Рис. 10. **Приклад монтажу інженерних комунікацій**

Однією з особливостей генерального плану промислових підприємств є наявність розвинутої мережі інженернотехнічних комунікацій, включаючи лінії електропостачання, зв'язку, трубопроводи холодної та гарячої води, газу, стиснутого повітря, нафти, технічних і атмосферних вод й ін. Задача раціонального розміщення всіх шляхів комунікацій вирішується шляхом їх концентрації на спеціально відведених ділянках території, які зазвичай залишають між будівлями паралельно лінії забудови. Розташовують комунікації по можливості поза та бажано вздовж основних транспортних магістралей, щоб при розкриванні мереж не порушувати роботу транспорту. Пересічення комунікацій з автомобільними та залізничними шляхами слід здійснювати під кутом, близьким до 90°.

За розташуванням відносно поверхні землі мережі підрозділяються на підземні, наземні та надземні.

Підземні мережі можуть прокладатися в траншеях, каналах та тунелях (колекторах). Найменша глибина закладення підземних мереж та мінімальні відстані від них до різних об'єктів встановлюються відповідно з вимогами спеціальних нормативних документів.

Наземні мережі, які укладають по поверхні території, дозволяється використовувати при умові дотримання вимог безпеки та надійного їх захисту від пошкоджень. Розташовують наземні комунікації таким чином, щоб вони не перешкоджали руху транспорту та були зручні для доступу до них у будь-який час. Не дозволяється поверхнева укладка мереж господарчо-побутової каналізації, газопроводів, трубопроводів, по яких транспортують речовини, що можуть викликати при витоку або аварії вибух, пожежу, забруднення чи зараження повітря.

Надземні мережі прокладають на спеціальних окремих або суміщених для кількох інженерних комунікацій опорах, на естакадах, а також по стінах, покриттях, галереям та іншим конструктивних елементам виробничих будівель.

10. БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА. ОБҐРУНТУВАННЯ ПЛАНУВАННЯ ЦЕХУ (ВІДДІЛЕНЬ) ПІДПРИЄМСТВА

Планування цеху **–**це схематичний план будівлі (корпусу) з зображенням на ньому виробничих підрозділів (цехів, дільниць), допоміжних, адміністративних і службово-побутових приміщень.

Компонування виробничого корпусу, як правило, виконують в два етапи: попередній і остаточний. Попереднє компонування виконують після обґрунтування складу дільниць, приміщень, визначення їх площ; остаточне – після розроблення схем розміщення обладнання на дільницях і побудування графіка вантажопотоків.

Вихідними даними для виконання компонувального плану є

- технологічний процес ремонту трактора,

- склад виробничих і допоміжних дільниць та інших служб, які планується розмістити в корпусі.

Встановлення функціонального зв‘язку між дільницями

При розробленні компонувального рішення слід керуватись принципами компонування дільниць, забезпечення їх взаємозв‘язку.

Вибір варіанта компонування слід також супроводжувати аналізом прийнятих компонувальних рішень типових проектів.

Найбільш складними завданнями при виконанні компонування виробничого корпусу є встановлення функціонального взаємозв‘язку між підрозділами і місця розміщення виробничих і допоміжних дільниць в будівлі.

Взаємозв‘язок дільниць встановлюється на основі схем технологічного процесу ремонту трактора, який пов‘язаний з переміщенням вузлів, агрегатів, деталей. Основним правилом компонування є поєднання напряму переміщення вантажів з напрямом технологічного процесу ремонту.

Для проведення компонування и побудови графіків вантажопотоків встановлюються пункти відправлення і призначення вантажів і їх маси або відсотки від загальної маси трактора. Для встановлення функціонального взаємозв‘язку між виробничими дільницями ремонтного підприємства можливо використання маршрутних схем у вигляді сітьових графіків.

На схемі всі пункти відправлення і призначення (виробничі дільниці) показані в кружечках, а послідовність і напрям переміщення вантажів зображені стрілками.

Для встановлення значущості зв‘язків між дільницями над стрілками доцільно вказати масу вантажів або відсотки від загальної маси трактора (рисунок 11).

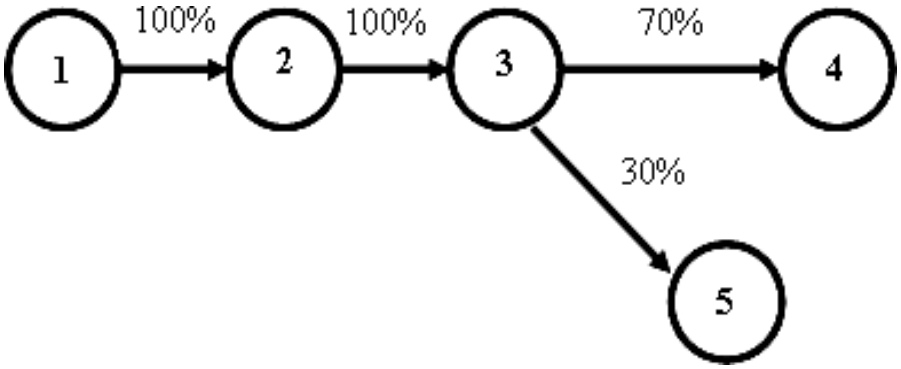

Рис. 11. **Приклад вик**онання технологічної маршрутноїсхеми переміщення вантажів між дільницями

Послідовність виконання компонувального плану

1. Нанесення координаційних осей

По габаритним розмірам будівлі відповідно до її шифру (практична робота «Визначення площі, габаритних розмірів виробничого корпусу сервісного підприємства») в масштабі (звичайно 1:50; 1:100, 1:200, 1:500) наносять поздовжні тапоперечні координаційні осі.

