

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО  
СЕРВІСУ ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

**ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ**

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: **“ Підвищення ефективності технологічного процесу  
обробки молочної сировини із використанням модернізованої  
холодильної установки”**

Виконав: студент IV курсу групи Аін-43сп

Спеціальності 208 „Агорінженерія”  
(шифр і назва)

Щербатий Іван Володимирович  
(Прізвище та ініціали)

Керівник: Буртак В.В.  
(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2024

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**  
**ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ**  
**ТЕХНОЛОГІЙ**  
**КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО**  
**СЕРВІСУ ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис)

к.т.н., доцент Шарибура А.О.

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024 р.

### **ЗАВДАННЯ**

на дипломний проєкт студенту

**Щербатому Івану Володимировичу**

1. Тема проєкту: **“ Підвищення ефективності технологічного процесу обробки молочної сировини із використанням модернізованої холодильної установки”**

Керівник проєкту: Буртак Володимир Володимирович к.т.н. доцент

Затверджена наказом по університету від 27.11.2023 року № 641/К-С

2. Строк здачі студентом закінченого проєкту 10.06.2024 року

3. Вихідні дані: основні показники ефективності технологічного процесу обробки молочної сировини згідно різних технологій; навчальна, наукова, довідкова література, патентний пошук.

4. Перелік питань, які необхідно розробити:

1. Характеристика об'єкта проєктування.

2. Розрахунок параметрів технологічного процесу та проєктування підприємства.

3. Конструкторська розробка.

4. Охорона праці.

5. Розрахунок техніко-економічних показників проєкту.

Висновки і пропозиції.

Бібліографічний список.

5. Перелік ілюстраційного матеріалу:

1. Схема технологічного процесу - 1-ий аркуш.

2. Схема ПТЛ - 2-ий аркуш.

3. Аналіз констукцій машин - 3-ий аркуш.

4. Загальний вигляд – 4-й арк.

5. Робочі креслення деталей – 5 -ий арк.

6. Результати розрахунку техніко-економічних показників – 6-ий арк.

## 6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1,2,3,5	Буртак Володимир Володимирович к.т.н. доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу імені професора Олександра Семковича			
4	Тимочко В.О., к.т.н., доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва			

7. Дата видачі завдання: 27.11.2023 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор.	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів проєкту	Відмітка про виконання
1.	<i>Написання розділу: «Характеристика об'єкта проєктування»</i>	<i>27.11..23- 22.12.23</i>	
2.	<i>Виконання другого розділу: «Розрахунок параметрів технологічного процесу та проєктування підприємства»</i>	<i>25.12.23- 16.02.24</i>	
3.	<i>Виконання третього розділу: «Конструкторська розробка»</i>	<i>19.02.24- 18.03.24</i>	
4.	<i>Написання розділу: «Охорона праці»</i>	<i>19.03.24- 16.04.24</i>	
5.	<i>Виконання розділу: «Розрахунок техніко-економічних показників проєкту»</i>	<i>17.04.24- 22.05.24</i>	
6.	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки. Завершення роботи в цілому</i>	<i>23.05.24- 10.06.24</i>	

Студент \_\_\_\_\_ Іван Щербатий  
(підпис)

Керівник проєкту \_\_\_\_\_ Володимир Буртак  
(підпис)

УДК 664.628(477.88)

Дипломний проєкт: 51 с. текст. част., 4 рис., 7 табл., 6 арк. формату А1,  
10 джерел.

Підвищення ефективності технологічного процесу обробки молочної сировини із використанням модернізованої холодильної установки.

Щербатий І. В.- Дипломний проєкт. Кафедра агроінженерії та технічного сервісу імені професора Олександра Семковича – Дубляни, Львівський національний університет природокористування, 2024.

Приведено аналіз господарської діяльності, обґрунтовано актуальність теми, мету і завдання проєкту.

На основі проаналізованих даних регіону розроблено технологію виробництва молочної продукції, вибрано засоби механізації операцій технологічного процесу.

Проведено розробку машини для виробництва пастеризованого молока, зокрема визначення подачі потужності, необхідної для їх приводу, а також основних конструктивних параметрів: розміри ємності, розміри і частота обертання робочих – органів.

Розроблено заходи для забезпечення життєдіяльності та охорони довкілля молочного підприємства.

Розраховано техніко-економічні показники молочного виробництва, зокрема рентабельність, річний економічний ефект та термін окупності капітальних вкладень.

## ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	7
1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ	8
1.1. Характеристика показників якості молочної сировини	8
1.2. Обґрунтування переліку та обсягів продукції, яку планується випускати	11
1.3. Обґрунтування теми дипломного проєкту	13
2 РОЗРОБКА ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	14
2.1 Обґрунтування потреби в сировині	14
2.2 Технологічний розрахунок переробного цеху	16
2.2.1. Розробка технологічної схеми переробки сировини	16
2.2.2 Визначення продуктивності технологічних ліній цеху	19
2.2.3 Визначення потреби в машинах та обладнання для технологічної лінії	19
2.2.4 Розрахунок потреби тари і пакувальних матеріалів	20
2.3 Визначення розміру проектного цеху	21
2.4 Розрахунок потреби води, пари та електроенергії	24
2.5. Розробка технологічної карти	24
3. КОНСТРУКТОРСЬКА РОЗРОБКА	27
3.1. Аналіз існуючих машин, вузлів	27
3.2. Санітарні та технічні вимоги до даної машини	28
3.3. Обґрунтування розроблюваної конструкції.	30
3.4. Кінематичний, енергетичний та інші розрахунки машини, вузла	31
3.5. Розрахунок елементів машини на міцність	36
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	38
4.1. Структурно-функціональний аналіз технологічного процесу	38
4.2. Обґрунтування організаційно-технічних рекомендацій стосовно безпечного перебігу технологічного процесу	41

4.3. Захист цивільного населення	43
5. РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	45
5.1. Визначення обсягу та структури витрат на виробництво продукції	45
5.2. Визначення рентабельності підприємства, цеху та строк окупності додаткових капіталовкладень	48
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ	50
БІБЛОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	51

## **Вступ:**

Молоко - добре засвоювальний і калорійний продукт. Воно містить усі необхідні для життєдіяльності, росту та розвитку живих організмів, поживні речовини (білки, жири, вуглеводи, мінеральні солі, вітаміни) і є одним із найбільш повноцінних харчових продуктів. Тому молоко має велике значення в організації здорового та якісного харчування населення.

Сучасна промислова переробка молока - це складний комплекс взаємопов'язаних хімічних, фізико-хімічних, мікробіологічних, біохімічних, біотехнологічних, теплофізичних та інших трудомістких і спеціалізованих технологічних процесів.

Усі компоненти молока використовуються у виробництві молочних напоїв та кисломолочних продуктів.

Виробництво вершків, сметани, кисломолочного сиру, масла і сиру базується на переробці окремих компонентів молока.

Рациональне використання технічного обладнання вимагає глибоких знань його функціональних можливостей.

При цьому у вироблених молочних продуктах важливо зберегти максимальну харчову та біологічну цінність компонентів сировини.

Україна має найкращі у світі умови для виробництва молока та молочних продуктів, але проблему насиченості ринку не вдалося повністю вирішити навіть у найсприятливіші роки для розвитку молочної галузі.

Важливо також вміти вирішувати проблеми, пов'язані з організацією контролю якості молока та молочної продукції, покращувати взаємозв'язок АПК з молочною галуззю, впроваджувати потужну потокову технологію в лінії виробництва молочної продукції.

У даній роботі розглядаються зазначені теми, знання якого допоможуть інженерам-технікам оптимально вирішувати завдання молочної промисловості країни.

Об'єктом проектування вибрано розробка малого переробного підприємства з переробки молочної сировини в холодильних установках.

## **1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ**

### **1.1 Характеристика показників якості молока**

Якість сирого молока в усьому світі оцінюють за сенсорними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками.

Згідно ДСТУ 2662: 2018 «Молоко сире коров'яче. «Технічні умови» (чинні стандарти України) За сенсорними показниками молоко повинно відповідати таким вимогам:

Консистенція – однорідна рідина без білкових пластівців або осаду.

Чистий смак і аромат, унікальні для сирого молока.

Стороннього присмаку і запаху немає.

Колір - Від білого до світло-кремового.

Серед фізико-хімічних показників у сирому молоці нормуються такі показники, як густина, масова частка сухих речовин, кислотність, група чистоти, температура замерзання, температура.

Показники мікробіологічної безпеки та вміст соматичних клітин у молоці (один із показників здоров'я корів) не повинні перевищувати допустимих значень, визначених нормативними документами.

За фізико-хімічними та мікробіологічними показниками молочну сировину поділяють на види.

У 2014 році було підписано Угоду про асоціацію між Україною та Європейським Союзом. Відповідно до своїх зобов'язань за Угодою про асоціацію, Україна мала адаптувати своє законодавство до положень Регламенту (ЄС) № 853/2004, який встановлює особливі гігієнічні вимоги до харчових продуктів, що містять сире молоко та молочні продукти.

При підписанні угоди не було враховано фактичне становище особистих селянських господарств у нашій країні. У країнах Євросоюзу, на відміну від України, молоко від корів ніхто не здає. Наприклад, сімейні ферми в Польщі



мають від 25 до 50 корів, а в скандинавських країнах від 50 до 100 корів. Це дозволяє механізувати процес вирощування та доїння корів і дає можливість отримувати високоякісну молочну сировину. У країнах ЄС вже майже 20 років середній фактичний показник кількості мікроорганізмів у сирому молоці коливається від 20 до 50 тис. Кількість соматичних клітин в 1 мл не повинна перевищувати 200 тис.

На момент підписання Угоди про асоціацію між Україною та ЄС вимоги до сирого молока, що приймається на українських молокопереробних підприємствах, регламентувалися національним стандартом ДСТУ 3662-97 «Молоко незбиране». «Вимоги до закупівель». Тобто вимоги до його якості були визначені ще у 1997 році. Молочну сировину поділяли на три сорти: вищого, першого та другого сортів. В українському молоці другого ґатунку загальна бактеріальна кількість не повинна перевищувати 3 000 000/см<sup>3</sup>, соматичних клітин — 800 000/см<sup>3</sup>. 80% цього молока надходило на молокопереробні підприємства з особистих господарств. Відповідно до європейських стандартів, це молоко вважається занадто зараженим бактеріями, щоб бути придатним для виробництва молочних продуктів для споживання людиною.

