

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня
бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення заходів з монтажу, експлуатації та технічного
обслуговування теплообмінної установки для молочних продуктів

Виконав: студент 4 курсу, групи МО
спеціальності 133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва спеціальності)

Коренківський М.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Ворощук В.Я., Шинкарик М.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Кравець О.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Т.В.О.зав. кафедри Пилипець О.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент Олексюк В.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Кафедра обладнань харчових технологій
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Т.в.о.завідувач кафедри

_____ (підпис)	_____ (прізвище та ініціали)
« »	20__ р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування
(шифр і назва спеціальності)

студенту Коренківському Матвію Олеговичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення заходів з монтажу, експлуатації та технічного теплообмінної обслуговування установки для молочних продуктів

Керівник роботи Ворощук Віктор Ярославович, зав.каф. ОХ, к.т.н., доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 02 » 02 2026 року № 4/9-93

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20.06.2026

3. Вихідні дані до роботи технологічне креслення та технічна документація теплообмінної установки для молочних продуктів

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. Аналітична частина. Конструкторська частина. Технологічна частина. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці. Висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності та			
охорона праці			
Нормоконтроль			

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент

(підпис)

Коренківський М.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Ворощук В.Я.

(прізвище та ініціали)

Анотація

Коренківський Матвій Олегович. Розроблення заходів з монтажу, експлуатації та технічного обслуговування теплообмінної установки для молочних продуктів. Випускна кваліфікаційна робота бакалавра за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування». ТНТУ імені Івана Пулюя. Тернопіль, 2026.

Ця кваліфікаційна робота досліджує процеси встановлення, практичного використання та сервісного обслуговування теплообмінних апаратів на підприємствах молочної галузі. В аналітичному розділі наведено огляд будови та робочих параметрів різних типів теплообмінників (трубчастих пастеризаторів, пластинчастих та ємкісних апаратів), а також детальний аналіз їхнього функціонування та сфер застосування. Здійснено обчислення ключових теплотехнічних характеристик пастеризаційної установки, зокрема знайдено значення теплових втрат, коефіцієнта тепловіддачі та загального теплового опору елементів конструкції. Технологічний розділ присвячений розробці плану монтажу сепаратора марки ОЦМ-10 із підбором відповідного такелажного обладнання. Крім того, розроблено технологію ремонту вузла горизонтального вала, сформовано дефектну відомість, складено графік планово-попереджувальних ремонтів і запропоновано маршрутну технологію для виготовлення фланця. Додатково проведено обчислення припусків на обробку, підібрано оптимальні режими різання та здійснено технічне нормування технологічного процесу. Також розроблено комплекс заходів щодо забезпечення охорони праці та безпеки життєдіяльності персоналу під час роботи з сепараторами та пастеризаційно-охолоджувальними установками.

Ключові слова: теплообмінна установка, пастеризатор, сепаратор, молочна промисловість, монтаж, технічне обслуговування, ремонт, технологічний процес.

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Abstract	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Коренківський М.О.						
Перевір.		Ворожук В.Я.					5	
Реценз.						гр. МО-41		
Н. Контр.		Кравець О.І.						
Затверд.		Пилипець О.М.						

Abstract

Matvii Olegovich Korenkovsky. Development of Procedures for the Installation, Operation, and Maintenance of a Heat Exchanger Unit for Dairy Products. Thesis for the degree of Bachelor of Science in the specialty 133 “Industrial Engineering.” Ivan Pul’uj Ternopil National Technical University. Ternopil, 2026.

This bachelor's thesis focuses on the setup, utilization, and servicing of heat transfer machinery applied within the dairy sector. The analytical portion investigates the structural design and engineering specifications of plate heat exchangers, tubular pasteurizers, and shell-and-tube heat exchangers, while also exploring their functional mechanics and scopes of use. Computations for the primary thermal metrics of the pasteurization unit were executed, yielding precise values for heat loss, the coefficient of heat transfer, and the thermal resistance of the assembly. Within the technological chapter, an installation blueprint for the OCM-10 separator was created, complete with the appropriate rigging hardware selection. Furthermore, a restorative procedure for the horizontal shaft unit of the separator was formulated, alongside a preventative maintenance timetable, a detailed defect log, and a defined manufacturing route for a flange. The study also includes the determination of machining allowances, cutting modes, and the technical normalization of the production workflow. Finally, comprehensive occupational health and safety guidelines were established for the operation of separators and pasteurization-cooling stations.

Keywords: heat exchanger unit, pasteurizer, separator, dairy industry, installation, maintenance, repair, manufacturing process.

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Abstract	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Кореньківський М.О.						
Перевір.		Ворощук В.Я.					6	
Реценз.						зр. МО-41		
Н. Контр.		Кравець О.І.						
Затверд.		Пилипець О.М.						

Зміст

Анотація	1
Abstract	6
Зміст	7
Вступ	8
1. Аналітична частина.	10
1.1. Аналіз умов роботи і технічних характеристик	10
1.2. Огляд літератури.....	16
2. Конструкторська частина.....	40
2.1 Розрахунок основних параметрів пастеризатора	40
3. Технологічна частина	47
3.1 . Розробка схеми монтажу сепаратора.....	47
3.2.2 Розробка технологічної документації на проведення ремонту.....	55
3.2.3 Дефектування і сортування деталей	56
3.3.2 Розрахунок припусків і міжопераційних розмірів	62
3.3.3 Розробка технологічного маршруту механічної обробки фланця.....	63
3.3.4 Вибір ріжучого і вимірювального інструменту.....	64
3.3.5 Розрахунок режимів різання по операціях.....	65
3.3.6 Технічне нормування технологічного процесу.	67
4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці.	70
4.1 Заходи з охорони праці та техніки безпеки	70
4.2 Заходи з безпеки життєдіяльності.....	75
Висновки.....	81
Перелік посилань	83

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Коренківський М.О.			Зміст				Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Ворожук									7	
Реценз.									гр. МО-41			
Н. Контр.		Кравець О.І.										
Затверд.		Пилипець О.М.										

Вступ

У період сучасної науково-технічної революції мікроелектроніка та мікропроцесорна техніка відіграють ключову роль. Їхнє впровадження в системи автоматичного управління (САУ) суттєво розширює функціональні можливості таких комплексів. Це проявляється не лише в підвищенні точності, надійності, відмовостійкості та стабільності роботи, але й у появі принципово нових характеристик: структурної гнучкості, адаптивності, здатності до складних обчислень і самодіагностики.

Найбільшу ефективність демонструє безпосереднє застосування мікропроцесорів, цифрових пристроїв та систем на їхній базі. Їхня інтеграція в класичні САУ зумовлює докорінну зміну архітектури та параметрів: на перший план виходять децентралізовані, багатопроцесорні та переналагоджувані структури, здатні реалізовувати оптимальні алгоритми цифрового регулювання. Відповідно, трансформуються й підходи до проектування таких систем.

Такі перетворення пояснюються специфічними властивостями мікропроцесорів як базових елементів керування. Серед їхніх головних переваг — здатність до програмування, висока обчислювальна продуктивність, значна надійність, компактність, а також низький рівень енергоспоживання та економічна доступність.

Завдяки програмованості забезпечується оперативна зміна алгоритмів і структури САУ відповідно до нових умов експлуатації. Часто така модернізація зводиться лише до заміни мікросхеми пам'яті, що дозволяє коригувати роботу системи на будь-якому етапі — від стадії початкової розробки до масового виробництва. Водночас висока швидкодія (до сотень

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Коренківський М.О.			Вступ	Літ.	Арк.
Перевір.		Ворошук В.Я.					8
Реценз.						гр. МО-41	
Н. Контр.		Кравець О.І.					
Затверд.		Пилипець О.М.					

мільйонів операцій за секунду) робить мікропроцесори ідеальним рішенням для систем, що функціонують у жорсткому режимі реального часу.

Залучення мікропроцесорної техніки виводить на якісно новий рівень відмовостійкість та живучість автоматики. Здатність системи зберігати працездатність при виникненні збоїв досягається шляхом введення апаратного, програмного та інформаційного резервування. Активно впроваджуються методи програмної реконфігурації, використання кодів із самокорекцією, а також вбудований апаратно-програмний контроль, який реалізується за рахунок відносно дешевих ресурсів.

Водночас проектування мікропроцесорних САУ вимагає вирішення специфічних завдань, пов'язаних із розподіленим управлінням та цифровою обробкою даних. Серед найбільш актуальних проблем — вибір оптимальної топології багатопроцесорної мережі, що гарантуватиме потрібну продуктивність і надійність, а також розробка ефективних алгоритмів генерації керуючих сигналів, які відповідатимуть заданим критеріям якості.

Завдяки цим перевагам, розробка та впровадження вискоефективних цифрових систем на базі мікропроцесорів набуває широкого розмаху в різних галузях промисловості.

Стабільна якість кінцевої продукції вимагає безперервного моніторингу технологічних процесів і стану напівфабрикатів на всіх етапах, що є базовою умовою для створення повністю автоматизованих цехів та заводів. Впровадження інноваційних ресурсозберігаючих технологій (спрямованих на зменшення витрат металу, енергії та людської праці) спонукає до конструювання передового обладнання. Вирішення цього завдання можливе лише на основі глибокого розуміння закономірностей існуючих процесів та правильного проектування відповідного технологічного оснащення.

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Аналітична частина.

1.1. Аналіз умов роботи і технічних характеристик

Трубчасті теплообмінні апарати та установки (рис. 1.1) призначені для швидкої потокової пастеризації молока на молокопереробних, сироробних, маслоробних та молочноконсервних підприємствах.

Таке обладнання найбільш ефективно використовується в технологічних лініях, де наступна стадія обробки сировини відбувається за температур, які мінімально відрізняються від режиму пастеризації (наприклад, коли після нагрівання молоко відразу подається до вакуум-випарних апаратів).

Головним робочим елементом установки є двоциліндровий трубчастий теплообмінник. Він конструктивно складається з верхнього та нижнього циліндрів, обігрів яких здійснюється за допомогою пари.

Технологічний процес проходить у такій послідовності: сировина з накопичувального резервуара або ванни нагнітається двома електронасосами (типу 36-1У2 або 8-20), що послідовно з'єднані молокопроводом із циліндричним пастеризатором. Спочатку молоко потрапляє до нижнього циліндра, де попередньо підігрівається до 50...60 °С. Після цього воно переміщується до верхнього циліндра для остаточної пастеризації за температури 80...90 °С.

На виході з верхнього блоку пастеризоване молоко транспортується молокопроводом через пропускний клапан, який для контролю робочих параметрів оснащений манометром.

Технічна характеристика:

- | | |
|-------------------------------|-------|
| 1. Продуктивність у годину, л | 10000 |
| 2. Температура, °С | |

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Коренківський М.О.			Аналітична частина			Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Ворожук В.Я.								10	
Реценз.								гр. МО-41			
Н. Контр.		Кравець О.І.									
Затверд.		Пилипець О.М.									

– молока початкова	10
– пастеризації	80...90...90
3. Тиск пари, Мпа:	
– перед приладами регулювання	0,3...0...0,4
– на вході в парові сорочки циліндрів	0,03...0...0,04
4. Витрата пари, кг/год	1500
5. Поверхня теплопередачі, м ²	9,0
6. Швидкість руху молока в трубах, м/с	2,4
7. Максимально припустимий напір молока на виході з трубчастого апарата при номінальній продуктивності, м.вод.ст.	8
8. Споживана потужність, кВт	4
9. Габаритні розміри, мм	1500×1250×2300
10. Маса, кг	670

У комплекті постачання пастеризатор трубчастий, два електронасоси відцентрових типу 36–1-Ц2, 8–20, два конденсатоотводчика термодинамічних (Ду=25мм) типи 45Ч12НЖ, пульт керування з електромагнітним клапаном і приладами контролю і регулювання, технічна документація.

Розроблювач і виготовлювач машинобудівний завод молочного устаткування ВНПО «Ремдеталь».

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

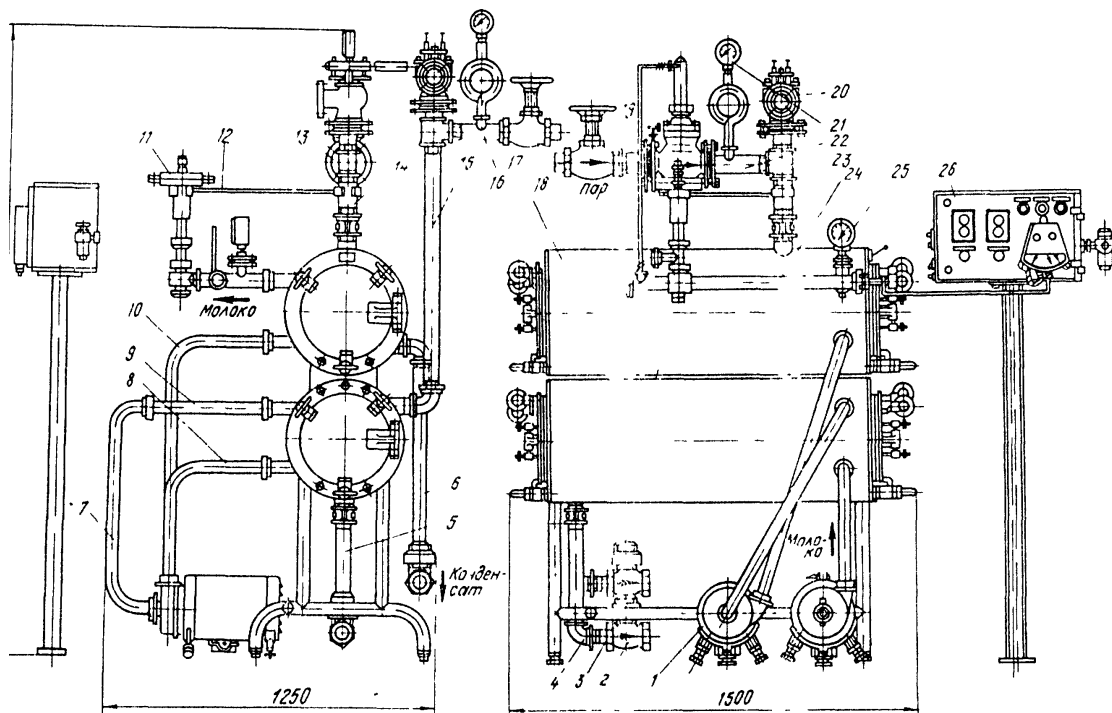


Рисунок 1.1. Загальний вид установки пастеризаційної трубчастої марки Т1–ОУТ (Т1–ОУН):

1 - електронасос відцентровий марки 36-1Ц2, 8-20; 2 – конденсагоотводчик термодинамічний; 3 – труба; 4 – косинець; 5, 6 – труби конденсату; 7, 8, 9, 10, 24 – молокопроводи; 11 – пропускний клапан; 12 – труба; 13 – регулятор температури прямої дії рпа РТ; 14, 15, 19 – труби; 16 – кільцеподібний патрубок; 17 – пастеризатор трубчастий; 18 – вентиль паровий 15КЧ8БР; 20 – запобіжний клапан; 21, 25 – манометри; 22 – фланець; 23 – трійник; 26 – пульт керування

Установка пастеризаційна трубчаста марки Т1–ОУК

Призначена (мал. 2.2) для пастеризації вершків у лініях потокового виробництва вершкової олії. Застосовується на олійних заводах.

Пастеризатор трубчастий складається двох циліндрів-теплообмінників верхнього і нижнього, що обігріваються паром. Довгий циліндр 1200 мм, діаметр парової сорочки 250 мм, діаметр по обшивці 350 мм. У торці циліндрів уварені трубні дошки, у які ввальцовано по 24 труби.

Рідина, що нагнітається насосом, попадає в першу трубу, потім у каналі переміщується і переходить у наступну трубу, знову в канал і т.д., поки послідовно не пройде по всіх трубах.

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

На паропроводі перед входом пар у сорочки циліндрів установлені манометри. У парових сорочках циліндрі при вході пари встановлені металеві пластини – відбивачі пари.

Конденсат з міжтрубного простору верхнього і нижнього циліндрів автоматично видаляється термодинамічним конденсатоотводчиком.

Вершки по час пастеризації проходять послідовно по 48 трубам нижнього і верхнього циліндрів і нагріваються паром, що надходить у міжтрубне простір циліндрів, до температури пастеризації 85...95 °С.

Технічна характеристика:

1. Продуктивність у годину, л	2500
2. Температура, °С:	
– вихідного продукту	10
– пастеризації	85...95...95
3. Тиск пари в циліндрах пастеризаторів, МПа	0,03...0...0,005
4. Витрата пари для пастеризації сливок, кг/година	390
5. Поверхня нагрівання, м ²	4,5
6. Швидкість руху сливок у трубах, м/с	1,2
7. Установлена потужність електродвигателя, кВт	1,5
8. Габаритні розміри з насосом, мм	1500×880×1315
9. Маса (с– насосом) ,кг	297

У комплекті – постачання пастеризатор трубчастий, електронасос відцентровий 30–1Ц2, 8–20, два конденсато-отводчика, вимірювальні прилади.

Розроблювач і виготовлювач – машинобудівний завод молочного устаткування ВНПО «Деталь».

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

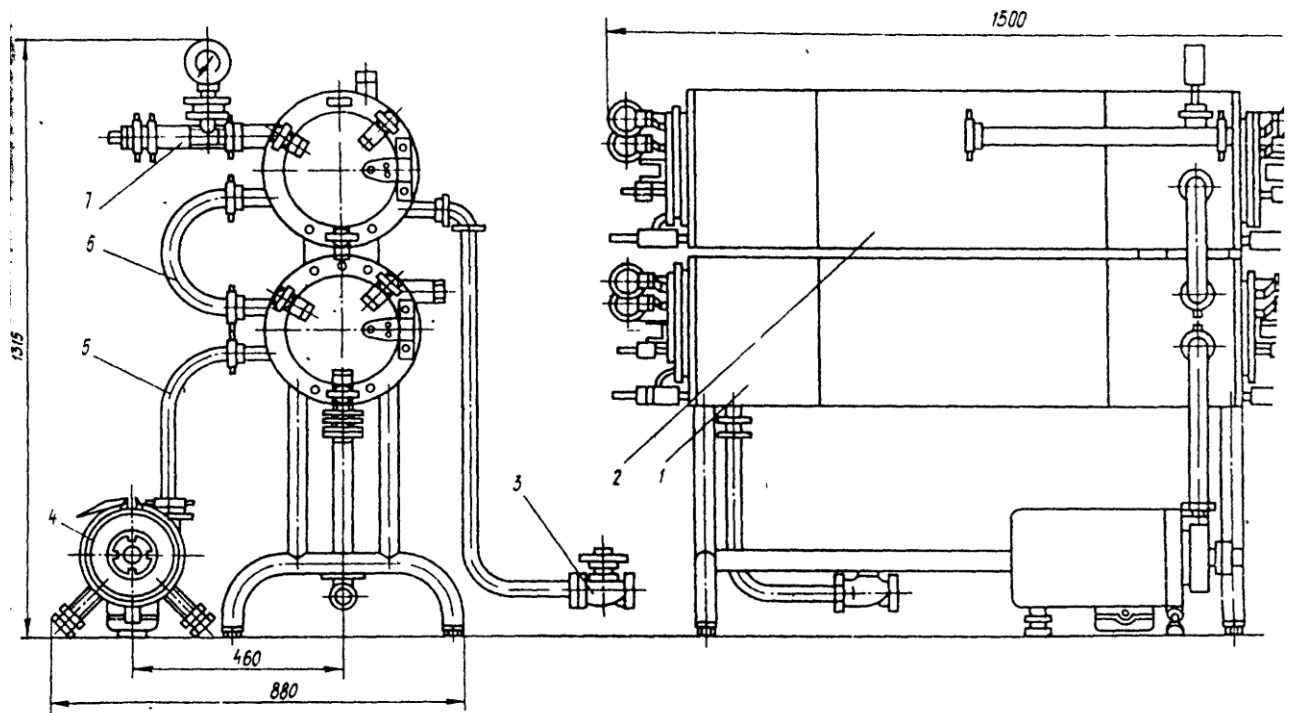


Рисунок 1.2 Загальний вид установки пастеризаційної трубчастой марки Т1-ОУК.

