

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА МАШИНОБУДУВАННЯ

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: **“Модернізація сепаратора ОСМ-5 в лінії виробництва  
вершків високої жирності”**

Виконав: студент IV курсу групи Маш-41

Спеціальності 133 „Галузеве машинобудування”  
(шифр і назва)

Віталій-Петро ШУРАК  
(Ім'я та прізвище)

Керівник: к.т.н. доцент Руслан ГУМЕНЮК  
(Ім'я та прізвище)

Дубляни 2024

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**  
**ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ**  
**ТЕХНОЛОГІЙ**  
**КАФЕДРА МАШИНОБУДУВАННЯ**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис)

д.т.н., професор Власовець В.М.

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 р.

**З А В Д А Н Н Я**

на кваліфікаційну роботу студенту  
**Шураку Віталію-Петру Володимировичу**

1. Тема роботи: «Модернізація сепаратора ОСМ-5 в лінії виробництва вершків високої жирності»

Керівник роботи: Гуменюк Руслан Васильович, к.т.н., доцент

Затверджена наказом по університету від 27.11.2023 року № 641/к-с

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 10.06.2023 року

3. Вихідні дані: Літературні джерела за тематикою відомих технологічних процесів виробництва вершків високої жирності та розрахунків технологічного обладнання; Матеріали навчальної, методичної довідкової та наукової літератури; Методики визначення економічної ефективності впровадження нового технологічного рішення у виробництво.

4. Перелік питань, які необхідно розробити:

1. Технологічна частина.

2. Конструктивна частина.

3. Охорона праці та захист населення.

4. Охорона довкілля.

5. Економічна ефективність роботи.

Висновки і пропозиції;

Бібліографічний список

5. Перелік ілюстративного матеріалу:

1. Технологічна лінія виробництва вершків високої жирності.

2. Загальний вигляд сепаратора ОСМ-5.
3. Барабан сепаратора ОСМ-5 до та після модернізації.
4. Приймально-відвідний пристрій сепаратора ОСМ 5 після модернізації.
5. Горизонтальний вал сепаратора ОСМ-5.
6. Економічні показники запропонованої технології виробництва вершків.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1,2,4,5	<i>Гуменюк Р.В., к.т.н., доц. кафедри машинобудування</i>			
3	<i>Городецький І.М., к.т.н., доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва</i>			

7. Дата видачі завдання: 27.11.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1.	<i>Виконання розділу: «Технологічна частина»</i>	<i>27.11.23-22.01.24</i>	
2.	<i>Виконання другого розділу: «Конструктивна частина»</i>	<i>23.01.24-28.03.24</i>	
3.	<i>Виконання розділу: «Охорона праці та захист населення»</i>	<i>29.03.24-22.04.24</i>	
4.	<i>Виконання розділу: «Охорона довкілля»</i>	<i>23.04.24-08.05.24</i>	
5.	<i>Виконання розділу: «Економічна ефективність роботи»</i>	<i>09.05.24-03.06.24</i>	
6.	<i>Завершення оформлення розрахунково- пояснювальної записки. Завершення роботи в цілому</i>	<i>04.06.24-10.06.24</i>	

Студент \_\_\_\_\_ Віталій-Петро ШУРАК  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Руслан ГУМЕНЮК  
(підпис)

УДК 664.7:658.512

Модернізація сепаратора ОСМ-5 в лінії виробництва вершків високої жирності.

Шурак В-П. В. - Кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2024.

62 с. текст. част., 8 рис., 7 табл., 18 джерел, презентація графіч. част.

Проведено модернізацію сепаратора вершків високої жирності ОСМ - 5 із заміною приймально-відвідного пристрою. В результаті підвищується якість сепарованих вершків і скорочується кількість обладнання в виробничій лінії.

У роботі розкриті всі необхідні основні частини. Розраховано сепаратор та його основні вузли та сформульовано технологічний маршрут виробництва цього компонента.

Проаналізували стан охорони праці та розробили заходи щодо забезпечення нормальних умов праці тощо. Розглянуто питання захисту населення.

Проаналізовано екологічну ситуацію. Визначено чинники, що призводять до погіршення екологічної обстановки, та шляхи їх покращення.

Проведено техніко-економічну оцінку запропонованого технічного рішення.

## Зміст

	Стор
УДК	
ВСТУП	
1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	9
1.1. Характеристика технічної бази молочного цеху.....	9
1.2 Раціональність конструктивних можливостей.....	10
1.3 Вимоги до машин і обладнання для технічних виробничих ліній.....	11
1.4 Лінія виробництва високожирних вершків.....	12
1.5. Забезпечення матеріалами, електроенергією, паливом та водою.....	16
2. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА.....	18
2.1. Гігієнічні та технічні вимоги до обладнання.....	18
2.2. Аналіз існуючих машин, вузлів.....	19
2.3. Опис вузла сепаратора до модернізації.....	27
2.4. Опис модернізованих компонентів сепаратора.....	28
2.5 Розрахунок сепаратора.....	29
2.6 Правила монтажу, експлуатації та обслуговування обладнання	40
3. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ.....	42
3.1 Шкідливі і небезпечні фактори.....	42
3.2 Розроблення моделей травмонебезпечних ситуацій.....	47
4. ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ.....	50
4.1 Охорона поверхневих та підземних вод.....	50
4.2 Охорона атмосферного повітря.....	51
4.3 Шляхи покращення екологічного стану.....	55
5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ.....	54
5.1. Визначення обсягу та структури витрат на виробництво	

продукції.....	54
5.2. Визначення рентабельності підприємства, цеху та строк окупності додаткових капіталовкладень.....	57
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	60
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	61

## Вступ

Молочна промисловість є однією з передових галузей переробної промисловості агропромислового комплексу, оскільки молоко використовується для виробництва сиру, масла, вершків, молочних консервів незбираного та знежиреного молока, морозива, йогуртів, сирків, сирних виробів з різними видами, фруктові начинки, йогуртові вироби та ін. Тому збільшення виробництва цієї продукції потребує значного збільшення виробництва молока. У вирішенні цієї проблеми важливу роль відіграє агропромисловий комплекс. Оскільки попит на молочну продукцію зростає, виникає потреба збільшити виробництво молока. Цією роботою займаються працівники молочної галузі та агропромислового комплексу.

Одним з важливих продуктів харчування для багатьох людей є вершки високої жирності. Більшість молока, яке постачає господарство, йде на виробництво вершків. Слід враховувати, що для виробництва однієї тонни вершків жирністю 33 % необхідно використати 21,7 тонни молока базової жирності. Тому особлива увага приділяється впровадженню безвідходних технологій та технологій, які повноцінно використовують усі компоненти молока у молочному виробництві. На основі останніх наукових досліджень розроблено передові технології для виконання цих завдань і особлива увага на даний час приділяється виготовленню високопродуктивного обладнання (машин) для впровадження цих технологій.

Технологія виробництва різних видів вершків високої жирності (сільськогосподарського, сендвічного, харчового та з різними рослинними джерелами) стала вимагати створення загального або спеціалізованого обладнання. Він суттєво відрізняється від традиційного. Це викликано переробкою сировини з різними фізико-хімічними властивостями в машинах і обладнанні технологічної лінії.

Завдяки впровадженню високопродуктивних засобів автоматизації виготовлення молочних виробів кожним роком збільшився, збільшилась

кількість підприємств, що виробляють якісну конкурентоспроможну продукцію по всій Україні.

Комплексна переробка молочної сировини безпосередньо пов'язана з прискореним розвитком сучасної виробничо-технологічної бази молочної промисловості для більш повного і рівномірного задоволення потреб населення в молочних продуктах, розширення їх обсягів і підвищення якості. Водночас передбачається використовувати високоефективне технічне обладнання для виробництва повних комплектів машин, обладнання та існуючих технологічних виробничих ліній для забезпечення технічного рівня, який покращує якість і надійність машин.

Єдиною можливістю вийти з продовольчого ринку та розширити свої позиції є технологічне оновлення всіх вітчизняних сучасних підприємств переробної промисловості, при якому відбувається заміна не тільки фізично зношеного обладнання, а й застарілого морально обладнання на більш досконале (нового покоління).

Науково-технічний прогрес у молочній промисловості сприяв створенню нових технологій переробки молока з використанням передового обладнання. При цьому більш повно зберігаються вихідні якості молока та його компонентів, що в свою чергу позитивно позначається на кінцевому продукті.

Метою цієї кваліфікаційної роботи була розробка лінії виробництва вершків високої жирності. Вершки високої жирності виготовляють із молока у спеціальному сепараторі. Сепаратор є основним обладнанням лінії виробництва вершків високої жирності. У сепараторі молоко перетворюється на вершки високої жирності. Емульсії «жир у воді» під дією механічної дії та температури перетворюються на емульсії «жир у воді». Всі інгредієнти крему тонко розподілені в суцільній жировій фазі вершків.



# 1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

## 1.1. Характеристика технічної бази молочного цеху

Виробництво пастеризованого молока з жирністю 2,5% відбувається на трьох поверхах. З приймального відділу ПТЛ молоко перекачується в апаратне відділення, розташоване на першому поверсі. У апаратному відділенні молоко з трубчастого пастеризатора ПТУ-10 надходить в гомогенізатор А1-ОГМ, звідки, пройшовши стелаж, автоматично надходить на ділянку розливу, розташовану на першому поверсі лінії.

Коефіцієнт автоматизації парку обладнання відображає рівень автоматизації об'єкта і визначається за формулою:

$$K_a = \frac{N_a}{\sum N} \quad (1.1)$$

де  $N_a$  - кількість автоматизованих одиниць обладнання;

$\sum$  - загальна кількість одиниць обладнання у цеху.

$$K_a = \frac{14}{34} = 0.41$$

Коефіцієнт механізації (автоматизації) виробництва  $K_B$  - це відношення кількості продукції, виготовленої за допомогою машин ОМ, до загальної кількості продукції в натуральному або вартісному вираженні.:

$$K_B = \frac{O_M}{O_M + O_P} \quad (1.2)$$

де  $O_P$  - обсяг продукції, виготовленої ручним методом.

$$K_B = \frac{43}{43+7} = 0,72$$

Коефіцієнт механізації (автоматизації) роботи  $K_{\Pi}$  -  $P_M$  Відношення чисельності працівників, зайнятих на механізованих (автоматизованих) роботах, до загальної чисельності робітників.:

$$K_{\Pi} = \frac{P_M}{P_M + P_P} \quad (1.3)$$

де  $P_P$  — кількість працівників, які виконують ручні операції, чол.

$$K_{II} = \frac{4350}{50+8} = 0,74$$

Для вдосконалення управління технологічним процесом і поліпшення умов праці працівників необхідно підвищити ступінь автоматизації і механізації виробництва, чого можна досягти шляхом впровадження вдосконаленої техніки і технології.

## 1.2 Раціональність конструктивних можливостей

Проектом технічної реконструкції цеху розливу молока (молокозаводу) передбачено заміну старого, фізично і морально застарілого обладнання на нове, збільшення потужності цеху та переведення його на 3-змінний режим роботи. Під час технічного ремонту цеху розливу молока будуть проведені монтажні роботи: заміна розливної машини VISKO FILPEK продуктивністю 2500 л/год та встановлення розливно-фасувальної машини ELORAK QMM 4500 потужністю 4500 л/год л/год у місці розташування. Положення щодо встановлення нового обладнання (машин) повинні відповідати вимогам і специфікаціям компанії.

Реальна продуктивність при максимальному споживанні електроенергії:

$$P_{\text{ф}} = P_{\text{п}} \cdot K_{\text{зм}} \cdot K_{\text{вп}} \quad (1.5)$$

де:  $P_{\text{п}}$  - проектна потужність цеху, т/д;

$K_{\text{зм}}$  - кількість змін на рік;

$K_{\text{вп}}$  - коефіцієнт використання потужності.

$$P_{\text{ф}} = 100 \cdot 360 \cdot 0,801 = 28800,1 \text{ т/рік}$$

Екстенсивне використання техніки означає тривале використання знарядь праці:

$$K_{\text{ек}} = T_{\text{ор}} / T_{\text{мф}} \quad (1.6)$$

де  $K_{\text{ек}}$  - коефіцієнт широкого використання обладнання;

$T_{\text{ор}}$  - фактичний час роботи пристрою за певний період, днів;

$T_{\text{МФ}}$  - максимальна кількість коштів, можлива для роботи обладнання протягом певної кількості днів.

$$K_{\text{ЕК}} = 250/365 = 0,68$$

Під інтенсивним використанням обладнання розуміють ступінь використання одиниці робочого часу.

$$K_{\text{ІН}} = \text{Ппф} / \text{Птех} \quad (1.7)$$

У формулі:  $K_{\text{ІН}}$  - коефіцієнт інтенсивності використання обладнання;

$\text{Ппф}$  - планова або фактична норма виробітку обладнання за годину або зміну, т;

$\text{Птех}$  - максимально можлива технічна продуктивність обладнання за одну годину або одну зміну, т.

$$K_{\text{ІН}} = 4000/4500 = 0,88$$

Загальним показником використання обладнання є інтегральний коефіцієнт:

$$K_{\text{ІНТ}} = K_{\text{ЕК}} * K_{\text{ІН}} = 0,680 * 0,88 = 0,598$$

### 1.3 Вимоги до машин і обладнання для технічних виробничих ліній

Обладнання підбирається виходячи з обсягів виробництва і можливостей цеху обраного технологічного рішення з урахуванням механізації транспортних і технологічних операцій.

Кількість технологічного обладнання в ПТЛ розраховується за такою формулою:

$$N = \frac{W}{G \cdot T_{\text{зм}} \cdot k_{\text{зм}}}, \quad (2.7)$$

де  $W$  - Кількість переробленої сировини, тонн;

$G$  – продуктивність  $i$ -ї машини, т/год.

Наведено приклади розрахунку сепаратора очищення молока Г9-ОМА.

$$N = \frac{100}{15 \cdot 7} = 0,95.$$

Приймаємо  $N = 1$  шт.