Координаційні осі наносять на зображення будівлі тонкими штрих-пунктирними лініями з довгими штрихами.

2. Позначення осей

Поздовжні координаційні осі позначають, як правило, по лівійстороні плану будівлі знизу вгору великими літерами українського алфавіту.

Поперечні координаційні осі позначають арабськими цифрами по нижній стороні плану будівлі зліва направо.

Пропуски у цифрових та літерних (крім вказаних) позначеннях координаційних осей не допускається. Позначення виконують у кружечкам діаметром 6-12 мм (рисунок 12).

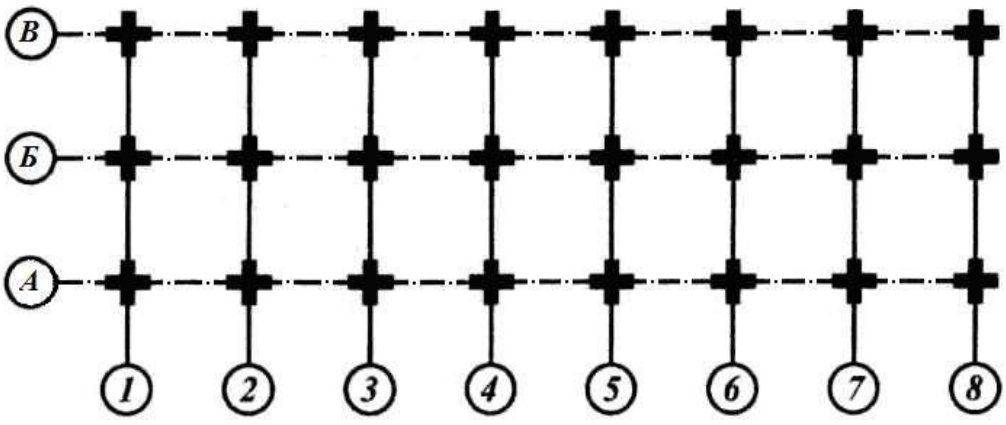

Рис.12. **Позначення координаційних осей**

3. Нанесення сітки колон.

При «нульовій» прив‘язці зовнішні грані колон, розташованих у поздовжніх стін будівлі суміщають з поздовжньою віссю, а осі крайніх колон торцевих стін зміщують з координаційної осіусередину будівлі на 500 мм (прив‘язка «500»).

Колони середніх рядів розміщують таким чином, щоб геометрична вісь перерізу колони співпадала з точкою пересічення координаційних осей. Крайні колони мають крок 6 м, а середні –12 м.

4. Зображення стін.

Для панельних стін будівлі їх внутрішні поверхні суміщають з координаційними осями.

5. Визначення місця розташування магістральних (основних) проїздів і груп дільниць.

Ширину магістральних проїздів встановлюють залежно від виду і кількості механізованого транспорту. На ремонтних підприємствах, де використовують до п‘яти транспортних одиниць, приймають магістральні проїзди з одностороннім рухом шириною 3,0 – 3,5 м. Транспортні проїзди з одностороннім рухом автомобілівсередньої вантажопідйомності з одночасним рухом людського потоку повинні мати ширину 3,5 – 4,0 м.

Відповідно до прийнятої схеми виробничого потоку намічаються місця розміщення груп дільниць.

При ремонті шасі тракторів доцільно виділити такі основні групи дільниць, які близькі по характеру робіт, єдності будівельних, протипожежних, санітарно-технічних та інших вимог:

- розбирально-мийні (в т.ч. дефектації, комплектації);
- відновлення деталей;
- ремонту агрегатів;
- складальні (в т.ч. випробувальний, фарбувальний);
- допоміжні (інструментальний цех, ремонтно-механічна і електроремонтна дільниці).

Дільниці наносяться на габаритну схему будівлі. Магістральні взаємоперпендикулярні проїзди і проходи намічають, як правило, по межам основних груп дільниць, цехів.

6. Внутрішній поділ основних груп дільниць і встановлення місця розміщення дільниць виробничого і допоміжного призначення на основі вимог технологічного, будівельного і протипожежного проектування.

Взаємне розташування дільниць повинно забезпечити технологічну послідовність ремонту трактора при мінімальних відстанях транспортування

вантажів. Для цього необхідно, щоб дільниці з великою значущістю зв‘язків розміщувались при компонуванні в першу чергу і по можливості суміжно. Дільниці з незначними вантажопотоками розміщують на вільних площах, які залишились, з врахуванням будівельних, протипожежних, санітарно-технічних та інших вимог.

При виборі розміщення дільниць, нарівні з вантажопотоками, також необхідно враховувати ряд факторів, які не піддаються безпосередньому розрахунку, таких як створення кращих умов праці (освітленість, природна вентиляція приміщень і т.п.), можливість розширення в подальшому основних виробничих дільниць.

Допускається коректувати розраховану площу дільниць у межах ±15%. План виробничого корпусу креслять з урахуванням умовних позначень будівельних елементів і підйомно- транспортного обладнання згідно ДСТУ Б А.2.4-7:2009.