1 – циліндр нижній; 2 – циліндр верхній; 3– конденсатоотводчик;
4– електронасос відцентровий; 5,6,7– молокопроводы.

Підігрівник трубчастий марки П8–ОАБ Призначений (мал. 1.3.) для підігріву молока перед сепаруванням. Застосовується на оліє-, сироробних заводах великих сепараторних пунктах.

Виготовлений на базі уніфікованого теплообмінного циліндра, застосовуваного для трубчастих пастеризаційних установок. У процесі нагрівання молоко насосом подається в циліндр і послідовно проходить по 24 трубкам довжиною 1,2 м кожна з внутрішнім діаметром 27 мм.

Нагрівання молока здійснюється паром, що подається в міжтрубний простір, подача его регулюється вентилем.

При нормальній роботі апарата, внаслідок рясної конденсації, тиск у циліндрі дещо менше атмосферного. Конструкція апарата дозволяє застосовувати безрозбірну мийку.

Технічна характеристика

1. Продуктивність у годину, л

5000

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

2. Температура молока, °C	
– початкова –	10
– нагрівання –	50
3. Тиск пари,	
– у магістралі	не менш 0,05
– у циліндрі апарата	0,005 ...0,02
4. Витрата пари, кг/год	370...390
5. Місткість парового простору циліндра, л	24,5
6. Поверхня теплопередачі, м ²	2,25
7. Габаритні розміри, мм	1500×890?1450
8. Маса, кг	166

У комплекті постачання апарат одноциліндровий, електронасос відцентровий типу 36–1_Ц2, 8–20, вузол відводу конденсату, вимірювальні прилади.

Розроблювач і виготовлювач –машинобудівний завод молочного устаткування ВНПО " Ремдеталь".

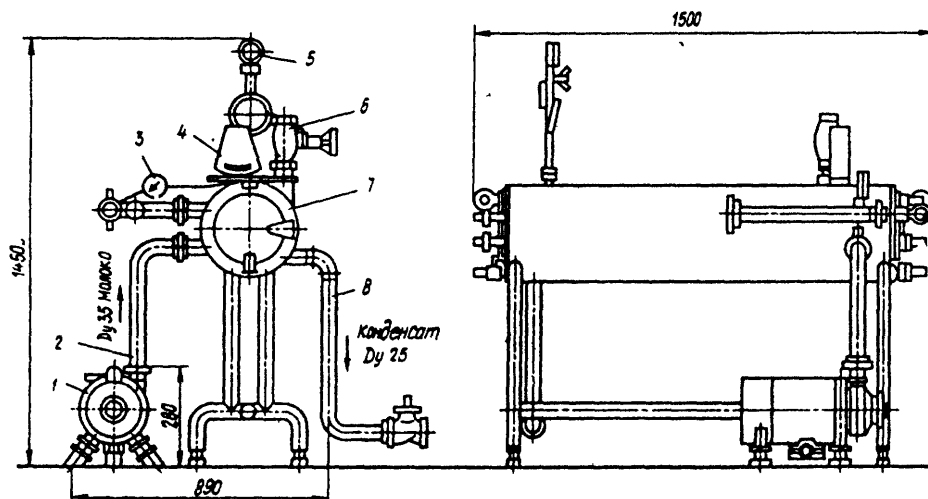


Рисунок 1.3 Загальний вид підігрівника трубчастого марки П8–ОАБ:

1 – насос для молока; 2 – молокопровод; 3 – манометр; 4 – термометр дистанційний манометричний; 5 – манометр; 6 – паровий вентиль (Ду40); 7 – одноциліндровий апарат; 8 –вузол відводу конденсату

1.2. Огляд літератури

Теплообмінне обладнання в молочній галузі вирізняється широким спектром технологічного застосування. До цієї категорії належать різноманітні підігрівачі, охолоджувачі, пастеризаційні та стерилізаційні установки. Вони можуть функціонувати як у складі комплексних технологічних ліній, так і виступати інтегрованими вузлами інших агрегатів (наприклад, вакуум-випарних станцій, коагуляторів чи стерилізаторів).

Залежно від механізму теплопередачі, такі апарати класифікують на дві основні групи: поверхневі (рекуперативного типу), де обмін теплом відбувається крізь роздільну стінку, та апарати змішування, у яких продукт безпосередньо контактує з гарячим теплоносієм. За конструктивним виконанням виділяють пластинчасті, трубчасті, ємкісні та зрошувальні теплообмінники. За характером перебігу робочого процесу обладнання поділяється на апарати безперервної та періодичної дії.

Підбір конкретного типу теплообмінника для виробничих потреб здійснюється з урахуванням необхідної продуктивності, заданих режимів термічної обробки та фізико-хімічних характеристик самого продукту.

Пластинчасті теплообмінні апарати переважно застосовують для процесів нагрівання, пастеризації та стерилізації рідких молочних продуктів (молока, вершків, сумішей для морозива). Їхнім базовим робочим елементом є металеві пластини, які виготовляються з корозійностійкої (нержавіючої) сталі марок 18Н10Т або Х14Г14Н3Т. Товщина металу при цьому становить від 0,7 до 1,5 мм.

Робоча поверхня пластин має спеціальне рифлення, яке виконує подвійну функцію: забезпечує штучну турбулізацію потоків рідини та збільшує загальну площу теплообміну без зміни габаритів самого апарата. Крім того, наявність рифлів надає пластинам додаткової жорсткості, що запобігає їх деформації під дією різниці тисків між продуктом та теплоносієм. Геометрія рифлення може бути різною: паралельною або під певним кутом (ялинкоподібна). У збірці на

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

The drawing consists of three main parts: a large side view at the top, and two detailed cross-sectional views at the bottom. The side view shows a cylindrical component with a flange on the left and a mounting bracket on the right. Dimensions include a height of 150, a total length of 1540, a distance of 430 from the flange to the center of the mounting bracket, and a bracket width of 300. The mounting bracket has a base width of 600. The bottom-left view is a cross-section of the flange area, showing internal components and a shaft. The bottom-right view is a cross-section of the mounting bracket, showing its internal structure and how it connects to the main assembly. Numerous parts are labeled with numbers: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, and 25.

Схематична будова пластинчастого теплообмінника представлена на рис. 1.4. Робочі пластини монтуються на двох паралельних напрямних тягах (верхній та нижній), що закріплені на станині, після чого щільно фіксуються гайками 10 за допомогою притискної плити 6. У процесі стискання між пластинами формуються ізольовані канали, по яких з одного боку протікає оброблюваний продукт, а з протилежного — робочий теплоносій. Для надійної герметизації цих каналів на фронтальній поверхні кожної пластини монтуються гумові ущільнення двох видів: велика прокладка охоплює майже весь периметр робочої зони, а мала слугує бар'єром для переміщення зустрічного середовища.

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

оптимальної швидкості потоку рідини (що запобігає пригоранню продукту), пластини об'єднуються у відповідні пакети та секції. Секція формується з групи пластин, через які циркулює продукт та один тип теплоносія для виконання спільної технологічної задачі. Відповідно до цього виділяють такі секції: пастеризаційну (де взаємодіють молоко та гаряча вода), регенеративну (молоко з молоком), а також секції охолодження водою (молоко і холодна вода) та розсолем (молоко і розсіл). Окремі секції розмежовуються спеціальними роздільними плитами, конструкція яких передбачає наявність каналів та штуцерів для подачі й відведення як продукту, так і робочих рідин.

Пакет складається з набору пластин, що утворюють канали для односпрямованого потоку рідини. На виході з такого пакета напрямок руху потоку змінюється, при цьому самі пакети відокремлюються один від одного граничними пластинами з двома отворами. Число пакетів, призначених для проходження продукту, може дорівнювати кількості пакетів для теплоносія, або ж відрізнятися від нього.

Схему компоновання пакетів у межах однієї секції прийнято записувати у вигляді дробу, де чисельник відображає параметри для продукту, а знаменник — для робочого середовища. Кількість наведених цифр відповідає числу пакетів, тоді як значення самої цифри позначає кількість каналів у відповідному пакеті.

Для прикладу, запис свідчить, що для протікання продукту виділено три пакети по чотири канали, тоді як для теплоносія передбачено лише один пакет на 12 каналів; натомість запис вказує на повністю симетричну структуру секції з однаковою кількістю пакетів та каналів для обох середовищ. Варто зазначити, що секціям регенерації у пластинчастих апаратах зазвичай притаманне саме симетричне компоновання пакетів.

Водночас зони пастеризації та охолодження (водою чи розсолем) проектуються як багатопакетні для проходження продукту і однопакетні для циркуляції робочого середовища.

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

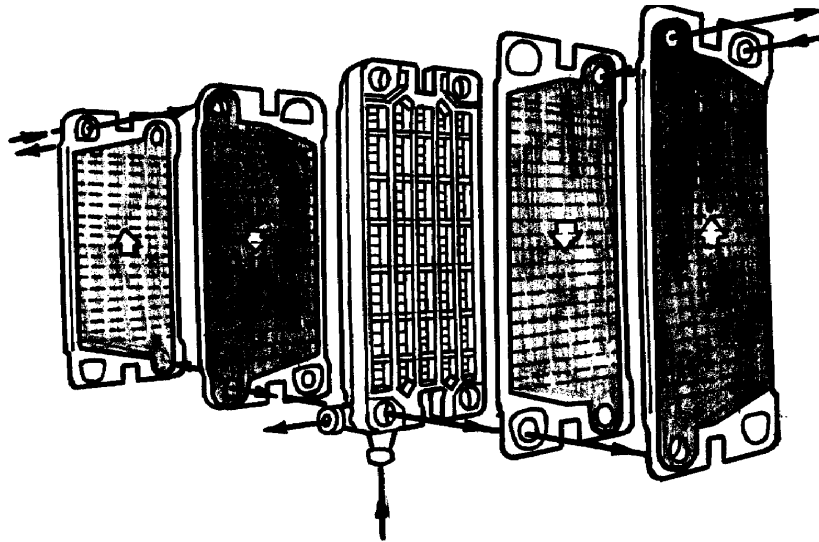


Рисунок 1.5 Нагрівні пластинчасті елементи

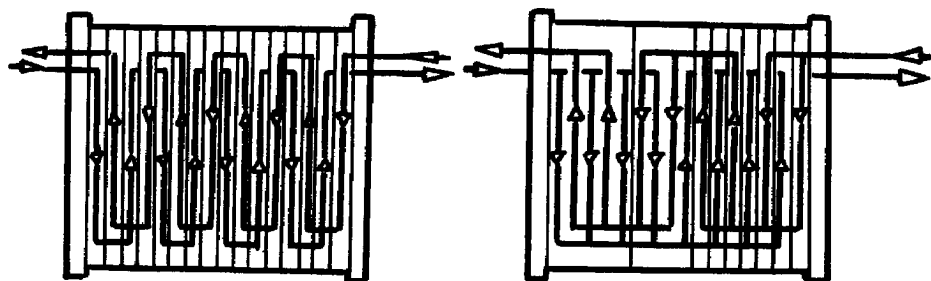


Рисунок 1.6 Схема проходження нагрівного компонента через пастеризатор

Роль теплоносія або холодоагенту зазвичай виконують пара, гаряча чи водопровідна вода, а також розсіл або льодяна вода.

Популярність пластинчастих апаратів пояснюється низкою вагомих переваг:

- проведення технологічних операцій у герметичному (закритому) потоці;
- можливість гнучкого регулювання продуктивності за рахунок зміни кількості пластин, тобто площі теплообміну;
- здатність до регенерації тепла та формування замкнутих систем циркуляції гарячого теплоносія;
- компактність установки попри значну площу теплопередачі;
- пристосованість конструкції до якісного миття без розбирання, легкості

контролю процесів та повної автоматизації роботи.

Водночас головним мінусом таких установок є наявність значної кількості гумових прокладок, що робить їхнє розбірне миття та технічне обслуговування більш складним.

Що стосується ємкісних теплообмінників, то їх переважно монтують на молочних підприємствах малої потужності для періодичних процесів. Такі апарати дозволяють здійснювати як окремі технологічні стадії, так і повний цикл виробництва певного продукту. Конструктивно вони являють собою резервуар, оснащений теплообмінною сорочкою, перемішувальним пристроєм із приводом, а також системою штуцерів для подачі та відведення робочих середовищ.

Наприклад, ванни тривалої пастеризації марок ВДП-300, ВДП-600 та ВДП-1200 призначені для витримування продукту за температури 83–85 °С із подальшим його охолодженням до 8–10 °С. Основою апарата є внутрішня нержавіюча ємність, поміщена у зовнішній двостінний корпус. Зазор між ними виконує функцію теплообмінної сорочки. Для уникнення спінювання молока під час заповнення та для забезпечення повноцінного вивантаження продукту, похиле дно внутрішньої ванни обладнане зливним патрубком у найнижчій точці.

Верхня частина резервуарів між стінками герметизується спеціальним ущільнюючим кільцем. Апарат має відповідні патрубки для введення пари й холодної води, а також для її відведення. Для скидання надлишку води у верхній зоні сорочки передбачена переливна труба. Подача пари здійснюється через кільцевий колектор, що гарантує її рівномірний розподіл. Роль теплоізолятора відіграє повітряний прошарок між зовнішніми стінками. Апарат також укомплектовано пропелерною мішалкою для постійного перемішування рідини, яка працює від електродвигуна через фрикційний редуктор.

Швидкість обертання мішалки становить 157–162 об/хв. У ванні ВДП-600 процес нагрівання сировини від 10 до 45 °С триває близько 80 хвилин. Хоча питомі витрати теплоенергії в ємкісних апаратах перевищують показники

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

трубчастих і пластинчастих аналогів, їхні широкі технологічні можливості роблять їх вкрай затребуваними на невеликих молочних виробництвах.

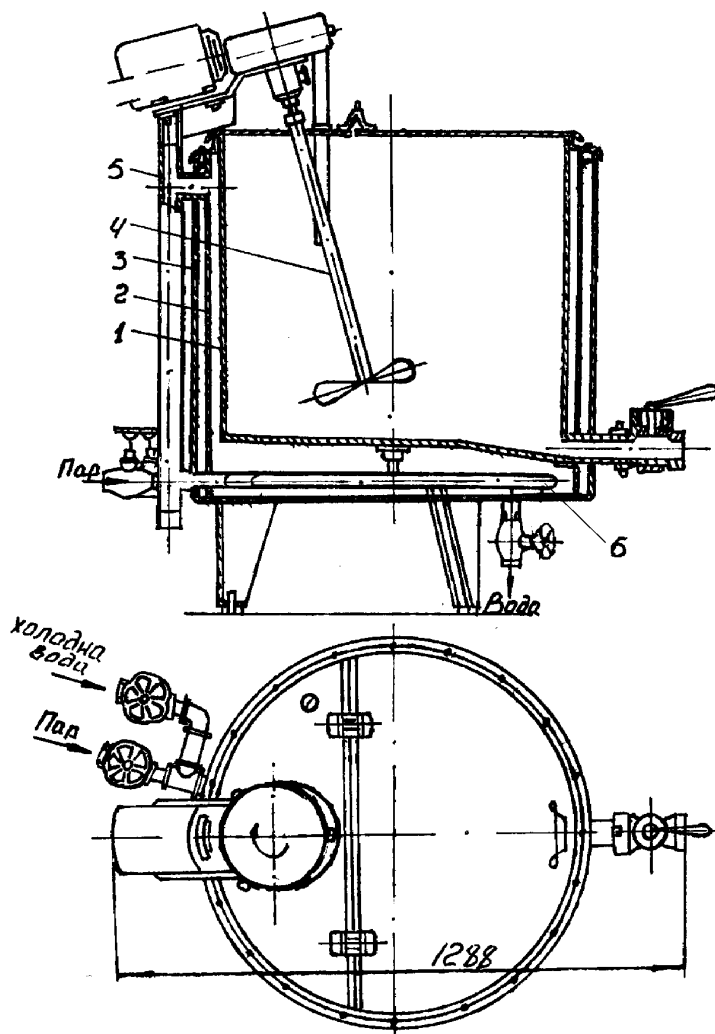


Рисунок 1.7 – Ванна ВДП–300

1 – внутрішня ванна; 2 – зовнішня ванна; 3 – обшивка; 4 – мішалка; 5 – переливна труба; 6 – кільцева труба.

Універсальні резервуари марки ТУМ-1200 застосовуються для термічної обробки молочної сировини в температурному діапазоні від 80 °С до 5–6 °С. У комплектацію такого танка входить відцентровий насос, а в нижній зоні його корпусу змонтовано перемішувальний пристрій. Рівень рідини в ємності відстежується за допомогою спеціального поплавкового вимикача. Конструкція передбачає наявність під днищем внутрішньої нержавіючої ванни

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

(у теплообмінній сорочці) змійовика для циркуляції розсолу та барботера, через який подається пара. Дані резервуари користуються особливим попитом у виробництві кисломолочних виробів, оскільки один апарат здатен виконувати одразу кілька операцій: пастеризацію, необхідну витримку, подальше охолодження та тимчасове зберігання готового продукту. Температурний режим контролюється за допомогою термометра ТЕМ-100.

Для підготовки та вирощування заквасок застосовують спеціальні заквасочники та заквашувальні установки, які виготовляються у широкому діапазоні об'ємів — від 12 до 600 літрів. Апарати малого об'єму (так звані ушатні заквасочники), до яких належать моделі ОЗ-12, ОЗ-40, ОЗ-80 та АКЗ-4, конструктивно є двостінними ваннами, зазор між стінками яких заповнений теплоізолятором. Зверху така ємність накривається спеціальною плитою, що має отвори для встановлення ушатів, а вільний простір між цими резервуарами та внутрішньою стінкою ванни заливається водою. Нагрівання води здійснюється або за рахунок електричних ТЕНів (як у моделі ОЗ-12), або шляхом подачі пари (у моделях ОЗ-40 та ОЗ-80).

Коли температура пастеризації досягає позначки 90–95 °С, молоко витримують близько 50 хвилин. Після цього в систему подають холодну або крижану воду, щоб знизити температуру до рівня, необхідного для внесення закваски. Протягом цього процесу сировину перемішують ручним способом. Водночас підтримка заданої температури сквашування відбувається в автоматичному режимі.

Заквашувальні апарати великого об'єму (такі як ОЗУ-300 або ОЗУ-600) за своєю будовою нагадують ванни для довготривалої пастеризації, де у просторі між внутрішнім резервуаром і зовнішнім корпусом розташовується змійовик.

Що стосується трубчастих теплообмінників, то їхнім основним призначенням є пастеризація молока та вершків без подальшого охолодження. Таке обладнання оптимально підходить для технологічних схем, де після нагрівання продукт не потрібно охолоджувати (наприклад, під час підготовки молока перед подачею до вакуум-випарних установок або при пастеризації

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

високожирних вершків для виготовлення масла). Крім того, трубчасті апарати застосовують для високотемпературної обробки молока (в межах 120–130 °С за умов підвищеного тиску), а також як пастеризатори, що працюють у комплексі з тепловими регенераторами.