Наближення до європейських стандартів висуває нові вимоги до сировини, яка використовується у виробництві молочної продукції. Українським виробникам дали так званий перехідний період для приведення якості молока до необхідних показників. 2018 рік На заміну ДСТУ 3662-97 «Молоко незбиране» введено новий національний стандарт ДСТУ 2662: 2018 «Молоко сире». «Технічні умови» посилили вимоги до процесу виробництва сирого молока та його якості. У системі сортування молока молоко поділяється на сорти (найвищий, вищий і перший). Вимоги до показників мікробіологічної безпеки наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Вимоги до показників мікробіологічної безпеки

Показники, вимірювальні одиниці (1000/см <sup>3</sup> )	Норма гатунку (найвищий)	Норма гатунку ( вищий)	Норма гатунку ( перший)
Кількість мікробних одиниць	≤100	≤300	≤500
Кількість соматичних клітин	≤400	≤400	≤400

Українські інженери, що розглядають фактичний вміст Мікробіологічні показники, які становлять більшість, все ще відповідають стандарту другого класу ДСТУ 2662: 2018 «Молоко коров'яче вихідне». «Технічні умови» для використання в компаніях регламентуються відповідно до встановлених вимог.

Наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України від 29.03.2019 № 118 «Про затвердження Вимог до безпечності та якості молока і молочної продукції» затверджено вимоги до безпечності молока сирого для всіх ринків. Це було зроблено з урахуванням терміну дії вимог та критеріїв які подано у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Вимоги та критерії до молока сирого

Показники (1000/см <sup>3</sup> )	01 січня 2022 р.	01 січня 2023 р.	01 січня 2024 р.
Кількість мікробних одиниць	≤500	≤300	≤100
Кількість соматичних клітин	≤500	≤400	≤400

Разом з потребою в сирому молоці зростає потреба в молочних продуктах, а чим вища якість сировини, тим кращі показники кінцевого продукту. Тому молокопереробні підприємства зацікавлені у високоякісній молочній сировині.

За останні роки покращилась якість закупуваного промисловими підприємствами молока, зросла частка молока спеціального гатунку та молока вищого сорту. Пояснюється це тим, що є відповідні умови для отримання цього молока. На промислових фермах молоко з чистого коров'ячого вим'я негайно пропускають через стерильні трубки в чисті резервуари для охолодження. Резервуар — це великий металевий резервуар, у якому тимчасово зберігається молоко. Спеціальним транспортом молоко доставляється на молокопереробні підприємства. На заводі багато параметрів завжди перевіряються в лабораторії на основі обов'язкових вимог стандартів. Нижче наведено лише деякі показники, які вимірюють під час споживання: температура, кислотність, щільність, група чистоти, кількість жиру, білка, залишкові сліди антибіотиків, соматичні клітини, загальне бактеріальне запліднення.

## **1.2 Обґрунтування переліку та обсягів продукції, яку планується випускати**

Глобальна молочна промисловість стикається з серйозними змінами. Урбанізація не була головним фактором.

Зростання доходів міського населення безпосередньо вплинуло на збільшення вмісту в раціоні тваринного жиру, причому молочний жир є найбільш доступним і тому першим замінює рослинний.

Також зросло споживання вершкового масла та твердих сирів, поступово зменшилось споживання так званих «сирих молочних продуктів», а саме питного молока, кисломолочних продуктів, кисломолочних напоїв та кисломолочного сиру.

Щоб утримати споживачів, виробники цієї продукції значно розширили асортимент.

Так, питне молоко містить різні жири, наповнювачі та підсолоджувачі, вироблені за допомогою спеціальних технологій (таких як ультрапастеризоване молоко або молоко А2) і з різних видів тварин.

Те саме стосується й інших продуктів.

Норми споживання як відомо, середньостатистичний споживач в Україні споживає молоко та молочні продукти за нормативом 390 кг на людину на рік.

Такі нормативні показники можна вважати цілком правомірними.

По-перше, це було досягнуто на початку 90-х, а по-друге, Україна є однією з країн, де молоко та молочні продукти складають третину щоденного раціону.

По-третє, такого та ще більшого рівня споживання досягли розвинені країни світу.

У 2019 році споживання молока та молочних продуктів в Україні досягло рекордних показників за часи незалежності – менше 200 кг.

Згідно зі статистикою, у 2019 році частка молока, залишеного населенням, склала 6,1 млн тонн, що становить 63% від загального виробництва молока в Україні.

Якщо раніше цей відсоток був ще вищим, в окремі роки перевищував 80%, то за останнє десятиліття виробництво молока в цій категорії скоротилося на 28%.

Компанія планує випускати молоко пастеризоване двох видів: жирністю 1% та 2,5% та розфасовувати в поліетиленові пакети місткістю 0,2 та 1 літра.

Кількість готової продукції визначається виходячи з виходу готової продукції з одиниці продукції.

Компанія розраховує постачати від 670 до 1000 тонн молока на рік із власних запасів сировини.

Це означає, що на підприємство буде поставлено приблизно 1,836-2,754 тонни молока щодоби.

Розрахунки ведуться за максимальними значеннями, що дає можливість врахувати можливість інтенсивності надоїв.

Схему технологічного процесу виробництва питного молока показано на рисунку 1.1.

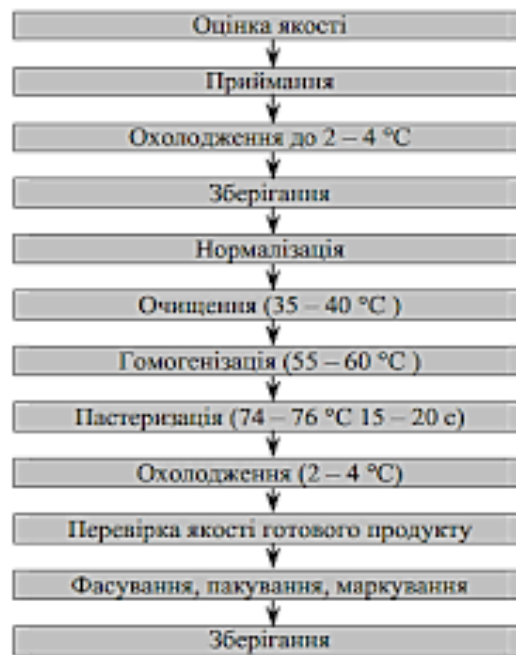


Рисунок 1.1. – Технологічний процес виробництва питного молока.

### 1.3 Обґрунтування теми дипломного проєкту.

Проаналізувавши господарську діяльність сільськогосподарських підприємств, які займаються тваринництвом, особливо тваринництвом та виробництвом молочної сировини, доцільно запропонувати організацію первинної переробки молока.

Вибір асортименту продуктів має повною мірою використовувати переваги поживних речовин молока як сировини та гарантувати відсутність відходів під час виробництва.

Створення таких підприємств значно покращить економічне становище сільськогосподарських підприємств та підвищить рівень зайнятості населення.

## 2. РОЗРОБКА ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

### 2.1 Обґрунтування потреби в сировині

Для виробництва пастеризованого молока в поліетиленових пакетах взято наступне:

- Молоко пастеризоване 2,5 % жиру: масова частка жиру 2,5%; кислотність не повинна перевищувати 21,0 °Т;
- Молоко пастеризоване 3,2 % жиру: масова частка жиру 3,2%; кислотність не повинна перевищувати 21,0 °Т.

Враховуючи що молоко має масову частку жиру 3,6% необхідно провести нормалізацію молока.

Для розрахунку компонентів нормалізації використаємо графічний метод — квадрат (Рис.2.1). При розрахунку за квадратом у лівих кутах квадрата проставляють жирність тих продуктів, які змішуються в процесі нормалізації, а на перетині діагоналей — жирність, яку хочемо отримати. По діагоналі від більшої жирності віднімаємо меншу і результат ставимо на цій самій діагоналі в правих кутах квадрата. Отримані величини вказують, у яких співвідношеннях брати компоненти суміші, щоб отримати нормалізовану суміш заданої жирності.

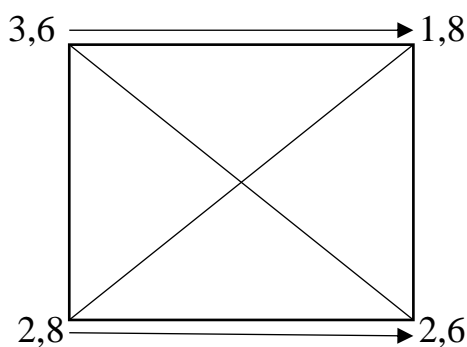


Рисунок 2.1. Квадрат змішування

Даний рисунок приклад для нормалізації молока з масовою часткою жиру 2,5%. Аналогічно розраховується для молока з масовою часткою жиру 3,2%.

Як видно з квадрата, для того щоб отримати молоко із вмістом 2,5 % жиру, на кожні 0,3 кг молока жирністю 3,6 % слід додати 1,1 кг молока із вмістом 2,8 % жиру (і отримаємо нормалізованого молока 1,4 кг).

Складаємо пропорцію для визначення маси молока, що містить 2,8 % жиру, для нормалізації 268,6 кг молока жирністю 3,6 %:

на 0,3 кг (3,6 %) — 1,1 кг (2,8 %)

на 268,6 кг — x

тоді

$$x = \frac{268,6 \cdot 1,1}{0,3} = 984,9 \text{ кг} \quad (2.1)$$

Маса нормалізованого молока жирністю 2,5 %

$$M_{\text{н.м}} = 268,6 + 984,9 = 1254 \text{ кг} \quad (2.2)$$

Відповідь: Для отримання нормалізованого молока жирністю 2,5 % необхідно 268,6 кг молока жирністю 3,6 % та 984,9 кг молока жирністю 2,8 %.

Аналогічно, для того щоб отримати молоко із вмістом 2,5 % жиру на кожні 0,3 кг молока жирністю 3,6 % слід додати 1,1 кг молока із вмістом 2,8 % жиру ( отримаємо нормалізованого молока 1,4 кг).

Складаємо пропорцію для визначення маси молока, що містить 2,8 % жиру, для нормалізації 750 кг молока жирністю 3,6 %:

на 0,4 кг (3,6 %) — 0,4 кг (2,8 %)

на 750 кг — x

тоді

$$x = \frac{750 \cdot 0,4}{0,4} = 750 \text{ кг} \quad (2.3)$$

Маса нормалізованого молока жирністю 3,2 %

$$M_{\text{н.м}} = 750 + 750 = 1500 \text{ кг} \quad (2.4)$$

Відповідь: Для отримання нормалізованого молока жирністю 3,2 % необхідно 750 кг молока жирністю 3,6 % та 750 кг молока жирністю 2,8 % тобто змішати у пропорції 1 до 1.