На планах відповідними умовними позначеннями вказують:

- координаційні осі;
- колони будівлі;
- стіни зовнішні та внутрішні, перегородки з прорізами для воріт, дверей;
- підйомно-транспортні засоби (крани, кран-балки, монорейки, конвеєри);
- магістральні проїзди, проходи;
- розміри: габаритні будівлі, ширину прольоту, крок колон.

На компонувальному плані слід також навести найменування дільниць (приміщень), їх площі і категорії в експлікації згідно з формою (таблиця 10).

Таблиця 10. **Експлікація приміщень**

Номер приміщення	Найменування	Площа, м^2	Категорія приміщення *(за вибухопожежною безпекою)*

7. Побудування графіка вантажопотоків.

Для перевірки правильності компонування виробничого корпусу і обґрунтування раціонального розміщення дільниць ремонтного підприємства будується графік вантажопотоків.

Масу вантажів, які переміщують, на графіку зображують шириною полоси стрілки, яка показує напрям руху вантажів. Ширину полоси беруть у визначеному масштабі в % від масиоб‘єкта ремонту. На (над) полосі вказують відсоток загальної маси об‘єкта ремонту.

Полоси залежно від призначення для наочності наносять різними кольорами:

- потоки об’єктів, що потребують ремонту,– зеленимкольором;

- відремонтовані вироби – синім;

- вибракувані – червоним.

Полоси з‘єднують поміжсобою відповідно до прийнятоїсхеми технологічного процесу ремонту об‘єкта.

8. Вибір вантажопідйомних засобів.

По таблиці (додаток А) і графіку вантажопотоків слід виявити дільниці, де необхідно застосування вантажопідйомних і транспортних засобів, вибрати їх тип, обґрунтувати кількість.

Основні правила компонування дільниць ремонтного підприємства:

1) взаємне розміщення розбирально-складальних дільниць і дільниць по відновленню деталей визначається технологічним процесом і напрямом основного вантажопотоку;

2) рух деталей і вузлів повинен бути організований по найкоротшому шляху відповідно вимог технологічноїпослідовності з врахуванням їх маси і габаритних характеристик;

3) дільниці, які споживають велику кількість води, доцільно сконцентрувати в одному місці;

4) інструментально-роздавальну кладову бажано розташову-вати поряд з слюсарно-механічною дільницею;

5) дільниці, небезпечні в пожежному відношенні (зварювальна, ковальсько-термічна, оббивальна, фарбувальна, відновлення деталей полімерними матеріалами, мідницька, випробувальна), повинні бути ізольовані від інших приміщень вогнестійкими стінами і розміщені переважно у зовнішніх стін;

6) в приміщенням, відгородженими стінами або глухими перегородками, на кожного робітника повинно приходитись не менше 4,5 м^2 площі підлоги;

7) приміщення, які відокремлюють перегородками, доцільно розміщувати у зовнішніх стін будівлі;

8) виробничі дільниці, можуть займати один або декілька прольотів, а також частину прольоту не рекомендується відокремлювати одну від іншої перегородками, якщо це відповідає умовам виконання технології, вимогам техніки безпеки або пожежної безпеки, тобто технологічні процеси, які виконують на них не пов‘язані з виділенням шкідливих газів, парів вологи, т.п. (слюсарно-механічна, складання, інші дільниці);

9) не рекомендується виділяти приміщення з площею підлоги менше ніж 10 м^2;

10) в будівлі повинно передбачатись декілька взаємно перпендикулярних проїздів [20].

11. СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ (ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ)

У якості критеріїв оцінки стану навколишнього середовища слугують показники природного непорушеного стану природних комплексів або фонові параметри середовища. Нормативні показники, що характеризують міру можливого впливу на природу, встановлюють на основі спеціальних досліджень або в результаті експертних оцінок. Виключити потрапляння шкідливих речовин у навколишнє середовище в силу економічних і технологічних причин неможливо, тому доводиться вводити норми гранично допустимих концентрацій (ГДК) шкідливих речовин. Усі існуючі норми ГДК є компромісом між допустимим і реально існуючим рівнем забруднення атмосфери, гідросфери та літосфери. Нормативні показники, що використовуються для моніторингу, поділяються на дві основні групи: санітарно-гігієнічні та екологічні.

Санітарно-гігієнічні показники встановлюються, виходячи з вимог екологічної безпеки населення, але вони не враховують реакції інших організмів на забруднення. Тому для оцінки стану природного середовища використовують також екологічні критерії, які розглядаються як міра антропогенного впливу на екосистеми і ландшафти. До них належать індикатори стану повітря, вод, ґрунтів і біогеоценотичного покриву в цілому, а також важливе місце займають біоіндикатори.

Нормування атмосферних забруднень

Згідно з ГОСТом 17.2.1.04-77, забрудненням атмосфери називається зміна складу атмосфери в результаті наявності в ній домішок. Забруднення, обумовлене діяльністю людини, називається антропогеннимзабрудненням. Під домішкою той же ГОСТ розуміє розсіяне в атмосфері речовина, яка не міститься в її постійному складі. Таким чином, до домішок можуть ставитися не тільки токсичні, але і нетоксичні речовини.

Для кожної речовини, забруднюючої атмосферне повітря, встанов- лені два нормативи:

1) максимальна разова гранично допустима концентрація за 20 хвилин вимірювання (осереднення) – ПДК м.р., мг/м^3;

2) середньодобова гранично допустима концентрація, усереднена за тривалий проміжок часу (аж до року) – ПДК с. мг/м^3.