Таблиця 2.1 - Обладнання, необхідне для технологічних операцій молочного виробництва

Операція	Тип машини (обладнання)	Марка машини	Продуктивність, т/год	Кількість	Потужність приводу, кВт	Габаритні розміри машин, мм		
						довжина	ширина	висота
Приймання молока	Резервуар молоко-приймальний	В2-ОМ3-5	5	3	1,5	2342	2280	2856
Підігрівання молока	Підігрівач трубчатий	П8-ОАБ	5	3	1,5	1500	890	1450
Очищення молока	Сепаратор очисник молока	Г9-ОМА	15	1	3	752	628	1950
Сепарація очищеного молока	Сепаратор-відокремлювач вершків	ОСМ-5	5	2	1	755	415	700
Пастеризація молока	Пастеризатор молока	А1-ОКЛ-5	5	3	9	2700	2700	2500
Гомогенізація молока	Гомогенізатор	А1-ОГА-5	5	3	11	1430	1100	1640
Фасування	Розливно-упаковочний автомат ЕЛОПАК	QMM-4500	4,5	1		4464	1400	2550
Виготовлення холоду	Холодильна установка	МХУ-8	-	1	3	3200	1800	650
Зважування фасованого продукту	Вага платформна	Р6-ВІР	20	1	-	2700	5300	320

#### 1.4 Лінія виробництва високожирних вершків

Високожирні вершки (рисунок 1.3) виготовляють із пастеризованого молока і білкових добавок. У виробництві вершків допускається використання дистильованого моногліцерину. Існує дві технології виробництва високожирних вершків: - використання дистильованого

моногліцерину; - використання дистильованого молока. При першому способі молоко сепарують лише один раз для отримання вершків жирністю не менше 45%.

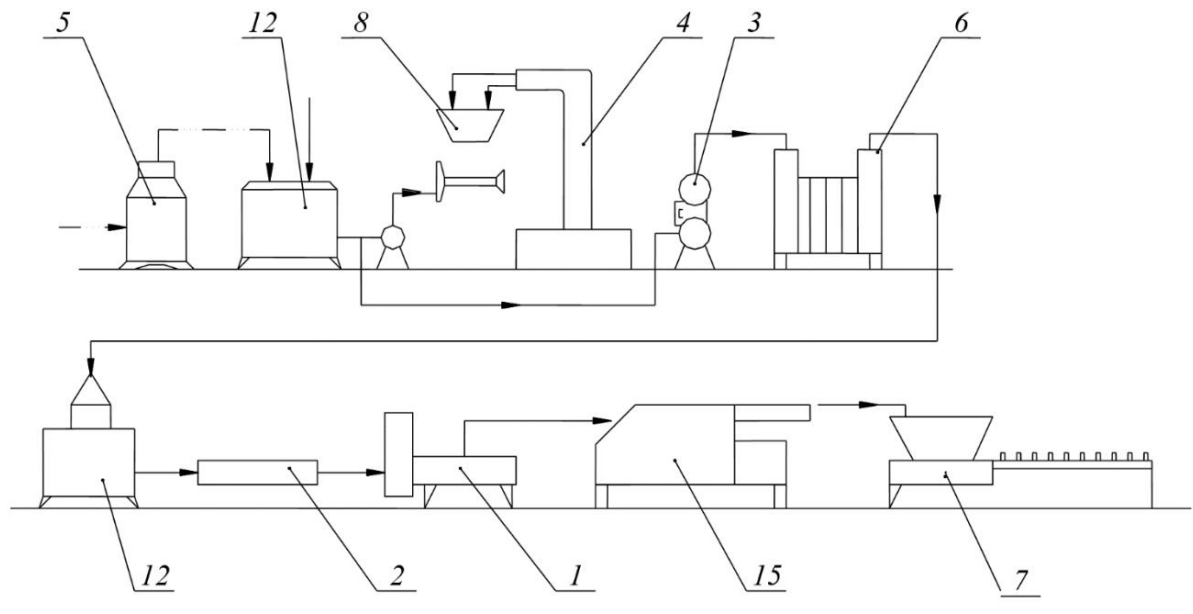


Рисунок 1.1 - План процесу виробництва вершків: 1 - масло виробник періодичної дії; 2 - фільтр; 3 - гвинтовий насос; 4 - пастеризаційна установка; 5 - ємність для сировини; 6 – охолоджувальна установка; 7 - машина для фасування вершків; 8 – дозатор; 12 - пластинчастий теплообмінник; 15 - ємність для дозрівання вершків.

При другому способі отримують 70% жирність із вершкововідділювача. Термін реалізації вершків 10-15 днів. Вершкову пасту (рисунок 1.1) переробляють з вершкового масла високої жирності, масовою часткою 25-30%. Паштети виготовляють з пастеризованих вершків і білків, які відокремлюють від пахти або знежиреного молока хлоркальцієвим методом. Відмінною особливістю технології виробництва заварного крему є використання білкових добавок, отриманих зі свіжої пахти або знежиреного молока. Пахту попередньо термічно обробляли під час витримки у ванні при  $t = 92\text{ }^{\circ}\text{C}$  протягом 6-7 год. Згодом додають розчин хлористого кальцію з

розрахунку 100 г на 100 кг пасти. Цю суміш витримати 10 хвилин, злити білок і сироватку, що випали в осад і охолодити до 60 °С.

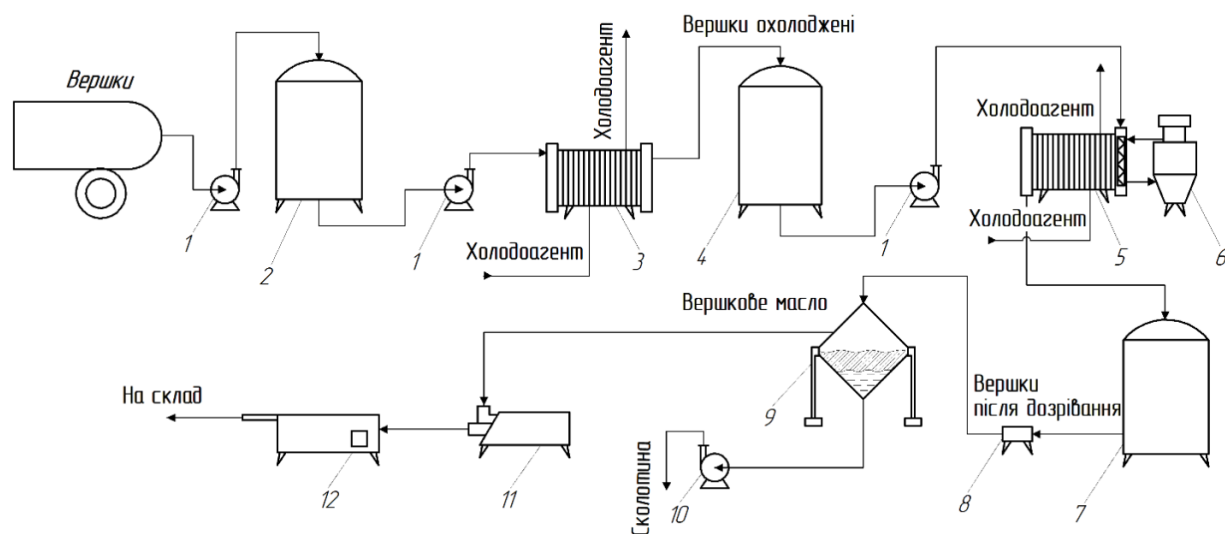


Рисунок 1.2 – Схема технологічної лінії виробництва вершків: 1 - насос; 2 - приймальна ванна; 3 - пластинчастий теплообмінник; 4 - ємність для вершків; 5 - пластинчаста пастеризаційно-охолоджувальна установка; 6 - дезодоратор; 7 - ємність для дозрівання вершків; 8 - гвинтовий насос; 9 - масло виробник періодичної дії; 10 - насос для пахти; 11 - гомогенізатор-пластифікатор; 12 - машина для фасування вершків в коробки;

Враховуючи рисунок 1.2, техпроцес складається з наступних моментів:

- Отриманий крем за допомогою насоса 1 подається в ємність 2;
- Отримані вершки направляються в пластинчастий теплообмінник 3 для нагріву;
- Вершки з кожного відділення надходять у ємність 4 для проміжного зберігання, звідки направляються на пастеризаційно-охолоджувальну установку вершків 5 з дозатором 6;
- Після пастеризації, дезодорації та охолодження вершки надходять у ємність 7;
- Після фізичного дозрівання вершків шнековим насосом 8 їх направляють в сепаратор періодичної дії 9, де відбувається збивання

вершків,. Вершки в сепараторі 9 періодичної дії подають і збивають під вакуумом або за допомогою насоса.

- Вершки високої жирності піддаються механічній Для поліпшення консистенції вершки обробляють в гомогенізаторі і пластифікаторі 11;

- Вершки виливаються в сепаратор в ящик No12.

Суть методу збивання [5] полягає в отриманні вершків. Збийте молоко до вершкової маси в блендері періодичної дії. Для приготування вершків до збивання використовуйте режими Довгий і Швидкісний. При тривалій схемі вершки витримують від 5 до 20 годин при температурах. Використовується одноступеневе і багатоступеневе охолодження. При одноступінчастому режимі вершки швидко охолоджують до температури дозрівання і витримують при цій температурі до збивання; при багатоступінчастому - вершки охолоджують поетапно в двох і більше температурних діапазонах.

Восени і взимку пастеризовані вершки охолоджують до 8 °С, витримують при цій температурі 2 години, потім нагрівають до 19 °С, витримують 5-7 годин, охолоджують до 16 °С і витримують у теплі 10-12 годин. Навесні і влітку гарячі вершки охолодити до 19-20°С, витримати 6-8 годин, потім охолодити до 15-16°С, витримати 12-14 годин і знову охолодити до температури збивання. 7-9°С і витримати не менше 1 години.

Прискорений спосіб приготування, скорочує тривалість процесу, зменшує витрати енергії, підвищує рівень механізації виробництва. Вершки охолоджують до 18-20°С, направляють в апаратуру в розпиленому стані (розмір частинок близько 0,15 мкм) і негайно охолоджують до 2-4°С в атмосфері парів азоту °С. Одним із факторів отримання вершків високої жирності є температура збитого молока. У виробничих умовах вершки збивають при 12-16 °С. Щоосені та взимку температура вершків підвищується на 1-1,5°С. Підвищення температури збивання сприяє збільшенню масової частки жиру і надає вершкам консистенцію, що розтікається. Для прискорення швидкості збивання слід підвищити пінність вершків, зменшити стійкість піни, що утворюється, і створити сприятливі

умови для її руйнування. Однак у міру збільшення піни крему тривалість збивання можна збільшити. Вершки вологістю 16% перед розфасовкою зберігаються при 12-15°C 1-3 години. Температура вершків восени і взимку повинна бути 14-16 °С, навесні і влітку 13-15 °С. Вершки з масовою часткою вологи 16% і 20% до фасування можуть зберігатися при негативних температурах 60 діб. Ящики, що містять фасовані вершки високої жирності, помістіть у холодильну камеру для швидкого охолодження та зберігання (перед відправкою) і розташуйте в шаховому порядку.

### **1.5. Забезпечення матеріалами, електроенергією, паливом та водою**

Для забезпечення підприємства електроенергією на його території встановили підстанцію. Живлення та освітлення здійснюється від головного щита напругою 220/380 В. Електродвигун постачається з обладнанням, і його тип, продуктивність і характеристики залежать від вимог обладнання та навколишнього середовища.

В мережі силового обладнання використовуються проводи марки АПР-500, прокладені в металевих трубах. Також використовується екранування джерела живлення типу СПУ-58. Виробничі майданчики використовують традиційне освітлювальне обладнання. Мережі промислового освітлення виготовляються з кабелів марки АЦРГ, прокладених на тросах і кронштейнах. Встановити електрощити для освітлення типу ОПБ.

Зараз на підстанції встановлено два трансформатори потужністю 630 кВт. Один із трансформаторів працює під навантаженням 80%.

Встановлена потужність струмоприймача: потужність - 730 кВт, освітлення - 50 кВт. Поточна споживана потужність приймача: потужність - 220 кВт, освітлення - 40 кВт. Річне споживання електроенергії - 620 000 кВт/год/рік.



Для забезпечення парою та гарячою водою на території заводу побудована котельня. Потужність котельні 14,50 тонн пари на годину. Встановлено два котли ДКВР-4,0-13 та ДКВР-6,5-13.

На даний час основним джерелом водопостачання молочного заводу є власна свердловина.

Споживання води 109,120 куб.м./добу, з них:

Холодна вода - 77,881 м<sup>3</sup>/добу

гаряча вода t=38 °C - 6,00 м<sup>3</sup>/добу;

t =65 °C - 24,95 м<sup>3</sup>/добу;

t =95 °C - 0,30 м<sup>3</sup>/добу.

Вода використовується для техніко-господарських, питних потреб і для миття підлог. Стічні води потрапляють у каналізацію.

Всередині огорожі додатково встановлюються раковини, дренажні крани, душові кабінки тощо.

Стічні води з виробничої будівлі скидаються в каналізацію, а потім перекачуються в очисні споруди підприємства. Водотоннажність - 85,4 м<sup>3</sup>/добу.

Кількість і вартість енергії, необхідної для виробництва певної кількості продукту за місяць, наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Витрати енергоресурсів за місяць

№	Вид енергії що витрачається	Одиниця	Норма витрати	Вартість всього, грн
1	Електроенергія	кВт/г	16330	4475,22
2	Вода	м <sup>3</sup>	2893	4491,24
3	Теплоенергія	Гкал	374,1	31551,61
4	Холод	Гкал	48,5	33142,42

## **2. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА**

### **2.1. Гігієнічні та технічні вимоги до обладнання**

Установка не повинна згубно впливати на смак і запах молока. Для його виробництва використовуються нержавіюча сталь, харчовий алюміній і синтетичні матеріали, схвалені національними правилами. Матеріали, які використовуються для виготовлення обладнання, мають бути хімічно стійкими, водонепроникними, гладкими, не піддавати корозії та легко видаляти забруднення та дезінфікувати.