Таким чином обсяг виробництва молока жирністю 2,5 % згідно розрахунку становитиме 1254 кг, а молока жирністю 3,2 % - 1500 кг.

## **2.2. Технологічний розрахунок переробного цеху**

### **2.2.1. Розробка технологічної схеми переробки сировини**

Переробка молока на молокозаводах проходить у кілька етапів: 1) прийом; 2) очистка; 3) охолодження; 4) резервування; 5) нормалізувати; 6) теплова обробка; 7) термічна обробка; 8) лиття; 9) закупорка; 10) позначка; 11) зберігання; 12) випуск готової продукції.

Транспортування молока на молокопереробні підприємства здійснюється на спеціально обладнаному майданчику.

Перевіряють наявність та правильність молочних документів:

- 1) ветеринарна довідка (форма № 2);
- 2) медичний паспорт на перевезення;
- 3) особиста санітарна книжка водія;
- 4) товарно-транспортна накладна на кожну молочну тару (із зазначенням кількості тари, назви господарства, де вироблено молоко, показників якості молока при транспортуванні на молокопереробне підприємство, кількості).

Перевіряють контейнери для молока:

- 1) пломба непошкоджена;
- 2) повнота заповнення;
- 3) чистота;
- 4) наявність гумових кілець під кришкою пляшки на зливні бака;
- 5) незаражену ємність наповнюють водою перше потім молоком;
- 6) зливні труби очищають та дезінфікують хлорним вапном перед зливом молока;
- 7) зняти пломбу та відкрити люк контейнера або банки;
- 8) Лабораторія визначає критерії: сенсорні, фізико-хімічні, мікробіологічні; 9) визначити кількість молока шляхом зціджування з



пляшки на ваги через 4 шари марлі або спеціальну лавсанову фільтрувальну тканину;

10) Несортоване молоко відправляється на окрему лінію і переробляється.

**Очистка молока.** Використовують два способи фільтрування молока: 1) фільтрування (фільтр: марля, лавсан);

2) центрифугувати на сепараторноочисній машині з підігрівом молока до температури 35-45 °С.

Відфільтроване молоко негайно охолоджують до 4°С або негайно відправляють на пастеризацію.

**Нормування молока** — технологічний захід, спрямований на доведення вмісту жиру в молоці до необхідного значення.

Для підвищення жирності використовують вершки, а для зниження жирності — знежирене або нежирне молоко.

**Стандартизувати молоко:** перед пастеризацією (протиепідемічна мета); після пастеризації – знищує хвороботворні бактерії, які потрапляють у молоко після пастеризації.

**Теплова обробка** молока здійснюється шляхом пастеризації та стерилізації.

**Пастеризація** – процес нагрівання молока до температури 63 – 78 °С протягом 20 секунд – 30 хвилин, негайного охолодження та розливання в тару. Є три способи пастеризації молока:

- 1) тривала температура 63 - 65 °С - 30 хвилин;
- 2) короткочасна – температура 76 °С – 15–20 с;
- 3) миттєва - температура 85 - 95 °С - без контакту.

Перевагами пастеризації молока наступні:

- 1) забезпечує виробництво молочної продукції належної якості;
- 2) знищує 99% вегетативних форм бактерій;
- 3) відбувається в замкнутій системі при температурі, що забезпечує збереження вітамінів, смакових та харчових властивостей молока;
- 4) параметри пастеризації автоматично контролюються апаратом;

5) Температура пастеризації автоматично записується на термограмі.

Ефективність процесу пастеризації залежить від рівня механічних домішок у молоці та проникнення в молоко бактерій.

**Стерилізація** – процес термічної обробки молока при температурі 135-140°C протягом 3-4 хв.

Перевагами стерилізації є:

- 1) знищує всі мікроорганізми (рослини та спори);
- 2) подовжує термін зберігання молока.

Чим вища температура термічної обробки, тим сильніший ефект стерилізації та очевидніша зміна кольору та смаку молока.

**Охолодження молока** проводять після пастеризації, охолоджують до 4°C.

Метою охолодження є запобігання росту термофільної мікрофлори після пастеризації.

Використовують пластинчастий охолоджувач з холодоагентом (вода, розсіл - при 0 °C).

Контроль охолодження здійснюється за допомогою приладів (термометр).

**Розлиття та закупорювання молока.** На цьому етапі можна запобігти проникненню бактерій у молоко та залежить від якості та чистоти процесу очищення труб та обладнання (баків для зберігання).

Після пастеризації в молоко потрапляє від 84 до 94% бактерій.

Розфасовка і фасування молока здійснюється в одноразові пакети з полімерним покриттям на спеціальних машинах. Паперові рулони, які використовуються для виготовлення пакетів, зберігаються в санітарних умовах. Внутрішню поверхню цих пакетів обробляють бактерицидною лампою. Під час пакування дотримуються санітарних правил.

Технічні процеси первинної обробки і переробки молока здійснюються в такому порядку: Коли молоко надходить, воно проходить через фільтр, а потім через насос, повітровіддільник і лічильник у проміжний резервуар.

При необхідності молоко охолоджують на дисковому охолоджувачі.

Насос направляє його в накопичувальну ємність для нормалізації вмісту жиру. Стандартизована суміш надходить у вирівнювальний бак через насос, потім у пластинчастий теплообмінник, де пастеризується при 74-76 °С, витримується 15-20 секунд або 85 °С без витримки, або 65 °С з витримкою 30 хвилин та охолодження до 6 °С та подача на упаковку.

### 2.2.2. Визначення продуктивності технологічних ліній цеху

Потужність лінії визначимо виходячи з наявного обсягу сировини та готової продукції.

Лінія обробки молока на підприємстві матиме продуктивність, визначену за формул

$$Q_{\text{год}} = \frac{Q_{\text{доб}}}{n_{\text{з}} \cdot T_{\text{зм}} \cdot k_{\text{зм}}}, \quad (2.5)$$

де  $n_{\text{зм}}$  – чисельність перемін;

$T_{\text{зм}}$  – хронічність перемін; год. ( 7 год )

$k_{\text{зм}}$  - коефіцієнт застосування часу переміни ( 0,75 )

$$Q_{\text{год}} = \frac{2754}{1 \cdot 7 \cdot 0,75} = 524,6 \text{ кг/год}$$

Згідно розрахунку можна побачити що продуктивність технологічної лінії цеху за одну годину становитиме 524,6 кг.

### 2.2.3 Визначення потреби в машинах та обладнання для технологічної лінії

Відповідно до технологічної схеми обраного виробництва і підприємства підбирається обладнання з урахуванням механізації технологічних і транспортних робіт.

Кількість технологічного обладнання розраховується за формулою:

$$N = \frac{W}{G \cdot T_{\text{зм}} \cdot k_{\text{зм}}} \quad (2.6)$$

де  $W$  – чисельність оброблюваного продукту, кг;

$G$  – ефективність механізму кг/год.

Приклад розрахунку поданий для очисника-охолоджувача молока марки ОМ-1А.

$$N = \frac{2754}{971 \cdot 7 \cdot 0,75} = 0,54$$

Приймаємо  $N = 1$  штука.

Таблиця 2.1 – Обладнання та машини, необхідні для виконання технологічних операцій виробництва пастеризованого молока

Операція	Тип машини	Марка машини	Продуктивність, кг/год	Кількість	Потужність приводу, кВт	Габаритні розміри, мм		
						довжина	ширина	висота
Приймання молока	Молокоприймальний Резервуар	B2-ОМГ-4,0	4000	1	1	2190	2245	2485
Підігрівання молока	Трубчатий підгрівач	П8-ОАБ	5000	1	0,75	1500	890	1450
Очищення молока	Сепаратор очисник	ОМ-1А	1000	3	1,5	600	350	650
Пастеризація молока	Пастеризатор	ПТУ-5	5000	1	4,8	1400	1100	1700
Гомогенізація	Гомогенізатор	А1-ОГ2М	5000	1	37	1475	1120	1640
Охолодження молока	Очисник охолоджувач	А1-ООЛ-3	3000	1	98	900	400	900
Фасування молока	Автомат для розливу та фасування молока	М6-ОР-3-Е	1500	2	0,93	3240	2400	2580
Виробництво холоду	Холодильна установка	МХУ-8	-	1	3	3200	1800	650
Зважування молока	Вага платформна	Р6-ВІР	5000	1	-	2700	5300	320

#### 2.2.4 Розрахунок потреби тари і пакувальних матеріалів

Пастеризоване молоко жирністю 2,5% та 3,2% будемо розливати порівно в поліетиленові пакети для молочної промисловості місткістю 0,5 л і 1л.

Розміри пакетів (без продукту) для дози 0,5 л становить 172×150 мм, для 1 л відповідно 255×150 мм.

З рівняння визначимо необхідну довжину стрічки для розливу нашої кількості молока:

$$1\text{л} - 0,255\text{м}$$

$$1377\text{л} - \text{хл}_1\text{м}, \quad (2.7)$$

$$x_{л1} = \frac{1377 \cdot 0,255}{1} = 352 \text{ м.}$$

$$\begin{aligned} &0,5л - 0,172м \\ &1377л - x_{л2}м, \end{aligned} \quad (2.8)$$

$$x_{л2} = \frac{1377 \cdot 0,172}{0,5} = 474 \text{ м.}$$

$$x_{л} = 352 + 474 = 826 \text{ м.}$$

В загальному для виробництва 2754 л пастеризованого молока необхідно 826 м поліетиленової плівки.

Кількість ящиків з полімерного матеріалу для пастеризованого молока жирністю 2,5% та 3,2% визначаємо за формулою:

$$M = \frac{G_{np}}{P}, \quad (2.9)$$

де  $G_{np}$  – маса продукції, що випускається за зміну, кг;

$P$  – маса продукту в одиниці тари, кг.

$$M_{0,5л} = \frac{1377}{30} = 46 \text{ шт.}$$

$$M_{1л} = \frac{1377}{15} = 92 \text{ шт.}$$

$$M_{заг} = 46 + 92 = 138 \text{ шт.}$$

Загальна кількість ящиків з полімерного матеріалу становить 138 шт.

### 2.3. Визначення розміру проектного цеху

Використовуючи метод розрахунку, який враховує площу всіх складів, загальна площа цеху  $F$  становить:

$$F = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5 \quad (2.10)$$

де

$F_1$  – необхідна площа для машин та обладнання,  $м^2$ .