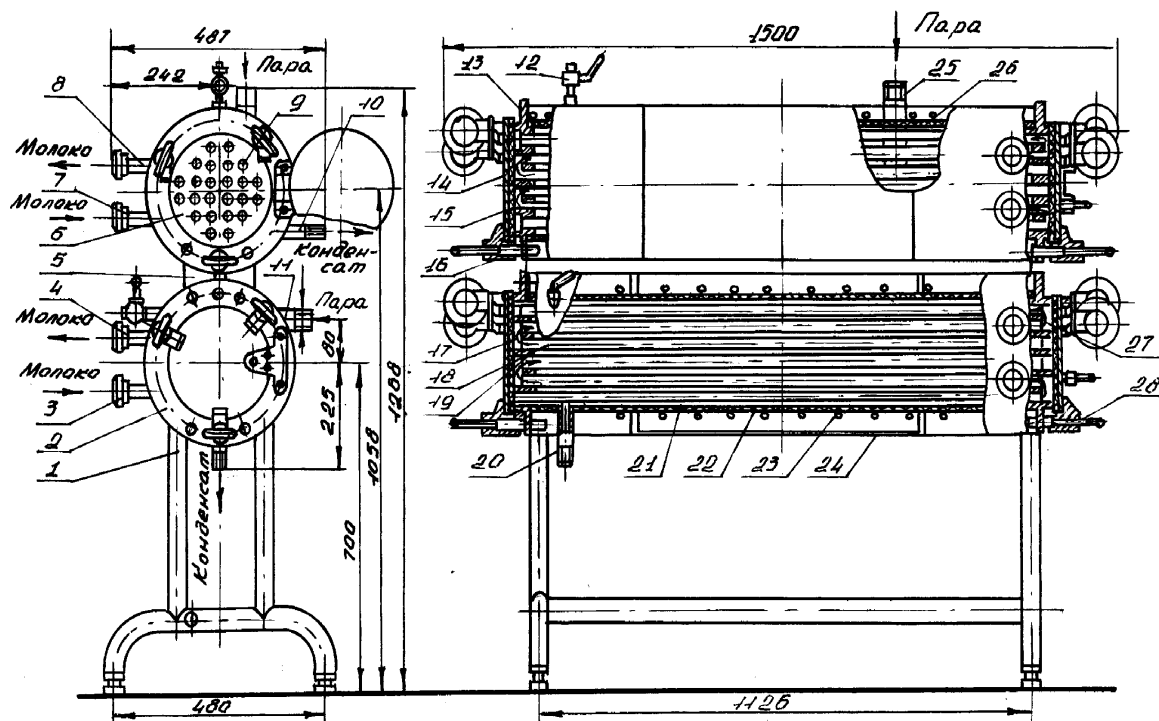


Рисунок 1.8 Трубчастий теплообмінник.

1 – стійка; 2 – нижній барабан; 3,6 – вхідні патрубки; 4,7 – вихідні патрубки; 5 – з'єднувальна планка; 6 – верхній барабан; 9 – труба; 10 – патрубок виходу конденсату; 11 – патрубок поступлення пари; 12 – кран випуску повітря; 13 – трубна дошка; 14 – прокладка; 15 – кришка; 16 – термометр.

Трубчасті теплообмінники відзначаються простотою конструкції, займають малу виробничу площу.

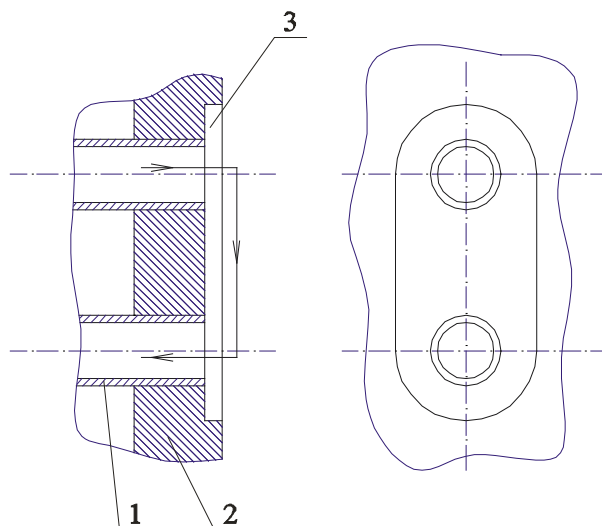


Рисунок 1.9 – Схема з'єднання труб в трубній решітці.

1 – труба; 2 – трубна решітка; 3 – камера.

Конструктивно трубчастий теплообмінник сформований із двох циліндрів, які з обох боків скріплені з'єднувальними планками 5 та змонтовані на спеціальній трубчастій опорі. До торців кожного циліндра приварені трубні решітки (дошки), у які жорстко завальцьовано по 24 трубки з внутрішнім перерізом 26 мм. Зовнішній діаметр самого циліндра становить 250 мм, а його довжина — 1200 мм. У трубних решітках (рис. 2.9) передбачені спеціальні виїмки (камери 3), що забезпечують послідовне сполучення сусідніх трубок, формуючи таким чином два ізольовані змійовики. Ззовні трубні дошки герметизуються кришками з ущільнювальними прокладками, що надійно фіксуються накладними гайками. На корпусі циліндра розташовані штуцери, призначені для введення гріючої пари в міжтрубний простір та для відведення утвореного конденсату. З метою зменшення теплових втрат циліндр вкритий шаром теплоізоляційного матеріалу і захищений зовнішнім металевим кожухом.

Робочий цикл починається з подачі молока через вхідний штуцер до нижнього циліндра, де потік сировини роздвоюється на два паралельні напрямки. Після проходження нижнього блоку ці потоки знову зливаються воедино і спрямовуються до верхнього циліндра, де гідродинамічний процес повністю повторюється. Водночас у міжтрубний простір нагнітається пара, яка

передає свою теплову енергію молоку, перетворюється на конденсат і виводиться із системи через конденсатовідвідні пристрої. Для видалення повітря з міжтрубної зони на верхньому барабані встановлено спеціальний повітряний клапан (вентиль 12). Під час запуску апарата цей вентиль залишають відкритим, дозволяючи парі повністю заповнити вільний об'єм. Щойно з клапана починає виходити пара, його перекривають і паралельно відкривають магістраль подачі молока.

Своєю чергою, пароконтактні теплообмінні апарати (інжекційного та інфузійного типів) характеризуються компактними розмірами, надзвичайно високою ефективністю теплопередачі та здатністю практично миттєво нагрівати продукт до необхідної температури. Таке обладнання знаходить широке застосування в технологічних схемах безперервного виготовлення казеїну (для підігрівання сироватки та перегону), а також у лініях виробництва стерилізованого молока.

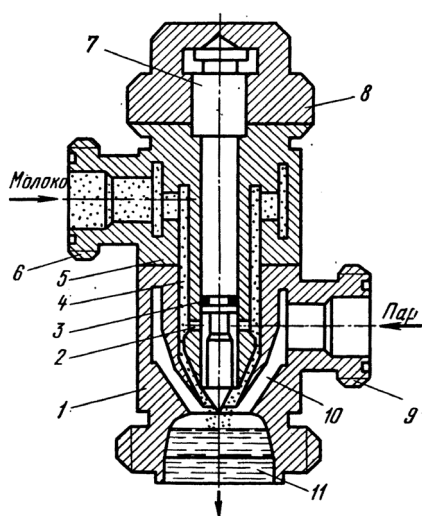


Рисунок 1.10 Схема пароконтактного нагрівача інжекційного типу .

Широке застосування мають нагрівачі типу “пара в молоко” з перфорованою вставкою.

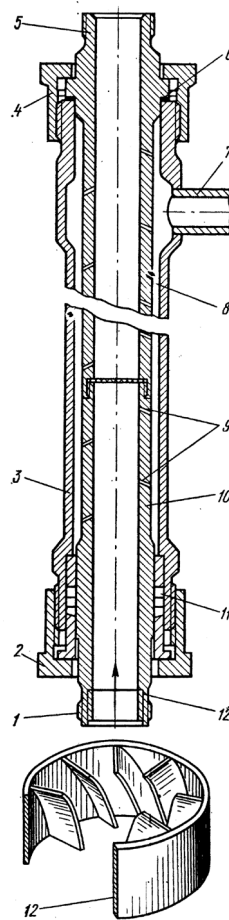


Рисунок 1.11—Схема нагрівача типу “пара в молоко” з перфорованою вставкою.

Оброблювана сировина транспортується через центральну трубу 10 із перфорацією, тоді як пара проходить через кільцевий проміжок, утворений між зовнішнім корпусом 3 та цією трубою. Гаряча пара потрапляє крізь отвори безпосередньо у молоко, де внаслідок конденсації швидко передає йому свою теплову енергію. Безпечна та правильна експлуатація подібних апаратів вимагає обов'язкового монтажу запірно-регулюючої арматури, що дозволяє уникнути аварійного проникнення пари до молочної магістралі або навпаки.

У стерилізаційних комплексах знаходять застосування інфузійні нагрівачі, що працюють за принципом "молоко в пару" (рис. 2.12), основною частиною яких є спеціальна камера 1, попередньо заповнена парою. Подача пари в неї здійснюється за допомогою патрубку 2, у той час як молоко впорскується всередину через відцентрову форсунку-розпилювач 3, хоча також можливий альтернативний варіант введення продукту тонкими струменями

крізь перфорований диск.

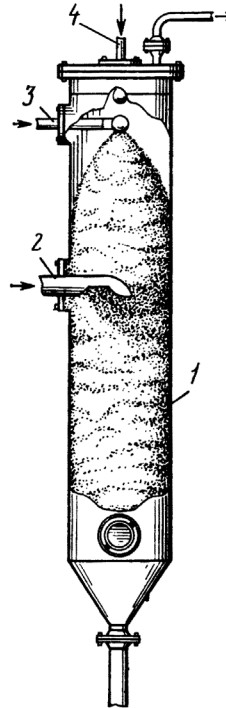


Рисунок 1.12 Нагрівач інфузійного типу “молоко в парі”.

1 – камера; 2, 4 – патрубок; 3 – форсунка.

Для зниження температури вершків застосовують трубчасті зрошувальні охолоджувачі. У промисловості поширені дві моделі таких апаратів: ОДД-1000 та ОДД-2000, які мають продуктивність 1000 та 2000 л/год відповідно.

Відкриті зрошувальні охолоджувачі складаються з двох робочих зон: охолодження водою та розсолем. Зверху апарата встановлено розподільний жолоб. Теплообмінна поверхня сформована з горизонтальних труб, розміщених вертикально в ряд і з'єднаних між собою дуговими відводами (калачами). Оброблюваний продукт просочується крізь отвори жолоба (діаметром 1,5–2 мм) і тонким шаром обтікає труби з обох боків, стікаючи вниз. Для збору охолоджених вершків внизу передбачено спеціальний піддон із випускним штуцером. Усередині труб циркулює охолоджувальне середовище (холодна чи крижана вода, або розсіл), завдяки контакту з яким продукт втрачає тепло. Головним мінусом таких апаратів відкритого типу є ризик вторинного бактеріального обсіменіння продукції через негерметичність зони охолодження.

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Перед кожним робочим циклом трубчасті теплообмінні апарати, молочні насоси та магістралі підлягають обов'язковому миттю та стерилізації. Процедура полягає у циркуляції гарячого (65–75 °С) 1%-го розчину кальцинованої соди протягом 12–15 хвилин, після чого його залишки змивають чистою водою. Далі систему дезінфікують шляхом прокачування розчину хлорного вапна (близько 10 хвилин), знову промивають холодною водою і здійснюють термічну обробку, нагріваючи обладнання до 90–95 °С. В охолоджувачах зрошувального типу додатково проводять зовнішнє миття робочих поверхонь водою та лужним розчином.

У разі аварійного або незапланованого припинення подачі молока слід негайно перекрити паровий вентиль, стравити залишки пари з циліндрів за допомогою повітряних клапанів, припинити циркуляцію розсолу і лише після цього вимкнути молочні насоси. Щоб уникнути потрапляння повітря в систему, рівень продукту у зрівнювальному резервуарі має постійно підтримуватися на позначці не нижче 300 мм.

Перед запуском сировини в лінію необхідно вивести один із сепараторів на номінальну робочу потужність. На початковому етапі молоко виштовхує з труб воду, що лишилася після санітарної обробки. Поки продукт не прогріється до технологічної норми, він циркулює по замкнутому контуру, повертаючись до зрівнювального бака. Подача холодної води та розсолу розпочинається лише після спрацьовування клапана переходу на режим пастеризації.

Стабільне функціонування установки вимагає постійного протікання продукту через теплообмінні секції. Якщо запас молока вичерпується, необхідно негайно перекрити подачу пари, заповнити зрівнювальний резервуар водою і припинити подачу холодоагенту.

Після завершення зміни припиняють надходження молока до зрівнювального бака, натомість подають воду для початку санітарної обробки. Стандартний алгоритм миття включає:

- попереднє ополіскування холодною водою (10–15 хвилин) для повного видалення залишків продукту;

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- циркуляційне миття розчином азотної кислоти;
- фінальне промивання чистою холодною водою до повної нейтралізації кислотного середовища.

Комплекси для термічної обробки молочної сировини проектується на базі основного теплообмінного апарата, але завжди доповнюються допоміжними вузлами. До такого оснащення належать зрівнювальні резервуари (для стабілізації подачі), регулятори потоку, перепускні клапани, секції витримування, а також контрольно-вимірювальні прилади (манометри, термометри).

До складу сучасних пастеризаційно-охолоджувальних ліній також можуть входити відцентрові молокоочисники, сепаратори (зокрема нормалізатори), гомогенізатори, різноманітні насоси та бойлерні установки для генерації гарячої води.

Витримувач призначений для підтримання температури пастеризації продукту протягом чітко визначеного часу, який варіюється залежно від температурного режиму. Наприклад, за умови нагрівання до 96 °С тривалість витримки складає лише 1–2 секунди, при 72–76 °С — 18–20 секунд, а для режиму 60 °С потрібно вже 15 хвилин. У пастеризаційних комплексах марок ОП2-У5, ОП2-У10 та ОП2-У15 цей вузол (рис. 1.10) має вигляд одного або двох з'єднаних циліндрів із внутрішнім перерізом 165 мм. Ця ємність оснащена вхідними та вихідними штуцерами, гніздом під термометр, а також краном для зливу рідини та відбору зразків. Альтернативним варіантом є трубчастий витримувач змійовикового типу (з труб діаметром 50 або 80 мм). Його часто монтують безпосередньо над теплообмінником для економії простору в цеху. Додавання нових витків до змійовика дозволяє подовжити час витримки, що, у свою чергу, дає змогу знизити загальну температуру пастеризації та зменшити енерговитрати.

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

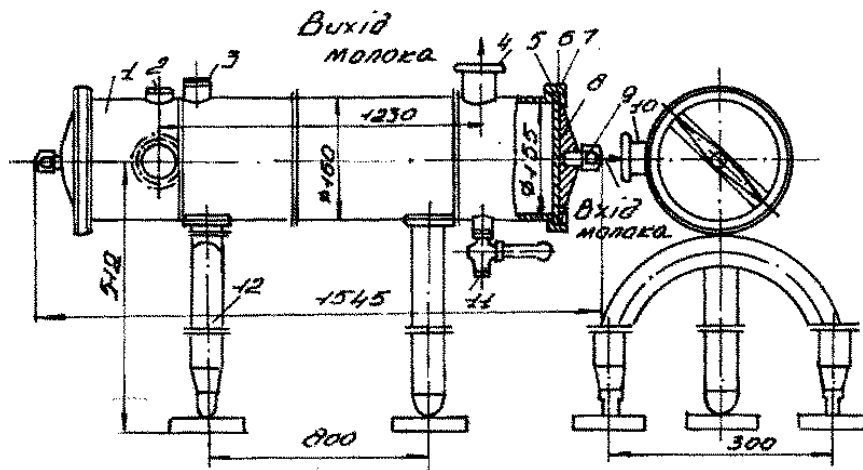


Рисунок 1.13 – Витримувач.

Зрівнювальний бак виконує функцію проміжного резервуара, головним завданням якого є забезпечення стабільної та безперервної подачі молока до теплообмінного апарата.

Конструктивно цей вузол являє собою циліндричну ємність, оснащену механічним поплавковим регулятором рівня. Сировина надходить усередину через вхідний патрубок, що розташований у нижній частині корпусу, а її відведення здійснюється через вихідний штуцер у днищі. На лінії подачі змонтовано спеціальний клапан 8, який встановлено у сидло 9, укомплектоване фланцем та ущільнювальним кільцем 10. До фланця сидла механічно прилягає коліно важеля поплавка.

Процес регулювання відбувається наступним чином: під гідравлічним тиском вхідного потоку молока клапан відкривається, дозволяючи рідині заповнювати резервуар. У міру зростання рівня продукту поплавки піднімаються, змушуючи важіль повертатися навколо своєї осі. Внаслідок цього коліно важеля через ущільнювальне кільце тисне на сидло, щільно притискаючи його до клапана, що призводить до поступового зменшення або повного перекриття подачі сировини. Коли ж рівень молока у баку знижується, поплавки опускається, звільняючи прохідний переріз клапана, і надходження рідини знову відновлюється.

Для безпечної та стабільної роботи установки важливо, щоб експлуатаційний рівень продукту в ємності не опускався нижче 300 мм — це

необхідно для запобігання засмоктуванню повітря в систему. Габарити та маса поплавка розраховані таким чином, щоб у своєму крайньому верхньому положенні (при досягненні максимального рівня заповнення) він міг надійно і герметично перекривати потік молока, долаючи тиск рідини, що створюється відцентровим насосом або надходить самопливом.

о.

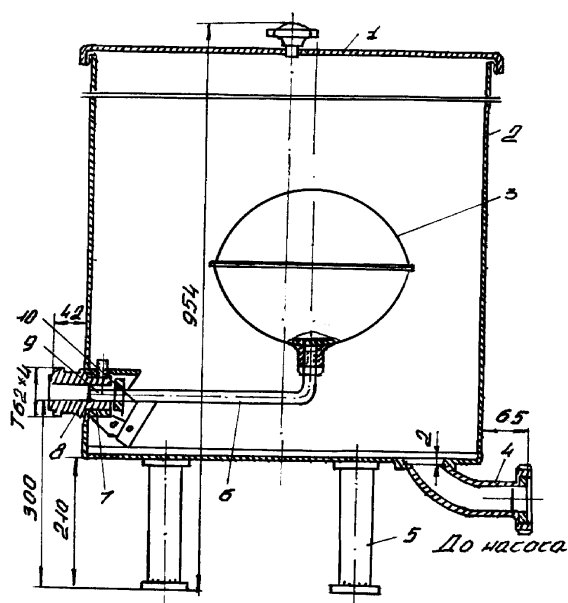


Рисунок 1.14 – Вирівнювальний бак.

Регулятор рівномірності потоку призначений для підтримання стабільної подачі продукту відповідно до заданої продуктивності апарата. Конструктивно (рис. 1.14) він складається з корпусу, всередині якого розташовані закритий пробкою 9 пустотілий циліндр 6 із пропускними вікнами 4 та золотниковий механізм 7. Цей механізм за допомогою шпильки 8 і штока 3 (який проходить крізь вінець 1) з'єднаний із робочим грибок у регулювальній камері.

Принцип дії пристрою наступний: молоко надходить знизу через патрубок 10, рухається по кільцевому зазору між циліндрами і крізь вікна 4 потрапляє до камери регулювання. Під впливом гідравлічного (швидкісного) напору грибок 11 піднімається, одночасно переміщуючи вгору золотник, який частково перекриває вікна для проходу рідини, обмежуючи потік. У разі падіння напору грибок опускається, і золотник знову збільшує прохідний

переріз вікон, відновлюючи необхідний об'єм подачі молока.

Перепускний клапан використовується для автоматичної зміни напрямку руху сировини (повернення її на повторне нагрівання) у випадку недопастеризації продукту. Його спрацьовування забезпечується гідравлічним реле, робота якого керується відповідним електронним мостом.

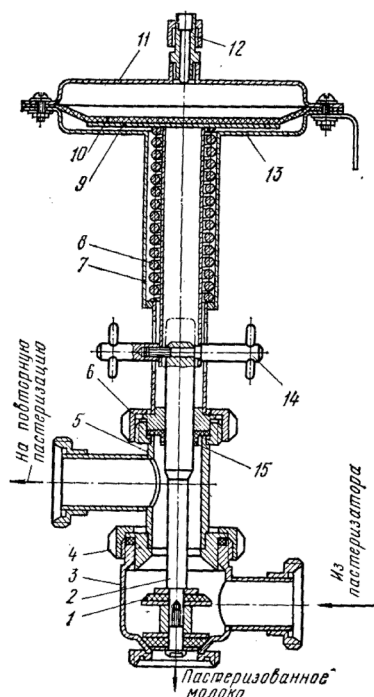


Рисунок 1.15 –Перепускний клапан для автоматичної зміни напрямку руху молока в пастеризаційній установці.

Конструкція перепускного клапана включає корпус та робочу камеру. На корпусі розташовані вхідний і вихідний патрубки для молока, а всередині змонтовано золотниковий механізм. На штоку закріплено грибок 11, який за допомогою пружини щільно притискається до мембрани. Якщо в систему надходить недопастеризоване молоко, мембрана займає крайнє верхнє положення, пружина піднімає грибок, і золотник перекриває подачу продукту на розлив. Коли ж температурний режим пастеризації дотримується, мембрана опускається вниз, переміщуючи за собою грибок зі штоком, після чого золотник блокує зворотний патрубок і відкриває шлях пастеризованому молоку на подальшу обробку чи фасування.