Обладнання розміщене в цеху і не заважає прибиранню та дезінфекції виробничого майданчика. Усі частини приладу, які контактують з молоком, повинні легко розбиратися та очищатися. Пристрій підключається до каналізації через сифон для запобігання проникненню мікроорганізмів і запахів з каналізаційної труби. Технічне обладнання, упаковка та зберігання можуть бути одними з основних шляхів запліднення мікроорганізмів молока та молочних продуктів, коли молоко та молочні продукти стерилізуються належним чином. Залежно від виду забруднення, використання будівельних матеріалів і обладнання застосовуються різні способи і засоби очищення та дезінфекції.

Пристрій необхідно механічно очистити за допомогою миючої рідини. Розчин мийного засобу повинен мати добрі змочувальні, диспергуючі та емульгуючі властивості, не мати запаху, не залишати залишків розчину на оброблюваній поверхні, не створювати великої кількості піни. Після миття легко змивається водою.

Машина має відповідати технічним вимогам безпеки і мати гладку, обволікаючу форму, що спростить виконання вимог промислової гігієни.

При проектуванні нового обладнання або модернізації існуючого потрібно докладати зусиль, щоб процес працював в оптимальному режимі. Щоб ваша техніка працювала в оптимальному режимі, її необхідно

систематично перевіряти, чистити і проводити поточний ремонт. Тому обладнання має бути сконструйоване таким чином, щоб ці операції можна було виконувати без тривалих простоїв.

При експлуатації обладнання необхідно відповідати ряду технічних вимог. Технічні вимоги визначаються процесом виробництва. Насправді при них обладнання повинно забезпечувати задані умови переробки сировини та отримання продукції найкращої якості з мінімальними втратами та витратами.

У процесі подальшого вдосконалення конструкції обладнання та його модернізації необхідно суворо дотримуватись технічних вимог. Машина має бути універсальною, неметаломісткою, ефективною та малогабаритною, що дозволить більш раціонально використовувати її на виробничих площах.

Гігієнічні вимоги:

- після закінчення роботи сировина повинна бути негайно видалена з обладнання та інвентарю і промита теплою водою з миючим розчином в кінці кожної зміни;

- Після вивезення сировини та готової продукції з цеху необхідно проводити профілактичну дезінфекцію один раз на тиждень або частіше згідно з вказівкою санепідемнагляду.

- відкритий інвентар необхідно промити і продезінфікувати 1-2% розчином кальцінованої соди або 0,2% розчином сульфату натрію при температурі 65-70°C;

- Після очищення та дезінфекції хімічними розчинами обладнання необхідно промити гарячою водою.

## **2.2. Аналіз існуючих машин, вузлів**

Трубчастий пастеризатор для пастеризації вершків 30-40% жирності в безперервному замкнутому потоці.

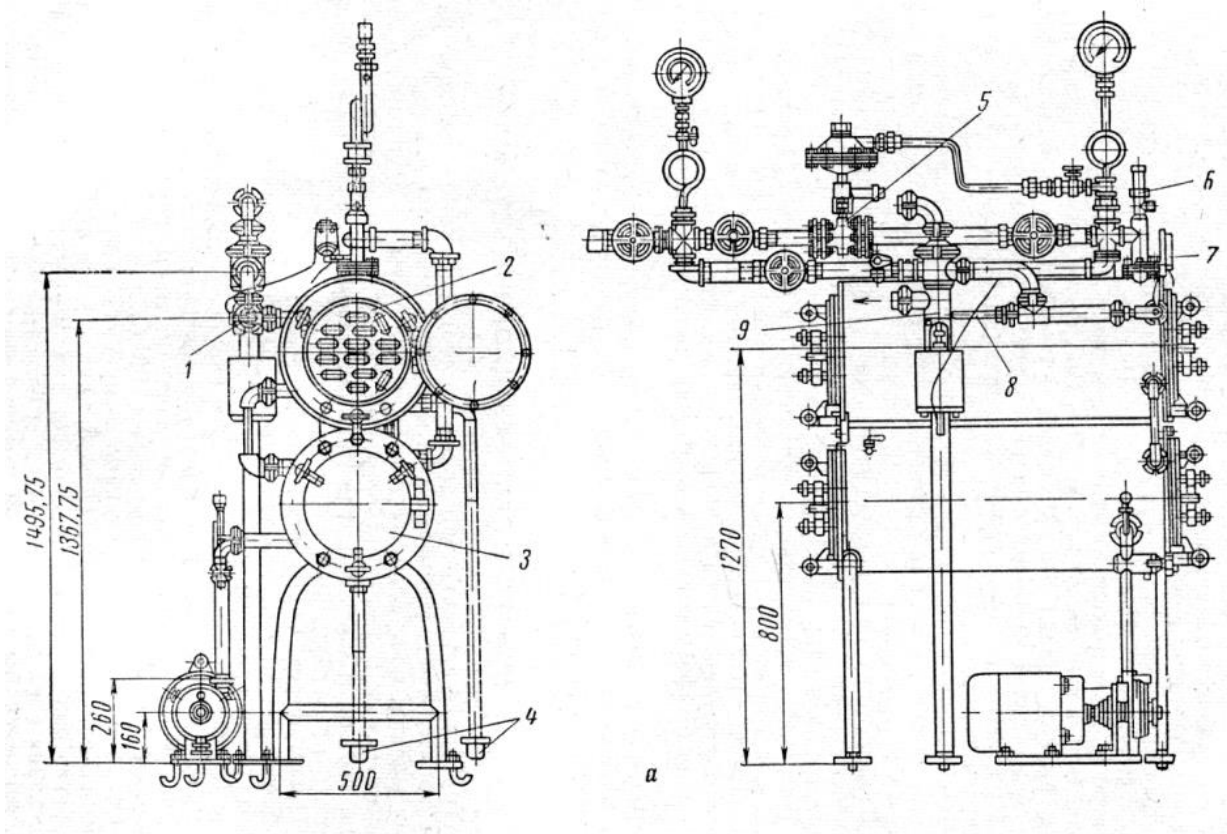


Рисунок 2.1 - Пастеризатор складається з двох барабанів теплообмінника, що обігріваються паром.

Рідина потрапляє в першу трубу, потім потрапляє в канал, переміщується і потрапляє в наступну трубу, знову потрапляє в канал і так далі, поки поступово не потече по всіх трубах, крем дезодорує.

Дезодорація самих вершків полягає в обробці гарячих вершків, розведених у дезодоранті. Суть процесу полягає в перегонці з водяною парою вершків ароматичних речовин, що утворюють з водяною парою азеотропну суміш, температура кипіння якої нижча, ніж у води. При розведенні 0,04-0,06 МПа вершки киплять при температурі 65-70°C. Налаштування режиму дезодорації залежить від якості вершків і їх жирності. Дезодоровані вершки також повторно пастеризують.

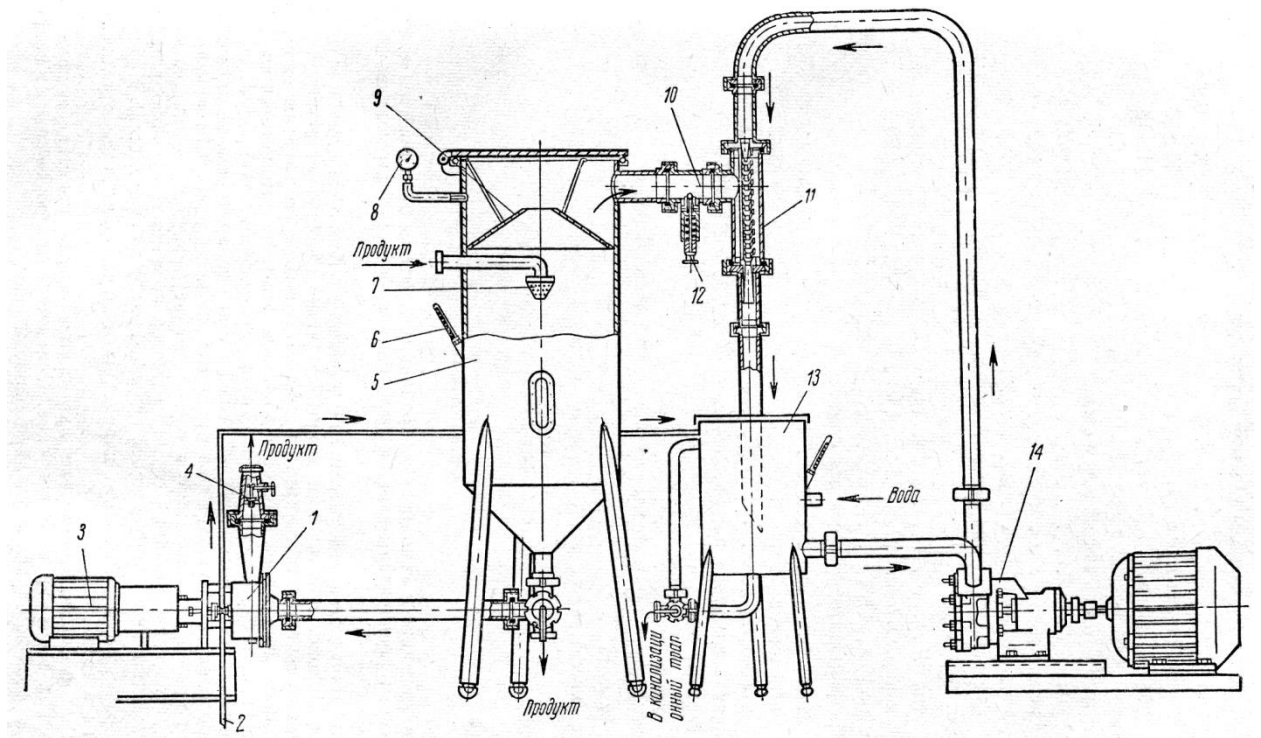


Рисунок 2.2 – Пастеризаційна установка

Молоко сепарують на сепараторі-вершковідділювачі для отримання знежиреного молока і вершків, які є сировиною для виробництва масла.

Вершки - це емульсія молочного жиру в молоці. Масову частку жиру в високожирних вершках встановлюють з урахуванням особливостей вершковоробництва. При переробці молока в вершки рекомендована жирність вершків 30-33%.

Згущення жирової фази вершків проводять при температурі 70-90°C, використовуючи сепаратор для відділення жирних вершків марки ОСМ-5.

Коефіцієнти сепарації вершків: масова частка жиру, кислотність вершків, температура сепарації, нестійкість вершків, продуктивність сепаратора, час безперервної роботи сепаратора..

#### Нормалізація високожирних вершків

Стандартизацію вершків високої жирності проводили в стандартизованій ванні вершків марки БМ-600. У процесі стандартизації високожирних вершків стандартизується склад виробленої сировини. Норми складу вершків високої жирності контролюють за масовими частками жиру і

вологи. Одним з основних компонентів вершків є СОМО. Недооцінка СОМО призведе до надмірного споживання жиру.

Для нормалізації вологості використовують пахту, незбиране і знежирене молоко, вершки 30-35% жирності або топлене масло. При стандартизації за СОМО використовується згущене (сухе) знежирене молоко або пахта, які попередньо були відновлені в натуральному знежиреному молоці або пахті.

#### Перетворення молока в високожирні вершки

Молоко з високою жирністю перетворюються на вершки в трициліндровому сепаратору. Через насос-розподільник типу НРДМ до вершковопідготовчої машини надходить молоко. Суть процесу вершковоутворення полягає у фазовому перетворенні жирової емульсії «молово у вершках» (В/В) в емульсію «вершки в молоці» (В/В), вершки високої жирності. Коли високожирне молоко продавлюють насосом через вершковогенератор, воно охолоджується за рахунок контакту з охолоджуючими стінками обладнання. При цьому щільно утворюються центри кристалізації, більша частина жиру твердне, кристалізуються гліцериди.

Інтенсивність кристалізації гліцеридів і фазового переходу залежить від температури охолодження високожирних вершків і енергоємності механічної обробки продукту. Для подолання фрикційної в'язкості середовища і деформації жирових кульок використовується механічна енергія.

Процес формування вершків високої жирності з молока в сепараторі поділяють на наступні етапи:

- охолодження високожирного молока до температури, при якій починають кристалізуватися гліцериди основного молочного жиру (22-23°C), при цьому продукт залишається у вигляді жирової емульсії в молоці;

- Коли жирне молоко досягає температури 22°C і твердої жирності 1,5-2%, жирова емульсія починає ставати нестабільною, а гліцериди

кристалізуються, з подальшим охолодженням і ретельним перемішуванням продукту.

- Формування первинної структури вершків відбувається в зоні масової кристалізації, вона починає формуватися при вмісті в продукті 4-7% твердого жиру і ступеню нестабільності жирової емульсії 80-85%: це пов'язано з різке збільшення в'язкості продукту - гліцериди починають кристалізуватися у великих кількостях;

Інтенсивне механічне перемішування продукту запобігає утворенню великих кристалічних агрегатів жиру та забезпечує рівномірний розподіл рідкої та твердої фаз жиру та всіх інших структурних компонентів.

Швидкість і діапазон температур охолодження на першій стадії, ступінь дестабілізації жирової емульсії на другій стадії та інтенсивність механічної дії на третій стадії є показниками ефективності процесу вершковоутворення на кожній стадії.

В сепараторі молоко високої жирності охолоджують і при цьому відбувається інтенсивне механічне перемішування маси продукту, що кристалізується. Параметри термомеханічної обробки встановлюються з урахуванням виду вироблених вершків, сезону і жирового складу.

Температура молока на вході в сепаратор 60-70°C, а вершків на виході з апаратури 13-17°C залежно від пори року. Швидкість охолодження продукту в апараті -700 кг/год. Холодоагентом є розсіл, температура на вході в апарат -2...-3°C, на виході вище 0°C.