ГДК шкідливої речовини в атмосфері — це максимальна концентрація, віднесена до певного періоду усереднення (20 – 30 хвилин,24 години, місяць, рік), яка не надає ні прямого, ні непрямого шкідливого впливу на людину і санітарно-гігієнічні умови життя.

При дії на організм одночасно декількох шкідливих речовин, які володіють сумарною дією, сума відносин фактичних концентрацій кожноїречовини (C_1, C_2, ... C_n) в повітрі і його гранично допустимої концентрації (ПДК$_1$, ПДК$_2$, ... ПДК$_n$) не

повинна перевищувати одиницю: $C_1 / ПДК_1 + C_2 /ПДК_2 + ... + C_n / ПДК_n = 1$.

Гігієнічне нормування стикається з суттєвими труднощами організа-ційного, технічного і фізіологічного характеру. Екологічна ніша людини незмінна, тому умова – концентрація забруднюючої речовини повинна бути менше або дорівнювати ГДК — цього повинна дотримуватися в будь-яких місцях перебування людини. Це означає, що для кожної шкідливої речовини встановлюється декілька максимальних разових гранично допустимих концентрацій в повітряному середовищі.

Поряд з гранично допустимими концентраціями існують тимчасово допустимі концентрації (ТДК), інакше звані орієнтовно безпечними рівнями впливу (ОБРВ). Гранично допустимі концентрації встановлюютьсяна основі експериментів з піддослідними тваринами, що вимагає досить довгого часу. На першому етапі встановлення ГДК визначаються основні токсикометричні характеристики досліджуваних речовин, і фактично встановлені в результаті експериментів нормативи вважаються тимчасово допустимими концентраціями. На другому етапі ці дослідження тривають і носять перевірочний характер, а на третьому — здійснюються клініко-статистичні дослідження працюючих протягом трьох років для перевірки правильності отриманих в експериментах на тваринах значень. Тільки після другого етапу отримані нормативи можуть бути затверджені як ГДК.

Для регулювання якості навколишнього середовища введений і строго контролюється гранично допустимий викид (ГДВ), який є науково обґрунтованою технічною нормою викиду шкідливих речовин з промис- лових джерел в атмосферу, яка визначається на основі різних параметрів джерел, властивостей речовин, які викидаються і атмосферних умов.

Нормування забруднюючих речовин у водних об'єктах

В Україні за основу прийняті «природні» нормативи якості води, тобто базуються на біологічній оцінці ступеня шкідливості нормованих речовиняк при розробці санітарно-гігієнічних норм, так і рибогосподарських нормативів. В останні роки з'явилися біологічні нормативи "criteria", але вони не є обов'язковими. Технічні нормативи визначаються можливостямиіснуючих методів оцінки стічних вод, і вони більш практичні. Біологічні нормативи, в свою чергу, дають можливість оцінювати реальний стан водних екосистем і застосовувати більш ефективні методи ліквідації забруднень.

Забрудненням водойм називається будь-яка негативна дія (порушення або погіршення умов водокористування), викликане надходженням або появою в водоймі речовин, пов'язаних прямо чи опосередковано з діяльністю людини. Розрізняють три види забруднень:

1) первинне забруднення – викликане надходженням забруднюючих речовин і процесами безпосереднього їх перетворення. У циклі первин- ного забруднення можуть з’являтися вторинні і послідовні за ними забруднюючі речовини;

2) вторинне забруднення розвивається як наслідок первинного забруднення і є новим циклом забруднення;

повторне забруднення викликане повторним винесенням забруд- нюючих речовин внаслідок первинного забруднення. Наприклад, винесення осілих на дно або вмерзлих у лід нафтопродуктів під час паводку або танення льоду Джерела забруднення водних об’єктів можуть бути організованими з локалізованим місцезнадходженням і пристроями для скидання, а самез господарсько-побутовими стіками, промисловими стічними водами; неорганізованими, що не мають локалізованого місця скидання і пристроїв та пристосувань для скидання, а саме лісосплаву, змиви добрив з полів, замети пестицидів при авіаобробці; напіворганізування, що мають одне з двох перерахованих умов (бурові вишки, змиви з територій складів, підприємств транспорту та ін.).

За часом дії забруднення водойм може бути постійним, тобто яке поступає протягом всієї вегетаційної частини року, періодичним, коли водоймище не встигає відновлювати свої властивості в проміжках між надходженням забруднюючих речовин і разовим, коли водоймище встигає відновлюватися.

Інтенсивність прямої дії забруднюючих речовин оцінюється такими параметрами:

- гостролетальними концентраціями, що викликають загибель живих організмів протягом декількох годин до 10 діб;
- хронічними летальними концентраціями, що викликають загибельживих організмів у більш тривалі строки;
- сублетальними концентраціями (пригнічують), що порушуютьосновні життєві функції – зростання, розмноження, обмін речовин;
- стимулюючими концентраціями;
- нечинними концентраціями.

Характер впливу забруднюючих речовин на водойми і водні організми подрозділяється на три основні групи, які прийнято називати лімітуючими показниками шкідливості (ЛППШ).

1. Загальносанітарні ЛППШ. Включають в себе зміну складу водойм, зниження концентрації розчиненого кисню, зміна солоності і температури середовища, механічне забруднення твердими і рідкими речовинами.