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

В апараті ОП2-У5 регенеративна зона конструктивно поділена на два ступені. Вийшовши з першого ступеня регенерації нагрітим до 43 °С, молоко спрямовується до сепаратора, після чого повертається у другу регенеративну секцію для подальшого підігріву до 62 °С. Таке розмежування дозволяє інтегрувати в лінію сепаратор-вершковідділювач, що значно розширює функціонал комплексу.

Високопродуктивна установка ОПУ-15 (15 м³/год) призначена для великих молокозаводів. У цій моделі зона регенерації також має двоступеневу структуру, а як холодоагент для охолодження продукту застосовується крижана вода.

Модель ОПУ-3М має меншу продуктивність, проте її будова багато в чому повторює ОП2-У10. З метою заощадження робочого простору в цеху секція витримування в ній інтегрована безпосередньо в пульт керування.

Автоматизовані пластинчасті комплекси ОПЖ-5 та ОПЖ-10 застосовуються для високотемпературної (135–137 °С) термічної обробки сировини у закритому потоці, зокрема при виготовленні стерилізованого молока. Їхня базова комплектація відповідає рівню продуктивності та є схожою на обладнання ОП2-У5, але додатково включає гомогенізатор.

Пластинчастий апарат цієї лінії складається з трьох регенеративних зон (І, ІІ, ІІІ), секцій пастеризації, стерилізації, водяного охолодження, а також спеціальної зони охолодження недопастеризованого продукту. Спочатку сировина проходить першу зону регенерації, де підігрівається до 40 °С, після чого надходить на сепаратор для очищення. Далі молоко проходить зону регенерації ІІ, нагріваючись до 70 °С, і потрапляє до пастеризатора. Там його температура підвищується до 80 °С, після чого воно направляється у витримувач та гомогенізатор. Звідти потік переміщується до третьої зони регенерації, а потім — на стерилізацію. У секцію стерилізації подається водяна пара (тиск $4,1 \times 10^4$ Па, температура 145 °С), завдяки чому молоко нагрівається під тиском 20×10^4 Па. Вже стерилізований продукт послідовно віддає тепло у трьох зонах регенерації та остаточно охолоджується у відповідній секції.

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаткова зона охолодження недостерилізованого молока слугує для зниження температури тієї частини продукту, що не досягла заданих параметрів і повертається на рециркуляцію (рис. 33).

Сучасні пластинчасті пастеризаційно-охолоджувальні комплекси мають діапазон продуктивності від 3 000 до 25 000 л/год. Вони здатні забезпечити весь необхідний цикл механічної та теплової обробки під час виготовлення питного молока.

До складу типової установки входять: зрівнювальний резервуар, насос відцентрового типу, пластинчастий теплообмінник, секція витримування, молокоочисний сепаратор, вершковідділювач, перепускний клапан, а також набір засобів автоматики й контрольно-вимірювальних приладів.

Структура пластинчастого теплообмінника зазвичай включає п'ять зон: дві регенеративні (I та II), пастеризаційну (III) та дві охолоджувальні (водяну — IV, розсольну — V).

Технологічний процес виглядає так: відцентровий насос подає молоко зі зрівнювального бака до першої зони регенерації. Підігрівшись там до 40...45 °С, сировина прямує на очищення. Далі вона проходить другу регенеративну зону (нагріваючись до 65...70 °С) і потрапляє в зону пастеризації, де досягає 76...80 °С. Після необхідної паузи у витримувачі за такої ж температури, молоко через перепускний клапан повертається у першу, а потім другу регенеративні секції. Останнім етапом є проходження водяної та розсольної секцій охолодження, завдяки чому на виході продукт має температуру 4...6 °С.

Сировина подається крізь нижній штуцер у порожнистий внутрішній циліндр, заповнює його об'єм і перетікає через верхню кромку у простір між внутрішнім і зовнішнім циліндрами, після чого виводиться через спеціальний отвір 14. Основна опорна стійка розташована всередині апарата, тоді як робочі секції змонтовані обабіч неї. Фіксація пластин забезпечується двостороннім стисканням за допомогою притискних плит та гвинтових муфт, що зумовлено високими експлуатаційними навантаженнями в системі. Зокрема, стерилізаційні апарати висувають підвищені вимоги до якості ущільнень, які

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

повинні надійно витримувати вплив високих температур.

Для виробництва кисломолочної продукції та сирів застосовують спеціалізовані комплекси ОПЛ-5 та ОПЛ-10. Їхньою головною технологічною відмінністю є відсутність розсолної зони охолодження, завдяки чому кінцева температура молока (20–35 °С) ідеально підходить для внесення закваски.

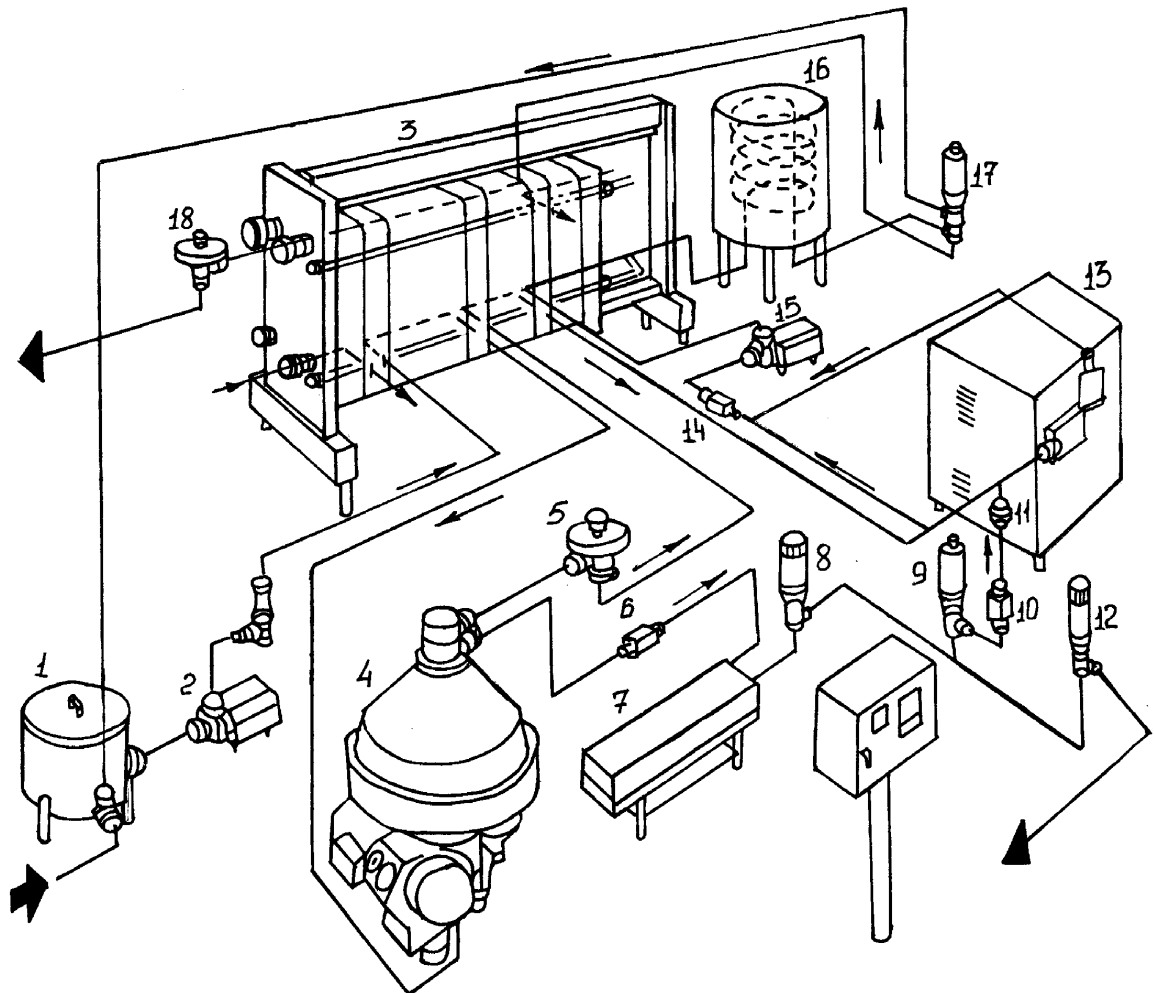


Рисунок 1.16 Автоматизовані пластинчаті пастеризаційно-охолоджувальні установки

Автоматизовані пластинчасті пастеризаційно-охолоджувальні комплекси марок ОП1-У1 та ОП1-У2 призначені для термічної обробки (пастеризації та подальшого охолодження) вершків із масовою часткою жиру 30–35 %. Їхня продуктивність становить 1000 та 2000 л/год відповідно. Процес пастеризації відбувається за температури 90 ± 2 °С без додаткової витримки, після чого продукт охолоджується до 4 °С. Конструктивною основою цих теплообмінників є пластини типу П2. Подача сировини в систему здійснюється

за допомогою ротаційного насоса НРМ-2, проте допускається застосування й інших насосів об'ємного типу.

Для обробки сумішей морозива застосовуються пастеризаційно-охолоджувальні установки ОПЯ-1,2 та ОПЯ-2,5, які мають продуктивність 1200 і 2500 л/год відповідно. Пластинчастий теплообмінник також зібраний із пластин П2 і структурно поділений на зони регенерації, пастеризації, а також водяного й розсольного охолодження. Робочий цикл передбачає нагрівання суміші до 86–90 °С та її кінцеве охолодження до 2–6 °С. Після проходження пастеризаційної секції продукт спрямовується на гомогенізацію, а потім повертається до зони регенерації, де частково віддає тепло зустрічному потоку сирих вершків. Нагнітання суміші забезпечується насосом НРМ-2.

З метою попереднього підігрівання молока перед процесом сепарування (до рівня 35–40 °С) використовують спеціальні пластинчасті підігрівачі. Роль теплоносія в них виконує гаряча вода (76–96 °С) або водяна пара. Керування таким обладнанням може здійснюватися як вручну, так і в автоматичному режимі. Наприклад, підігрівач марки А1-ОНС-5М забезпечує продуктивність на рівні 5000 л/год. Цей апарат має односекційне виконання на основі пластин П1. Температурний контроль відбувається візуально, а регулювання потоків сировини та робочих рідин — механічно (вручну). Гріючим середовищем у цій моделі виступає пара.

Для первинного зниження температури свіжовидоєного молока на фермах і молокоприймальних пунктах, а також для його доохолодження під час тимчасового зберігання у резервуарах, застосовують автоматизовані пластинчасті охолоджувачі. Зокрема, моделі ООУ-М та ООТ-М (із пропускною здатністю 3000 та 5000 л/год) призначені для охолодження сировини від 35 °С до 4±2 °С. Їхні робочі блоки сформовані з пластин П1 і складаються з двох контурів: водяного та розсольного. У водяній секції температура молока знижується до 20–22 °С, після чого воно остаточно охолоджується розсолем. Водночас потужніші установки марок ОО1-У10 та ООУ-25 (продуктивністю 15000 та 25000 л/год відповідно) функціонують у режимі доохолодження в

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

діапазоні від 20 °С до 4 °С.

Автоматизований пластинчастий комплекс ОЛО розроблений для швидкої тонкошарової пастеризації та подальшого охолодження вершків. Цей апарат є невід'ємною частиною технологічної лінії з виготовлення вершкового масла методом збивання. Його робоча потужність становить 3000 л/год, при цьому нагрівання відбувається в межах 85–96 °С, а охолодження — до 4–6 °С. До складу установки входять: основний пластинчастий теплообмінник, зрівнювальна ємність із поплавковою системою, молочний насос типу 36МЦ 10-20, бойлерний вузол, насос для циркуляції гарячої води, інжектор, а також регулювальний і перепускний клапани та пульт керування. Сама теплообмінна частина розділена на зони регенерації, пастеризації та два ступені водяного охолодження (І та ІІ). Гріючим середовищем у пастеризаторі виступає гаряча вода. Після проходження регенеративного контуру сирі вершки нагріваються до 48–65 °С, тоді як температура вже пастеризованого потоку на цьому етапі знижується орієнтовно до 34 °С.

Сила затискання робочих секцій контролюється за допомогою спеціальної таблиці зі шкалою, яка закріплена на верхній та нижній розпірках. Нульова позначка тиску, що виставляється за рискою на опорній планці, позначає мінімально необхідне стиснення пластин для досягнення робочої герметичності системи.

Критично важливою вимогою безпечної експлуатації є безперервність подачі сировини. Зупинка циркуляції неминуче призведе до прикипання (пригару) продукту до теплообмінних поверхонь. Після завершення виробничого процесу, щойно зрівнювальний бак спорожніє, слід негайно пустити в систему воду, щоб виштовхнути залишки вершків з каналів. Крім того, магістраль подачі гарячої води обов'язково оснащується очисним фільтром, адже його засмічення може спричинити збої у функціонуванні перепускного клапана.

Двосекційний теплообмінний апарат АТО10 (від компанії «ТЕСПО») розроблений для операцій нагрівання, пастеризації та охолодження різних

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

рідких середовищ: води, молока або вершків із жирністю до 30 %. У межах однієї секції приріст температури становить 40 ± 2 °С. При роботі в режимі нагрівання апарат здатен обробляти 10 м³/год, тоді як у режимі глибокого охолодження (до 6 °С) його пропускна здатність дорівнює 1 м³/год. Залежно від потреби, теплоносієм може виступати пара або гаряча вода, а для охолодження використовується крижана вода. На вхідній магістралі встановлено захисний клапан марки 17чЗбр. 1ДУ50, налаштований на максимально дозволений тиск пари в межах 0,5 атм. Робочий тиск продукту в системі підтримується на рівні 2 атм, а його критично допустима межа становить 3 атм.

1.3. Мета і задачі кваліфікаційної роботи

Головною метою цієї бакалаврської роботи є розробка комплексних інженерних рішень щодо встановлення, практичної експлуатації та сервісного обслуговування теплообмінного обладнання в молочній галузі для гарантування його безперебійного та безпечного функціонування.

Відповідно до визначеної мети, у роботі поставлено та вирішено наступні завдання:

- Дослідити конструктивну специфіку, експлуатаційні умови та технічні параметри теплообмінних апаратів, які функціонують на молокопереробних підприємствах.
- Здійснити аналіз фахової науково-технічної літератури стосовно класифікації, архітектури та механізмів роботи молочного теплообмінного устаткування.
- Виконати обчислення базових теплотехнічних показників пастеризаційної установки, зокрема визначити розмір теплових втрат, коефіцієнт тепловіддачі та загальний термічний опір.
- Створити монтажну схему для сепаратора ОЦМ-10, підібрати відповідне такелажне обладнання та обґрунтувати алгоритм проведення монтажних

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

операцій.

- Запропонувати технологічний процес ремонту вузла горизонтального вала сепаратора, сформувати дефектну відомість і розробити календарний план планово-попереджувальних ремонтних робіт.
- Спроектувати маршрутну технологію механічної обробки деталі типу «фланець», включаючи розрахунок необхідних припусків, вибір режимів різання та нормування часу на виконання операцій.
- Сформувати перелік обов'язкових заходів із забезпечення охорони праці та безпеки життєдіяльності працівників під час експлуатації та обслуговування сепараторів і теплообмінних комплексів.

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Конструкторська частина

2.1 Розрахунок основних параметрів пастеризатора

Розрахунок теплових втрат

Втрати Q_K і Q_L можна визначити досить точно розрахунковим шляхом. Михеєв приводить для визначення коефіцієнта тепловіддачі від гарячої стінки повітря формулу $Nu = C(GrPr)_m^n$

де індекс m означає, що визначальною температурою варто вважати

середню арифметичну від температур стінки і повітря $t_m = \frac{t_w + t_f}{2}$.

Значення коефіцієнтів приведені у таблиці.

Таблиця 2.1

$(GrPr)_m$	c	n
$1 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^2$	1,18	1/8
$5 \cdot 10^2 - 2 \cdot 10^7$	0,54	1/4
$2 \cdot 10^7 - 1 \cdot 10^{13}$	0,135	1/3

Розрахуємо теплові режими та витрати тепла пастеризатора при визначених параметрах.

Температура стінки $t_w = 60^\circ \text{C}$; повітря $t_f = 20^\circ \text{C}$; $\Delta t = 40^\circ$

$$t_m = \frac{60 + 20}{2} = 40^\circ \text{C} \quad \beta = \frac{1}{273};$$

при 40°C $\lambda_y = 0,0228$; $Pr = 0.72$; $V = 17,6$.

Прийmemo висоту стінки l рівною 1 м.

$$Gr = \beta \frac{g l^3}{\nu^2} \Delta t = \frac{1}{273} \cdot \frac{9.8 \cdot 10^{12}}{17,6^2} 40 = 4,63 \cdot 10^9;$$

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Коренківський М.О.			Конструкторська частина			Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Ворожук В.Я.								40	
Реценз.								гр. МО-41			
Н. Контр.		Кравець О.І.									
Затверд.		Пилипець О.М.									

$$Gr = 4,63 \cdot 10^9 \cdot 0,72 = 3,33 \cdot 10^9$$

Цій величині відповідають коефіцієнти $C = 0,135$; $n = 1/3$;

$$Nu = \frac{al}{\lambda} = \frac{al}{0,0228} = 0,135(3,33 \cdot 10^9)^{\frac{1}{3}} = 201,$$

звідки $a = 4,6$.

Якщо діаметр апарата $D = 0,8$ м і висота $l = 1$ м; то поверхня його

$$F = \pi DI = 2,5 \text{ м}^2.$$

$$\text{Тоді } Q_K = Fa\Delta t = 2,6 \cdot 4,6 \cdot 40 = 460 \text{ кал/год}$$

Втрата тепла на випромінювання визначається по формулі

$$Q_{\text{л}} = FC \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right],$$

де C — приведений коефіцієнт.

$$C = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{F_1}{F_2} \left(\frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_s} \right)},$$

де C_1 — константа випромінювання поверхні апарата; C_2 — константа випромінювання стін цеху; C_s — константа для абсолютно чорного тіла ($C_s = 4,96$); F_1 — поверхня апарата; F_2 — поверхня стін.

Тому що F_2 дуже велико в порівнянні з F_1 , то можна з практичною точністю вважати $C = C_1$.

Для пастеризатора пофарбованого олійною фарбою.

$$C = C_1 = 3,87; F = 2,5 \text{ м}^2; t_{\text{см}} = 60^\circ \text{ С}; T_1 = 273 + 60 = 333^\circ \text{ С}; t_{\text{гозд}} = 20^\circ \text{ С}; T_2 = 293^\circ \text{ С}.$$

$$Q_{\text{л}} = 2,5 \cdot 3,87 \left[\left(\frac{333}{100} \right)^4 - \left(\frac{293}{100} \right)^4 \right] = 480 \text{ кал/год}.$$

З розрахунку видно, що втрати на конвективну тепловіддачу приблизно дорівнюють утратам тепла на випромінювання.

Розрахунок коефіцієнта тепловіддачі.

При наявності сльозникових кілець, призначених для підвищення міцності стінок апарата, коефіцієнт тепловіддачі можна визначати по формулі

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Нуссельта з поправочним множником Кутателадзе.