Для забезпечення нормальної роботи сепаратора необхідно забезпечити наступні умови:

- Швидке, рівномірне і глибоке охолодження вершків високої жирності;
- Вершки високої жирності подаються в обладнання при постійній температурі і рівномірно;
- Безперервна робота та стабільна продуктивність обладнання протягом усього процесу видобутку нафти;

- Технічний стан всього обладнання виробничої лінії добрий: відсутність підсосу повітря (на всмоктувальній лінії та в насосі), хороше зчеплення вершкового ножа з поверхнею охолодження циліндра, постійне обертання екструзійного ствола, охолоджуючої рідини. в сорочці обладнання (солоня вода, крижана вода) хороша циркуляція.

Вершки витікають з сепаратора вільним потоком, мають в'язку, але легко текучу консистенцію та рівномірно розподіляються в камері, розміщеній на вагах. З урахуванням стану вершків розфасовка здійснюється навалом у підготовлені картонні ящики, і розміщені на конвеєрній стрічці. Закрийте кришку картонної коробки.

Картони вершкі високої жирності відправляються в камери зберігання, де зберігаються при температурі, що відповідає терміну придатності вершків:

-2-3 години –  $t = 14-15^{\circ}\text{C}$ ;

-2-3 доби –  $t = 5-10^{\circ}\text{C}$ ;

Зберігання в холодильниках відбувається при температурі –  $25-30^{\circ}\text{C}$ .

#### Будова та принцип роботи сепаратора ОСМ-5

Відкритий сепаратор ОСМ-5 використовується в лініях виробництва молока для отримання вершків високої жирності ( $85,5\pm 0,5\%$ ) з вершків жирністю 33-40% при температурі сепарації.  $85-95^{\circ}\text{C}$ .

Барабан досягає робочої частоти обертання протягом 5-8 хвилин. Час безперервної роботи сепаратора 3,5-4 години. Якщо кислотність вихідних вершків не вище 17Т.

Сепаратор ОСМ розроблений на базі напівзакритого сепаратора ОСН і має таку ж станину, вертикальний вал, тахометр і окремі компоненти барабана. Він характеризується різними роликками, завантажувально-розвантажувальними пристроями та пристроями горизонтальної осі.

Будова приймально-рульових пристроїв.



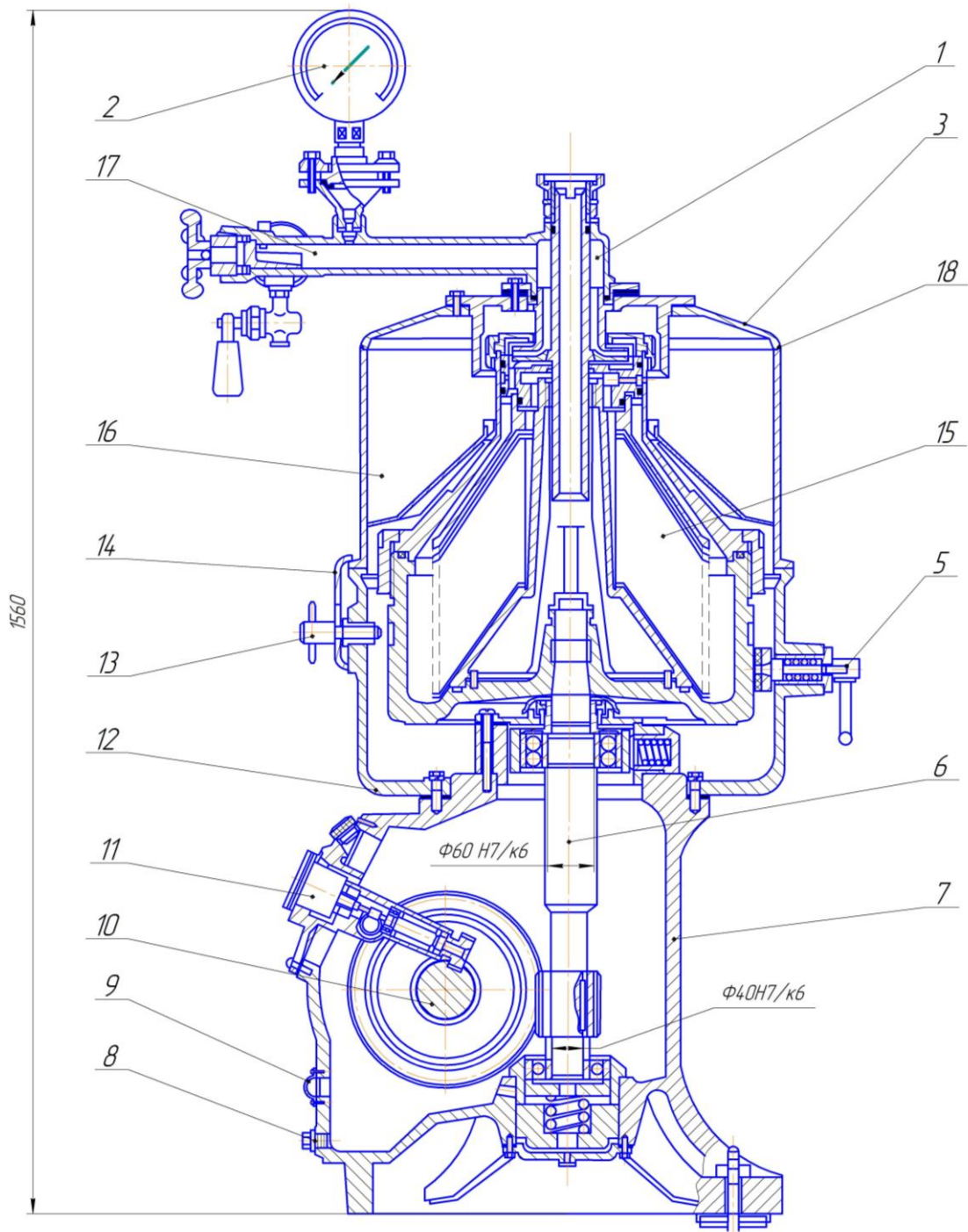


Рисунок 2.3 - Сепаратор ОСМ-5

1 – приймальне відділення; 2 – манометр; 3 - кришка; 4 – прижим; 5 – гальмо; 6 – вертикальний вал; 7 – станина; 8 – пробка зливу масла; 9 – показчик рівня; 10 – горизонтальний вал; 11 – тахометр; 12 – чаша станини; 13 – упорний гвинт; 14 – планка прижимна; 15 – барабан; 16 – приймач верхків; 17 – приймач пахти; 18 – ущільнююче кільце.

Приймально-відвідний пристрій складається з приймальної лійки 1 з регулюючим клапаном 2, що має пробку з ручкою і стопорний гвинт. На верхній циліндричній частині приймальної лійки прикріплена спеціальна шкала від 0 до 10 (відповідає закриванню і повному відкриттю крана).

До кришки 3 приймача для 17 вершків високої жирності, яка обладнана широким зливним піддоном, приєднаний приймач з лійкою з дозуючою трубкою. Ствольна коробка з високожирними вершками встановлена на 16-ти ствольній коробці з відповідною трубкою. Стружкоприймач встановлюється в просвердлений отвір чаші станини 12 верстата і притискається до його кінця затискнуою штангою 14 за допомогою затискного гвинта 13. Решта частини кріпляться один до одного, що забезпечує їх правильне положення. Ущільнення між ствольною коробкою і кришкою здійснюється хомутом 4.

Воронка за допомогою різьблення з'єднується з подавальною трубкою. Всі деталі впускного і випускного пристрою для води виготовлені з нержавіючої сталі.

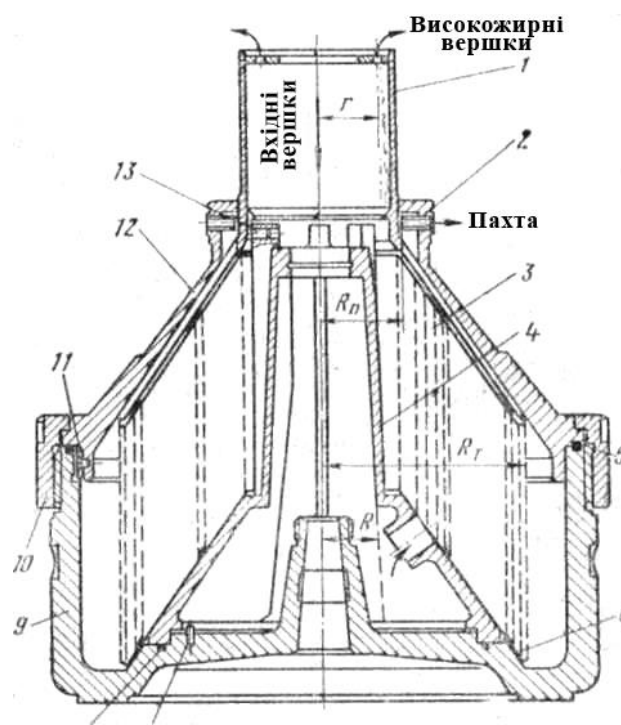


Рисунок 2.4 - Барабан сепаратора

1 - розділююча тарілка; 2 - кришка напірної камери; 3 - кришка барабану; 4 - гайка барабану; 5 - ущільнююче кільце; 6 - основа барабану; 7 -

штифт; 8 - нижня тарілка; 9 – тарілотримач; 10 – тарілка; 11 - мале затяжне кільце.

Рама плити 4 встановлена на паз всередині основи. Ущільнення між посадочними місцями опори пластини досягається шляхом стиснення. При складанні барабана ущільнювач 5, який гарантує, що вершки не потраплять у маслянку, коли ці деталі встановлені не повністю. Каркас плит оснащений нижньою плитою 6, групою плит 3 і перегородкою 1. Верхня частина перегородкового скла має ребра і два отвори для зливу вершків високої жирності. Ребра на пластині сепаратора створюють простір для утримання пахти. Перегородка закрита роликовою кришкою 12, а перегородка закріплена в корпусі шпонкою 11.

Кришка ролика 12 щільно стискає пакет пластин при затягуванні гайки ролика 10 і притискає його до корпусу через ущільнювальне кільце 5 для досягнення герметичного з'єднання. Регулювальний гвинт 2 розташований у верхній частині кришки барабана і проходить через отвір, звідки виходить пахта. Шнек на виході з маслянки використовується для регулювання жирності вершків (від 72% до 84%). Всі частини барабана виготовлені з нержавіючої сталі Сталь 12Х13 ГОСТ 5632-72.

### **2.3 Опис вузла сепаратора до модернізації**

На рисунку 2.4 показано приймально-відвідний пристрій сепаратора ОСМ 5 до модифікації. Приймально-відвідний пристрій складається з приймальної лійки 1 з регулюючим клапаном 2, що має пробку з ручкою і стопорний гвинт. На верхній циліндричній частині приймальної лійки прикріплена спеціальна шкала від 0 до 10 (відповідає закриванню і повному відкриттю крана).

Воронкоподібний приймач з дозуючою трубкою, прикріплений до кришки 3-х жирних вершкових приймачів і оснащений широким вихідним

лотком. Приймач вершків високої жирності встановлений на стружкоприймачі з відвідною трубкою.

Стружкоприймач встановлюється в отвір рами станини і притискається до її торця затискним гвинтом. Інші частини скріплюються одна з одною, щоб забезпечити їхнє правильне положення. Ущільнення між ствольною коробкою і кришкою здійснюється за допомогою хомута 4.

Воронка за допомогою різьблення з'єднується з подавальною трубкою. Всі деталі вхідних і вихідних пристроїв виготовлені з нержавіючої сталі.

Як бачимо, конструкція проста, але не ідеальна, а тому з продуктом на виході із сепаратора можуть виникнути певні проблеми.

#### **2.4. Опис модернізованих компонентів сепаратора**

На рисунку 2.5 показано приймально-відвідний пристрій сепаратора ОСМ 5 після модернізації. Принцип роботи приймально-розвантажувального пристрою: вершки подаються з напірної ємності в барабан сепаратора 3 через живильний патрубок 1. Під час роботи пахта витікає через верхній патрубок, а його вихід регулюється краном 5. Тиск регулюється за допомогою манометра 4. Вершки високої жирності надходять у верхню частину сепаратора і відправляються на наступний етап обробки.

Усі частини, що контактують із продуктом, виготовлені з нержавіючої сталі та відповідних корозійностійких матеріалів.