$F_2$  – площа, яка необхідна персоналу щоб обслуговувати дані машини та обладнання,  $м^2$ .

$F_3$  – площа, яка необхідна для проходів між машинами та обладнанням, м<sup>2</sup>.

$F_4$  - площа додаткових приміщень, м<sup>2</sup>.

$F_5$  – площа для сховищ матеріалів та готових виробів, м<sup>2</sup>

Узагальнена площа машин та обладнання:

$$F_1 = \sum_{i=1}^{n_i} f_i, \quad (2.11)$$

де  $f_i$  - площа в плані, яку займає  $i$ -та машина, м<sup>2</sup>;

$n_m$  - кількість марок машин на підприємстві.

$$F_1 = 4,92 + 1,2 + 3 \cdot 0,21 + 1,54 + 1,65 + 0,36 + 2 \cdot 7,78 + 5,76 + 14,31 = 45,93 \text{ м}^2$$

Площу обслуговуючого персоналу  $F_2$ , визначають від чисельності працівників  $n_p$ , що водночас працюють в цеху:

$$F_2 = f_p \cdot n_p, \quad (2.12)$$

де  $f_p$  – площа обслуговуючого персоналу,  $f_p =$  для одного працівника 3-5 м<sup>2</sup>;

$n_p$  – чисельність працівників.

$$F_2 = 5 \cdot 6 = 30 \text{ м}^2$$

Необхідна площа  $F_3$  визначається за такими критеріями: ширина основного проходу повинна бути не менше 1,2-1,5 м, а проходу до додаткового приміщення - 1,0 м.

Прохід між верстатами - 1,5 м, відстань від верстата до стіни - 0,5 - 0,7 м. Ця площа повинна в 3 - 5 разів перевищувати площу, яку займає технічне обладнання.

Тобто

$$F_3 = 5 \cdot F_1 \quad (2.13)$$

$$F_3 = 5 \cdot 45,93 = 229,65 \text{ м}^2.$$

Площу  $F_4$  для додаткових приміщень приймається згідно стандартних типових проектів.

Таблиця 2.2 - Площі додаткових приміщень підприємства переробки молока

Назва приміщення	Площа приміщення, м <sup>2</sup>
Гардероба та вбиральня	36
Електрощитове приміщення	9
Насосна станція	9
Тарне приміщення	18
Експериментальна кімната	18
Керівне приміщення	34
Прохідна	4
Загалом	128

Площа  $F_5$  для сховищ матеріалів та готових виробів зумовлюється кількістю нагромадженої сировини та готових виробів і становить

$$F_5 = \frac{M_{\text{заг}} \cdot f_{\text{я}}}{K_{\text{я}} \cdot K_3}, \quad (2.14)$$

де  $M_{\text{заг}}$  – загальна кількість ящиків, в які складають молоко, шт;

$f_{\text{я}}$  – площа одного ящика, м<sup>2</sup>;

$K_{\text{я}}$  – кількість ящиків, які знаходяться один на одному, шт;

$K_3$  – коефіцієнт використання площі сховища.

$$F_5 = \frac{138 \cdot 0,9}{5 \cdot 0,75} = 33,1 \text{ м}^2.$$

Отже загальна площа приміщення буде становити

$$F = 45,93 + 30 + 229,65 + 128 + 33,466,68 \text{ м}^2.$$

Тобто площа виробничого майданчика має бути 467 м<sup>2</sup>.

Враховуючи планування будівлі (довжина і ширина приміщення повинні бути кратними 3 або 6 м), площа приміщення становить 480 м<sup>2</sup> (довжина приміщення 24 м, ширина 20 м).

#### 2.4. Розрахунок потреби води, пари та електроенергії

Воду на підприємстві використовують для технічних цілей, миття машин, обладнань, підлоги та на технічні потреби. Добова витрата води  $B$  становить:

$$B = B_k + B_n + B_o + B_m + B_b, \quad (2.15)$$

де  $B_k$  – витрата води на технічні цілі, кг;

$B_n$  – витрата води на одержання пари, кг;

$B_o$  та  $B_m$  – витрата води на миття обладнання та підлоги, кг;

$B_b$  – витрати води на технічні потреби, кг.

Згідно нормативів на технічні цілі на кожен кілограм маси витрачається 2 л води. Тоді витрата води на технологічні потреби буде становити 5508 л.

Витрата води на миття обладнання розраховується за формулою

$$B_o = H_o \cdot n_m, \quad (2.16)$$

де  $H_o$  – норма витрати води на миття обладнання, л/машину.

$n_m$  – чисельність машин на підприємстві, шт.

$$B_o = 50 \cdot 9 = 450 \text{ л.}$$

Аналогічно визначається витрата води на інші потреби.

Отож загальна витрата води буде становити

$$B = 5508 + 450 + 5760 + 360 = 12078 \text{ л.}$$

Добова витрата електроенергії  $E_o$  визначається за формулою:

$$E_o = \sum_{i=1}^{n_m} N_i \cdot t_i \cdot K_o, \quad (2.17)$$

де  $N_i$  – потужність електропривода  $i$ -ї машини, кВт;

$t_i$  – тривалість циклу роботи  $i$ -ї машини, год;



$K_o$  - кількість включень  $i$ -ї машини протягом доби.

$$E_d = (1 + 0,75 + 4,5 + 4,8 + 37 + 98 + 1,86 + 3) \cdot 1,4 \cdot 5 = 1576,2 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

## 2.5. Розробка технологічної карти

Технологічна карта є найважливішим технічним і плановим документом при виготовленні виробу.

При організації переробного підприємства необхідно скласти технологічну карту виробництва конкретного виду продукції.

Технологічні карти використовуються для обґрунтування та оптимізації конфігурації та використання технологічних пристроїв.

Основним критерієм оптимізації є виробництво одиниць продукції.

Технічна карта містить наступні вихідні дані: послідовність дій, обсяг виконаної роботи, перелік технічного обладнання, відображення техніко-економічних показників, таких показників, як витрати на персонал, заробітна плата тощо.

Розрахунки технічної карти виконуються в кілька кроків.

На першому етапі необхідно визначити технічні параметри техпроцесу: містить перелік технічних операцій, основні технічні та санітарні вимоги до їх виконання, а також обсяги робіт за день.

На підставі цих даних визначається обсяг робіт за період з урахуванням кількості робочих днів підприємства.

На другому етапі необхідно визначити технічні параметри техпроцесу.

Встановлюється перелік залучених технічних засобів, їх потужність, потужність приводу та кількість, а також вказується кількість операторів, задіяних для виконання технічної операції.

На підставі цих даних визначається наступне: Години роботи технічних засобів за добу та період.

Споживчі витрати: витрати на оплату праці, електроенергію, паливо, допоміжні матеріали для механізованих робіт.

На третьому етапі необхідно встановити економічні параметри технологічного процесу.

Тобто подати тариф щодо витрат на оплату праці, витрати на електроенергію, витрати на паливо, витрати на допоміжні матеріали, норми амортизації на витрати на амортизацію та ремонт, витрати на технічне оснащення.

На підставі цих даних визначається наступне: сума заробітної плати, фондів включає амортизацію техніки, вартість поточного ремонту, вартість витраченої електроенергії, палива, допоміжних матеріалів, а також загальні експлуатаційні витрати, як окремо по експлуатації, так і по техніці.

Процес в цілому.

Четвертий крок розраховує зменшені витрати на виробництво виробничої одиниці.

Розрахунок технічної карти здійснюється автоматизовано за допомогою спеціальних комп'ютерних програм.

### 3. КОНСТРУКТОРСЬКА РОЗРОБКА

#### 3.1 Аналіз існуючих машин, вузлів

Аналізуючи розвиток будь-якої технологічної галузі, ми виявляємо, що всі технологічні об'єкти та пов'язані з ними елементи розвиваються не самостійно, а в постійному зв'язку з іншими технічними об'єктами досліджуваної технічної галузі та об'єктами інших технічних галузей.

Для нових технічних рішень було проведено аналіз патентів і авторських прав, у результаті чого було відібрано кілька патентів із схожими механічними конструкціями.

Патент 2366165C1 (Рис. 3.1) При наповненні резервуару молоком температура якого становить  $+35^{\circ}\text{C}$  порядку 500 л включається компресорно конденсуючий агрегат і компресор забирає трубопроводом випари хладону, які утворюються при його кипінні у випарнику, який вбудований в днищі резервуару. Насичені пари хладону з тиском з температурою  $10...15^{\circ}$  компресором стискаються до тиску  $15...18$  атмосфер при температурі  $80...90^{\circ}$  та надходять у спіральний трубний змійовик бака-рекуператора.

Бак-рекуператор через водопровідний поплавковий клапан заповнений водопровідною водою  $12...17^{\circ}\text{C}$ , завдяки чому тиск і температура стислих парів хладону, що надходять через спіральний трубний змійовик в конденсатор повітряного охолодження, зменшується відповідно на  $10...15^{\circ}\text{C}$  і на  $2...2,5$  атмосфер до  $14...16$  атмосфер і до  $70...80^{\circ}\text{C}$ .

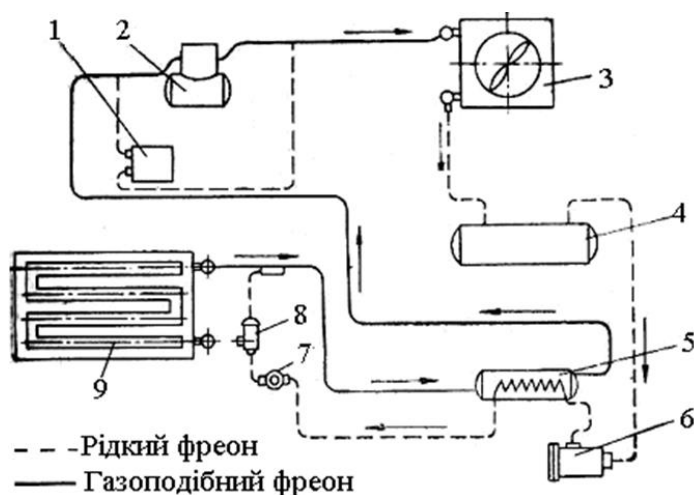


Рисунок 3.1. Загальний вигляд холодильної установки

Патент 2265322С1 (рис. 3.2.) Після заливання молока закривають кран і вмикають компресорно-конденсаторний блок, рідкий холодоагент із колектора, наприклад холодоагент R22, проходить через фільтр-осушувач, а потім дроселюється до тиску випаровування за допомогою клапана регулювання температури. Він потрапляє в подільник потоку і розділяється на однакові киплячі потоки, тим самим рівномірно заповнюючи секції трубчастого випарника. Холодоагент повністю випаровується, забираючи тепло від охолодженого молока. Цьому сприяє збільшена площа теплового контакту між випарною трубкою та резервуаром, викликана припоєм і теплом.