2. Токсикологічні ЛППШ. Відображають пряму токсичну дію речовин на водні організми.

3. Господарські (рибогосподарські) ЛПШ. Показують зіпсування товарної якості промислових водних організмів.

Існує дві групи нормативів для забруднюючих речовин, що надходять у водне середовище.

Нормативи надходження забруднюючих речовин, при яких зберігаються даними нормативом властивості водойм та їх населення, які охороняються, – гранично допустиме скидання (ГДС).

1. Нормативи утримання, за яких властивості водойми, які охоро- няються, не порушуються, – гранично допустима концентрація (ГДК).

ГДК встановлюється за найменшою пороговою концентрацією зурахуванням таких сторін дії: стабільності шкідливих речовин у воді, впливу їх на санітарний режим (здатність до самоочищення) водойм, впливу на органолептичні властивості води, вплив на здоров'я населення, що використовує воду. Зазначені показники належать до гранично допустимих коефіцієнтів викиду (ГДКВ) і вважаються санітарно-гігієнічними. Існує ще один вид ГДК, що відображає не тільки санітарно-гігієнічні вимоги до якості води, а й екологічні — $ГДК_{Р.В}$. (рибогоспо- дарських водоймів).

Рибогосподарська ГДК — це така максимальна концентраціязабруднюючої речовини, при постійній наявності якої у водоймі, не спостерігається негативних наслідків для рибогосподарського використ- тання водойми. Слід ураховувати, що забруднюючі речовини у водоймахне завжди постійно присутні. У цьому випадку використовують значення гранично допустимих разових концентрацій (ГДРК). Це така максимальнастворена спочатку у водоймі концентрація речовини, яка туди потрапляєодноразово і шкідливі продукти її розпаду не викликають негативних наслідків для рибогосподарського використання водойми.

Рибогосподарське нормування включає в себе такі аспекти – оцінкувпливу речовини на гідрохімічний режим водойми, тобто концентрацію розчиненого у воді кисню, окислюваність за Кубелем, $БСК_5$, зміну змісту трьох форм азоту – іонів амонію, нітритів і нітратів, на кормову базу риб(водорості, зоопланктон і бентос), на мікроорганізми, на ріст і розвиток риби (ікру, молодняк та дорослих особин), її товарні якості, а також оцінку швидкості руйнування забруднюючих речовин.

За ступенем небезпеки забруднюючих речовин для $ГДК_{Р.В}$. поді- ляються на:

1) особливо небезпечні (ГДК зі вмістом забруднюючих речовин менше0,0001 мг/л), що передбачають відсутність шкідливої речовини у воді;

2) небезпечні (токсичні, але стабільні), лімітуючі за ГДК;

3) токсичні (стабільні і не накопичуються);

4) екологічні, лімітуючі за загальносанітарною ЛПШ.

Другим нормованим показником, який використовується для охорони водного середовища від забруднень, є гранично допустимим скидом (ГДС).

Відповідно до ГОСТу, під гранично допустимим скидом речовин у водний об'єкт розуміється маса речовин у стічних водах, максимально допустима до відведення з установленим режимом у цьомупункті водного об'єкта в одиницю часу з метою забезпечення норм якостіводи в контрольному пункті.

ГДС встановлюється з урахуванням ГДК речовин у місцях водокористування, асимілюючої здатності водного об'єкта і оптимального розподілу маси скиданих речовин між водокористувачами, що скидають стічні води. При скиданні речовин з однаковими ГДК ГДС встановлюєтьсятак, щоб з урахуванням домішок, що надійшли до водойми або водостокувід розташованих вище випусків, сума відносіння концентрацій кожної речовини у водному об'єкті до відповідних ГДК не перевищувала одиниці.

Проекти ГДС розробляються і затверджуються для підприємств і організацій, що мають або проектують самостійні випуски стічних вод у водні об'єкти, насамперед у зонах підвищеного забруднення з метою дотримання ГДК у контрольних резервуарах водокористування. Затверджуються проекти ГДС органами природокористування, комітетомохорони природи. Величини ГДС дійсні тільки на встановлений період, після чого підлягають перегляду.

Нормування вмісту шкідливих речовин у ґрунті

Контроль за санітарним станом ґрунту включає проведення санітарно-фізико-хімічних, санітарно-ентомологічних, санітарно-гельмін- тологічних, санітарно-бактеріологічних і вірусологічних досліджень.

Санітарно-гігієнічне нормування враховує чотири показники:

- транслокаційний, тобто перехід забруднюючих речовин із ґрунту в рослини через кореневу систему;
- міграційний водний;
- міграційний повітряний;
- загальносанітарний, тобто вплив забруднюючої речовини на здатність ґрунту до самоочищення та його біологічну активність.

Забрудненість ґрунту органічними речовинами, а зокрема відходами виробництв хімічних продуктів з вуглеводнів нафти і газу, оцінюють за комплексним показником «санітарне число», якийьє відношенням кількостей ґрунтового білкового та органічного азоту:

Характеристика ґрунту		Санітарне число
Чистий	—	0,98 – 1,00
Слабко забруднений	—	0,85 – 0,98
Забруднений	—	0,70 – 0,80
Сильно забруднений	—	Менше 0,70

Нормування вмісту шкідливих речовин у ґрунті передбачає встановлення таких концентрацій, при яких вміст шкідливих речовин у контактуючих середовищах не перевищує ГДК для водоймів і повітря, а ввирощуваних культурах – допустимих залишкових кількостей. Відповідно до методичних рекомендацій нормування включає три основних напрямки досліджень. Перший напрям — визначення максимальнодопустимої концентрації речовини в ґрунті з точки зору токсикологічної дії на людину. Ця концентрація повинна гарантувати накопичення речовини в вирощуваних культурах не вище допустимої остаточної кількості, а потрапляння його в повітряне середовище і ґрунтові води —не вище ГДК. Другий напрям — встановлення органолептичних властивостей рослин, які вирощують на цьому ґрунті, а також води і атмосферного повітря. Третій напрям – вивчення характеру та інтенсив- ності дії речовини на процеси самоочищення, що протікають у ґрунті.