Для парового пастеризатора при умовах, що температура становитиме

$$t_{CT}=85^{\circ}\text{C}; \quad t_{II}=105^{\circ}\text{C}; \quad t_{\text{конд}}=95^{\circ}\text{C}; \quad \Delta t=t_n-t_c=20^{\circ}\text{C};$$

відстань між кільцями $H=0,2$ м.

$$\text{Pr}=\frac{\nu}{\alpha}=1,85; \quad \nu=0,3 \cdot 10^{-6}; \quad \lambda=0,95; \quad r=540.$$

$$\text{Ga}=\frac{gH^3}{\nu^2}=\frac{9,81 \cdot 0,2^3 \cdot 10^{12}}{0,3^2};$$

$$K=\frac{r}{c\Delta t}=\frac{540}{1 \cdot 20}.$$

По формулі Нуссельта

$$\text{Nu}=\frac{\alpha H}{\lambda}=\frac{\alpha \cdot 0,2}{0,59}=1,13 \sqrt{\frac{9,81 \cdot 0,2^3 \cdot 10^{12} \cdot 1,85 \cdot 540}{0,3^2 \cdot 20}}=\frac{\alpha \cdot 0,2}{0,59}=2904$$

$$\alpha=8567 \approx 8600.$$

Порядок величини коефіцієнта тепловіддачі сухої насиченої пари нами встановлений. Розглянемо, виходячи з формули, вплив факторів, які грають роль при конденсації пари і ламінарному стіканні конденсату по вертикальній стінці. Коефіцієнт тепловіддачі по формулі оберненопропорційний $H^{0,25}$. Вплив H на Nu виражений нерізко, але можна зробити висновок на користь стінки малої висоти. Чим нижча стінка, тим менше на ній осяде конденсату, плівка його буде тоншою, тепловий опір її менший і тепловіддача — краща.

Визначення теплового опору

На поверхнях, що розділяють шари, які перешкоджають теплопередачі, температура послідовно знижується. Визначення температур по ходу теплового потоку дуже важливе для з'ясування ряду технологічних явищ. Найпростіше визначати ці температури графічним методом.

Сумарний опір

$$R=R_1+R_2+R_3+R_4+R_5+R_6$$

де R_1 . R_2 . R_3 . R_4 . R_5 і R_6 — відповідно опір пари, мастила, стінки, шумовиння, прикордонного шару й опір при переході від прикордонного шару до ядра.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ 062.00.00.000 ПЗ

Арк.

42

$$R = \frac{1}{6000} + \frac{0,0001}{0,12} + \frac{0,002}{300} + \frac{0,0002}{0,3} + \frac{0,0002}{0,4} + \frac{0,0002}{0,4 + 40}$$

Доданки відповідають слідуючим даним:

$$a_{\Pi} = 6000;$$

товщина шару мастила $\delta_{\text{м}} = 0,1$ мм теплопровідністю $\lambda_{\text{мас}} = 0,12$; товщина мідної стінки $\delta_{\text{ст}} = 2$ мм теплопровідністю $\lambda_{\text{мед}} = 300$;

товщина шару шумовиння $\delta_{\text{ш}} = 0,2$ мм теплопровідністю $\lambda_{\text{ш}} = 0,3$; товщина прикордонного шару $\delta = 0,2$ мм теплопровідністю $\lambda_{\text{сл}} = 0,4$.

Останній доданок враховує опір при переході від прикордонного шару до ядра. Цей опір визначається приблизно з формули Лейбензона. Визначивши у виді десяткових дробів доданки загального опору R , одержимо

$$R = 0,000167 + 0,000833 + 0,0000067 + 0,00067 + 0,0005 + 0,0000125 = 0,001990 \approx 0,002; \frac{1}{K} = 0,002; K = 500.$$

З цього випливає, що теплопередача визначається головним чином трьома факторами; забрудненням поверхні нагрівання мастилами (0,0008); утворенням шумовиння (0,00067) і прикордонним шаром вязкої рідини (0,0005). Отже, пара повинна бути очищена від мастила, а утворення шумовиння повинне бути попереджене доступними методами; товщина прикордонного шару може бути зменшена найбільше ефективно шляхом підвищення швидкості руху

Розрахуємо трубчатий теплообмінник виходячи з вищепроведених міркувань.

$$\text{Прийmemo } M = 1500 \text{ кг/год};$$

$$d = 0,035 \text{ м};$$

$$\gamma = 1030;$$

$$b = 2 \text{ мм} = 0,002 \text{ м}; t_{\text{мол}} = 65^{\circ}\text{C}.$$

$$v = 0,66 \cdot 10^{-6}; Q = \frac{M}{\gamma \cdot 3600} \text{ м}^3/\text{сек}.$$

Тоді по формулі число Рейнольдса

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Re = \frac{2 \cdot 1500 \cdot 10^6}{1030 \cdot 3600 \cdot 3,14 \cdot 0,035 \cdot 0,66} = 11150 ;$$

при $t_{mol} = 65^{oc} B_2 = 9.6$

$$a_M = 0,7 \cdot 9,6 \cdot \frac{1500^{0,8}}{2^{0,2} \cdot 3600^{0,8} \cdot 0,035^{0,8} \cdot 0,002} = 8560$$

Коефіцієнт тепловіддачі від пари $a_n = 10000$. Прийmemo товщину стінки $\delta = 1$ мм; теплопровідність сталі $A = 30$, отже

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{10000} + \frac{0,001}{30} + \frac{1}{8560} ; K = 4000.$$

Температура стінки при цьому

$$t_{CT} = \frac{a_{II} t_{II} + a_M t_M}{a_{II} + a_M} = \frac{10000 \cdot 105 + 8560 \cdot 65}{10000 + 8560} = 86,6^{oc}$$

При розрахунку a_n ми припустили $t_{CT} = 85^{oc}$ C.

Якщо прийmemo $b = 1,5$ мм., як з'ясовано вище, a_M зміниться оберненопропорційно зміні товщини шару b

$$\alpha_M = \frac{8560 \cdot 2}{1,5} = 11400; K = 4500; t_{CT} = 83,7^{oc}$$

Для $b = 1$ мм $a_M = 17120$; $t_{CT} = 79,8^{oc}$ C; $K = 5000$.

З приведеного розрахунку випливає, що зменшення товщини шару веде до збільшення швидкості, якщо продуктивність Q залишається постійною. При $H=2$ мм. площа перерізу потоку $f = \pi db = 2,2$ см².

Швидкість

$$\omega = \frac{Q}{f} = \frac{1500 \cdot 10^6}{1030 \cdot 3600 \cdot 2,2} = 184 \text{ см/сек} = 1,84 \text{ м/сек}$$

При $b = 1,5$ мм і $f = 1,65$ см.² $\omega = 2,45$ м/сек, а при $b = 1$ мм і $f = 1,1$ див² $\omega = 3,68$ м/сек.

Знаючи коефіцієнти теплопередачі, можна розрахувати, який тепловий ефект дає апарат заданих розмірів. Припустимо, що довжина апарата $l = 1,25$ м, діаметр труби $d = 3,5$ см. Поверхня нагрівання такого апарата

$$F = \pi dl = \pi \cdot 0,035 \cdot 1,25 = 0,1375 \text{ м}^2.$$

Молоко повинне бути нагріте до $t_{кон} = 72^{oc}$ C. Початкову температуру

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

молока $t_{НАЧ}$ визначимо по формулі, прийнявши $t_{П}=105^{\circ}$; $M = 1500$ кг; $C = 0,94$, $K = 4000$.

$$\ln \frac{105 - t_{НАЧ}}{105 - 72} = \frac{0,1375 \cdot 4000}{1500 \cdot 0,94}, \text{ звідки } t_{НАЧ} = 56,2^{\circ}.$$

Щоб підігріти молоко до цієї температури, знадобиться теплообмінник, марки ТО-10, або схожий по конструктивним параметрам

Підігрів холодного сирого молока з температурою $t_{ХОЛ} = 8^{\circ} \text{ С}$ до $56,2^{\circ} \text{ С}$ можливий за рахунок тепла пастеризованого молока.

Якщо прийняти апарат з товщиною шару $b = 1,5 \text{ мм}$, то $K = 4500$, при етом $t_{НАЧ} = 53,8^{\circ} \text{ С}$. Для $K = 5000$ $t_{НАЧ} = 51,3^{\circ} \text{ С}$, Визначимо час, протягом якого молоко пройде апарат довжиною $l = 1,25$ м при швидкостях 1,84; 2,45; 3,68 м/сек по формулі

$$\theta = \frac{l}{\omega}.$$

Результати обчислень приведені в таблиц 2.2 і,

Таблиця 2.2 Результати обчислення

Товщина шару b мм	Швидкість ω м/сек	Коефіцієнт тепло віддачі α_M	Коефіцієнт теплопередачі K	Температура стінки $t_{СТ}^{\circ \text{С}}$	Початкова температура молока	Час перебування молока в апараті θ	Середня температура молока $t_M^{\circ \text{С}}$	Нагрівання молока в апараті $t_{КОН} - t_{НАЧ},^{\circ \text{С}}$	Коефіцієнт регенерації
2	1,84	8560	4000	86,6	56,2	0,68	64,1	15,8	0,75
1,5	2,45	11400	4500	83,7	53,8	0,50	62,9	18,2	0,72
1,0	3,68	17120	5000	79,8	51,3	0,34	62,15	20,7	0,68

Коефіцієнт тепловіддачі від пари обчислений для $t_{СТ} = 85^{\circ} \text{ С}$. Розрахунок показує, що помилка незначна: температура стінки коливається від 79,8 до $86,6^{\circ} \text{ С}$. Різниця температур між стінкою і парою $\Delta t = t_{П} - t_{СТ}$ входить у формулу для розрахунку a_n під коренем четвертого ступеня. Для $t_{СТ} = 85^{\circ} \text{ С}$ замість $t_{СТ} =$

80° з помилка складе $\frac{\sqrt[4]{25}}{\sqrt[4]{20}} = 1,06$ у бік завищення значення a_n .

Нами прийнята температура молока $t_m = 65^{\circ}\text{C}$. Як видно з таблиці, у розрахунках вона коливається від 62,15 до 64,1° С.

Висновки, які можна зробити з даних:

Найбільший ефект дії парообігрівних апаратів виходить за умови застосування тонкого шару. Коефіцієнт теплопередачі при цьому може бути дуже високий. Особливо суттєво, що застосування тонкого шару веде до великих швидкостей, в межах 3—4 м/сек. При цих швидкостях тепловіддача від стінки до молока стає надзвичайно інтенсивною, а температура стінки падає дуже сильно.

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Технологічна частина

3.1 . Розробка схеми монтажу сепаратора

3.1.1 Вибір такелажного оснащення та схеми переміщення сепаратора

Перед фасуванням з каркаса апарата викручують опорні ніжки та розміщують їх на дні тари між брусами. Сам сепаратор фіксується до донних кронштейнів за допомогою чотирьох болтів із шайбами, які додатково страхуються дротом. Електронні компоненти, комплект змінних деталей (за винятком захватів), інструменти та інші запчастини пакуються в окремі ящики, що також жорстко кріпляться до основи головної тари. Експлуатаційна документація вкладається у поліетиленовий пакет всередині основного ящика.

Процес розпакування відбувається за таким алгоритмом: спочатку демонтують кришку та бокові стінки; далі розконтрують нижні болти і викручують їх із кронштейнів; після цього сепаратор піднімають вантажопідйомним механізмом на зручну висоту, витягують та вкручують у різьбові отвори каркаса опорні ніжки, і зрештою обережно опускають обладнання на підлогу поза межами ящика.

Монтаж обладнання, що постачається окремими блоками чи агрегатами, передбачає його транспортування від складу до місця укрупненого збирання. Для зовнішнього переміщення використовують автотранспорт або спеціальні сани, а всередині цеху — ручні візки на гумовому ході вантажопідйомністю 0,5...3 т (для більших вантажів застосовують електрокари). Монтажний цикл включає: розпакування, зняття консерваційного мастила, укрупнене складання за проектом виконання робіт (ПВР), зварювальні та такелажні операції, встановлення обладнання в проектне положення, його просторову вивірку (по

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Технологічна частина			Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Коренківський М.О.								
Перевір.		Ворожук В.Я..							47	
Реценз.								гр. МО-41		
Н. Контр.		Кравець О.І.								
Затверд.		Пилипець О.М.								

горизонталі та вертикалі) з контролем площинності, а також випробування на холостому ходу.

На етапі пусконаладжувальних робіт обов'язково тестують наявність і справність захисних систем, блокувань аварійного відключення електроенергії та запобіжних механізмів, що захищають машину від перевантажень. Також виконують налаштування вузлів із перевіркою робочих параметрів на всіх режимах згідно з паспортними характеристиками. Окремо контролюють жорсткість опорних конструкцій на предмет відсутності деформацій та відстежують температуру нагрівання підшипників, щоб уникнути збоїв у роботі.

Від складу до цеху сепаратор транспортують на спеціальних салазках, використовуючи котки для зниження коефіцієнта тертя. В середині приміщення апарат переміщують ручними візками.

Оскільки маса машини становить 750 кг, її монтаж на фундамент виконують за допомогою електротельфера, що рухається по монорейці. Схема встановлення наведена на рисунку 3.2. Підйом здійснюється за допомогою двогілкового канатного стропа з двома гаками.

Для цієї операції оптимально підходить строп марки УСК-1,35-1 із вантажопідйомністю 1,35 т та розрахунковим зусиллям на розрив 85 кН []. Апарат опускають на спеціальні стояки, після чого проводять остаточну вивірку безпосередньо на фундаменті.

3.2 Розробка технології ремонту модернізованого вузла горизонтального вала сепаратора

3.2.1 Аналіз характерних причин виходу із ладу сепаратора ОЦМ-10. Розробка графіка планово-попереджувального ремонту сепаратора.

У процесі експлуатації сепаратора найінтенсивніше зношуються його рухомі елементи: приводні механізми, підшипникові опори та вали. Головними

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зовнішніми факторами, що пришвидшують цей процес, є вібраційні навантаження, висока вологість і вплив агресивних середовищ. Це сприяє потраплянню бруду в зазори між деталями та прискорює їхнє руйнування.

У разі критичного зношення приводних зубчастих коліс економічно доцільніше замінити їх на нові в комплекті, оскільки цикл їхнього відновлення є занадто складним і дорогим. Підшипникові вузли підлягають обов'язковій заміні щонайменше кожні 1,5 року.

Що стосується валів, то їхні зношені робочі поверхні рекомендується відновлювати методом наплавлення з подальшим зняттям зайвого металу та шліфуванням.

Трубопроводна система та арматура сепаратора з часом також зазнають пошкоджень: виникають витоки у фланцевих, муфтових і зварних з'єднаннях, зношуються вентиля та засувки, труби піддаються корозії, з'являються тріщини та слабшають кріплення від вібрації.

Під час поточного ремонту трубопроводів відновлюють їхню герметичність (підтягують кріплення, замінюють прокладки, встановлюють ремонтні хомути) та ліквідують несправності фіксаторів. Регламент профілактичних оглядів такий: паропроводи і технологічні магістралі перевіряють 8 разів на рік, тепло- та конденсатопроводи — 12 разів, а водопровідні мережі — 6 разів на рік.

Середній та капітальний ремонти передбачають більш масштабні та складні операції: заміну дефектних ділянок труб, переварювання з'єднань штуцерів і заварювання тріщин, зміну конфігурації магістралей (діаметрів або відновлення правильних кутів нахилу), повну заміну ущільнень у фланцях і сальникових набивках, а також глибокий ремонт або повну заміну запірно-регулюючої арматури.

Зведемо в таблицю 3.1 основні причини виходу з ладу сепаратора.

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1– Перелік характерних причини виходу з ладу сепаратора і рекомендацій з їх усунення.

Можливі неполадки	Причини виникнення	Способи усунення
1	2	3
1. Барабан обертається нерівномірно, б'є.	1.1. Порушено балансування барабана через неправильне складання барабана	1.1. Зібрати барабан згідно інструкції
	1.2. Неправильно зібрано горловий підшипник або пошкоджені пружини	1.2. Збирання валу вертикального провести згідно інструкції, дефектні пружини замінити новими
	1.3. Конусна поверхня веретена має зовнішні дефекти	1.3. Замінити веретено або ліквідувати дефекти
	1.4. Порушено балансування барабана	
	а) через забоїни основних деталей барабана	а) ліквідувати забоїни або замінити дефектні деталі. При заміні деталей барабана провести знов перебалансування барабана
	б) через збирання барабана з деталей від барабана іншого номера	б) збирання барабана провести згідно інструкції
	в) незадовільне очищення деталей барабана	в) збирання барабана провести згідно інструкції
	г) через неповну затяжку кілець	г) збирання барабана провести згідно інструкції
	д) через ослаблення пакету тарілок	д) збирання барабана провести згідно інструкції
	е) через збирання барабана тарілками, вкладеними не по порядку номерів	е) збирання барабана провести згідно інструкції
	ж) гумові кільця барабана втратили еластичність і форму	ж) збирання барабана провести згідно інструкції
2. Сепаратор вібрує, має важкий хід, чуються удари, шум.	2.1. Порушена балансування деталей вузла горизонтального валу	2.1.Перевірити балансування деталей і правильність складання вузла
	2.2.Масляна ванна забруднена або залита маслом не тої марки	2.2. Промити масляну ванну і залити маслом згідно інструкції
	2.3.Зносилися шарикопідшипники, деталі гвинтових пар або відцентрової муфти	2.3. Замінити зношені деталі
	2.4. Електродвигун вібрує	2.4. Провести огляд і усунення дефектів згідно інструкції на електродвигун
	2.5.Оберти барабана перевищують 6500 об/хв	2.5.Перевірити відповідність технічної характеристики електродвигуна і

		електромережі
3. Барабан не набирає повних обертів	3.1. Гальмо включене	3.1. Відключити гальмо
	3.2. На фрикційні колодки потрапило мастило	3.2. Встановити причину попадання мастила розібрати муфту, ретельно промити бензином і прочистити наждачною шкуркою накладки на колодках і робочої поверхні бандажа.
	3.3. Зносилися фрикційні накладки колодок	3.3. Замінити накладки колодок
	3.4. Напруга в мережі низька	3.4. Перевірити напругу в мережі
	3.5. Несправний електродвигун	3.5. Провести огляд і виконати дії згідно інструкції на електродвигун
4. Грязьовий простір барабана і поверхні комплектних тарілок швидко заповнюються білком	4.1. Недотримання технологічної дисципліни. Молоко, що сепарується, має кислотність понад 20° по Тернеру. Молоко забруднене.	4.1. Застосовувати молоко кислотністю не вище 20° по Тернеру. Частіше розбирати барабан з подальшою промивкою деталей.
	4.2. Температура молока нижче 35°C.	4.2. Сепарувати молоко температурою 35—40°C.
5. Перелив молока	5.1. Тиск в молокопроводах вищий від допустимого	5.1. Відрегулювати тиск до нормального
	5.2. Кільця барабана недостатньо затягнуті	5.2. Кільця затягнути згідно вказівок інструкції
	5.3. Зношені гумові кільця	5.3. Замінити кільця новими
6. В масляній ванні вода	6.1. Наявність конденсату	6.1. Злити воду
	6.2. Знос прокладок	6.2. Замінити прокладку
	6.3. Попадення води при митті барабана або сепаратора	6.3. Миття барабана проводити згідно інструкції
7. Шум від центробіжної муфти	7.1. Явище нормальне при пуску і виключенні через ковзання колодок.	7.1. Нічого не робити
	7.2. Знос колодок або накладок	7.2. Провести заміну колодок або накладок

Система технічного обслуговування сепаратора поділяється на кілька регламентних етапів: щоденні, щомісячні та піврічні профілактичні заходи, а також капітальний ремонт. При цьому обслуговування купованих вузлів має здійснюватися суворо за інструкціями їхніх заводів-виробників.

Щоденне технічне обслуговування включає візуальний огляд деталей та механізмів на наявність конденсату (у разі виявлення вологи поверхні необхідно просушити). Також перевіряється загальний стан панелі керування, цілісність ізоляції струмопровідних кабелів і надійність підключення

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обладнання до цехового контуру заземлення. Справність механізмів тестується шляхом увімкнення тумблера «МЕРЕЖА» та натискання кнопки «ПУСК». Окремо перевіряється працездатність кнопки «СТОП» і систем блокування. Після цього встановлюється режим «Р», сепаратор запускається і, за допомогою педалі керування, контролюється робота приводних елементів на холостому ході (тривалість такого тесту становить до 10 секунд).

Щомісячне обслуговування охоплює весь комплекс щоденних процедур, а також низку додаткових робіт, які виконуються після демонтажу захисних кожухів.

До них належать:

- контроль рівня мастила в підшипникових опорах та редукторі (з доливанням відповідно до карти змащування);
- ревізія стану з'єднувальних муфт;
- перевірка і, за потреби, регулювання натягу пасових передач;
- огляд пульта керування, силового блоку та інших елементів на предмет потрапляння вологи (з обов'язковим просушуванням за необхідності).