Пари холодоагенту з кожної секції трубчастого випарника потім об'єднуються в загальний всмоктувальний колектор і надходять у вхідний отвір блоку компресора/конденсатора.

У компресорній конденсаційній системі пара стискається до тиску конденсації та направляється в конденсатор, де охолоджується та конденсується в рідку фазу, вивільняючи тепло в навколишнє повітря.

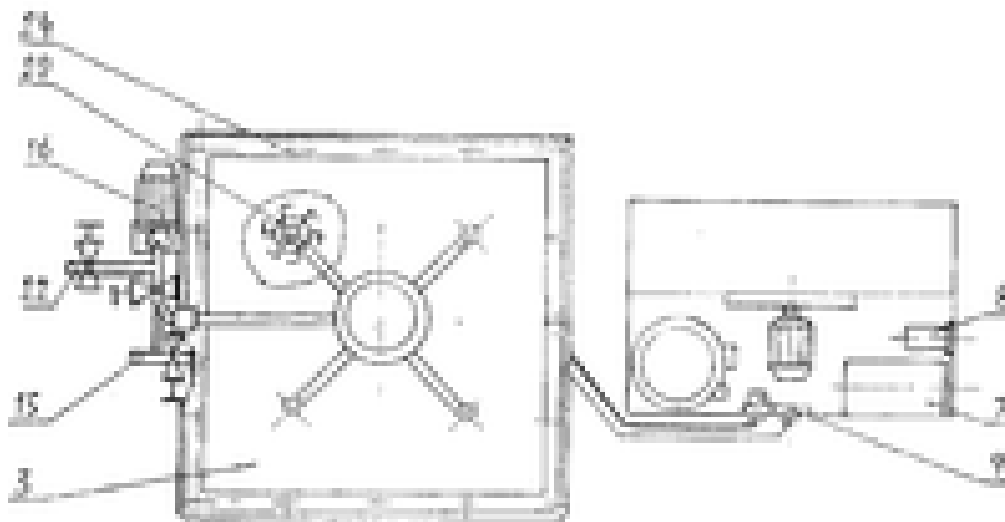


Рис. 2

Рисунок 3.2. Загальний вигляд холодильної установки

### **3.2 Санітарні та технічні вимоги до даної машини**

Холодильна установка МХУ-8 призначена для створення штучного холодного повітря, охолодження і зберігання молока. Установка не повинна погіршувати смак і аромат молока. Виготовлена з використанням нержавіючої сталі, харчового алюмінію та дозволеного державою пластику.

Матеріали, з яких виготовлено обладнання, мають бути хімічно стійкими, водонепроникними, гладкими та стійкими до корозії, а також легко піддаватися очищенню та дезінфекції.

Обладнання має бути розташоване в робочій зоні так, щоб не заважати прибиранню та дезінфекції виробничого приміщення.

Усі частини системи, які контактують з молоком, повинні бути доступні для очищення. Залежно від виду забруднення, конструкційних матеріалів і цільового використання обладнання застосовують різні методи, засоби очищення та дезінфекції.

Камера охолодження повинна бути механічно очищена за допомогою миючої рідини. Розчин мийного засобу повинен мати добрі змочувальні, диспергуючі та емульгуючі властивості, не мати запаху, не залишати слідів на оброблених поверхнях і не утворювати надмірної кількості піни. Після чищення його легко змити водою.

Установка повинна відповідати вимогам техніки безпеки та мати плавну форму по окружності, що полегшує виконання вимог промислової гігієни.

При розробці нових систем або модернізації існуючих систем необхідно подбати про оптимальну роботу технічних процесів. Для підтримки оптимальної роботи установки, обладнання проходить систематичний огляд, очищення та поточний ремонт. Тому конструкція установки повинна забезпечувати безперервне виконання цих операцій протягом тривалих періодів часу.

Під час експлуатації пристрою необхідно виконати багато технічних вимог. Технічні вимоги визначаються технологією виробництва.

Насправді обладнання з ними повинно забезпечувати задані умови для переробки сировини та отримання продукції найвищої якості з мінімальними втратами та витратами. Оскільки дизайн пристроїв та їх модернізація продовжує вдосконалюватися, необхідно чітко виконувати технічні вимоги.

Машини мають бути універсальними, неметалоємними, високоефективними та малими, що дозволяє більш раціонально використовувати виробничий простір.

### **3.3 Обґрунтування розроблюваної машини**

Холодильна установка МХУ-8с надійно охолоджує молоко за 2 години з урахуванням накопичення холодного повітря (намерзання льоду на плиті випарника). Тривалість накопичення холодного повітря 5 годин.

Таким чином, тривалість всього циклу охолодження становить 7 годин. Кількість замороженого льоду на плиті випарника 450+50 кг. Потужність охолодження системи становить 9,3 кВт. Холодоагент, що циркулює у випарнику, відводить тепло від води в баку. Пара, що утворюється під час кипіння холодоагенту, проходить через теплообмінник, де далі нагрівається рідким холодоагентом, що надходить із колектора. Цей рідкий холодоагент має вищий тиск і вищу температуру, ніж пари холодоагенту після випарника. Відбір парів холодоагенту здійснюється поршнеvim двоциліндровим компресором ФВ-6. Пари холодоагенту, стиснені компресором (при цьому температура підвищується до 70-80 °С), подаються в конденсатор, зовнішня поверхня якого обдувається навколишнім повітрям за допомогою вентилятора. Рідкий холодоагент надходить у колектор і надходить у фільтр-осушувач, де вода та домішки видаляються за допомогою силікагелю та фільтрів. У теплообміннику холодоагент додатково охолоджується шляхом виділення тепла в пари холодоагенту. Коли охолоджуюча рідина продовжує проходити через клапан регулювання температури, вона дроселюється. При цьому знижується тиск і температура холодоагенту (ефект дроселювання набуває позитивного значення).

Це дозволяє Хладону кипіти при нижчій температурі. Він надходить у випарник через клапан регулювання температури, і цикл повторюється.

Холодна вода з акумуляторного бака насосом 1 подається в молокоохолоджувач.

Ступінь охолодження (величину зниження температури хладона в процесі дроселювання) установлюють клапаном регулювання температури.

Для регулювання товщини льоду на пластинах випарника в установці передбачено реле температури. Реле тиску служить для захисту від надмірного підвищення тиску в конденсаторі.

Охолоджувальна установка встановлюється з урахуванням вимог нормальної експлуатації та обслуговування. Дана установка встановлюється без фундаменту.

Електроштити необхідно кріпити на стіні на висоті від 1 до 1,3 м над підлогою.

Напруга подається на розподільні пристрої, ферментери та системи трубопроводів відповідно до електричного проекту. При монтажі дрiт прокладають всередині труби. Монтаж електрообладнання здійснюється згідно з правилами монтажу електроустаткування.

### **3.4 Кінематичний, енергетичний та інші розрахунки машини, вузла**

Виконаємо технологічний розрахунок процесу потрапляння фреону в апарат температура кипіння при тиску 0,1 МПа становить 29,8 °С. Тоді теплове навантаження теплообмінника буде становити:

$$Q = Q_{\text{вип}} = G_x \cdot r_x \quad (3.1)$$

Де  $r_x$  – питома теплота пароутворення фреону;  $r_x$  становить 162 кДж/кг;

$$Q = Q_{\text{вип}} = \frac{80 \cdot 1000}{24 \cdot 3600} \cdot 162 = 150 \text{ кВт.}$$

Витрата водяної пари яка є насичена буде становити:

$$G_r = \frac{q}{c_r \cdot (t_{\text{нг}} - t_{\text{кр}})} \quad (3.2)$$

Температура кипіння фреону становить -51 °С тоді:

$$G_{\Gamma} = \frac{150}{2,2 \cdot (100 + 51)} = 0,45 \quad \text{кг/с}$$

Виразуємо площу передачі теплопередачі:

$$F = \frac{150 \cdot 10^3}{400 \cdot 16} = 23,4 \quad \text{м}^2.$$

Вибираємо теплообмінник з такими характеристиками: площа теплообміну  $26 \text{ м}^2$ , внутрішній діаметр кожуха становить  $D = 1,0 \text{ м}$ ; довжина труб  $L = 6,0 \text{ м}$ ; сортамент труб –  $\text{Ø}25 \times 2 \text{ мм}$ ; кількість трубних пучків – 1; кількість труб у трубному пучку – 132; площа перехідного перетину одного ходу по трубах  $s_{\text{тр}} = 0,23 \text{ м}^2$ .

Швидкість руху водяної пари у трубах яка є фактична становить:

$$w_{\Gamma} = \frac{G_{\Gamma}}{\rho_{\Gamma} \cdot s_{\text{тр}} \cdot n}, \quad (3.3)$$

де  $\rho_{\Gamma} = 0,85 \text{ кг/м}^3$  – густина водяної пари при середній температурі;  $n$  – число заходів по трубах. Відповідно до конструкції апарату встановлено така кількість заходів  $n = 2$ .

$$w_{\Gamma} = \frac{11,4}{0,85 \cdot 0,23 \cdot 2} = 29,2 \text{ м/с}.$$

Фізичні параметри водяної пари наступні: динамічний коефіцієнт в'язкості  $\mu_{\Gamma} = 12,5 \cdot 10^{-6} \text{ Па} \cdot \text{с}$ ; коефіцієнт теплопровідності  $\lambda_{\Gamma} = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$ ; коефіцієнт об'ємного розширення теплоносія  $\beta_{\Gamma} = 2,6 \cdot 10^{-3} \text{ К}^{-1}$ .

Розрахуємо критерій Рейнольдса:

$$Re = \frac{w \cdot l \cdot \rho}{\mu} \quad (3.4)$$

де  $w$  – швидкість теплоносія  $29,2 \text{ м/с}$ ;

$\rho$  – густина теплоносія  $0,85 \text{ кг/м}^3$ ;

$l$  – визначальний геометричний розмір  $0,021 \text{ м}$ ;

$\mu$  – динамічна в'язкість теплоносія  $12,5 \cdot 10^{-6} \text{ Па} \cdot \text{с}$ .