Зі знайдених порогових концентрацій вибирають найменшу, яку і приймають як гранично допустиму. Дослідження проводять в лабораторнихумовах з модельними ґрунтами і рослинами, а отримані результати уточнюють в натуральних умовах.

За ступенем небезпеки речовини, що забруднюють ґрунт, поділяютьна три класи:

1) високонебезпечні;
2) помірнонебезпечні;
3) малонебезпечні.

Клас небезпеки визначають не менше, ніж за трьома показниками відповідно до ГОСТу 17.4.1.02-83 «Охорона природи. Ґрунти. Класифікаціяхімічних речовин для контролю забруднення» [21].

12. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ (ОХОРОНА ПРАЦІ)

Метою управління охороною праці на підприємстві (фірмі) є забезпечення безпеки, збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці. Об'єктом управління охороною праці на підприємстві є діяльність функціональних служб і структурних підрозділів підприємства по забезпеченню безпечних і нешкідливих умов праці на робочих місцях, виробничих ділянках, у цехах і на підприємстві в цілому [22]. План заходів щодо охорони праці створюється як результат сполучення виробничих рішень, у підготовці яких беруть участь структурні підрозділи підприємства. При цьому число можливих комбінацій рішень на практиці виявляється настільки великим, що навіть у випадку порівняно простих задач планування перебір усіх можливих варіантів неможливий без використання сучасних засобів обчислювальної техніки і програмного забезпечення.

Рис.13. **Система організації управління охороною праці на підприємстві**

Реалізація функцій управління здійснюється шляхом застосування різних методів. Під методом управління розуміють сукупність прийомів і способів впливу на керований об'єкт для досягнення поставлених цілей. Методи управління спрямовані на людей, що здійснюють різні види трудової діяльності. Можна виділити наступні методи управління: організаційно - адміністративні, засновані на прямих директивних вказівках; економічними, обумовленими економічними стимулами; соціально - психологічні, застосовувані з метою підвищення соціальної активності співробітників. Основним принципом формування методів управління єсполучення інтересів особистих, колективних і суспільних. Ці методи повинні бути об'єктивними, повинні забезпечувати високу ефективність діяльності. Методи управління повинні забезпечувати погоджену роботу персоналу і кожного працівника окремо, чітку організацію виробництва і управління.

Одним з методів удосконалення системи управління підприємством (СУОП) шляхом переорієнтації від «компенсаційного» до «спонукального» принципу є використання економічного стимулювання. Його сутність полягає в створенні для всіх членів трудового колективу безпосередньої зацікавленості в здійсненні заходів для забезпечення належного рівня стану охорони праці. Економічне стимулювання може здійснюватися методами позитивної і негативної мотивації [23].

Конкретні міри економічного стимулювання залежать від рівня об'єкта управління. На рівні окремих працівників основними стимулами є зарплата, преміювання, міри матеріальної відповідальності; на рівні підприємств – ціни, прибуток, розміри оподаткування.

Створення ефективної системи економічного стимулювання як підсистеми системи управління, необхідно починати з з'ясування дієвості існуючих елементів стимулювання. Потім випливає розробка критеріїв для встановлення видів і розмірів платежів. Далі – розробка цільної, взаємопов'язаної системи стимулювання охорони праці й органічне включення її в існуючий господарський механізм. Розробка методики оцінки ефективності СУОП вимагає вихідного позначення принципів самого державного управління. Тому цікавий аналіз двох сформованих підходів – так званих «американського» і «європейського». Перший спочатку (з 2-й половини XIX ст.) складаються у відділенні (розмежуванні) управління від політики. Метод управління цілком базується на економічній раціональності. В американському контексті основу для управлінських рішень створюють критерії економічності й ефективності. У кількісних методах визначення економічності й ефективності використовується аналіз витрат і прибутків.

У європейському підході предмет «державне управління» визначений більш чітко - це підгалузь права. Зокрема, у німецькому підході підтримується розмежування політики й адміністрування.

Задачі й обов'язки державного управління випливають із правових норм. У практиці розглядається співвідношення між користю адміністративного рішення і витратами, необхідними для його виконання. Витрати і вигоди, згідно з німецьким бюджетним законом – це соціальні (макроекономічні і суспільні) вигоди і витрати.

Таким чином, облік економічного чинника – основи американського підходу, притаманний і європейському підходу: економічна сфера виступає рушійною силою для соціальної сфери. Зазначена закономірність об'єктивно поширюється і на модель вітчизняного управління охороною праці [23].

Обґрунтування управлінських рішень, спрямованих на вдосконалення соціальних і економічних відносин, можливо на основі відповідних наукових досліджень. Без знання потреб і інтересів різних соціальних об'єктів і мотивів їхнього поводження неможливо ефективно регулювати взаємодія соціальних об'єктів і процеси, що протікають у них, здійснювати соціальну інновацію.