Крім того, силікагель, розміщений у спеціальному мішечку під електронним блоком, підлягає заміні або ретельному сушінню.

Усі контактні з'єднання, затискачі та елементи блокувань перевіряються на надійність фіксації — за необхідності їх підтягують і зачищають.

Контакти магнітних пускачів обробляють дрібнозернистим наждачним папером. Також оглядають колектор і щітки електродвигуна головного приводу: колектор слід протерти чистою тканиною без ворсу, злегка зволоженою спиртом або бензином. Здійснюється вимірювання опору ізоляції двигуна (його попередньо від'єднують від блоку керування), який має перебувати в межах 0,5...1,5 МОм (якщо показник нижчий — потрібне сушіння), та перевіряється опір захисного заземлення.

Піврічне обслуговування передбачає виконання всіх етапів місячного регламенту, доповнених глибокою перевіркою технічного стану абсолютно всіх робочих вузлів сепаратора.

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Капітальний ремонт полягає у повному розбиранні обладнання з проведенням детальної дефектації.

Під час цього етапу відновлюють початкову точність спряжень та паспортні технічні характеристики машини, замінюють зношені куповані комплектуючі деталі, а також поновлюють захисні покриття. Завершується ремонт комплексними випробуваннями з перевіркою ключових робочих параметрів сепаратора.

Процедура консервації застосовується у разі тимчасового виведення машини з експлуатації. Усі металеві поверхні без захисних покриттів та інформаційні таблички (за винятком деталей, виготовлених із корозійностійких сплавів) вкривають консерваційним мастилом марки К. Водночас для захисту непофарбованих запасних частин, змінних елементів, інструменту та приладдя використовують пластичне мастило ПВК (згідно з вимогами ГОСТ 19537-83).

Структура ремонтних циклів сепаратора наступна:

K-TO-M₁-TO-M₂-TO-M₃-TO-M₄-TO-M₅-TO-C-TO-M₆-TO-M₇-TO-M₈-TO-M₉-TO-M₁₀-TO-K

Тривалість до найближчого капітального ремонту *K* – 36 міс., середнього *C* – 18 міс., малого *M* – 3 міс., технічного огляду *TO* – 1,5 міс.

Визначимо трудомісткість робіт по ремонту і технічному огляді механічної частини технологічного обладнання.

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Графік планово-попереджувального ремонту сепаратора ОЦМ-10

Затверджую
Головний інженер

№ П/П	Обладнання	Тип, марка	Інвентарний номер	Час вводу в експлуатацію	Останній ремонт в попередньому році		Строк служби чи напрацювання з часу останнього ремонту		Тривалість			План і виконання	
					Вид	Міс	Ремонту	ТО	Ремонтного циклу	Періодів			
										Ремонтами	ТО		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
	Сепаратор ОЦМ-10		1	2008					12/4200	3/1050	1,5/525	Строк служби, міс/год	Планові очікування
		План											
		Виконання											

Напрацювання і види ремонтів і ТО по місяцях і їх трудомісткість												Загальна трудомісткість робіт			
Січ нь	Лют ий	Бере зень	Квіт ень	Трав ень	Черв ень	Липе нь	Серп ень	Вере сень	Жовт ень	Лист опад	Груд ень	Всьо го	Слю сарні	Верс татні	Інші
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	138	99,36	27,6	11,04
К/35	О/1	М/7		О/1	М/7		О/1	М/7		О/1	М/7				

$$T_M y = \kappa * R_M,$$

де k – коефіцієнт, що враховує вид ремонту машини, люд.-год;

R_m – категорія складності ремонту механічної частини даної машини.

Визначимо трудомісткість робіт по ремонту машини за три роки. Значення коефіцієнту k при різних видах ремонту складає $TO = 1, M = 7,0, C = 21, K = 35$ (люд.-год).

Визначаємо, сумуючи значення всіх знаменників: трудомісткість дванадцяти ТО, десяти малих, одного середнього і одного капітального ремонту.

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$12 * 1 + 10 * 7 + 1 * 21 + 1 * 35 = 138 \text{ люд.-год}$$

Отриманий результат розбиваєм по операціях:

$$\text{Слюсарні: } 138 * 0,72 = 99,36 \text{ люд.-год}$$

$$\text{Верстатні } 138 * 0,2 = 27,6 \text{ люд.-год}$$

$$\text{Інші } 163 * 0,08 = 11,04 \text{ люд.-год.}$$

Всі значення заносимо в графі графіка ППР.

3.2.2 Розробка технологічної документації на проведення ремонту

Таблиця 3.2 . – Порядок складання вузла горизонтального вала.

№ п/п	Операція і переходи	Інструмент, пристосування, матеріал	Технічні вимоги на складання	Профіль робітника, розряд робітника	Норма часу (хв)
1	2	3	4	5	6
1	В корпус 33 встановити прокладку 25	-	Встановити без перекосу	Слюсар, II розряд	0,5
2	На вал 32 встановити підшипник 31	Молоток, оправка, гаряче мастило	Підшипник нагріти в мастилі до 80...90°C	Слюсар, II розряд	3,6
3	На вал 32 встановити кільце 30	Круглогубці	встановити без перекосу	-- // --	1,2
4	На вал 32 встановити шпонку 29	молоток, ручний прес	встановити без перекосу	-- // --	2
5	На вал 32 встановити шестерню 28	молоток, ручний прес	встановити без перекосу	-- // --	2,5
6	На вал 32 встановити кришку 26	-	встановити без перекосу	-- // --	1,2
7	На вал 32 встановити підшипник 26	Молоток, оправка, гаряче мастило	Підшипник нагріти в мастилі до 80...90°C	-- // --	3,6
8	На вал 32 встановити фланець 24	молоток, ручний прес	встановити без перекосу	-- // --	1,8
9	Гвинтом 23 прикріпити кришку 27	викрутка	перевірити надійність кріплення	-- // --	1,6
10	На вал 32 встановити шпонку 22	молоток, ручний прес	встановити без перекосу	-- // --	1,5
12	На вал 32 встановити бандаж 21	молоток, ручний прес	встановити без перекосу	-- // --	2,8
13	На вал 32 встановити	-	встановити без	-- // --	0,5

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

	шайбу 20		перекоосу		
14	На вал 32 загвинтити гайку 19	гайковий ключ	перевірити надійність кріплення	-- // --	1,2
15	Прикріпити до корпусу 33 блок горизонтального вала гвинтами 18	викрутка	перевірити надійність кріплення	-- // --	5,5
16	На корпус 33 встановити прокладку 16	-	встановити без перекоосу	-- // --	0,5
17	На корпус 33 встановити кришку 27	-	встановити без перекоосу	-- // --	0,5
18	Прикріпити кришку 27 з прокладкою 16 гвинтами 15	викрутка	перевірити надійність кріплення	-- // --	3,5
19	На вал 34 встановити шпонку 12	молоток, ручний прес	встановити без перекоосу	-- // --	2,2
20	На диск 9 встановити пальці 13	молоток, ручний прес	встановити без перекоосу	-- // --	2,5
21	На диск 9 встановити шайби 12	-	встановити без перекоосу	-- // --	0,5
22	Закріпити пальці 13 гайками 11	гайковий ключ	перевірити надійність кріплення	-- // --	1,2
23	На пальці 13 встановити колодки 6	молоток, ручний прес	встановити без перекоосу	-- // --	3,6
24	Зафіксувати колодки 6 кільцями 5	круглогубці	перевірити надійність кріплення	-- // --	4,5
25	Встановити на диск обмежуючі штифти 14	молоток, ручний прес	встановити без перекоосу, перевірити надійність кріплення	-- // --	5,5
26	Закріпити вузол диска 9 на валу 34 гвинтом 8	викрутка	перевірити надійність кріплення	-- // --	2,5
27	В корпус 33 встановити шпильки 3	плоскогубці	встановити без перекоосу	-- // --	5,4
28	На шпильки 3 встановити шайби 2	-	встановити без перекоосу	-- // --	1,2
29	Закріпити двигун гайками 1	гайковий ключ	перевірити надійність кріплення	-- // --	5,5

3.2.3 Дефектування і сортування деталей

Підготовка обладнання до ремонту вимагає суворого дотримання послідовності дій, щоб гарантувати збереження всіх елементів та уникнути їхнього випадкового переплутування з деталями інших машин. Демонтаж

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виконується за чітким алгоритмом: насамперед знімають привід, а вже після нього — барабани. Зняті вузли та деталі акуратно розміщують на спеціально відведених щитах, які обладнані невисокими бортами.

У процесі розбирання обов'язково проводиться оцінка ступеня зносу компонентів за допомогою загальноприйнятих методик вимірювання. Безпосередньо перед початком відновлювальних робіт усі деталі проходять етап очищення та знежирення.

Щоб забезпечити правильне подальше складання, на парні (спряжені) деталі за допомогою кернера наносять ідентичні мітки.

Особлива увага приділяється перевірці посадочних місць під підшипники: їхня поверхня має бути абсолютно чистою, без жодних слідів тріщин, задирів чи подряпин.

Аналогічні вимоги висуваються до шпонкових пазів: їхні стінки повинні бути строго паралельними та гладкими, а геометричні розміри обов'язково контролюються відповідним шаблоном.

Під час дефектації різбових поверхонь насамперед оцінюють чистоту їхньої обробки. Неприпустимим дефектом вважається зрив різби обсягом більше ніж на 1,5 витка.

Незначні пошкодження дозволяється відновлювати за допомогою мітчика або плашки. Водночас розтягування різби не повинно перевищувати 0,5 кроку на кожні 10 витків.

Окрім цього, робочі грані кріпильних елементів (болтів і гайок) не повинні мати механічних вм'ятин, а отвори, призначені для встановлення шплінтів, мають бути повністю прочищеними. Для змащування підшипникових вузлів використовують мастила типу солідол марок Л, М, Т або УСс-1.

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВІДОМІСТЬ ДЕФЕКТІВ

на _____ ремонт _____

(середній, капітальний)

(обладнання)

інв. № _____ встановленого в _____ цеху

№ п/п	Деталі, які мають дефект	Дефект	Способи усунення	Необхідна кількість Запасних деталей і матеріалів		Трудовісткі сть, люд. год	Оцінка стану обладнання при здачі в ремонт
				Наймену вання	Кількість		
1	Бандаж	Зношення робочих поверхонь	відновлення				Задовільний
2	Підшипник	Обертається нерівномірно, з ривками	заміна				Незадовільний
3	Вал	Зношення, деформації	Виготовлен ня і заміна				Незадовільний
4	Підшипник	Обертається нерівномірно, з ривками	заміна				Незадовільний
5	Прокладка	Поверхня має значні пошкодження	Заміна				Незадовільний
6	Корпус	Деформований	Виготовлен ня				Незадовільний

За результатами оцінки технічного стану всі деталі розподіляють на три основні категорії:

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

повністю придатні до експлуатації без додаткового відновлення (їх передають безпосередньо на складання або до складу готових комплектуючих); деталі, що підлягають відновленню (їх спрямовують на ремонтну дільницю або до відповідного накопичувального складу); критично зношені елементи, які не підлягають відновленню і відбраковуються на металобрухт.

Для зручності ідентифікації елементи, що потребують ремонту, маркують у відповідних дефектних зонах умовною фарбою (зазвичай зеленою або жовтою). Натомість остаточно забраковані деталі позначають червоним кольором.

Усі дані, отримані в процесі контролю та дефектації, фіксуються у спеціальній дефектній відомості.

Цей документ формується безпосередньо під час демонтажу і слугує базою для визначення загального обсягу та специфіки ремонтних робіт.

У відомості вказують перелік деталей для заміни чи відновлення, потребу в ремонтних матеріалах, а також здійснюють попередню оцінку вартості ремонту обладнання.

3.3 Розробка технологічного процесу виготовлення фланця

3.3.1 Аналіз технічних умов фланця

З метою детальної характеристики виробу та визначення технічних умов його виготовлення наведено ескіз із відповідним маркуванням поверхонь (рис. 3.1).

Дана деталь класифікується як корпусна і конструктивно поєднує в собі плоскі, циліндричні та сферичні поверхні.

До категорії робочих поверхонь належать Є, Ж, Г, П, Д, Б, М. Основні базові поверхні, що задають правильне просторове положення деталі у складальному вузлі, позначені літерами Д, Б, Є, Г.

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Роль допоміжних баз виконують площини М, П, Н. Вільні поверхні, що не мають спеціального функціонального призначення, але формують суцільний геометричний контур на кресленні — це В, О, Л, З, Ж.

Варто зазначити, що ті ділянки, які не підлягають механічній обробці (різанню), літерними позначеннями не виділяються.

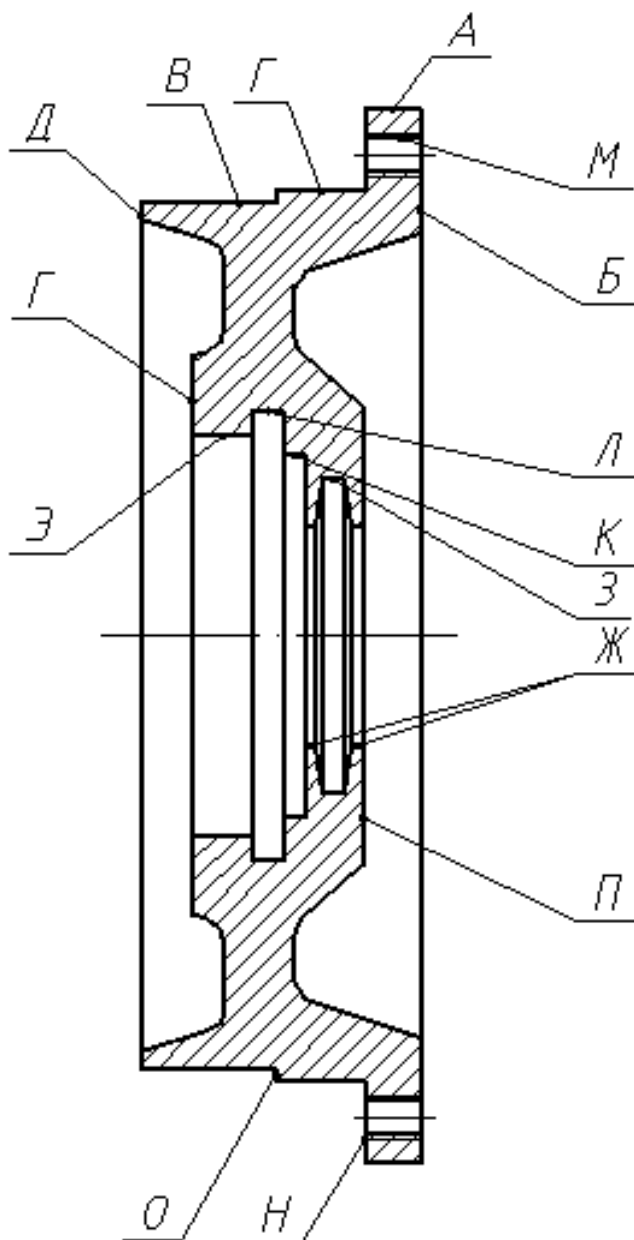


Рисунок 3.1 - Ескіз деталі з позначенням оброблюваних поверхонь.

Деталь виготовлена з сталі 45Л механічні властивості якої приведені в таб.3.3

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.3 – Хімічний склад сталі 45Л ГОСТ 5632-72 в %.

C	Si	Mn	Ni	Cr	S	P	Ti
0,43-0,47	0,17-0,31	0,5-0,8	0,08	0,08	0,04	0,04	0,08

Таблиця 3.4 - Механічні властивості сталі 45Л

Межа міцності σ_B , МПа	Межа текучості, σ_T , МПа	Межа витривалості при згині, σ_{-1} , МПа	Твердість за Бріннелем, МПа	Відносне видовження, %
500-570	380-450	340-400	1680	21-23

Аналіз технічних умов на виготовлення деталі оформлено у вигляді табл.3.5

Таблиця 3.5 - Аналіз технічних умов деталі

Позначення поверхні	Технічна умова або вимога	Метод досягнення	Метод контролю
Невказані поверхні	Забезпечення точності по 16 квалітету	- лиття чи штампування	Штангенцикуль
Г, Е, З, М	Забезпечення точності по 9 квалітету	- чистове розточування	Штангенцикуль
З	Забезпечення точності по 8 квалітету	- розточування	Штангенцикуль
Л, К, З, Ж	Забезпечення точності по 10- 12 квалітету	- розточування	Штангенцикуль
Д, Г, П, Б, Н	Забезпечення точності по 14 квалітету	-підрізання торців	Штангенцикуль
Г	Забезпечення точності по 8 квалітету	- точіння чистове	Штангенцикуль
В, А	Забезпечення точності по 14 квалітету	- точіння напівчистове	Штангенцикуль
М, Н	Нарізати різь	Нарізання різі мітчиком	Калібр-різевий

Вибір і обґрунтування способу отримання заготовки

Метод одержання заготовки для деталей машин визначається призначенням, конструкцією деталі, матеріалом, типом виробництва і економічністю виготовлення.

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Заготовку для даної деталі при одиничному типі виробництва найдоцільніше отримати литтям. Деталь виготовляється з сталі 45Л, яка має ливарні властивості і найбільш підходить для лиття.

3.3.2 Розрахунок припусків і міжопераційних розмірів

Розрахуємо припуск на поверхню В $\varnothing 62 H7$, для якої $Ra = 1,6$.

Результати розрахунку оформлені у вигляді таблиці 3.6.

Схема розміщення припусків зображена на рисунку 3.2.

Таблиця 3.6- Розрахунок припусків і граничних розмірів на розмір $\varnothing 62H7$

Технологічний перехід	Елементи припуску, мкм				$2Z_{min}$	δ ,	Гр.розмір		Гр. припуск	
	R_z	T	ρ	ε	мкм	мкм	l_{min}	l_{max}	Z_{min}	Z_{max}
Заготовка	20	40	55	—	—	640	59.58	60.22	—	—
Розточування напівчистове	10	50	3	566	2728.5	170	61.68	61.85	1627	2097
Розточування чистове	$R_a 1.2$	—	—	28	288	30	62	62.03	176	316

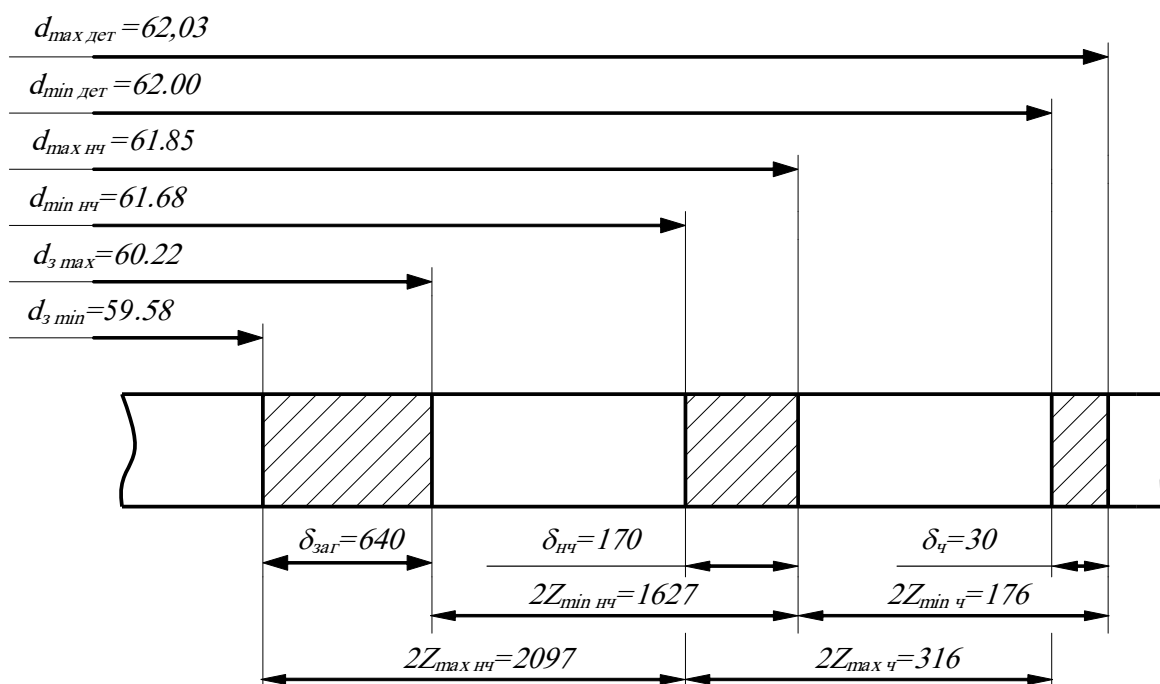


Рисунок 3.2 – Схема графічного розміщення припусків і допусків на поверхню $\varnothing 62H7$.