Для реалізації цього технічного висновку в конструкції сепаратора необхідно внести наступні зміни:

- Змінити структуру верхньої кришки барабана
- Змінити надбудову сепаратора

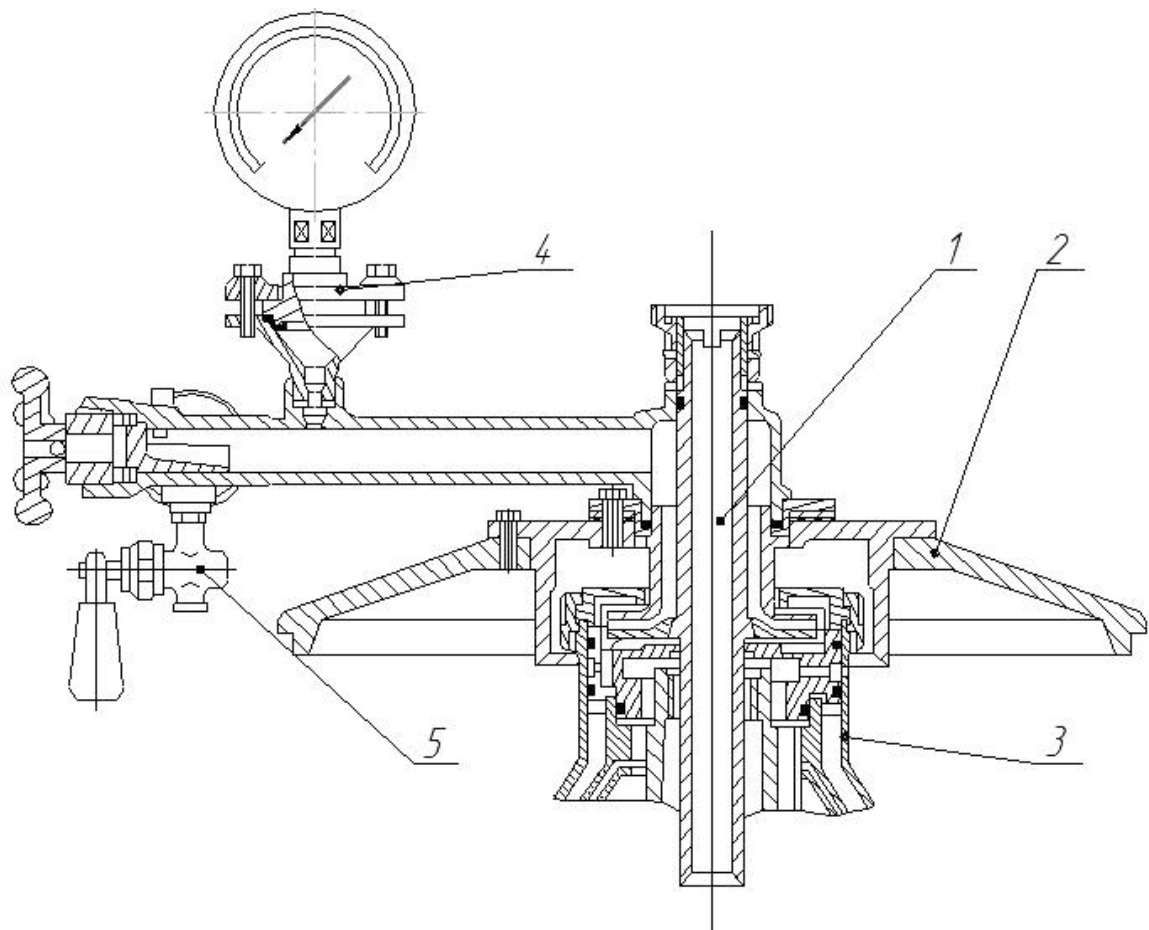


Рисунок 2.5 – Приймально-відвідний пристрій сепаратора ОСМ 5 після модернізації: 1 - живильний патрубок; 2 – кришка; 3 - барабан сепаратора; 4 – манометр; 5 – кран.

Цю інноваційну ідею непросто втілити, але її можна досягти за умови технічної підтримки з відповідної бази виробничих матеріалів та відповідної кваліфікації персоналу.

В ході модернізації з виробництва були зняті маслобойки і відцентрові насоси, що позитивно позначилося на економії ресурсів і засобів виробництва.

## 2.5 Розрахунок сепаратора

Після модернізації слід відзначити наступні позитивні моменти:

- Сировина не контактує з повітрям під час завантаження, що знижує можливість бактеріального зараження.
- Покращена якість вершків високої жирності.

Розрахунок сепаратора ОСМ - 5

Вихідні дані для розрахунку:

Продуктивність – 5000 кг/год;

Частота обертання барабану – 5880 об/хв;

Максимальний діаметр барабана – 400 мм

Кількість тарілок – 125 шт;

Діаметр тарілок:

максимальний – 290,0 мм

мінімальний – 110,0 мм

Кут нахилу тарілок – 55°;

Габаритні розміри:

довжина – 1050 мм;

ширина – 663 мм;

висота – 1560мм;

Маса сепаратора – 850 кг.

### Технологічний розрахунок

Ми визначаємо мінімальний розмір частинок за формулою, яка визначає продуктивність сепаратора:

$$d = \frac{2,93}{\omega} \sqrt{\frac{M}{z(R_1^3 - R_2^3) \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot 2900 \cdot t_M}} = \frac{2,93}{680,3} \sqrt{\frac{0,02633}{125(0,145^3 - 0,055^3) \cdot \operatorname{tg} 55^\circ \cdot 2900 \cdot 30}} = 8 \cdot 10^{-7} \text{ м,}$$

$M$  – продуктивність сепаратора,  $\frac{\text{м}^3}{\text{с}}$ ;

$z$  – кількість тарілок в барабані, шт.;

$R_1$  – максимальний радіус тарілки, м;

$t_M$  – температура сепарування.

Розраховуємо значення кутової швидкості

$$\omega = \frac{\pi \cdot 5880}{30} = 680.3 \text{ c}^{-1}.$$

Оптимальну віддаль між тарілками розраховують за формулою:

$$\delta = \frac{1.71}{R_2} \sqrt[4]{\frac{M \cdot (R_1^3 - R_2^3) \cdot \text{tg} \alpha}{z \cdot \omega^2 \cdot 7100 \cdot t \cdot \cos^2 \alpha}} = \frac{1.71}{R_2} \sqrt[4]{\frac{0.02633 \cdot (0.145^3 - 0.055^3) \cdot \text{tg} \alpha}{125 \cdot 680.3^2 \cdot 7100 \cdot 30 \cdot \cos^2 55}} = 0.017 \text{ м}$$

Визначаємо розділюючий фактор за такою формулою:

$$F = \frac{2 \cdot \pi}{3} \cdot \frac{\omega^3}{M} \cdot z \cdot (R_1^3 - R_2^3) \cdot \text{tg} \alpha = \frac{2 \cdot \pi}{3} \cdot \frac{680.3^3}{0.02633} \cdot 125 \cdot (0.145^3 - 0.055^3) \cdot \text{tg} 55^\circ = 3.25 \cdot 10^{10} \text{ c}^{-1}.$$

Кількість сировини, що проходить через міжтарілковий простір визначається:

$$m = \frac{M}{3.6 \cdot z} = \frac{0.02633}{3.6 \cdot 125} = 0.0000008 \text{ м}^3/\text{год}$$

Критичне значення сировини, що проходить через простір міжтарілковий:

$$m = \frac{442}{0.0017} + 6.4 = 260006.4 \text{ м}^3/\text{год}$$

Час перебування сировини в міжтарілковому просторі сепаратора:

$$\tau = \frac{\pi \cdot z \cdot \delta_{\text{від}} \cdot (R_1^3 - R_2^3)}{M \cdot \cos \alpha} = \frac{\pi \cdot 125 \cdot 0.0017 \cdot (0.145^3 - 0.055^3)}{0.02633 \cdot \cos 55^\circ} = 0.3 \text{ с.}$$

Тиск, що створює напірний диск барбана:

$$P = \phi \cdot \rho \cdot \omega^2 \cdot (R^2 - 0.5r^2) = 0.37 \cdot 1020 \cdot 680.3^2 \cdot (0.055^2 - 0.5 \cdot 0.040^2) = 389500 \text{ МПа}$$

де:

$\phi$  – коефіцієнт, що враховує втрату тиску,

$\rho$  – густина суспензії,

$R$  – зовнішній радіус напірного диска,

$r$  – внутрішній радіус кільця суспензії, що знаходиться в диску.

### Енергетичний розрахунок сепаратора

Загальна витрата потужності:

$$N = N_1 + N_2 + N_3$$

1. Потужність, яка витрачається на надання кінетичної енергії рідині, яка виводиться з сепаратора:

а) без протитиску:

$$N_1 = \phi \cdot \frac{M \cdot \omega^2 \cdot R^2 \cdot \gamma_p}{2 \cdot 1000} = 1,0 \cdot \frac{0,02633 \cdot 680,3^2 \cdot 0,04^2 \cdot 1020}{2 \cdot 1000} = 1,3$$

де :

M – продуктивність барабана сепаратора, м<sup>3</sup>/с

R – віддаль від осі обертання до вихідних отворів, м

$\gamma_p$  – густина сировини, кг/м<sup>3</sup>

$\omega$  – кутова швидкість обертання ротора барабана;

$\phi$  – коефіцієнт який враховує реальну швидкість струменя сировини,  $\phi = 1,01 \dots 1,02$

б) з протитиском на виході рідкої фракції:

$$N_{1п} = \frac{0,02633 \cdot 389500}{0,5 \cdot 1000} = 2,8 \text{ кВт}$$

Де:

P – тиск на виході сировини, створений напірним диском;

$\eta$  - ККД напірного диску,  $\eta = 0,35 \dots 0,5$

2.Потужність, необхідна для подолання опору тертя ротора об повітря

$$\begin{aligned} N_2 &= 1,55 \cdot \beta \cdot \rho \cdot n^3 \cdot R^5 \cdot \left( \frac{1}{\cos \alpha} + 5 \cdot \frac{H}{R} + 1 \right) = \\ &= 1,55 \cdot 18 \cdot 10^{-5} \cdot 1,2 \cdot 93^3 \cdot 0,38^5 \cdot \left( \frac{1}{\cos 55^\circ} + 5 \cdot \frac{0,11}{0,38} + 1 \right) = 0,78 \end{aligned}$$

Де:

$\beta$  - емпіричний коефіцієнт;  $\beta = 18 \cdot 10^{-5}$ ;

n – частота обертання барабана, с<sup>-1</sup> .;

R – зовнішній радіус барабана, м;

$\rho$  – густина повітря, кг/м<sup>3</sup>,  $\rho = 1,2 \dots 1,3 \text{ кг} / \text{м}^3$ ;

H – висота циліндричної частини барабана, м.

Потужність, що витрачається на подолання тертя в опорах барабана:

$$N_3 = \frac{\mu \cdot m \cdot \pi \cdot d_B \cdot n \cdot g}{60 \cdot 1000} = \frac{0,3 \cdot 200 \cdot 3,14 \cdot 0,02 \cdot 5880 \cdot 9,81}{60 \cdot 1000} = 2,1$$



де,  $\mu$  – коефіцієнт тертя,  $\mu=0,30$ ;

$m$  – маса обертових частин ротора сепаратора, кг;

$d_B$  – діаметр шийки ротора, м;

$n$  – частота обертання вала барабана, об/хв.

Загальна потужність:

$$N = N_1 + N_2 + N_3 + N_f = 1,3 + 2,8 + 2,1 + 0,78 = 6,8 \text{ кВт}$$

Потужність двигуна:

$$N_{\text{дв}} = \frac{(N_1 + N_2 + N_3 + N_f) \cdot 1,1}{\eta} = \frac{6,9 \cdot 1,1}{0,9} = 8,4$$

Вибираємо двигун потужністю – 9,50 кВт;

Час пускового періоду сепаратора:

$$\tau_{\text{пуск}} = \frac{1,2 \cdot J_B \cdot \omega^2}{2000 \cdot k \cdot N_{\text{дв}} \cdot \eta}$$

Де,  $J_B$  – динамічний момент інерції барабана;

$$J_B = m \cdot r_c^2 = 137 \cdot 0,1525^2 = 3,2 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$k$  – коефіцієнт використання потужності двигуна при розгоні сепарувального барабана. Для муфт зі вставними прокладками  $k = 0,25 \div 0,3$ , для муфт з напрямними прокладками  $k = 0,6 \div 0,8$ , для прямого з'єднання двигуна і сепаратора.  $k = 0,8 \div 1,2$ .

$$\tau_{\text{пуск}} = \frac{1,2 \cdot 3,2 \cdot 680,3^3}{2000 \cdot 0,25 \cdot 9,5 \cdot 0,8} = 404$$

Механічний розрахунок

*Корпус барабана.*

Сепараційний барабан працює на високій швидкості. Одночасно створювані відцентрові сили створюють високі напруги в матеріалах, з яких виготовлені різні частини барабана: корпус, кришка, з'єднання (натяжні кільця).

1. Максимальне повне напруження розраховується за такою формулою, Па:

$$\sigma_t = \frac{\rho \cdot V^2}{4 \cdot a^2} (3.3 + 0.7 \cdot a^2) + \frac{\rho_p \cdot V^2}{2} \cdot \frac{1 + a^2}{1 - a^2} =$$

$$= \frac{8 \cdot 10^3 \cdot 142.9^2}{4 \cdot 0.93^2} \cdot (3.3 + 0.7 \cdot 0.93^2) + \frac{1020 \cdot 142.9^2}{2} \cdot \frac{1 + 0.93^2}{1 - 0.93^2} = 328.33.$$

Де:

$V$  – колова швидкість на внутрішньому радіусі стінки корпусу барабана,

$$V = \omega r_0 = 680.3 \cdot 0.210 = 142,9 \text{ м/с}$$

$\rho$  – густина матеріалу, з якого виготовлений корпус;

$\rho_p$  – густина сировини, що сепарується;

$a$  – відношення внутрішнього радіуса стінки корпусу до зовнішнього,

$$a = r_0 / R = 0.210 / 0.225 = 0.93$$

2. Товщина стінки корпусу ротора (барабана):

$$h = \frac{r_0 \cdot \lambda \cdot \psi \cdot \sigma_0}{2 (\sigma - \sigma_0)},$$

де  $\lambda$  – відношення густини сировини до матеріалу корпусу,  
 $\lambda = \rho_p / \rho = 1020 / 8000 = 0,128$

$\psi$  – степінь заповнення барабана сировиною;

$\sigma_0$  – напруження в стінці барабана, що виникає в наслідок дії відцентрової сили, Па:

$$\sigma_0 = \frac{\rho \cdot V^2}{2} = \frac{8 \cdot 10^3 \cdot 142,9^2}{2} = 81.7$$

$$h = \frac{r_0 \cdot \lambda \cdot \psi \cdot \sigma_0}{2 ([\sigma] - \sigma_0)} = \frac{0.1525 \cdot 0.128 \cdot 1 \cdot 81.7 \cdot 10^6}{2 (170 \cdot 10^6 - 81.7 \cdot 10^6)} = 0.009$$

Приймаємо  $h = 10$  мм.

Кришка барабана.

Товщина стінки кришки на різних відстанях від осі обертання при  $\psi = 1$  визначається за формулою, м:

$$h = \frac{\lambda \cdot R_x}{2 \cdot \cos \alpha \cdot \left( \frac{\sigma}{\sigma_0} - 1 \right)} = \frac{0.128 \cdot 0.225}{2 \cdot \cos 55^\circ \cdot \left( \frac{328.33 \cdot 10^6}{81.7 \cdot 10^6} - 1 \right)} = 0.0083$$

де,  $R_x$  – відстань від осі обертання барабана, на якій визначається товщина кришки.