Підставивши значення отримаємо такий результат:

$$Re = \frac{29,2 \cdot 0,021 \cdot 0,85}{12,5 \cdot 10^{-6}} = 41698.$$

Розрахуємо критерій Прандтля:

$$Pr = \frac{\mu \cdot c}{\lambda}, \quad (3,5)$$



де  $c$  – питома теплоємність теплоносія, Дж/(кг·К)

Підставивши значення отримаємо такий результат:

$$Pr = \frac{12,5 \cdot 10^{-6} \cdot 2,2 \cdot 10^3}{2,5 \cdot 10^{-2}} = 1,1.$$

Після розрахунку по критерію Рейнольдса можна визначити, що водяна пара рухається турбулентним рухом.

Отже, використаємо рівняння Нусельта для визначення наступного критерію:

$$Nu_r = 0,023 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,4} \quad (3.6)$$

$$Nu_r = 0,023 \cdot 41698^{0,8} \cdot 1,1^{0,4} = 119.$$

По критерію рівняння Нуссельта визначимо коефіцієнт тепловіддачі:

$$Nu = \frac{\alpha \cdot l}{\lambda}, \quad (3.7)$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м<sup>2</sup>·К);

$l$  – визначальний геометричний розмір, м;

$\lambda$  – теплопровідність теплоносія, Вт/(м·К).

$$\alpha = \frac{119 \cdot 0,25}{0,021} = 1417 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}.$$

Коефіцієнт тепловіддачі фреону  $a_x$  вирахуємо з наступного рівняння:

$$b = 0,75 + 7,5 \cdot \left( \frac{\rho_n}{\rho_p - \rho_n} \right)^{2/3} \quad (3.8)$$

де  $\rho_p$  – густина рідини 800 кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_n$  – густина пари 7 кг/м<sup>3</sup>.

$$b = 0,75 + 7,5 \cdot \left( \frac{7}{800 - 7} \right)^{2/3} = 1,07.$$

Тоді коефіцієнт тепловіддачі фреону буде становити:

$$\alpha = 1,07 \cdot \frac{0,12^2 \cdot 105^2}{0,14 \cdot 0,02 \cdot 96} = 632 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

Тепер визначимо реальний коефіцієнт тепловіддачі вирахувавши його з рівняння для визначення тепловіддачі для плоскої стінки:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (3.9)$$

де  $\alpha_1$  і  $\alpha_2$  - коефіцієнти тепловіддачі теплоносіїв, 1417 і 632 Вт/(м<sup>2</sup>·К) відповідно;

$\delta_{ст}$  – товщина стінки тепловіддавальної поверхні  $2 \cdot 10^{-3}$  м;

$\lambda_{ст}$  – коефіцієнт тепловіддачі 46,5 Вт/(м·К) .

$$K = \frac{1}{\frac{1}{1417} + \frac{2 \cdot 10^{-3}}{46,5} + \frac{1}{632}} = 429 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}.$$

Розрахункова площа теплообмінника становить 23 м<sup>2</sup>, тоді запас площі буде

$$\Delta = \frac{F - F_p}{F} \cdot 100\% \quad (3.10)$$

$$\Delta = \frac{26 - 23}{26} \cdot 100\% = 11.5\%.$$

Для роботи теплообмінника запас площі знаходиться в допустимих межах.

Вирахуємо діаметри штуцерів для підведення і відведення теплоносіїв до теплообмінника:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot w}} = \sqrt{\frac{4 \cdot G}{\pi \cdot \rho \cdot w}}; \quad (3.11)$$

де  $V$  і  $G$  – об'ємна витрата рідини та масова відповідно м<sup>3</sup>/с і кг/с;

$\rho$  – густина потоку теплоносія;

$w$  – швидкість витікання теплоносія.

Швидкість руху теплоносіїв є від 1 до 3 м/с.

Приймаємо 2 м/с. Тоді діаметр патрубків для входу фреону в теплообмінник буде:

$$d_{x.вх} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,926}{3,14 \cdot 800 \cdot 2}} = 0,027 \text{ м.}$$

Діаметр патрубк для виходу парів фреону:

$$d_{x.вих} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,926}{3,14 \cdot 7 \cdot 15}} = 0,1 \text{ м.}$$

Діаметри патрубків для виходу і входу водяної пари:

$$d_{x.вх} = \sqrt{\frac{4 \cdot 11,4}{3,14 \cdot 0,85 \cdot 20}} = 0,092 \text{ м.}$$

Приймаємо в проектуваному кожухотрубному теплообміннику патрубки таких стандартів: для входу фреону  $D=27$  мм; для виходу парів фреону  $D=100$  мм; для входу та виходу водяної пари  $D=100$  мм.

Повний напір, який потрібен для руху рідини або газу через теплообмінник, вирахуємо за такою формулою:

$$\Delta P = \Sigma \Delta P_{ТР} + \Sigma \Delta P_{РМ} + \Sigma \Delta P_{РУ} + \Sigma \Delta P_{РГ}, \quad (3.12)$$

де  $\Sigma \Delta P_{ТР}$  – загальні гідравлічні витрати на тертя, Па;

$\Sigma \Delta P_{РМ}$  – загальні витрати напіру в деяких опорах, Па;

$\Sigma \Delta P_{РУ}$  – загальні витрати напіру які виникли прискоренням потоку, Па;

$\Sigma \Delta P_{РГ}$  – перепад тиску рідини для подолання стовпа, Па.

За формулою визначимо гідравлічні витрати на тертя які виникають під час омивання труб в теплообміннику:

$$\Delta P_{тр} = \lambda_{тр} \cdot \frac{L}{d_E} \cdot \frac{w_{Г}^2 \cdot \rho_{Г}}{2}, \quad (3.13)$$

де  $\lambda_{ТР}$  – коефіцієнт опору тертя.

$$\lambda_{тр} = 0,11 \cdot \left( \frac{\Delta}{d_E} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25} \quad (3.14)$$

де  $\Delta$  – абсолютна шорсткість поверхні труб, мм.

$$\lambda_{\text{тр}} = 0,11 \cdot \left( \frac{0,1}{0,021} + \frac{68}{4198} \right)^{0,25} = 0,163.$$

$$\Delta P_{\text{тр}} = 0,163 \cdot \frac{6}{0,021} \cdot \frac{29,2^2 \cdot 0,85}{2} = 16876 \text{ Па.}$$

Втрати гідравлічного тиску визначимо за формулою:

$$\Delta P_{\text{м}} = \xi \cdot \frac{w_{\text{г}}^2 \cdot p_{\text{г}}}{2}, \quad (3.15)$$

де  $\xi$  – коефіцієнт місцевого опору становить 6;

$$\Delta P_{\text{м}} = 6 \cdot \frac{29,2^2 \cdot 0,85}{2} = 2174 \text{ Па,}$$

$\Sigma \Delta P_{\text{У}}$  та  $\Sigma \Delta P_{\text{Г}}$  приймають рівне 0 тоді, повний гідравлічний напір буде становити:

$$\Delta P = 16876 + 2174 = 19,050 \text{ кПа.}$$

### 3.5. Розрахунок елементів машини на міцність

Для приєднання теплообмінника до теплоносіїв застосовують штуцер який впирається в патрубок за допомогою гумової прокладки і зафіксований з'єднувальною голівкою. Зовнішнє навантаження відсутнє, в цьому випадку на з'єднанні гайка – на штуцер діє осьова сила, яка виникає від затяжки гайки. При цьому напруження розтягу і кручення не мають перевищувати допустимі.

Напруження кручення розраховують за формулою:

$$\tau = \frac{0,5 \cdot F_{\text{зат}} \cdot d_2 \cdot \text{tg}(\psi + \varphi)}{0,2 \cdot d_1^3}, \quad (3.11)$$

де  $F_{\text{зат}}$  – осьова сила затяжки, Н·м;

$$F_{\text{зат}} = A \cdot [\sigma_{\text{зм}}], \quad (3.12)$$

$A$  – поерхня з'єднання деталей, поверхня між з'єднувальною гайкою і штуцером;

$$A = \frac{\pi \cdot (D - d)^2}{4}, \quad (3.13)$$

$D$  – діаметр штуцера, м;

$d$  – діаметр гайки, м;

$[\sigma_{\text{зм}}]$  – допустиме напруження, МПа;

$d_2$  – середній діаметр різьби з'єднувальної гайки, м;

$\varphi$  – кут підйому різьби, град;

$\psi$  – кут тертя, град;

$d_1$  – внутрішній діаметр різьби гайки, м.

$$A = \frac{3,14 \cdot (0,031^2 - 2 \cdot 0,054 \cdot 0,048 + 0,048^2)}{4} = 0,0015 \text{ м}^2.$$

Напруження розтягнення від сили затяжки визначається за формулою:

$$\sigma = \frac{F_{\text{зам}}}{\frac{\pi}{4} \cdot d_1^2}, \quad (3.14)$$

$$\sigma = \frac{5652}{\frac{3,14}{4} \cdot 0,063^2} = 1,8 \text{ МПа.}$$

Умова змінання:

$$\sigma \leq [\sigma_{\text{зм}}], \quad (3.15)$$

$$1,8 \leq 2.$$

Умова виконується.

## **4. ОХОРОНА ПРАЦІ**

### **4.1 Структурно-функціональний аналіз технологічного процесу**

#### **Аналіз виробничих небезпек під час технологічного процесу**

Виробництво питного молока здійснюється з виконанням певної послідовності технологічних операцій, серед яких можна виділити такі основні: приймання і зважування молока, очищення і сепарація молока, пастеризація молока, гомогенізація молока охолодження та очищення молока, фасування продукції у тару тощо. Кожен з цих процесів містить свої небезпечні чинники, які можуть негативно вплинути на життя та здоров'я працівників при недотриманні правил техніки безпеки.

Під час роботи молокопереробного цеху виникають такі небезпечні чинники як механічний, враження електричним струмом та теплові опіки.

До механічних чинників виникнення небезпечних ситуацій належать машини та механізми, які мають рухомі та обертові робочі органи. До них також відносять всі види передач (ланцюгові, стрічкові, пасові тощо); сепаратори, пристрої з перемішувальними органами тощо. Ці небезпечні зони повинні бути недоступні для випадкового контакту з ними персоналу підприємства, тобто огорожені та захищені спеціальним захисним обладнанням.