Таблиця 3.7 – Зведена таблиця припусків і допусків на обробку фланця.

Поверхня	Розмір, мм	Припуск, мм		Допуск мм
		табличний	розрахунковий	
Д, Б	43	2·3,5	—	1000
Е, П	26	2·3,5	—	890
Є	Ø 62 H7	2·2,5	2·0,9	75
К	Ø 56 H14	2·1,5	—	325
Л	Ø 70 H14	2·1,5	—	354
Ж	Ø 34 H14	2·1,5	—	280
Г	Ø 138 k8	2·3,0	—	30
В	Ø 134 h14	2·2,0	—	250
М	M6-8H	2·1,2	—	28

3.3.3 Розробка технологічного маршруту механічної обробки фланця.

Технологічний маршрут механічної обробки фланця складаємо у вигляді таблиці.

Таблиця 3.8 Технологічний маршрут механічної обробки фланця.

№ операції.	Назва операції (переходу)	Оброблюва на поверхня	Базова поверхня	Обладнання
1	2	3	4	5
005	Токарно-гвинторізна 1. Підрізати торець в розмір 34 мм 2. Точити поверхню в розмір Ø138k8 довжиною 34 мм 2. Точити поверхню в розмір Ø134 довжиною 21 мм 4. Підрізати торець в розмір 8 мм 5. Розточити поверхню в розмір Ø35 довжиною 26 мм 6. Розточити поверхню в розмір Ø56H12 довжиною 17 мм	Д Г В Е Ж З	А,Б	Токарно-гвинторізний верстат 16K20 N=11 кВт n= 12,5-1600 об/хв

	7. Підрізати торець в розмір 34 мм 8. Розточити поверхню в розмір Ø62H8 довжиною 14 мм 9. Розточити канавку в розмір Ø49 шириною 6 мм 10. Розточити канавку в розмір Ø70 шириною 5 мм	Н Э К З		
010	Токарно гвинторізна 11. Точити поверхню в розмір Ø 163 довжиною 9 мм 12. Підрізати торець в розмір 9 мм 13. Підрізати торець в розмір Ø 71 та 9 мм	А Б П	Д,Г	Токарно-гвинторізний верстат 16K20
015	Вертикально-свердлильна 1. Свердлити послідовно 6 отворів Ø 5 мм наскрізь 2. Зенкерувати послідовно 6 отвори Ø 5,2 мм наскрізь 3. Нарізати різьбу М6-8Н послідовно у 6 отворах наскрізь	М М М	Д, Г	Вертикально-свердлильний верстат 2Н125

3.3.4 Вибір ріжучого і вимірювального інструменту

Таблиця 3.9– Вибір ріжучого і вимірювального інструменту.

№ операції	Назва операції	Інструмент	
		Ріжучий	Вимірювальний
1	2	3	4
005 уст. А, Б.	Токарно-гвинторізна 1. Підрізати торець в розмір 34 мм 2. Точити поверхню в розмір Ø134 довжиною 21 мм 3. Точити поверхню в розмір Ø138k8 довжиною 34 мм 4. Підрізати торець в розмір 8 мм 5. Розточити поверхню в розмір Ø35 довжиною 26 мм 6. Розточити поверхню в розмір Ø56H12 довжиною 17 мм 7. Підрізати торець в розмір 34 мм 8. Розточити поверхню в розмір Ø62H8 довжиною	Різець підрізний 2334 Різець прохідний 2113 – // – Різець підрізний 2334 Різець розточний 2318 – // – Різець підрізний 2334 Різець розточний 2318	Штангенциркуль ШЦ – 1 – 400 – // – – // – – // – – // – – // –

010	14 мм		– // –
	9. Розточити канавку в розмір Ø49 шириною 6 мм	Різець канавочний	– // –
	10. Розточити канавку в розмір Ø70 шириною 5 мм	Різець розточний 2416	– // –
	Токарно-гвинторізна	Різець прохідний	– // –
	11. Точити поверхню в розмір Ø 163 довжиною 9 мм	2113	– // –
	12. Підрізати торець в розмір 9 мм	Різець підрізний	– // –
	13. Підрізати торець в розмір Ø 71 та 9 мм	2334	– // –
		– // –	– // –
015	Вертикально -свердлильна		
	1. Свердлити послідовно 6 отворів Ø 5 мм наскрізь	Свердло 5 мм 2300-7515 по матеріал Р6М5.	Штангенциркуль ШЦ – 1 – 400
	2. Зенкерувати послідовно 6 отвори Ø 5,2 мм наскрізь	Зенкер Ø5,2	Штангенциркуль ШЦ – 1 – 400
	3. Нарізати різьбу М6-8Н послідовно у 6 отворах наскрізь	Мітчик М6	Пробка двохстороння 5 мм

3.3.5 Розрахунок режимів різання по операціях

Режими різання розраховуємо для обробки поверхні Ø 62 H7(операція 005 ,перехід 8, поверхня Є), а на інші операції і переходи режими різання вибираємо за нормативними даними. Режими різання для інших поверхонь визначаємо по довіднику [2] і зводимо у таблицю.

Таблиця 3.10 – Зведена таблиця режимів різання по операціях.

№ п/п	Назва операції, переходу, позиції	L , мм	t , мм	S_p , мм/об	n , об/хв	V , м/хв, м/с	Час різання, T_0 , хв	Пода- ча, S_m мм/хв
005	Токарно-гвинторізна							
	1. Підрізати торець в розмір 34 мм	34	15	0,6	630	247,0	0,25	378
	2. Точити поверхню в розмір Ø134 довжиною 21 мм	134	1,5	0,8	630	247,6	0,35	504
	3. Точити поверхню в розмір Ø138k8 довжиною 34 мм	138	10	0,8	630	147,6	0,26	378
	4. Підрізати торець в розмір 8 мм	8	5,5	0,6	315	73,5	0,20	189
	5. Розточити поверхню в розмір Ø34 довжиною 26 мм	26	1,5	0,6	630	89,0	0,35	378
010	6. Розточити поверхню в розмір Ø56H12 довжиною 17 мм	17	1,0	0,6	315	158,8	0,63	315
	7. Підрізати торець в розмір 34 мм	34	1,5	0,6	630	247,6	0,26	378
	8. Розточити поверхню в розмір Ø62H8 довжиною 14 мм	14	5,5	0,6	315	73,5	0,28	189
015	9. Розточити канавку в розмір Ø49 шириною 6 мм	6	1,5	0,6	630	89,0	0,35	378
	10. Розточити канавку в розмір Ø70 шириною 5 мм	5	1,0	0,6	315	158,8	0,63	315

Токарно-гвинторізна								
11. Точити поверхню в розмір Ø 163 довжиною 9 мм	9	1,5	0,8	630	147	0,25	378	
12. Підрізати торець в розмір 9 мм	21	1,5	0,8	630	247,6	0,35	504	
13. Підрізати торець в розмір Ø 71 та 9 мм	9	1,5	0,6	630	248	0,26	378	
Вертикально-свердлильна		-						
1.Свердлити послідовно 6 отворів Ø 5 мм наскрізь	14	0,5	0,25	200	12,6	1,2	40	
2. Зенкерувати послідовно 6 отвори Ø 5,2 мм наскрізь	14		0,3	750	23,5	0,36	428	
3. Нарізати різьбу М6-8Н послідовно у 6 отворах наскрізь	14	1,0	-	195	6,1	1,44	-	

3.3.6 Технічне нормування технологічного процесу.

Норми часу визначаємо на основі технологічного розрахунку і проводимо для операції 010 розрахунково-аналітичним методом, а на інші операції – вибираємо за нормативами [4].

Таблиця 3.11 – Розрахунок штучного часу по операціях технологічного процесу

№ п/п	Назва операції	t0, хв	T _{доп.} хв			T _{оп.} хв	Час обслугов.		T _{відп.} хв	T _{ум}
			t _{уст}	t _{упр}	t _{вим}		T _{обсл}	T _{уст}		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
005	Токарно-гвинторізна									
	1. Підрізати торець в розмір 34 мм	0,25	0,08	0,04	0,02	0,39	0,02	0,03	0,01	0,45
	2. Точити поверхню в розмір Ø134 довжиною 21 мм	0,35	0,04	0,05	0,03	0,47	0,01	0,01	0,01	0,5
	3. Точити поверхню в розмір Ø138k8 довжиною 34 мм	0,26	0,06	0,02	0,04	0,38	0,02	0,03	0,02	0,45
	4. Підрізати торець в розмір 8 мм	0,2	0,02	0,04	0,03	0,29	0,02	0,02	0,02	0,35
	5. Розточити поверхню в розмір Ø34 довжиною 26 мм	0,35	0,03	0,02	0,02	0,42	0,01	0,01	0,02	0,46
	6. Розточити поверхню в розмір Ø56H12 довжиною 17 мм	0,63	0,08	0,06	0,05	0,82	0,03	0,04	0,06	0,95
		0,26	0,04	0,04	0,03	0,37	0,02	0,03	0,03	0,45

Продовження таблиці 3.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	7. Підрізати торець в розмір 34 мм									
	8. Розточити поверхню в розмір Ø62H8 довжиною 14 мм	0,28	0,04	0,02	0,03	0,37	0,04	0,01	0,03	0,45
	9. Розточити канавку в розмір Ø49 шириною 6 мм	0,35	0,02	0,03	0,02	0,42	0,01	0,02	0,01	0,46
	10. Розточити канавку в розмір Ø70 шириною 5 мм	0,63	0,09	0,06	0,06	0,84	0,03	0,05	0,03	0,95
	Токарно-гвинторізна									
	11. Точити поверхню в розмір Ø 163 довжиною 9 мм	0,25	0,04	0,06	0,02	0,37	0,02	0,03	0,03	0,45
	12. Підрізати торець в розмір 9 мм	0,35	0,03	0,04	0,03	0,45	0,02	0,03	0	0,5
	13. Підрізати торець в розмір Ø 71 та 9 мм	0,26	0,06	0,04	0,03	0,39	0,03	0,02	0,01	0,45
015	Вертикально-свердлильна									
	1. Свердлити послідовно 6 отворів Ø 5 мм наскрізь	1,2	0,18	0,14	0,12	1,64	0,04	0,03	0,06	1,77
	2. Зенкерувати послідовно 6 отвори Ø 5,2 мм наскрізь	0,36	0,04	0,05	0,03	0,48	0,01	0,01	0,01	0,51
	3. Нарізати різьбу М6-8Н послідовно у 6 отворах наскрізь	1,44	0,12	0,11	0,15	1,82	0,02	0,03	0,02	1,89

4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці.

4.1 Заходи з охорони праці та техніки безпеки

Безпечна організація виробничого процесу є одним із найважливіших завдань на підприємствах молочної промисловості. Відділення, у якому здійснюються процеси пастеризації, охолодження та сепарування молока, належить до виробничих ділянок підвищеної відповідальності, оскільки тут експлуатується складне технологічне обладнання, яке працює під тиском, при високих температурах та значних швидкостях обертання робочих органів. Недотримання правил охорони праці може призвести до виробничих травм, пошкодження обладнання, виникнення аварійних ситуацій, порушення технологічного процесу та погіршення якості готової продукції.

Організація роботи у відділенні повинна здійснюватися відповідно до вимог Закону України «Про охорону праці», Кодексу законів про працю України, Правил охорони праці для працівників підприємств харчової промисловості, Державних санітарних норм та інших нормативних документів, які регламентують безпечну експлуатацію технологічного обладнання. До роботи допускаються особи, які пройшли медичний огляд, вступний інструктаж з охорони праці, первинний інструктаж на робочому місці, навчання безпечним методам праці та перевірку знань вимог техніки безпеки.

Працівники відділення повинні періодично проходити повторні, позапланові та цільові інструктажі. Особлива увага приділяється персоналу, який обслуговує пастеризаційно-охолоджувальні установки та сепаратори, оскільки робота цих агрегатів пов'язана з впливом комплексу небезпечних і шкідливих виробничих факторів. До таких факторів належать підвищена

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Безпека життєдіяльності та основи охорони праці			Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Коренківський М.О.								
Перевір.		Ворошук В.Я..							70	
Реценз.								гр. МО-41		
Н. Контр.		Кравець О.І.								
Затверд.		Пилипець О.М.								

температура поверхонь обладнання і трубопроводів, наявність гарячої води та пари, підвищена вологість повітря, рухомі частини механізмів, підвищений рівень шуму та вібрації, можливість ураження електричним струмом, використання хімічних мийних засобів, а також ризик падіння працівників на слизькій підлозі.

Виробниче приміщення відділення повинно відповідати санітарно-гігієнічним вимогам. Планування обладнання має забезпечувати вільний доступ до всіх вузлів машин для їх обслуговування та ремонту. Ширина проходів між технологічними лініями повинна забезпечувати безпечне пересування персоналу та транспортування сировини. Забороняється захаращувати проходи тарою, запасними частинами, інструментом або іншими предметами, що можуть створити небезпеку травмування.

Пастеризаційно-охолоджувальні установки належать до обладнання, що працює при значних температурних навантаженнях. У процесі пастеризації молоко нагрівається до температури 72–95 °С, а в окремих випадках – до більш високих значень залежно від технології виробництва. Нагріті поверхні теплообмінників, трубопроводів та арматури можуть стати причиною термічних опіків. Для усунення цього ризику всі гарячі поверхні повинні бути покриті теплоізоляційними матеріалами. Крім того, на обладнанні необхідно розміщувати попереджувальні знаки безпеки, які інформують про наявність високої температури.

Перед початком роботи оператор зобов'язаний провести зовнішній огляд пастеризаційної установки. Перевіряється герметичність з'єднань, стан трубопроводів, справність насосів, теплообмінних апаратів, запірної арматури та контрольно-вимірювальних приладів. Особлива увага приділяється справності термометрів, манометрів та автоматичних регуляторів температури. Експлуатація обладнання із несправними вимірювальними приладами не допускається, оскільки це може призвести до порушення технологічного режиму та аварійних ситуацій.

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Під час роботи установки необхідно постійно контролювати температуру пастеризації, тиск теплоносія, витрату продукту та роботу насосного обладнання. Категорично забороняється перевищувати допустимі параметри роботи, встановлені технічною документацією виробника. У разі виникнення витоку гарячого продукту, води або пари обладнання повинно бути негайно зупинене, а місце аварії огорожене до повного усунення несправності.

Особливу небезпеку становлять сепаратори, які використовуються для очищення молока та нормалізації його жирності. Робочим органом сепаратора є барабан, що обертається з дуже високою швидкістю. Відцентрові сили, які виникають при цьому, створюють значні механічні навантаження на конструкцію машини. Навіть незначне порушення балансування барабана може викликати сильну вібрацію, пошкодження деталей та аварійне руйнування обладнання.

Для забезпечення безпечної експлуатації сепаратора необхідно ретельно контролювати правильність складання барабана після миття та технічного обслуговування. Усі тарілки, ущільнювальні кільця та кріпильні елементи повинні встановлюватися у суворій відповідності до інструкції заводу-виробника. Після складання проводиться контрольна перевірка балансування та правильності монтажу.

Перед запуском сепаратора перевіряють справність приводу, наявність мастила у вузлах тертя, стан підшипників, цілісність захисного кожуха та надійність заземлення електродвигуна. Пуск сепаратора здійснюється без подачі молока до досягнення номінальної частоти обертання барабана. При появі стороннього шуму, вібрації або перегріву підшипників роботу необхідно негайно припинити.

Категорично забороняється відкривати захисний кожух сепаратора під час роботи, проводити очищення рухомих деталей або виконувати будь-які регульовальні операції до повної зупинки барабана. Після вимкнення сепаратора необхідно дочекатися повного припинення його обертання,

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

оскільки залишкова кінетична енергія може становити небезпеку для обслуговуючого персоналу.

Одним із головних напрямів охорони праці є забезпечення електробезпеки. Пастеризатори, сепаратори, насоси, компресори та автоматизовані системи керування працюють від електричної мережі, тому існує небезпека ураження електричним струмом. Усі металеві конструкції обладнання повинні бути приєднані до системи захисного заземлення. Електричні шафи мають бути закритими та обладнаними попереджувальними написами.

У приміщеннях молочного виробництва спостерігається підвищена вологість, що збільшує ризик електротравм. Тому електрообладнання повинно відповідати вимогам щодо захисту від вологи та пилу. Електродвигуни, вимикачі та розподільчі пристрої повинні регулярно перевірятися персоналом електротехнічної служби підприємства.

Працівникам забороняється торкатися електрообладнання мокрими руками, використовувати несправні подовжувачі або кабелі, самостійно ремонтувати електричні пристрої та відкривати електричні шафи без відповідного дозволу. Усі ремонтні роботи повинні виконуватися за нарядом-допуском після повного зняття напруги.

Для створення комфортних умов праці у виробничому приміщенні повинна функціонувати ефективна система вентиляції. Під час роботи пастеризаційних установок виділяється значна кількість тепла та водяної пари. При недостатньому повітрообміні це може призвести до підвищення температури повітря, погіршення самопочуття працівників та утворення конденсату на обладнанні. Застосування припливно-витяжної вентиляції забезпечує підтримання нормативних параметрів мікроклімату та сприяє підвищенню продуктивності праці.

Значний вплив на умови праці чинять шум і вібрація. Джерелами шуму є сепаратори, насоси, компресори та електродвигуни. Тривалий вплив підвищеного шуму може викликати втому, погіршення уваги та професійні

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

захворювання органів слуху. Для зниження шумового навантаження обладнання встановлюють на віброгасних опорах, використовують шумопоглинальні матеріали та проводять регулярне технічне обслуговування механізмів.

Працівники відділення повинні забезпечуватися необхідними засобами індивідуального захисту. До їх складу входять бавовняний або комбінований спецодяг, санітарний халат, гумові чоботи або взуття з неслизькою підошвою, захисний головний убір та рукавиці. При роботі з мийними та дезінфекційними засобами додатково використовуються захисні окуляри, гумові фартухи та кислотолужностійкі рукавички.

Особливу увагу необхідно приділяти безпечному проведенню санітарної обробки обладнання. Для миття пастеризаторів та сепараторів застосовуються лужні й кислотні мийні розчини, які можуть викликати хімічні опіки шкіри та слизових оболонок. Під час приготування розчинів необхідно суворо дотримуватися встановлених концентрацій і правил поводження з хімічними речовинами. Ємності з реагентами повинні мати чітке маркування, а місця їх зберігання – бути обладнані витяжною вентиляцією.

У разі потрапляння агресивних речовин на шкіру уражену ділянку необхідно негайно промити великою кількістю води. При потраплянні розчинів в очі слід негайно скористатися аварійним пунктом промивання очей та звернутися до медичного працівника.

Підлога у відділенні повинна бути водонепроникною, стійкою до дії мийних засобів та мати неслизьке покриття. Для відведення води встановлюються трапи та ухили підлоги. Розлиті молочні продукти, вода або мийні розчини повинні негайно прибиратися. Порушення цієї вимоги є однією з найпоширеніших причин виробничого травматизму на підприємствах харчової промисловості.

Освітлення виробничого приміщення повинно відповідати вимогам санітарних норм. Поєднання природного та штучного освітлення забезпечує належну видимість контрольно-вимірювальних приладів, арматури та вузлів

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обладнання. Світильники повинні бути виконані у пиловологозахищеному виконанні та обладнані захисними плафонами.

Важливою складовою охорони праці є пожежна безпека. Незважаючи на відсутність значної кількості горючих матеріалів, у відділенні експлуатується електрообладнання великої потужності, що може стати джерелом займання. Для запобігання пожежам необхідно регулярно контролювати стан електропроводки, контактних з'єднань та електродвигунів.