Приймаємо  $h=10$  мм

З'єднувальне кільце

Повний осьовий тиск рідини на кришку, Па:

$$P = \frac{\pi \cdot \rho_p \cdot \omega^2}{4} (R^2 - r^2) = \frac{3.14 \cdot 1020 \cdot 680.3^2}{4} \cdot (0.225^2 - 0.070^2) = 52784745.92$$

де  $R$ ,  $r$  – радіуси кришки барабана, відповідно максимальний і мінімальний.

Визначаємо товщину захвату в розрахунку на згин в перерізі А—А:

$$\sigma = \frac{M_{зг}}{W} = \frac{P \cdot e}{2} = \frac{6}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot a^2} \leq [\sigma_{зг}]$$

Звідки:

$$a \geq \sqrt{\frac{3 \cdot P \cdot e}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot [\sigma_{зг}]}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 52784745.92 \cdot 0.0018}{2 \cdot 3.14 \cdot 0.182 \cdot 200 \cdot 10^6}} = 0.083$$

Де,  $e$  – ширина захвату;

$[\sigma_{зг}]$  – допустиме напруження на згин;

$R$  – зовнішній радіус захвату.

Перевірка на зріз проводиться наступним чином:

$$\dot{\alpha}_k \geq \frac{P}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot [\tau]_{сд}} = \frac{52784745.92}{2 \cdot 3.14 \cdot 0.182 \cdot 75 \cdot 10^6} = 0.061$$

Зовнішній радіус кільця барабана визначаємо з умови міцності на розтяг в перерізі Б-Б, м:

$$R_k \geq \sqrt{\frac{P}{\pi \cdot [\sigma]_p}} + R_p = \sqrt{\frac{52784745.92}{3.14 \cdot 520 \cdot 10^6}} + 0.270 = 0.21$$

Розрахунок розмірів різьбового з'єднання.

Оскільки кут підйому  $\alpha$  спіралі нитки незначний, нитку вважають нерухомою консольною балкою довжиною  $h$ , висотою  $t/2$ , шириною  $2\pi r_p z$  і навантаженням на кінці. Умови міцності:

$$\sigma = \frac{M_{3z}}{W} = P \cdot h \cdot \frac{6}{2 \cdot \pi \cdot r_p \cdot z \cdot \left(\frac{t}{2}\right)^2} \leq [\sigma_{3z}],$$

звідки число витків різьби:

$$z = \frac{12 \cdot P \cdot h}{\pi \cdot r_p \cdot t^2 \cdot [\sigma]_{\text{сд}}} = \frac{12 \cdot 52784745.92 \cdot 0.0083}{3.14 \cdot 0.228 \cdot 0.013^2 \cdot 110 \cdot 10^6} = 11$$

Крок різьби визначаємо за формулою:

$$t = 2 \cdot \pi \cdot r_p \cdot \operatorname{tg} \alpha = 2 \cdot 3.14 \cdot 0.228 \cdot \operatorname{tg} 7^\circ = 0.013$$

Враховуючи, що все навантаження відчувається через коло, ми визначаємо напругу роздавлювання, МПа:

$$\sigma = \frac{P}{\pi \cdot (R_p^2 - r_p^2)} \leq [\sigma]_{\text{зм}} = \frac{52784745.92}{3.14 \cdot (0.230^2 - 0.228^2)} = 162,7$$

Вертикальний вал сепаратора.

Визначення критичної швидкості вертикального вала:

$$\omega_{\text{кр}} = \frac{l}{L} \cdot \sqrt{\frac{K}{m}},$$

де,  $l$  – віддаль між опорами вала;

$L$  – віддаль від центра ваги барабана до нижньої його опори;

$m$  – вага барабана;

$K$  – масштаб системи горлової опори,  $K = 1.5 \cdot K_1$

$K_1$  – навантаження, яке викликає деформацію пружини на одиницю

довжини:

$$K_1 = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot n \cdot D^3},$$

$G$  – модуль зсуву;

$d$  – діаметр проволочи, з якої виготовлена пружина;

$n$  – число робочих витків пружини.

$$K_1 = \frac{8 \cdot 10^4 \cdot 0.006^4}{8 \cdot 6 \cdot 0.04^3} = 33.8 \text{ кН}$$

$$K = 1.5 \cdot 33.8 = 50.7 \text{ кН.}$$

Діаметр вертикального вала:

Для подальших розрахунків визначимо силу, з якою черв'ячна передача входить в зачеплення:

$$F_{r1} = F_{a2} = \frac{2 \cdot T_1}{d_1} = \frac{2 \cdot 85,1 \cdot 10^3}{75} = 2267 \text{ Н}$$

$$F_{r2} = F_{a1} = \frac{2 \cdot T_2}{d_2} = \frac{2 \cdot 1402 \cdot 10^3}{250} = 11216 \text{ Н}$$

$$F_{r1} = F_{r2} = F_{r2} \cdot \operatorname{tg} \alpha = 11216 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 4083 \text{ Н}$$

Визначаємо реакції опор на горизонтальній площині XZ:

$$\sum M_A = 0: \quad F_{r1} \cdot 0,325 + F_{a1} \cdot \frac{0,075}{2} - R_{BZ} \cdot 0,435 = 0$$

$$R_{BZ} = \frac{F_{r1} \cdot 0,325 + F_{a1} \cdot \frac{0,075}{2}}{0,435} = \frac{4083 \cdot 0,325 + 11216 \cdot 0,0375}{0,435} = 4017,41 \text{ Н}$$

$$\sum M_B = 0: \quad -F_{r1} \cdot 0,11 + F_{a1} \cdot \frac{0,075}{2} + R_{AZ} \cdot 0,435 = 0$$

$$R_{AZ} = \frac{F_{r1} \cdot 0,11 - F_{a1} \cdot \frac{0,075}{2}}{0,435} = \frac{4083 \cdot 0,11 - 11216 \cdot 0,0375}{0,435} = 65,59 \text{ Н}$$

$$\sum F_Z = 0:$$

$$-R_{AZ} + F_{r1} - R_{BZ} = 0$$

$$-65,59 + 4083 - 4017,41 = 0$$

Визначаємо величину згинальних моментів на площину XZ в точках С, А, D, В, Е:

$$M^C = 0 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M^A = 0 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M^{D1} = -R_{AZ} \cdot 0,325 = -65,59 \cdot 0,325 = 21,32 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M^{D2} = -R_{BZ} \cdot 0,11 = -4017 \cdot 0,11 = 441,87 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M^B = 0 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M^E = 0 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Визначаємо реакції опор на вертикальній площині XY:

$$\sum M_A = 0: -F_{t1} \cdot 0,325 + R_{BY} \cdot 0,435 = 0$$

$$R_{BY} = \frac{F_{t1} \cdot 0,325}{0,435} = \frac{2267 \cdot 0,325}{0,435} = 1693,74H$$

$$\sum M_B = 0: F_{t1} \cdot 0,11 - R_{AY} \cdot 0,435 = 0$$

$$R_{AY} = \frac{F_{t1} \cdot 0,11}{0,435} = \frac{2267 \cdot 0,11}{0,435} = 573,26H$$

$$\sum F_Y = 0:$$

$$R_{AY} - F_{t1} + R_{BY} = 0$$

$$573,26 - 2267 + 1693,74 = 0$$

Визначаємо величини згинальних моментів на площину ХУ в точках С, А, D, В, Е:

$$M^C = 0H \cdot m$$

$$M^A = 0H \cdot m$$

$$M^D = R_{AY} \cdot 0,325 = 573,26 \cdot 0,325 = 186,31H \cdot m$$

$$M^B = 0H \cdot m$$

$$M^E = 0H \cdot m$$

Щоб побудувати епюри сумарних згинальних моментів визначаємо його величини у відповідних точках за формулою:  $M_{\text{сум}} = \sqrt{M_{XY}^2 + M_{XZ}^2}$

$$M_{\text{сум}}^C = 0H \cdot m$$

$$M_{\text{сум}}^A = 0H \cdot m$$

$$M_{\text{сум}}^{D1} = \sqrt{186,31^2 + 21,32^2} = 187,53H \cdot m$$

$$M_{\text{сум}}^{D2} = \sqrt{186,31^2 + 441,87^2} = 480H \cdot m$$

$$M_{\text{сум}}^B = 0H \cdot m$$

$$M_{\text{сум}}^E = 0H \cdot m$$

Визначаємо діаметр тихохідного вала в небезпечному перерізі за такою формулою:

$$d_{D2} = \sqrt[3]{\frac{M_{\text{сум}}^{\max}}{0,1 \cdot [\sigma_{-1}]}} = \sqrt[3]{\frac{480 \cdot 10^3}{0,1 \cdot 78,26}} = 39 \text{ мм}$$

$[\sigma_{-1}]$ - допустиме напруження знакозмінне для вала,

$$[\sigma_{-1}] = \frac{\sigma_{-1}}{[n]} = \frac{270}{3,45} = 78,26 \text{ МПа}$$

$\sigma_{-1}$  - напруження знакозмінне,  $\sigma_{-1} = 270,0 \text{ МПа}$  (для обраного матеріалу);

$[n]$  - допустимий коефіцієнт запасу міцності,  $[n] = 3,0 \dots 3,5$

Приймаємо діаметр вертикального вала барабана в небезпечному перерізі  $d_{D2} = 50 \text{ мм}$ .

Відповідно приймемо діаметр вала під підшипниками  $d = 40 \text{ мм}$ .

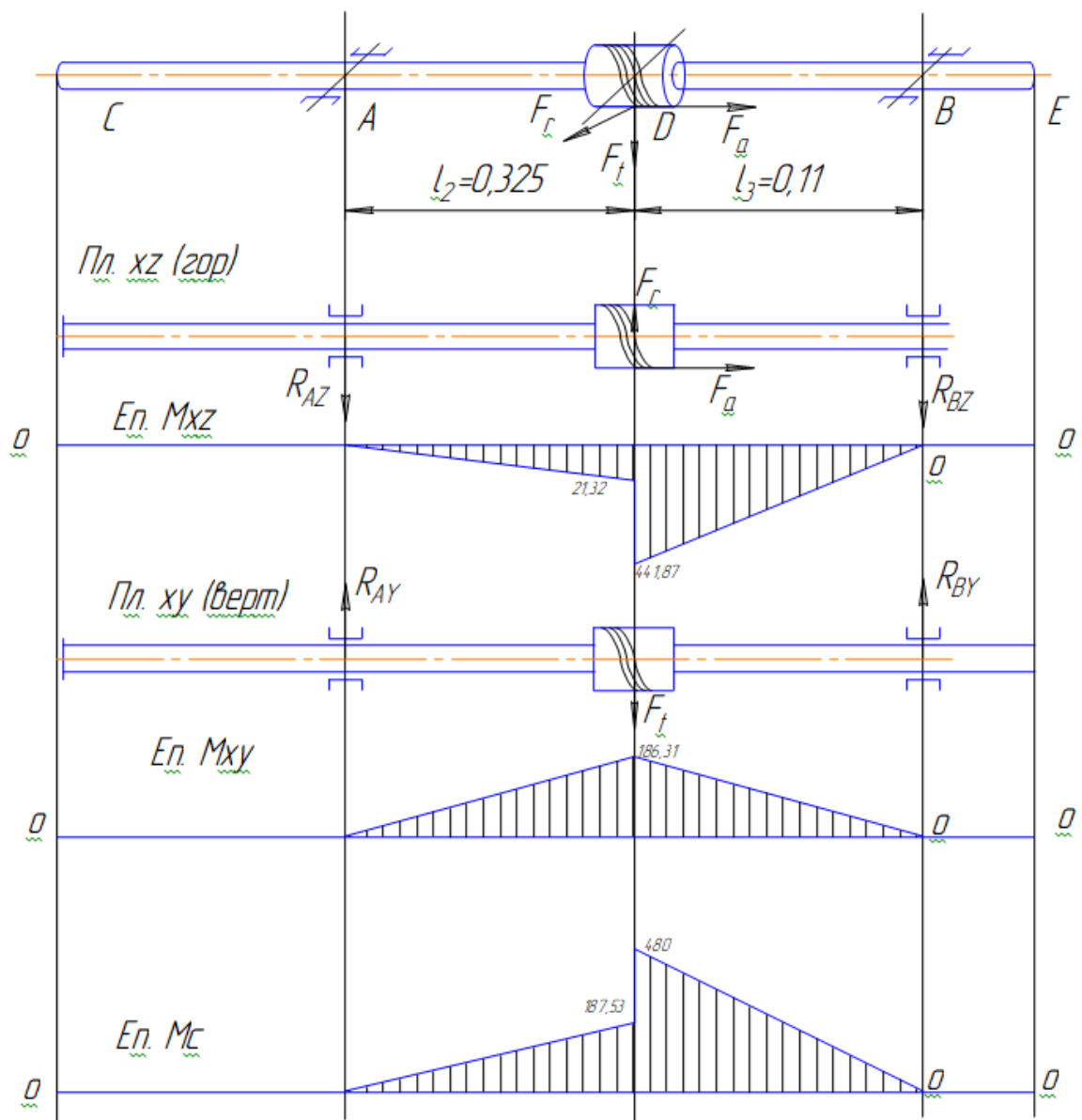


Рисунок 1.2 - Розрахунок на міцність

## **2.6 Правила монтажу, експлуатації та обслуговування обладнання**

Монтаж і пробний пуск сепаратора проводити в присутності досвідченого механіка. До роботи із сепаратором допускається лише навчений персонал, який знайомий з його структурою, принципами роботи та робочими процедурами. За своїми динамічними характеристиками даний сепаратор є високошвидкісною машиною, частота обертання його барабана досягає 5500-6000 об/хв. і більше. Тому їх установка вимагає особливої обережності та уваги, дотримання всіх вимог, зазначених в інструкції, наданій виробником.