Ураження електричним струмом виникають в результаті неполадок в електричних системах машин і апаратів, або при неправильній експлуатації електричних пристроїв цих машин. Для запобігання ураження електричним

струмом необхідно вчасно проводити перевірки стану електрообладнання та заземлення.

Чинник теплового опіку може виникати при не укомплектуванні персоналу цеху, які працюють із пастеризаторами відповідними засобами індивідуального захисту та при порушенні технології виконання цієї операції.

### **Розробка моделі травмонебезпечних та аварійних ситуацій**

В процесі виробництва питного молока в цеху можуть виникати травмонебезпечні та аварійні ситуації.

Розглянемо найбільш ймовірні ситуації, які можуть призвести до тяжких наслідків, пов'язаних з травмуванням обслуговуючого персоналу.

#### **1. Операція: введення цеху в експлуатацію**

- Небезпечна умова: не закритий захисною кришкою вал сепаратора НУ<sub>1</sub>; до обертових частин мають доступ сторонні особи НУ<sub>2</sub>.
- Небезпечна дія: оператор ввімкнув обладнання не оглянувши установку НД<sub>1</sub>; до обертових органів підійшли сторонні особи НД<sub>2</sub>.
- Небезпечна ситуація: намотування частин одягу або пошкодження кінцівок сторонніх осіб.
- Можливі наслідки: травма.
- Заходи запобігання: обертові частини установки повинні бути оснащені захисними кожухами, сторонні особи, що не пройшли інструктаж по експлуатації даного обладнання не повинні бути присутніми на установці.

#### **2. Операція: перевірка електрообладнання**

- Небезпечна умова: металеві частини електрифікованих машин і апаратів не заземлені згідно правил експлуатації НУ<sub>1</sub>; до них є доступ людей НУ<sub>2</sub>.
- Небезпечна дія: оператор ввімкнув двигуни машин НД<sub>1</sub>; людина була в контакті з металевим обладнанням НД<sub>2</sub>.
- Небезпечна ситуація: ураження електричним струмом людини внаслідок несправності електроживильних провідників НС.
- Можливі наслідки: травма.

– Заходи запобігання: металеві частини установки повинні бути заземлені згідно норм та правил експлуатації електроустановок.

Перелік потенційно-небезпечних і шкідливих виробничих факторів переробного цеху приведений в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Небезпечні і шкідливі виробничі фактори

Назва операції	Обертаючі частини машини	Небезпечний рівень напруги	Гаряча вода, пара	охолоджуюча рідину	Підвищена вологість повітря	Підвищений рівень вібрації	Недостатня освітленість	Нервово-психологічні навантаження	Пожежна безпека
Прийом сировини	+	-	-	-	-	-	+	+	+
Очистка	+	+	-	-	-	+	-	-	+
Пастеризація	-	+	+	+	+	-	-	+	+
Гомогенізація	+	+	+	-	-	-	-	-	-
Сквашування	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Охолодження	-	-	+	-	-	+	-	-	-
Дозрівання	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Фасування	+	+	-	-	-	+	-	+	-

Найбільш небезпечним фактором є присутність гарячої води або пари. Для запобігання травм і опіків усі трубопроводи гарячої води і пари необхідно



ізолювати. Для зменшення і усунення шкідливих факторів необхідно покращити організацію роботи по охороні праці і виконувати вимоги по експлуатації машин.

На робочому місці повинні дотримуватись передбачені режими роботи обладнання, його огляд, ремонт, а також допустимі навантаження. Обладнання в якому може виникнути самозапалення повинно бути оснащеним контрольно-вимірювальною апаратурою.

#### **4.2 Обґрунтування організаційно-технічних рекомендацій стосовно безпечного перебігу технологічного процесу**

##### **Загальний перелік заходів з безпеки життєдіяльності**

Для забезпечення безпечних умов роботи на проектному підприємстві пропонуються проектні рішення, що викладені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Заходи по покращенню безпеки життєдіяльності

<b>Найменування заходів</b>	<b>Строк виконання</b>	<b>Відповідальні особи</b>
Проведення додаткового заняття із працівниками на небезпечних місцях.	Щоквартально	Інженер по ОП
Складання інструкції по техніці безпеки на робочому місці.	Періодично	Начальник дільниці і інженер по ОП
Організувати виготовлення і встановлення кутка по техніці безпеки.	Кінець календарного року	Начальник дільниці
Перевірка засобів пожежегасіння.	Періодично	Інженер по ОП

##### **Проектні рішення з безпеки життєдіяльності**

Для розробки протипожежних заходів необхідно провести розрахунок об'єму води і числа резервуарів.

Кількість води для пожежегасіння розраховується за формулою:

$$Q = 3,6 \cdot q \cdot t \cdot z, \quad (4.1)$$

де  $q$  – розхід води, л/с;  
 $t$  – час пожежегасіння, с;  
 $z$  – кількість пожеж, шт.

$$Q = 3,6 \cdot 8 \cdot 120 \cdot 1 = 3456 \text{ л.}$$

Приймаємо два пожежних резервуари об'ємом  $2 \text{ м}^3$ .

Для захисту цеху від грозових розрядів використовуються громовідводи. Висота одинарного громовідводу визначається за формулою:

$$h = \frac{r_x + 1,63h_x}{1,5}, \quad (4.2)$$

де  $r_x$  – необхідний радіус захисту, м;  
 $h_x$  – висота захисної споруди, м;

$$h = \frac{17 + 1,63 \cdot 5}{1,5} = 16,2 \text{ м.}$$

Приймаємо громовідвід довжиною  $16,5 \text{ м}$  площиною зрізу  $100 \text{ мм}^2$ .

На молокопереробному підприємстві приймається природна вентиляція.

Перепад тисків, що забезпечує рух повітря за рахунок теплового напору визначається за формулою:

$$H_T = 9,8 \cdot h_n (\rho_{zn} - \rho_{en}), \quad (4.3)$$

де  $h_n$  – відстань між серединами витяжних і приточуваних отворів, м;  
 $\rho_{zn}$  – густина зовнішнього повітря,  $\text{кг/м}^3$ ;  
 $\rho_{en}$  – густина внутрішнього повітря,  $\text{кг/м}^3$ .

$$H_T = 9,8 \cdot 5 \cdot (1,204 - 1,184) = 0,98 \text{ Па.}$$

Швидкість повітря визначається за формулою:

$$V = 1,42 \cdot \varphi_o \sqrt{\frac{H_T}{\rho_{zn}}}, \quad (4.4)$$

де  $\varphi_o$  – коефіцієнт, що враховує опір повітря в отворі.

$$V = 1,42 \cdot 0,5 \cdot \sqrt{\frac{0,98}{1,204}} = 0,64 \text{ м/с.}$$

Сумарну площу вихідних отворів і число витяжних пристроїв визначають за формулами:

$$S_o = \frac{w}{3600 \cdot V}, \quad (4.5)$$

$$n_e = \frac{S_o}{f_o}, \quad (4.6)$$

де  $w$  – необхідний повітрообмін, м<sup>3</sup>/год;

$f_o$  – площа перерізу витяжного отвору, м<sup>2</sup>.

$$S_o = \frac{7000}{3600 \cdot 0,64} = 3,03 \text{ м}^2.$$

$$n_e = \frac{3,03}{0,5} = 6 \text{ шт.}$$

Розрахунок кількості світильників зводиться до вибору типу світильників, їх числа і раціонального розміщення.

Необхідна кількість ламп розраховується за формулою:

$$N_{ce} = \frac{E_{min} \cdot k \cdot S \cdot z}{F_l \cdot \eta}, \quad (4.7)$$

де  $E_{min}$  – мінімально допустима освітленість по нормі, лк;

$k$  – коефіцієнт мінімальної освітленості;

$S$  – площа цеху, м<sup>2</sup>;

$z$  – коефіцієнт запасу;

$F_l$  – світловий потік прийнятої стандартної лампи, лк;

$\eta$  – коефіцієнт світлового потоку.

$$N_{ce} = \frac{20 \cdot 1,25 \cdot 1,2 \cdot 480}{1640 \cdot 0,37} = 23,73 \approx 24.$$

Приймаємо 24 ламп, тип люмінесцентні ЛД – 30, Ф – 1640.

#### 4.3 Захист цивільного населення

Актуальність проблеми щодо природно-техногенної безпеки населення і території зумовлена тенденціями зростання втрат людей, що спричиняються небезпечними природними явищами, промисловими аваріями і катастрофами.

На даному підприємстві цивільна оборона організовується з метою завчасної підготовки її до захисту від наслідків надзвичайних ситуацій, зниження втрат, створення умов для підвищення стійкості роботи підприємства та своєчасного проведення рятувальних та інших робіт.

Відповідальність за організацію та стан Цивільної оборони відповідно до Закону України “Про Цивільну оборону України” і Положення про органи управління в справах ЦО у господарстві несе керівник підприємства.

Керівництво підприємства забезпечує працівників засобами індивідуального та колективного захисту, організовує здійснення евакозаходів, створює сили для ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій та забезпечує їх готовність до практичних дій, виконує інші заходи цивільної оборони і несе, пов’язані з цим, матеріальні та фінансові витрати в порядку та обсягах, які передбачені законодавством України.

На території підприємства потенційно-небезпечних об’єктів немає і їх будівництво не передбачається.

У разі виникнення стихійних лих та надзвичайних ситуацій необхідно своєчасно оповістити населення, провести комплекс заходів, які повинні забезпечити укриття населення в захисних спорудах, його евакуацію, медичний, радіаційний і хімічний захисти, а також захист від впливу біологічних засобів ураження.

Навчання з ЦО є загальним для усіх громадян і організовується як за місцем роботи, так і за місцем проживання. Воно включає підготовку керівного складу, робітників і службовців, населення, яке не зайняте у сфері виробництва та обслуговування, підготовку учнів та студентів. Навчання здійснюється за погодинними програмами.

При ліквідації наслідків аварій, стихійних лих проводяться рятувальні та інші невідкладні роботи щодо усунення безпосередньої загрози життю та

здоров'ю людей, відновлення життєзабезпечення населення, запобігання або зменшення матеріальних збитків.

## **5. РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ**

### **5.1. Визначення обсягу та структури витрат на виробництво продукції**

Розрахунок техніко-економічних показників базується на визначенні показників: строку окупності капіталовкладень, річного економічного ефекту, рівня рентабельності виробництва, прибутку, економії затрат праці, рівня механізації, собівартості продукції, експлуатаційних і виробничих затрат.