Особистісний і колективний інтереси, гармонічно взаємодіючи із суспільним інтересом, повинні утворювати комплекс спонукальних сил у діяльності колективів по поліпшенню стану охорони праці. Така гармонізація відповідає й основної функції управління – об'єднати через мотивацію дій індивідуальні цілі і мети колективні.

При цьому варто взяти до уваги, що людські потреби і бажання (по мотиваційній теорії Абрахама-Маслоу) необмежені. Вони розподілені в деякій послідовності (ієрархії). Група «потреби безпеки» знаходиться на другому місці після «фізіологічних потреб».

Слід зазначити, що немає науково-обґрунтованої оцінки показників безпечної діяльності індивіда. У цілому показники діяльності можна виразити за допомогою деякої залежності:

$$П=Ф(М,З,О), \quad (1)$$

де М – мотивація (бажання безпечного виконання роботи); З – здатність (уміння безпечне виконувати роботу); О – оточення (володіння необхідними засобами, устаткуванням).

Однак, у такому виді людської діяльності, як безпека й охорона праці відсутнє соціальне нормування. У рамках соціології праці, як окремої області соціологічної науки, проведені дослідження технологічних і соціальних аспектів праці, але практично відсутні дослідження аспектів безпеки й охорони праці. Хоча в межах поняття «соціальний орієнтир» соціальним нормативом безсумнівно є сталість зниження рівня виробничого травматизму і профзахворювань з визначенням поетапних робочих оптимумів тих чи інших показників. Виходить, варто розвивати нормотворчу діяльність, насамперед теоретичну, через правові положення, нормативні акти і розробляти соціальні норми як визначені вимоги до

працюючого з метою здійснення ними безпечної трудової діяльності.

Соціальні норми безпечної трудової діяльності в перехідний період до ринкової економіки набувають особливого значення як інструмент соціального управління, який взаємодіє з державним управлінням охороною праці. Таке сполучення буде сприяти гармонізації різнобічних підходів до забезпечення безпечних і нешкідливих умов праці. У зв'язку з цим необхідно передбачати і соціальне планування спрямованих на досягнення зазначеної мети заходів. Насамперед, це повинно враховуватись при плануванні соціального розвитку підприємств, а потім знаходити відображення у відповідних державних програмах.

Окремою задачею є визначення і розрахунок специфічних показників охорони праці, що враховують як соціальні, так і виробничо-економічні показники діяльності підприємства. Тут запропоновано та реалізовано такий методичний прийом: побудовано математична залежність досліджуваного показника від чинників, що впливають, на основі зібраних експериментальних даних. Потім, отриману залежність використана для аналізу та формування висновків про те, наскільки зміна значення чинників може вплинути на значення показника. Як досліджуваний показник пропонується використовувати сумарні втрати підприємства, зв'язані з охороною праці (виплати потерпілим у результаті нещасних випадків і профзахворювань, штрафи, витрати на усунення наслідків аварій, нещасних випадків та інше). Як чинники, що впливають на даний показник, пропонується використовувати відсоток виконаних від загального числа запланованих профілактичних заходів з охорони праці і відсоток освоєних фінансових коштів, виділених на ці потреби.

Проведений на ряді промислових підприємств України у 2018-2021 роках науковий експеримент полягав у тім, що на цих підприємствах як обов'язкові елементи СУОП використовувалися економічні методи управління. Результати експерименту документувалися, необхідний фактичний матеріал заносився в спеціальні бази даних для наступної обробки.

Як показали результати обробки фактичний відсоток (від загального числа запланованих) виконання заходів складає 30…70 % Побудована на підставі отриманих даних залежність втрат, пов'язаних з охороною праці від відсотка виконання запланованих заходів (за умови, що у всіх випадках було освоєно не менш 75 % виділених фінансових коштів), має наступний вид:

$$Y = 266{,}20 - 4{,}9341 * X + 0{,}0596 * X2 - 0{,}0003 * X3, \qquad (2)$$

де Y, X – перемінні, котрі апроксимують відповідно втрати, пов'язані з охороною праці і відсоток виконання запланованих заходів. Точність апроксимації побудованої математичної моделі (2) оцінена коефіцієнтом множинної детермінації і складає 0,97, що свідчить про адекватність побудови моделі фактичним даним.

Розрахункова залежність отримана для інтервалу 10…100 % шляхом підстановки у формулу (2) значень 10, 20, 80, 90 і 100 перемінної, у результаті отримані відповідні значення перемінної.

На основі дослідження отриманої залежності можна зробити висновок про те, що застосування прогресивних методів управління персоналом дозволяє збільшити відсоток виконання заходів щодо охорони праці, що, у свою чергу, дозволяє знизити втрати, пов'язані з охороною праці. Причому, завдяки використанню сучасних комп’ютерних технологій і математичних методів, отримана кількісна оцінка очікуваних результатів реалізації нових методів управління охороною праці, заснованих на економічній зацікавленості всіх членів трудового колективу в створенні безпечних і нешкідливих умов праці на підприємствах. Після апробації нових методів управління на окремих 104 підприємствах і одержанні результатів, що підтверджують їхню високу ефективність, ці підходи можуть використовуватися в масштабах країни.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

В кваліфікаційній бакалаврській роботі на тему «**Технологія фізичної рафінації кукурудзяної олії у цеху потужністю 90 т за добу**» вибрано схему дистиляції з відгонкою жирних кислот на лінії безперервної дії фірми Альфа-Лаваль продуктивністю до 100т/д. При комплектуванні даної лінії було використано сучасне автоматизоване обладнання, що дає змогу зменшити затрати ручної праці і споживання додаткових ресурсів.