При відвантаженні з заводу сепаратор упакований в дерев'яні ящики. У комплект поставки входить: Ключ для затягування великого стяжного кільця.

Сепаратор встановлюється на фундаменті, кріпиться анкерними болтами, оснащений гумовими прокладками і амортизаторами, що входять в комплект сепаратора. Якщо в фундаменті сепаратора передбачені отвори під анкерні болти, то болти розміщують за шаблоном або разом з сепаратором і заливають отвори цементним розчином 1:3.

Сепаратор встановлюється на фундамент таким чином, щоб барабан знаходився в строго вертикальному положенні і болти фундаменту не стикалися зі стінкою опорного отвору.

При кріпленні сепаратора до підлоги за допомогою болтів розташуйте гумові шайби під ніжками ліжка та з одного боку головок болтів під підлогою. При установці спліттера з гумовим амортизатором, вбудованим у втулку, спочатку покладіть втулку нижньою стороною вниз на анкерні гвинти, потім встановіть амортизатор і закрийте його кришкою.

Положення сепаратора перевіряють за допомогою рівня і лінійки, накладених на верхню обробну кромку барабана машини в двох взаємно перпендикулярних напрямках, знімають кришку і барабан сепаратора.



Нівелір встановлюють спочатку по осі сепаратора, яка збігається з віссю двигуна, а потім по іншій осі, перпендикулярній попередній. Горизонтальне відхилення в обидві сторони не повинно бути більше 0,02-0,05 мм на 1 м діаметра барабана сепаратора. Положення сепаратора регулюється прокладками-кільцями, які встановлюються під ніжками ліжка, між фундаментом і амортизатором.

### 3. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ

#### 3.1 Шкідливі і небезпечні фактори

На данній лінії вироблення вершків високої жирності присутні такі небезпечні фактори: висока температура, підвищений рівень шуму, вібрація, електро-травми, та можливі механічні пошкодження.

##### *Мікроклімат*

Параметри мікроклімату: температура повітря в приміщенні, відносна вологість повітря, рухливість повітря, теплове випромінювання.

Одним з основних факторів, який впливає на організм людини є температура. Для контролю температури повітря необхідно встановити два термометра. Один повинен показувати температуру поступаючого повітря з вентилятора, другий - температуру в цеху. В зимовий період підігрів холодного повітря досягається системою опалення, а також за допомогою калорифера. В теплий період року температура повітря в цеху значно перевищує оптимальні норми.

Лінію по виготовленню вершкового масла постійно обслуговують підсобні робітники 2-го розряду, їхня категорія робіт відноситься до категорії II а. розглянемо норми мікроклімату для данної категорії в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Норми мікроклімату

Категорія робіт	Період року	Температура повітря, °С		Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/с	
		Допустима	Оптимальна	Допустима	Оптимальна	Допустима	Оптимальна
2а	Холодний	17-23	18-20	40-60	75	0.3	0.2
	Теплий	27-30	21-23	40-60	75	0.4	0.3

Гігієнічне нормування виробничого мікроклімату здійснюється ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Швидкості руху повітря, інтенсивності теплового випромінювання та зрівнюють їх з нормативними значеннями. Норми мікроклімату встановлюють в залежності від сезону року, категорії робіт. Сезони року ділять на теплий та холодний (середньодобова температура  $> 10$  °C і  $< 10$  °C відповідно). В цеху по виготовленню вершків високої жирністю5 повинні дотримуватись оптимальні норми:  $t = 18-24$  °C;  $W = 40 - 60$  %;  $V = 0.1$  м/с.

Охолодження теплого повітря в цеху здійснюється шляхом підключення до калорифера холодоносія (холодну воду).

Для зменшення вологості в приміщенні, та для циркулювання повітря застосовують припливно-витяжна вентиляція з використанням вентиляційної камери. Над відкритими посудинами повинні встановлюватись додаткові витяжні системи, які будуть поглинати надмірне вологовиділення.

В лінії на машинах і апаратах, які випромінюють тепло, повинна бути теплоізоляція (у вигляді спеціального термоізолюючого волокна), також усі трубопроводи, які проводять теплоносій, повинні бути заізольовані, і пофарбованні в червоний колір. Температура на поверхні ізоляції не повинна перевищувати 40°C.

### *Шум*

Нормативним документом, яким користуються при визначенні рівня шуму, є ГОСТ 12.1.012-90 ССТБ. Шум спричиняється роботою електро двигунів насосів, та окремих машин (сепараторів, вершковоутворювачів).

Норми шуму наведені в таблиці 3.2 для данної категорії робіт

До засобів захисту від шуму відносять – засоби індивідуального, та колективного захисту.

До засобів індивідуального захисту відносять: протишумаві навушники; протишумові вкладиші; протишумові шлеми та каски і т.д

Таблиця 3.2 - Норми шуму для данної категорії робіт

Робочі місця	Рівні звукового тиску(дБ) в октавних смугах з середньо – геометричними частотами ( Гц)									Рівень звуку ( дБА)
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Постійні робочі місця і робочі зони в виробничих приміщеннях, постійні робочі місця стаціонарних машин	105	99	92	86	83	80	78	76	74	85

Коллективні засоби захисту поділяються на:

а) по відношенню до джерела:

- зниження шуму у витоку виникнення (знижують збудження шуму, знижують звукопромінюючу здатність витоку шуму);

- зниження передачі повітряного шуму;

б) в залежності від реалізації:

- акустичні засоби: звукоізоляція, віброізоляція, засоби демпферування, глушники шуму

- архітектурно-планувальні методи: розташування робочих місць, планування будівель і споруд, і т.д.

Шкідливий вплив шуму є причиною багатьох серйозних захворювань, діючі на нервову систему. Шум викликає передчасну втому, послаблює увагу, пам'ять, заважає нормальному відпочинку та відновленню сил.

### *Вібріція*

Гігієнічне нормування вібрації передбачає встановлення найбільш допустимих рівнів віброшвидкості в м/с. Основним нормативним

документом є Вібрація .ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. „ Вибрационная безопасность. Общие требования ” є основним документом, який визначає гігієнічні норми вібрації.

Джерелом вібрації на ділянці виробництва високожирних вершків є вершкововиготовлювач, сепаратори, насоси та вентилятори. Але для зменшення передачі їх локальних вібрацій, використовують віброізолюючі гумові прокладки, що встановлюються під опори насосів та вентиляторів.

Основою профілактики вібраційної хвороби є застосування обладнання і інструментів з параметрами вібрацій, що не перевищують ГОСТ а також введення прогресивних технологій, виключаючи дію виробничої вібрації на робітників.

До роботи на вібронебезпечному обладнанні допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичне обстеження, мають відповідну кваліфікацію і які здали технічний мінімум по безпечному виконанню робіт.

Для зменшення від'ємної дії вібрації використовують засоби індивідуального захисту і встановлюють режими праці робітників вібронебезпечних професій.

Для зменшення вібрації від сепаратора застосовують гумові підкладки під болтові кріплення сепаратора до фундаменту. Також підбираємо масу фундаменту щоб амплітуда коливань не перевищувала 0,1-0,2 мм.

В якості засобів індивідуального захисту використовують антивібраційні рукавиці, взуття. В якості засобів індивідуального захисту працюючих від шкідливої дії ультразвуку, який розповсюджується у повітряному середовищі, треба використовувати протишумовувачі.

Для захисту рук від дії ультразвуку в зоні контакту людини з твердим (рідким) середовищем необхідно використовувати спеціальні рукавиці чи захвати-маніпулятори.

#### *Освітлення*

В приміщенні використовуються три види освітлення: природне, штучне та змішане. Освітлення повинно відповідати вимогам ДСТУ 18.384-81.

Для штучного освітлення регламентована найменша освітленість на робочих поверххах у виробничому приміщенні, для природного та змішаного коефіцієнт природного освітлення (КПО).

Норми освітлення побудовані на основі класифікації робіт по окремим ознакам. Основною ознакою, що визначає розряд робіт, є найменший розмір деталей, що можна розрізнити. Джерелами освітлення є газорозрядні лампи та лампи розжарювання.

Норми освітлення наведенні в таблиці 3.3

Таблиця 3.3 - Норми на освітлення

Зорова робота	Найменший розмір об'єкта розрізнення, мм	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Характеристика фону	Освітленість, Лк
Груба (дуже малої точності)	Більше 0,5	Незалежно від характеристик фону та контрасту об'єкта з фоном		150

#### *Техніка безпеки при роботі з сепаратором*

До роботи на обслуговування сепаратора допускають осіб, старших 18 років, та пройшовших інструктаж з техніки безпеки.

Перед початком роботи:

- Робітники, які працюють за обладнанням, повинен провести візуально справність обладнання, заземлення, щільність з'єднання трубопроводів і т.д.
- Потрібно перевірити чи не потрапляли зайві предмети в робочу зону обладнання.
- Провести пуск сепаратора на холостому ході

Під час роботи:

- Забороняється оприскування водою електродвигуна, та кнопок керування;
- Забороняється зняття кришки, або розбирання сепаратора при неповній зупинці барабану;
- Забороняється посторонніми предметами, а також частинами тіла (руками, тощо) гальмувати барабан сепаратора;
- Необхідно слідкувати за герметичністю з'єднувальних трубопроводів з сепаратором.

Після закінчення роботи:

- Необхідно провести санітарну обробку сепаратора;
- При ручному очищенні сепаратора необхідно його вимкнути з ел. Мережі;
- Прибрати робоче місце.

### **3.2 Розроблення моделей травмонебезпечних ситуацій**

На виникнення виробничого травматизму впливають багато різноманітних чинників. Суттєво підвищує імовірність травматизму забруднення приміщення, підлоги, тощо. Несправність чи відсутність огорожень поряд з рухомими частинами обладнання може призвести до травмування працівників.

Недостатня освітленість спричиняє втому зору і, як результат, сповільнення реакції. Швидка втома може розвинутих при незручному положенні при виконанні операцій.

Недостатня вентиляція та невідповідна температура у приміщенні можуть призвести до захворювань органів дихання.

Високий рівень безпеки може створюватись виробниче обладнання. На консервних підприємствах небезпечно насамперед звукове та вологе забруднення.

Таблиця 3.4 - Аналіз формування та виникнення травмонебезпечних ситуацій. Моделювання травмонебезпечних та аварійних ситуацій.

Вид робіт, обладнання	Виробнича безпека			Наслідки	Запобігання
	НУ	НД	НС		
1.Очищення сировини	1.1.Ненадійне кріплення елементів НУ-1 Відсутність захисних огорож НУ-2	Знаходження оператора поблизу машини НД	Можливе руйнування елементів машини НС	Травма Аварія	Перевірка надійності кріплення, обладнання захисними огорожами
модель процесу:	<p>НУ-1 → НД                      ↓                      НУ-2 → НС → А → Т</p>				
2. Пастеризація	1.2.Несправність захисного заземлення НУ	Дотик до працюючого обладнання НД	Враження електричним струмом НС	Травма	Перевірка опору заземлення, ізоляція
модель процесу:	<p>НУ → НД                      ↓                      НУ → НС → Т</p>				
2.Пакування	Відсутня захисна огорожа навколо пакувальної машини НУ	Перебування робітника в зоні роботи машини НД	Випадкове збільшення амплітуди руху НС	Травма	Обладнання захисними огороженнями і попереджувальними знаками
модель процесу:	<p>НУ → НД                      ↓                      НУ → НС → Т</p>				



Основними причинами пожежі на цехах по виробництву молочних продуктів є:

- порушення правил ведення технологічного процесу та правил технологічної експлуатації технологічного обладнання;
- порушення герметичності обладнання, що виділяє пар, неправильне розташування, будова, несправності та порушення експлуатації опалювальних приладів та котелень;
- необережне поводження з вогнем (використання відкритого вогню у виробничих приміщеннях, паління у невстановлених місцях, залишення без нагляду нагрівальних приладів), порушення правил монтажу та експлуатації електрообладнання;
- проведення зварювальних робіт у вибухо- та пожежонебезпечних приміщеннях, несправність систем блискавкозахисту, тощо [13].

#### *Висновок*

В лінії по виробленню високожирних вершків існує безліч шкідливих факторів, які можуть негативно вплинути на здоров'є працюючих, тому я пропоную виконати такі заходи безпеки:

- замінити ручну працю оператора на автоматичну, що різко знизить рівень травматизму рук при попаданні їх у вузли машини;
- біля устаткування, яке експлуатуються розмістити інструкції по експлуатації;
- огородити всі рухомі частини і пофарбувати огорожі в червоний колір;
- на видному місці розмістити план евакуації виробничого персоналу в разі виникнення надзвичайних ситуацій.

## 4. ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

На даному етапі розвитку суспільства однією з проблем постає забезпечення чистоти навколишнього середовища: ґрунту, води, повітря.

Закон України «про охорону навколишнього природного середовища» визначає еколого – правовий механізм охорони навколишнього природного середовища.

Охорона навколишнього середовища на підприємствах молочної промисловості є актуальною проблемою. На сучасних підприємствах повинно відводитись належне місце заходам щодо забезпечення відповідного стану навколишнього середовища. Захист навколишнього середовища на підприємствах молочної промисловості складається з ряду заходів – виявлення джерел забруднень та їх локалізації. Особливе місце серед природоохоронних заходів займають заходи впровадження безвідходних технологій.

### 4.1 Охорона поверхневих та підземних вод

У технологічному процесі передбачається використання агресивного середовища і хімічно – небезпечних речовин. Перед тим як скидати відпрацьовану стічну воду, її необхідно попередньо відфільтрувати, а потім обробити хімічним розчинами  $NaOH$ ;  $HNO_3$ . Після досягнення необхідного рівня вмісту шкідливих речовин, що допустимі санітарними нормами, стічну воду можна зливати в міську мережу каналізацій.