Одним із основних критеріїв економічної оцінки технологічного рішення є строк окупності, який визначається як відношення сумарних капітальних витрат  $K_{\text{кап}}$  (грн.) до річного прибутку  $\Pi$  (грн.):

$$T = \frac{K_{\text{кап}}}{\Pi} \quad (5.1)$$

Наступним показником, який може характеризувати економічну ефективність виробництва заданого виду продукції є рівень рентабельності. Він характеризує прибутковість підприємства. Рентабельність визначається відношенням прибутку  $\Pi$  до загальних затрат на виробництво продукції  $Z$ :

$$P_p = \frac{\Pi}{Z} \cdot 100 \quad (5.2)$$

Прибуток визначається як різниця грошових надходжень  $\Gamma_n$  і загальних затрат на виробництво продукції  $Z$ :

$$\Pi = \Gamma_n - Z \quad (5.3)$$

Грошові надходження від реалізації виробленої продукції визначаються як добуток кількості виробленої продукції  $Q_{np}$  (т) на її ціну  $C_{np}$  (грн./т):

$$\Gamma_n = \sum Q_{np} \cdot C_{np} \quad (5.4)$$

Грошові надходження від реалізації продукції різного гатунку (якості) визначатимуться як:

$$\Gamma_{нвг} = Q_{нвг} \cdot C_{нвг} \quad (5.5)$$

$$\Gamma_{нвг} = 457,7 * 22100 = 10115391 \text{ грн.}$$

$$\Gamma_{н1г} = Q_{н1г} \cdot C_{н1г} \quad (5.6)$$

$$\Gamma_{н1г} = 547,5 * 23390 = 12806025 \text{ грн.}$$

Сумарні грошові надходження

$$\Gamma_n = 10115391 + 12806025 = 22921416 \text{ грн.}$$

Загальні затрати на виробництво продукції визначаються за формулою:

$$Z = Z_n + Z_{н} \quad (5.7)$$

де  $Z_n$  - прямі затрати на виробництво продукції, грн.;

$Z_{н}$  - непрямі затрати на виробництво продукції, грн.

Прямі затрати на виробництво продукції визначаються як

$$Z_n = Z_e + A_o + A_o + B_c + B_m \quad (5.8)$$

де  $Z_e$  - експлуатаційні затрати на виробництво продукції, грн.  
(вибирається з технологічної карти);

$A_\delta$  - амортизаційні відрахування на будівлі і споруди, грн.;

$A_o$  - амортизаційні відрахування на відновлення і ремонт обладнання, що не ввійшло в технологічну карту, грн.;

$B_c$  - вартість сировини, що необхідна для виробництва продукції, грн.;

Амортизаційні відрахування на будівлі визначаються за формулою:

$$A_\delta = \frac{B_\delta}{T_e} \quad (5.9)$$

де  $B_\delta$  - балансова вартість будівлі, грн.;

$T_e$  - строк експлуатації будівлі, років (приймається 50 років).

Балансова вартість будівлі вибирається з довідників, нормативних документів, або розраховується за формулою:

$$B_\delta = V_\delta \cdot Z_\delta \quad (5.10)$$

де  $V_\delta$  - будівельний об'єм, м<sup>3</sup>;

$Z_\delta$  - будівельні затрати на 1 м<sup>3</sup>.

$$B_\delta = 2335 \cdot 1600 = 3736000 \text{ грн.}$$

Тоді

$$A_\delta = \frac{3736000}{50} = 74720 \text{ грн.}$$

Вартість сировини, яка використовується для виробництва продукції визначається за формулою:

$$B_c = \sum W_c \cdot C_c \quad (5.11)$$

де  $W_c$  - кількість кожного компоненту в загальній рецептурі, кг;

$C_c$  - вартість кожного компоненту рецептури, грн/кг.

$$B_c = 656,4 \cdot 26000 = 17066400 \text{ грн.}$$

Вартість тари, необхідної для пакування виробленої продукції визначатиметься як

$$B_m = N_m \cdot C_m \quad (5.12)$$

де  $N_m$  - кількість одиниць тари, шт;

$C_m$  - ціна тари, грн./шт.

Тоді,

$$B_m = 5550 * 0,55 = 3052,5 \text{ грн.}$$

Тоді прямі затрати будуть становити

$$Z_n = 138685,2 + 74720 + 1607,833 + 17066400 + 4162,5 = 17285575,53 \text{ грн.}$$

Непрямі затрати на виробництво продукції становлять 10 % від прямих, тому їх розмір визначатиметься за формулою:

$$Z_n = 0,1 \cdot Z_n \quad (5.13)$$

$$Z_n = 0,1 * 17285575,53 = 1728557,55 \text{ грн.}$$

Загальні затрати на виробництво продукції будуть становити

$$Z = 17285575,53 + 1728557,55 = 19014133,08 \text{ грн.}$$

Тоді прибуток від реалізації виробленої продукції буде рівним

$$П = 22921416 - 19014133,08 = 3907282,92 \text{ грн.}$$

Собівартість одиниці продукції визначається за формулою:

$$C_{np} = \frac{Z}{Q_{np}} \quad (5.14)$$

$$C_{np} = \frac{19014133,08}{681} = 27920,9 \text{ грн/т.}$$

## 5.2 Визначення рентабельності підприємства, цеху та строк окупності додаткових капіталовкладень

За умови відомих значень прибутку і загальних затрат на виробництво продукції можна визначити рівень рентабельності виробництва.

$$P_p = \frac{3907282,92 * 100}{19014133,08} = 20,55 \%$$



Для визначення строку окупності капітальних вкладень необхідно визначити їх розмір за формулою

$$K_{\text{кан}} = B_o + B_{\sigma} \quad (5.15)$$

де  $B_o$  - вартість технологічного обладнання, грн.

$$K_{\text{кан}} = 230500 + 3736000 = 3966500 \text{ грн.}$$

Тоді строк окупності капітальних вкладень буде становити

$$T_{\text{ок}} = \frac{3936500}{3907282,92} = 1,02 \text{ років.}$$

Таблиця 5.1- Економічні показники запропонованої технології виробництва

Показник	Умовні позн	Одиниці виміру	Параметр
1	2	3	4
Експлуатаційні затрати	$Ze$	грн.	138685,2
в.т. числі:			
заробітна плата	$Zn$	грн.	14820,33
амортизація машин	$Am$	грн.	5759,07
поточний ремонт машин	$Anp$	грн.	10319,26
вартість паливо-мастильних матеріалів	$Vnmm$	грн.	38976
вартість електроенергії	$Ve$	грн.	55443,87
вартість роботи автотранспорту	$Vat$	грн.	13366,67
Амортизаційні відрахування на будівлі	$Ab$	грн.	74720
Вартість сировини	$Vc$	грн.	17066400,00
Собівартість 1 т продукції	$Cnp$	грн.	27920,9
Реалізаційна ціна 1 т пастеризованого молока жирністю 2,5%	$Ccm$	грн.	22100
Реалізаційна ціна 1 т пастеризованого молока жирністю 3,2%	$Ctw$	грн.	23390
Грошові надходження від	$Gncm$	грн.	10115391

реалізації пастеризованого молока жирністю 2,5%			
Грошові надходження від реалізації пастеризованого молока жирністю 3,2%	<i>Гнтв</i>	грн.	12806025
Прибуток	<i>П</i>	грн.	3907282,92
Рівень рентабельності	<i>Рр</i>	%	20,55
Строк окупності капіталовкладень	<i>Ток</i>	років	1,02

## ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

Проаналізувавши виробничо-економічну діяльність сільськогосподарських підприємств, місце розташування переробного цеху та споживчий попит на молочні продукти, можна зробити висновок, що підприємство з переробки молока буде в повному об'ємі забезпечене сировиною, а також є достатня кількість споживачів для реалізації виробленої продукції.

В технологічній частині дипломного проекту здійснено огляд технологій виробництва пастеризованого молока, на основі чого обґрунтовано проектну технологію виробництва. Для запропонованої технологічної схеми виробництва пастеризованого молока проведено технологічний розрахунок потокових ліній, визначено продуктивність і кількість технологічного обладнання та здійснено його вибір. Розраховано площу виробничих і допоміжних приміщень. Визначено витрату енергоносіїв для діяльності підприємства.

В конструктивній частині проведено розробку холодильної установки з проведенням відповідних технологічних, конструктивних та енергетичних розрахунків.

Проаналізовано стан охорони праці розроблено заходи забезпечення нормальних умов праці тощо. Розглянуто захист цивільного населення.

В економічній частині на основі розробленої технологічної карти на виробництво пастеризованого молока проведено розрахунок економічної ефективності діяльності підприємства.

### **Бібліографічний список**

1. Відомчі норми технологічного проектування підприємств по переробці молока. Мінсільгосппрод України ВНТП-АПК-24.06. К. – 2006. – 105 с.
2. Вознюк О.І. Умови одержання молочних продуктів високої якості. Аграрна наука та харчові технології. 2015. Вип. 1(90). С. 141–152. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/anxt\\_2015\\_1\\_17](http://nbuv.gov.ua/UJRN/anxt_2015_1_17).
3. Гулий І.С., Пушанко М.М., Орлов Л.О. та ін. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості За ред. Гулого І.С.. – Вінниця: Нова книга, 2001. –576с.
4. Грек О.В., Ющенко Н.М., Осьмак Т.Г., Онопрійчук О.О., Рибак О.М., Тимчук А.В., Красуля О.О. Практикум з технології молока та молочних продуктів: навч. посіб. - К. : НУХТ, 2015. - 431 с.
5. Гришин М. А., КарповичА. А. Комплексна переробка молочної сировини. Київ : УМК ВО, 2001. 76 с.
6. Г. Є. Поліщук, О. В. Грек, Т. А. Скорченко та ін. Технологія молочних продуктів: підруч. - К. : НУХТ, 2013. - 502 с.

7. Кочубей-Литвиненко О.В., Ющенко Н.М. Технологія отримання та первинного оброблення молока: підруч. — К.: НУХТ, 2013. — 211 с.
8. Курочкін А.А., Ляшенко В.В. Технологічне обладнання для переробки продукції тваринництва (Під редакцією В. М. Баутіно), 2001 - 440с.
9. Кодра Ю.В., Стоцько З.А. Технологічні машини. Розрахунок і конструювання: Навч. посібник. — Львів: Бескид Біт, 2004. -466с.
10. Машкін М. І., Париш Н. М. Технологія молока і молочних продуктів: Навчальне видання. — К.: Вища освіта, 2006. — 351 с.