1. Проведений розрахунок сировини, готової продукції та допоміжних матеріалів у вигляді матеріальних балансів, що дозволяє передбачити потреби кількості сировини на зміну, та загальні витрати та втрати при цьому. З 1000 кг сировини вдається одержати 998,8 кг готового продукту.

2. Розділ «Схема технологічного контролю виробництва» наводить необхідні точки контролю процесу, що при виробництві забезпечить отримання високоякісної готової продукції.

3. Площа цеху фізичної рафінації становить 20 б.к., що розташовуються на 2-х поверхах з прибудовою 3-го поверху для розміщення пароежекторного вакуумного блоку.

4. Розробку виконано з дотриманням діючих норм і правил охорони праці, промислової санітарії і техніки безпеки.

5. Розроблено систему екологічного управління для мінімізації викидів підприємства. Передбачено заходи охорони праці обслуговуючого персоналу.

6. Графічна частина складається з 3 креслень (формат А4):

- принципова блок-схема технологічного процесу;
- апаратурно-технологічна схема фізичної рафінації кукурудзяної олії;
- план цеху з компоновкою обладнання на 3-х поверхах;
- внутрішня будова дезодоратора.

Список використаної літератури

1. Арутюнян Н.С. и др. Рафинация масел и жиров: Теоретические основы, практика, технология, оборудование. СПб.: ГИОРД, 2004. 288 с.

2. Богомолов О.В. Гурський П.В., Богомолов В.П. Курсове та дипломне проектування обладнання переробних і харчових підприємств. Харків: Еспада, 2005. 432 с.

3. В чем польза различных масел? URL: http://siladiet.ru/krasota-i-zdorove/sostav-i-polza-produktov/i-vredrastitelnyh-masel-dlya-organizma.html.

4. ДСТУ ГОСТ 8808:2003 Олія кукурудзяна. Технічні умови.

5. ДСТУ ГОСТ 908:2006 Кислота лимонна моногідрат харчова.

6. Методичні вказівки до виконання розділу "Технологічні розрахунки" курс. та диплом. проектів на тему: "Будівництво цехів і заводів по добуванню олії". К.: НУХТ, 2003. № 6228.

7. Наказ від 03.09.2017 № 1073 «Про затвердження Норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах і енергії».

8. Обухова Л.А., Гарагуля Е.Б. Растительные масла в питании. Сравнительный анализ. URL: https://www.argo-shop.com.ua/article-9182.html.

9. Осейко М.І. Технологія рослинних олій: Підручник. К.: Варта, 2006. 155 с.

10. Растительное масло. Разнообразие видов. URL: https://www.oum.ru/yoga/pravilnoe-pitanie/rastitelnoe-masloraznoobrazie-vidov/.

11. Рафінація олії: типи та особливості процесів. URL: https://maslopress.ub.ua/analitic/31855-rafinaciya-masla-tipy-i-osobennosti-processov.html#:~:text

12. Сучасні фармацевтичні технології: Навч. посібник до лабораторних занять магістрантів денної, вечірньої та заочної форми навчання спеціальності 8.110201 «Фармація» під ред. О.А. Рубан. Харків.: Вид-во НФаУ, 2015. 249 с.

13. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв: навчальний посібник за ред. В.О. Дацишина. Вінниця: Нова книга, 2008. 488 с.

14. Файнберг Е.Е., Товбин И.М., Луговой А.В. Технологическое проектирование жироперерабатывающих предприятий. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. 416 с.

15. Шеманська Є.І., Радзієвська І.Г. Проектування підприємств галузі: метод. рекомендації до викон. курсового проекту для студ. напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія» ден. та заоч. форм навч. К.: НУХТ, 2014. 27 с.

16. Жиры и масла – Кукурузное масло. URL: https://baker-group.net/raw-materials-and-semi-finished-products/raw-materials-and-ingredients/fats-and-oils-corn-oil.html.

17. Розрахунок площі цеху для виробництва продукту. URL: https://kazedu.com/referat/137342/5.

18. ТЕХНОХІМІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА. URL: https://revolution.allbest.ru/manufacture/00574635_0.html.

19. Гонсьор О.Й., Микийчук М.М. МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ВИРОБНИЦТВА. Національний університет "Львівська політехніка". URL: https://vlp.com.ua/files/31.pdf.

20. Дорош А. М. Організація будівельного виробництва: навчальний посібник. К.: Аграрна освіта, 2011. – 255 с.

21. Донченко В.К. Экологическая экспертиза: Учеб, пособие для студ. высш. учеб.заведений. Издательский цех «Академия». 2004. 480с.

22. Бєліков А.С., Таірова Т.М., Папірник Р.В., Чередниченко Л.А. Шляхи підвищення результативності функціонування системи управління охороною праці (СУОП) //Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – 2020. – №. 4. – С. 1-8.

23. Дідур К. М. Економічна ефективність впровадження заходів з охорони праці / К.М. Дідур, С.П. Дмитрюк // Агросвіт. – 2020. – № 5. – С. 43-49.