Приміщення повинно бути забезпечене первинними засобами пожежогасіння: порошковими та вуглекислотними вогнегасниками, пожежними кранами та засобами оповіщення. Місця розташування вогнегасників повинні бути позначені відповідними знаками безпеки. Усі працівники повинні проходити навчання з правил пожежної безпеки та практичні тренування з евакуації.

У разі виникнення аварії, пожежі або нещасного випадку працівник повинен негайно повідомити керівника зміни, зупинити обладнання, відключити джерела енергії та вжити заходів щодо запобігання поширенню небезпечної ситуації. Потерпілому необхідно надати першу домедичну допомогу та викликати медичний персонал.

Таким чином, комплексне виконання організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних та протипожежних заходів забезпечує безпечну експлуатацію пастеризаційно-охолоджувальних установок і сепараторів, знижує ризик виробничого травматизму, сприяє збереженню здоров'я працівників та гарантує стабільне функціонування технологічного процесу виробництва молочної продукції.

4.2 Заходи з безпеки життєдіяльності

Безпека життєдіяльності є невід'ємною складовою організації сучасного виробництва та спрямована на забезпечення безпечних умов праці, збереження здоров'я працівників, захист населення і навколишнього середовища від

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

негативного впливу виробничих факторів та надзвичайних ситуацій. На підприємствах молочної промисловості питання безпеки життєдіяльності мають особливе значення, оскільки виробничі процеси пов'язані з використанням теплового обладнання, електроустановок, насосних агрегатів, технологічних трубопроводів, мийних хімічних засобів та інших потенційно небезпечних об'єктів.

Система безпеки життєдіяльності на підприємстві повинна базуватися на комплексному підході, який включає організаційні, технічні, санітарно-гігієнічні, протипожежні та екологічні заходи. Основною метою є запобігання виникненню аварійних ситуацій, нещасних випадків та професійних захворювань, а також мінімізація можливих наслідків надзвичайних ситуацій.

Виробничі приміщення молочного підприємства повинні відповідати вимогам будівельних норм, санітарного законодавства та нормативних документів з охорони праці. Розміщення технологічного обладнання повинно забезпечувати безпечний доступ персоналу до робочих місць, органів керування, контрольно-вимірювальних приладів та аварійних вимикачів. Ширина проходів між обладнанням повинна дозволяти безпечне переміщення працівників та виконання ремонтних робіт.

Важливим елементом безпеки життєдіяльності є забезпечення нормативних параметрів мікроклімату. Під час роботи пастеризаційних установок у виробничих приміщеннях виділяється значна кількість тепла та вологи. Надмірна температура повітря призводить до швидкої втомлюваності працівників, зниження концентрації уваги та підвищення ризику виробничого травматизму. Для підтримання оптимального мікроклімату використовуються системи припливно-витяжної вентиляції та кондиціонування повітря.

Параметри мікроклімату повинні відповідати санітарним нормам. Температура повітря у виробничих приміщеннях має підтримуватися в межах, що забезпечують комфортні умови праці, відносна вологість не повинна перевищувати встановлених нормативів, а швидкість руху повітря повинна

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечувати ефективний теплообмін між організмом людини та навколишнім середовищем.

Одним із важливих факторів безпеки є належне освітлення робочих місць. Недостатня освітленість призводить до швидкої втоми зору, помилок під час керування технологічними процесами та підвищення ймовірності травматизму. На підприємстві повинно використовуватися комбіноване освітлення, що включає природне та штучне. Світильники повинні забезпечувати рівномірний розподіл світлового потоку без утворення різких тіней та засліплення працівників.

Особливу увагу необхідно приділяти питанням електробезпеки. Практично все технологічне обладнання молочного виробництва працює від електричної мережі. Пошкодження ізоляції проводів, несправність електродвигунів або порушення правил експлуатації електрообладнання можуть стати причиною ураження людини електричним струмом. Для захисту працівників усі металеві корпуси обладнання повинні бути заземлені, а електричні мережі обладнані автоматичними вимикачами та пристроями захисного відключення.

На робочих місцях необхідно розміщувати попереджувальні знаки безпеки та інструкції щодо дій у разі аварійних ситуацій. Персонал повинен знати порядок відключення електроживлення, місце розташування аварійних вимикачів та правила надання першої допомоги потерпілим від дії електричного струму.

У виробничих приміщеннях значна увага приділяється боротьбі з шумом та вібраціями. Джерелами шуму є сепаратори, насоси, компресорні установки та вентиляційне обладнання. Тривалий вплив шуму може негативно впливати на нервову систему людини, викликати погіршення слуху, зниження працездатності та підвищення рівня стомлюваності. Для зниження шумового навантаження використовуються шумопоглинальні облицювання стін і стелі, віброгасні опори обладнання та засоби індивідуального захисту органів слуху.

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Важливим елементом безпеки життєдіяльності є організація безпечного поводження з хімічними речовинами. Для миття та дезінфекції обладнання використовуються лужні та кислотні розчини, які можуть становити небезпеку для здоров'я працівників. Усі хімічні речовини повинні зберігатися в спеціально відведених приміщеннях із належною вентиляцією та маркуванням. Працівники повинні бути забезпечені інструкціями щодо безпечного використання хімічних реагентів та засобами індивідуального захисту.

Особливого значення набувають заходи пожежної безпеки. Причинами виникнення пожеж на підприємствах харчової промисловості можуть бути короткі замикання електропроводки, перевантаження електричних мереж, несправність електрообладнання, порушення правил експлуатації нагрівальних приладів та людський фактор. Для попередження пожеж необхідно проводити регулярний контроль стану електромереж, своєчасно виконувати технічне обслуговування обладнання та дотримуватися встановлених правил пожежної безпеки.

Приміщення виробничого корпусу повинні бути обладнані автоматичною пожежною сигналізацією та системою оповіщення про пожежу. На видимих місцях розміщуються плани евакуації персоналу. Евакуаційні виходи повинні бути постійно вільними та позначеними світловими показниками. Персонал повинен періодично проходити навчання та тренування щодо дій у разі виникнення пожежі.

Особливу увагу необхідно приділяти готовності підприємства до дій в умовах надзвичайних ситуацій. Надзвичайні ситуації можуть мати техногенний, природний або воєнний характер. До техногенних надзвичайних ситуацій належать аварії на енергетичних мережах, пожежі, вибухи, руйнування технологічного обладнання та витoki небезпечних речовин. До природних надзвичайних ситуацій належать буревії, сильні снігопади, повені, грози та інші стихійні явища.

В умовах сучасних викликів особливого значення набуває цивільний захист працівників підприємства. Керівництво повинно організовувати

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

навчання персоналу щодо дій під час повітряної тривоги, ракетної небезпеки та інших загроз воєнного характеру. Працівники повинні бути ознайомлені з маршрутами евакуації до захисних споруд та укриттів.

На підприємстві необхідно розробити план реагування на надзвичайні ситуації, який визначає порядок оповіщення персоналу, розподіл обов'язків між відповідальними особами, заходи щодо евакуації людей та локалізації аварійних ситуацій. Усі працівники повинні знати свої дії при отриманні сигналу оповіщення про небезпеку.

Одним із пріоритетних напрямів безпеки життєдіяльності є надання першої домедичної допомоги потерпілим. На виробничих дільницях повинні бути аптечки, укомплектовані відповідно до чинних вимог. Працівники повинні володіти навичками зупинки кровотечі, проведення серцево-легеневої реанімації, накладання пов'язок та надання допомоги при опіках, отруєннях і травмах.

У разі виникнення нещасного випадку необхідно негайно усунути дію небезпечного фактора, надати потерпілому допомогу та викликати медичних працівників. Важливим завданням є також збереження місця події для проведення подальшого розслідування причин нещасного випадку.

Безпека життєдіяльності тісно пов'язана із питаннями екологічної безпеки. Підприємства молочної промисловості утворюють стічні води, що містять залишки молока, мийних розчинів та органічних речовин. Для запобігання негативному впливу на довкілля необхідно забезпечити ефективне очищення стічних вод перед їх скиданням у каналізаційну систему або природні водойми.

Важливим напрямом екологічної діяльності є раціональне використання енергетичних ресурсів. Використання сучасних теплообмінників, автоматизованих систем керування технологічними процесами та енергоефективного обладнання дозволяє знизити споживання електроенергії та теплової енергії, що позитивно впливає як на економічні показники підприємства, так і на стан навколишнього середовища.

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для забезпечення належного рівня безпеки життєдіяльності необхідно проводити постійний контроль виробничого середовища. Періодично здійснюються вимірювання параметрів мікроклімату, освітленості, рівнів шуму та вібрації, концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони. Отримані результати аналізуються, а за необхідності впроваджуються коригувальні заходи.

Важливу роль у забезпеченні безпеки життєдіяльності відіграє культура безпеки праці. Кожен працівник повинен усвідомлювати особисту відповідальність за дотримання вимог безпеки, використовувати засоби індивідуального захисту, виконувати технологічні регламенти та повідомляти керівництво про виявлені небезпеки.

Таким чином, система заходів з безпеки життєдіяльності на підприємстві молочної промисловості повинна охоплювати питання охорони праці, електробезпеки, пожежної безпеки, цивільного захисту, екологічної безпеки та підготовки персоналу до дій у надзвичайних ситуаціях. Комплексне виконання зазначених заходів забезпечує збереження життя і здоров'я працівників, стабільне функціонування підприємства та мінімізацію ризиків виникнення аварійних ситуацій.

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

Під час виконання бакалаврської роботи було успішно вирішено низку завдань щодо встановлення, практичного використання та сервісного обслуговування теплообмінних установок для молочної продукції. За підсумками проведеного дослідження сформовано такі висновки:

1. Здійснено аналіз конструктивних особливостей та робочих параметрів ключових видів теплообмінного устаткування (трубчастих, пластинчастих і ємкісних апаратів), що застосовуються на молокозаводах. Виявлено, що використання трубчастих пастеризаторів є найбільш раціональним у безперервних технологічних лініях, де не вимагається подальше охолодження сировини.

2. Проведено теплотехнічні обчислення для пастеризаційної установки. Доведено, що зменшення товщини робочого шару молока з 2 до 1 мм дає змогу підвищити коефіцієнт теплопередачі з 4000 до 5000 Вт/(м²·К), а також наростити швидкість потоку до 3,68 м/с, що значно інтенсифікує процес нагрівання. Максимальний тепловий ефект досягається саме за умови тонкого шару продукту, при цьому головними чинниками термічного опору виступають масляні забруднення, накип та наявність в'язкого пристінного шару.

3. Спроектовано схему монтажу для сепаратора марки ОЦМ-10. Для переміщення агрегату вагою 750 кг підібрано строп УСК-1,35-1 із вантажопідйомністю 1,35 т, а саме встановлення на фундаментну основу запропоновано виконувати за допомогою монорейкового електротельфера. Також чітко визначено алгоритм проведення монтажних та пусконаладжувальних процедур.

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Коренківський М.О.			Висновки	Літ.	Арк.
Перевір.		Ворожук В.Я.					81
Реценз.						гр. МО-41	
Н. Контр.		Кравець О.І.					
Затверд.		Пилипець О.М.					

4. Виявлено головні фактори, що призводять до поломок сепаратора: розбалансування барабана, зношення елементів приводу і підшипникових опор, а також руйнування гумових ущільнювачів. Запропоновано ремонтну технологію для вузла горизонтального вала, яка складається з 29 послідовних складальних операцій, де детально прописано вимоги до процесу та перелік необхідних інструментів.

5. Розроблено графік планово-попереджувальних ремонтів (ППР) для сепаратора ОЦМ-10 із загальною тривалістю ремонтного циклу 36 місяців. Загальна трудомісткість відновлювальних робіт протягом одного циклу складає 138 люд.-год, з яких: 99,36 люд.-год припадає на слюсарні операції, 27,6 люд.-год — на верстатні роботи, а 11,04 люд.-год — на інші потреби.

6. Сформовано маршрутну технологію механічної обробки деталі типу «фланець» (матеріал — сталь 45Л), що включає три стадії: дві токарно-гвинторізні операції (у два установи) та одну вертикально-свердлильну. Виконано обчислення припусків для поверхні Ø62H7, підібрано оптимальні режими різання та розраховано норму штучного часу на кожен технологічний перехід.

7. Розроблено комплексний перелік заходів з охорони праці та безпеки життєдіяльності. Він включає правила безпечної експлуатації пастеризаційно-охолоджувальних ліній та сепараторів, норми електробезпеки, засоби захисту від теплового випромінювання, шуму і вібрації, регламенти використання хімічних мийних засобів, а також протоколи щодо пожежної безпеки та цивільного захисту персоналу.

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перелік посилань

1. Вітенько Т., Ворощук В. Навчально-методичний посібник до виконання кваліфікаційної роботи для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Галузеве машинобудування» спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» галузі знань 13 – «Механічна інженерія». ФОП Паляниця, 2024. 48 с.
2. Єресько Г. О., Шинкарик М. М., Ворощук В. Я. Технологічне обладнання молочних виробництв : навчальний посібник. Київ : ЦНЛ, 2007. 337 с.
3. Бабанов І.Г. та ін. Інноваційне обладнання молокопереробних підприємств. Київ: ТОВ «ІНКОС», 2019. 718 с.
4. Дацишин О. В. Машини та обладнання переробних підприємств. - К.: Вища освіта, 2005.
5. Шинкарик, М. М., Ворощук, В. Я. Технологічне обладнання консервної промисловості : навч. посібник. Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2023. 284 с.
6. Ворощук В.Я., Вітенько Т.М. Інжиніринг та 3D моделювання в середовищі SolidWorks: навч. посіб. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2023. 164 с.
7. Improvement of environmental sustainability of milk processing enterprises / Oleh Kravets, Mariia Shynkaryk, Viktor Kravets // Scientific Journal of TNTU. — Tern.: TNTU, 2024. — Vol 114. — No 2. — P. 111–118.
8. Shynkaryk, M., Kravets, O., Papernyak, R., & Lukiyanchuk, B. (2026). Determining the influence of equipment used in modern cottage cheese production lines on the quantitative and dispersed composition of cheese dust. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(11 (139), 14–22.
9. Shynkaryk, M. M., Kravets, O. I. (2026). Energy losses and environmental

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Перелік посилань		
Розроб.		Коренківський М.О.					
Перевір.		Ворощук В.Я.					
Реценз.							
Н. Контр.		Кравець О.І.					
Затверд.		Пилипець О.М.					
					Літ.	Арк.	Аркушів
						83	
					гр. МО-41		

consequences of thermotechnical system operation // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Науковий журнал. – Луцьк: ЛНТУ, 2026. № 1 (26) С.70-76.

- 10.Самойчук К.О. та ін. Основи розрахунку та конструювання обладнання переробних і харчових виробництв: підручник. Київ: ПрофКнига, 2020. 428 с.
- 11.Вітенько, Т. М. Сучасні підходи до конструювання і моделювання робочих органів технологічного обладнання харчових виробництв / Т. М. Вітенько, В. Я. Ворощук. Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності: третя міжнародна науково-практична конференція, 4–6 вересня 2019 р. / під ред. Дейниченко Г. В. – ХДУХТ, 2019. – С. 108–109.
- 12.Крупа В. В. Теорія технічних систем: особливості побудови, створення та розвитку : навч. посіб. Тернопіль : ФОП Осадця, 2023. 308 с.
- 13.Шинкарик М.М., Кравець О.І. Основи теплотехніки: навч. посібник. – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2024. 132 с.
- 14.Кіркач Н.Ф., Баласанян Р.А. Розрахунки і проектування деталей машини. - Харків. Основа, 1991.- 275с.
- 15.Кравець О. І., Шинкарик М. М., Ворощук В. Я., Паперняк Р. В. Дослідження впливу кулачкового насоса на процес руйнування сирного зерна при виробництві сиру кисломолочного // Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки. 2026. Том 2, № 2 С. 127-136.
- 16.Шинкарик М.М. Вдосконалення лінії очистки сироватки / М.М. Шинкарик, В.Г. Юкало, О.І. Кравець // Вісник ТДТУ. – 2005. – № 2. – С. 192-196.
- 17.Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин.– К.: Вища школа, 1993.– 556с.
- 18.Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія машинобудування (дипломне проектування) Навчальний посібник. — Львів: Новий світ-2000, 2011. — 770 с.

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 19.Пилипець М. І. Правила заповнення основних форм технологічних документів : навч.-метод. посіб. / Уклад. Пилипець М. І., Ткаченко І. Г., Левкович М. Г., Васильків В. В., Радик Д. Л. Тернопіль : ТДТУ, 2009. 108 с.
- 20.Дячун А. Є. «Технологія обробки типових деталей та складання машин» : методичний посібник з виконання курсового проекту / А. Є. Дячун, Ю. Б. Капаціла, Ю. Є. Паливода, І. Г. Ткаченко. — Тернопіль : ТНТУ , 2016. — 75 с.
- 21.Структура технологічного процесу ремонтного виробництва : методичні вказівки з дисципліни «Технологія ремонту та відновлення деталей машин» для практичних занять і самостійної роботи студентів всіх форм навчання та дистанційної освіти / Укладачі : Радик Д.Л., Ткаченко І.Г., Радик М.Д. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. – 56 с.
- 22.Ткачук К.Н. та ін. Основи охорони праці: підручник. 2-ге вид. Київ: Основа, 2006. 448 с.
- 23.Одарченко М.С. та ін. Основи охорона праці. Харків: Стиль-Издат, 2017. 334 с.
- 24.Стручок В.С. Безпека в надзвичайних ситуаціях: методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 156 с.
25. Стручок В.С. Техноекологія та цивільна безпека. Частина «Цивільна безпека». Тернопіль: ФОП Паляниця..

					КРБ 062.00.00.000 ПЗ	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Дубл.																									
Зам.																									
Підп.																									
																				2					
А	Цех	Діль.	РМ	Опер.	Код, назва операції										Позначення документа										
Б	Код, назва обладнання										СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К _{шт.}	Т _{пз}	Т _{шт.}				
К/М	Назва деталі, ск.одиниці або матеріалу										Позначення, код										ОПП	ОВ	ОН	КИ	Н _{ра}
А 01	XX	XX	XX	005	Токарно-гвинторізна																				
Б 02	Токарно – гвинторізний верстат 16K20																								
О 03	7. Підрізати торець в розмір 2																								
Р 04	l = 34 мм; t = 1,5 мм; S = 0,6 мм/об; n = 630 об/хв; V = 247,0 м/хв; T _o = 0,26 хв; T _{шт} = 0,45 хв.																								
О 05	8. Розточити поверхню в розмір 11 , 12																								
Р 06	l = 14 мм; t = 5,5 мм; S = 0,6 мм/об; n = 315 об/хв; V = 73,5 м/хв; T _o = 0,28 хв; T _{шт} = 0,35 хв.																								
О 07	9. Розточити поверхню в розмір 13 , 14 , 15																								
Р 08	l = 6 мм; t = 1,5 мм; S = 0,6 мм/об; n = 630 об/хв; V = 89,0 м/хв; T _o = 0,35 хв; T _{шт} = 0,36 хв.																								
О 09	10. Розточити поверхню в розмір 16 , 17																								
Р 10	l = 5 мм; t = 1,0 мм; S = 0,6 мм/об; n = 315 об/хв; V = 158,8 м/хв; T _o = 0,63 хв; T _{шт} = 0,95 хв.																								
О 11	11. Точити поверхню в розмір 18 , 19																								
Р 12	l = 34 мм; t = 1,0 мм; S = 0,8 мм/об; n = 630 об/хв; V = 147,0 м/хв; T _o = 0,25 хв; T _{шт} = 0,45 хв.																								
О 13	12. Точити поверхню в розмір 19																								
Р 14	l = 21 мм; t = 1,5 мм; S = 0,8 мм/об; n = 630 об/хв; V = 247,6 м/хв; T _o = 0,35 хв; T _{шт} = 0,5 хв.																								
О 15	13. Підрізати торець в розмір 20 , 21																								
Р 16	l = 34 мм; t = 1,5 мм; S = 0,6 мм/об; n = 630 об/хв; V = 247,6 м/хв; T _o = 0,26 хв; T _{шт} = 0,45 хв.																								
17																									

<i>Дубл.</i>			
--------------	--	--	--