Основна кількість стічних вод пов'язана з мийкою технологічного обладнання, трубопроводів, автоцистерн. Воно здійснюється за допомогою розчинів лугів, кислот і хлорорганічних сполук. Незначна кількість стічних вод утворюється за рахунок використання води на побутові потреби, пов'язані з підтримкою необхідного санітарно – гігієнічного стану

виробничих приміщень, а також вологого прибирання території та пожежної безпеки.

Для зменшення кількості стічних вод застосовано систему зворотного водопостачання. Стічні води відводяться в заводський колектор, яким після повторного використання скидаються в міський колектор.

Для зниження кількості забруднюючих речовин в стоках рекомендується:

- встановити жироловлівачі для очищення вод після мийки технологічного обладнання та трубопроводів;
- передбачити будівництво очисних споруд біохімічним методом (аеротенк) для доведення речовин в стоках до ГДК;
- максимально зменшити втрати через нещільності на всіх лініях технологічних процесів;

## **4.2 Охорона атмосферного повітря**

Велике значення в охороні оточуючого середовища мають заходи щодо озеленіння території комбінату. Кількість шкідливих викидів визначається відповідними галузевими методичними вказівками і рекомендаціями щодо визначення викидів шкідливих речовин в атмосферу з урахуванням вимог ГОСТ-17.23-02-78 ОНД-86, СН-245-71. Для покращення стану навколишнього середовища на території необхідно засадити молоді садженці дерев.

На комбінаті працює компресорна установка, в якій використовується аміак. Для запобігання змішування аміаку з повітрям і викиду його в атмосферу в цеху встановлено елементи захисту та сигналізація. Сигналізатори спрацьовують в тому випадку, коли вміст аміаку в повітрі перевищує ГДК.

Роботу допоміжного виробництва забезпечує котельня, яка знаходиться на території заводу. В процесі вироблення пари в котлах спалюється природний газ, внаслідок чого утворюються продукти згорання, які відводяться в димохід. Отже, для забезпечення необхідної чистоти відхідних газів, що викидаються, зовні встановлені відповідні пристрої – пиловловлювачі та фільтри, які очищують їх до санітарних норм.

### **4.3 Шляхи покращення екологічного стану**

В умовах, якщо промислове підприємство, технічні засоби чи умови праці не задовольняють нормативів безпеки і екологічності, необхідним є проведення комплексу заходів, скерованих на покращення цих показників, основними напрямками якого є:

- заміна шкідливих речовин менш шкідливими або нешкідливими;
- заміна сухих способів переробки, які зумовлюють запиленість, вологими;
- застосування гідро - та пневмотранспорту для транспортування матеріалів, які можуть спричинити запилення;
- заміна нагріву полум'ям – електронагрівом, ширше використання газоподібного пального замість твердого та рідкого;
- герметизація аспіраційних мереж, встановлення сигналізації для контролю їх роботи;
- повне вловлювання та знешкодження технологічних викидів;
- очищення промислових стоків;
- застосування безвідходних та маловідходних технологій.

При підготовці виробництва та на етапі експлуатації необхідними є:

1. Випробування машин і обладнання.
2. Інвентаризація викидів, складання екологічних паспортів.
3. Застосування засобів захисту довкілля.
4. Функціональна діагностика механізмів і машин.

Підприємства харчової та переробної промисловості здійснюють певний негативний вплив на складові компоненти довкілля: ґрунти, повітря, воду. З огляду на особливості процесу роботи молочних підприємств необхідно першочергово врахувати, що процеси виробництва супроводжуються високим рівнем шумності, вібрації та пиловидалення і вжити необхідних заходів щодо зменшення шкідливого впливу цих негативних чинників на довкілля [1].

## 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ

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

Під час цієї ідентифікаційної роботи було рекомендовано модернізувати сепаратор ОСМ-5, тобто модернізувати приймально-відвідні пристрої сепаратора (з відкритих на герметичні). Таке технічне рішення дозволить підвищити якість вершків, що переробляються в сепараторі, тобто зменшити заселення бактеріями та зменшити ймовірність потрапляння сторонніх тіл і бруду.

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  $K_{\text{кан}}$  (грн.) до річного прибутку  $\Pi$  (грн.):

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

Наступним показником, який може характеризувати економічну ефективність виробництва заданго 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  $Z$ :

$$П = \Gamma_n - З \quad (5.3)$$

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

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

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

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

$$\Gamma_{нвг} = 5256 * 90000 = 473040000 \text{ грн.}$$

$$\Gamma_{н1г} = Q_{np1г} \cdot Ц_{np1г} \quad (5.6)$$

$$\Gamma_{н1г} = 2628 * 80000 = 210240000 \text{ грн.}$$

$$\Gamma_{н2г} = Q_{np2г} \cdot Ц_{np2г}$$

$$\Gamma_{н2г} = 876 * 50000 = 43800000 \text{ грн.}$$

Сумарні грошові надходження

$$\Gamma_n = 473040000 + 210240000 + 43800000 = 727080000 \text{ грн.}$$

Загальні затрати на виробництво продукції визначаються за формулою:

$$З = З_n + З_n \quad (5.7)$$

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

$З_n$  - непрямі затрати на виробництво продукції, грн.

Прямі затрати на виробництво продукції визначаються як

$$З_n = З_e + A_{\sigma} + A_o + B_c + B_m \quad (5.8)$$

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

$A_{\sigma}$  - 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>.

$$B_{\delta} = 1800 \cdot 40000 = 72000000 \text{ грн.}$$

Тоді

$$A_{\delta} = \frac{72000000}{50} = 1440000 \text{ грн.}$$

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 компонента в загальній рецептурі, кг;

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

$$B_c = 73000 \cdot 8000 = 584000000 \text{ грн.}$$

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,

$$B_m = 3504000 * 0,1 = 350400 \text{ грн.}$$

Тоді прямі затрати будуть становити

$$Z_n = 13184381 + 1440000 + 148970 + 584000000 + 350400 = 599123751 \text{ грн.}$$

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

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

$$Z_n = 0,1 * 599123751 = 59912375,1 \text{ грн.}$$

Загальні затрати на виробництво продукції будуть становити

$$Z = 599123751 + 59912375,1 = 659036126,1 \text{ грн.}$$

Тоді прибуток від реалізації виробленої продукції буде рівним

$$П = 727080000 - 659036126,1 = 68043873,9 \text{ грн.}$$

Собівартість одиниці продукції визначається за формулою:

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

$$C_{np} = \frac{659036126,10}{8760} = 75232,43 \text{ грн/т.}$$

## **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.

$$P_p = \frac{68043873,9 * 100}{659036126,10} = 10,32 \text{ \%}$$

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

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

де  $B_o$  - вартість технологічного обладнання, грн.

$$K_{\text{кан}} = 134400 + 72000000 = 72134400 \text{ грн.}$$

Тоді строк окупності капітальних вкладень буде становити

$$T_{\text{ок}} = \frac{72134400,00}{68043873,90} = 1,06 \text{ років.}$$

Таблиця 5.1 – Економічні показники запропонованої технології виробництва вершків

Показник	Умовні позначення	Одиниці виміру	Параметр
Експлуатаційні затрати	Зе	грн.	13184381
в.т. числі:			
заробітна плата	Зп	грн.	7256770
амортизація машин	Ам	грн.	1489700
поточний ремонт машин	Апр	грн.	367876
вартість паливо-мастільних матеріалів	Впмм	грн.	2246054
вартість електроенергії	Ве	грн.	577085
вартість роботи автотранспорту	Ват	грн.	1246896
Амортизаційні відрахування на будівлі	Аб	грн.	1440000
Вартість сировини	Вс	грн.	584000000
Собівартість 1 т продукції	Спр	грн.	75232,43
Середня реалізаційна ціна 1 т продукції	Цтв	грн.	83000
Прибуток	П	грн.	68043873,9
Рівень рентабельності	Рр	%	10,32
Строк окупності капіталовкладень	Ток	років	1,06

Отже, розрахунки показують, що: незважаючи на незначне збільшення собівартості 1 тонни сировини яка склала 75232,43 грн/т., загальний прибуток від реалізації виробленої продукції становить 68043873,9 грн. За умови відомих значень прибутку і загальних затрат на виробництво продукції рівень рентабельності виробництва становить 10,32 % а термін окупності капітальних вкладень 1,06 року.

## ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Сьогодні величезні економічні витрати на виробництво продукції стають дедалі актуальнішою проблемою. Щоб якось зменшити ці витрати, необхідно модернізувати (або замінити) виробничі лінії та обладнання.

У технічному розділі дається огляд технології виробництва крему, на основі якого демонструється проектна технологія виробництва. Відповідно до запропонованого технологічного плану виробництва вершків проведено технологічний розрахунок трубопроводу, визначено продуктивність і кількість технологічного обладнання, обрано моделі. Визначте енергоносії, спожиті підприємницькою діяльністю.

У конструктивній частині проведено модернізацію сепаратора ОСМ-5 у вигляді заміни впускно-витяжних пристроїв. В результаті було покращено якість сепарованих вершків (знижено бактеріальне обсіменіння) та зменшено кількість одиниць обладнання в виробничій лінії (зняті з технологічної лінії маслобойки ПЗ-ОБИ та маслонасоси 361Ц1), що дозволило зменшити економічні витрати.

Аналізувати стан охорони праці на підприємствах та розробляти заходи щодо забезпечення нормальних умов праці тощо. Розглядався захист мирного населення.

Проаналізуйте всю екологічну ситуацію. Вкажіть чинники, що призводять до погіршення стану навколишнього середовища та шляхи їх покращення.

Впровадження даного технічного рішення дозволить досягти наступних економічних результатів: собівартість 1 тонни сировини 75232,43 грн/т., загальний прибуток від реалізації виробленої продукції 68043873,9 грн., рівень рентабельності виробництва становить 10,32 % а термін окупності капітальних вкладень 1,06 року.

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Баб'як О. С. Екологічне право України : навчальний посібник / О. С. Баб'як, П. Д. Біленчук, Ю. О. Чирва. – Київ : АТІКА, 2000. – 216 с.
1. Богомолів О.В., Гурський П.В., Богомолів В.П. Курсове та дипломне проектування обладнання переробних і харчових підприємств: Навч. посібник. –Х.: Еспада, 2005. -432с.
2. Бредихін С.О. Технологія і техніка переробка молока : Підручник [електронний ресурс] [https://studref.com/667574/tovarovedenie/tehnologiya\\_i\\_tehnika\\_pererabotki\\_moloka](https://studref.com/667574/tovarovedenie/tehnologiya_i_tehnika_pererabotki_moloka)
3. Бредихін С.О. Технічні операції при виробництві маслозбиванням вершків : Підручник [електронний ресурс] [https://studref.com/667666/tovarovedenie/tehnologicheskie\\_operatsii\\_proizvodstva\\_masla\\_sbivaniem\\_sli\\_vok#328](https://studref.com/667666/tovarovedenie/tehnologicheskie_operatsii_proizvodstva_masla_sbivaniem_sli_vok#328)
4. Бредихін С.О. Особливості виробництва вершкового масла способом збивання вершків : Підручник [електронний ресурс] [https://studref.com/667667/tovarovedenie/osobennosti\\_proizvodstva\\_slivochnogo\\_masla\\_sposobom\\_sbivaniya\\_slivok#812](https://studref.com/667667/tovarovedenie/osobennosti_proizvodstva_slivochnogo_masla_sposobom_sbivaniya_slivok#812)
5. Бредихін С.О. Масловиробники : Підручник [електронний ресурс] <https://studref.com/667678/tovarovedenie/masloizgotoviteli>
6. Гулий І.С., Пушанко М.М., Орлов Л.О. та ін. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості: Підручник..– Вінниця: Нова книга, 2001. – 576 с.
7. Загальна технологія харчових виробництв у прикладах і задачах: Підручник. / Л.Л.Товажнянський, С.І.Бухкало, П.О.Капустенко, Є.І.Орлова – К.: Центр навчальної літератури, 2005. – 496 с.
8. Карпеня М.М. Способи виробництва масла : Підручник [електронний ресурс] [https://studref.com/675109/agropromyshlennost/sposoby\\_proizvodstva\\_masla](https://studref.com/675109/agropromyshlennost/sposoby_proizvodstva_masla)

9. Машина та обладнання переробних виробництв: Навч. Посібник / О.В.Дацишин, А.І.Ткачук, Д.С.Чубов та ін.; За ред. О.В.Дацишина. –К.: Вища освіта, 2005. - 159с.
10. Механічні процеси і обладнання переробного та харчового виробництва: Навч. посібник/ П.С. Берник, З.А.Стоцько, І.П.Паламарчук та ін. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2004. -336с.
11. Методичні показники по експлуатації обладнання та переробки молочної промисловості. –Запоріжжя: ІМТ УААН, 2004. -55с.
12. Оформлення робочих креслеників складальних одиниць. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи з дисципліни інженерна та комп'ютерна графіка. / [уклад.: І. Г Стукалець., С. А. Березовецький, С. М. Баранович]; - Львів : ЛНАУ, 2017. – 29 с.
13. Охорона праці (гігієна праці та виробнича санітарія): навчальний посібник / Пістун І.П., Березовецький А.П., Тимочко В.О., Городецький І.М.; за ред. І.П.Пістуна. Львів: Тріада плюс, 2017. Ч.І. 620 с.
14. Процеси і апарати харчових виробництв: Підручник / За ред.. І.Ф. Малежика. – К.: НУХТ, 2003. – 400 с.
15. Плахотін В.Я., Тюрікова І.С., Хомич Г.П. Теоретичні основи технологій харчових виробництв: Навч. посібник. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 640 с.
16. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості: Навч. посібн. / В.Г. Мирончук, Л.О.Орлов, А.І.Українець та ін. – Вінниця: Нова книга, 2004. – 288 с.
17. Сухенко Ю.Г., Литвиненко О.А., Сухенко В.Ю. Надійність і довговічність устаткування харчових і переробних виробництв: Підручник. – К.: НУХТ, 2010.
18. Технологія переробки молока : навчальний посібник / Шаблій Любов Матвіївна, Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова. – Київ : Видавничий дім «Кондор», 2019. – 308 с.