

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

**Інститут (факультет) Навчально-наукової  
інженерно-технічної інститут ім. акад. І.С.Гулого  
**Кафедра технологічного обладнання**  
**та комп'ютерних технологій проектування****

**«До захисту в ЕК»**  
Директор інституту(декан факультету)

\_\_\_\_\_ Блаженко С.І.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**«До захисту допущено»**  
Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Мирончук В.Г.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

Зі спеціальності \_\_\_\_\_ 133 «Галузеве машинобудування» \_\_\_\_\_

(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Обладнання переробних і харчових  
виробництв

на тему: «Удосконалення конструкції двохциліндрового охолоджувача сиру  
кисломолочного» \_\_\_\_\_

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ЗОХ-5-1 Гаврилов Сергій Сергійович  
(прізвище та ініціали)

Керівник Блаженко Сергій Іванович \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

Консультанти \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали) (підпис)

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що в цій  
кваліфікаційній роботі немає  
запозичень із праць  
інших авторів без відповідних  
посилань.

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад. І.С.Гулого  
Кафедра Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

(шифр і назва)

Освітня програма «Обладнання переробних і харчових виробництв»

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри ТОКТП

проф. Мирончук В.Г.

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

## **ЗАВДАННЯ** НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Гаврилов Сергій Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Удосконалення конструкції двохциліндрового охолоджувача сиру кисломолочного

керівник проекту (роботи) Блаженко Сергій Іванович, доц., канд. тех. наук

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «09» листопада 2020 р. № 934-кс

2. Строк подання здобувачем роботи 01.02.2021р.

3. Вихідні дані до роботи

1. Технічний паспорт обладнання.

2. Альбом галузевого обладнання. 3. Навчальна та спеціальна література

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): анотація, зміст; вступ, порівняльний аналіз технічних рішень, техніко-економічне обґрунтування, характеристика вихідної сировини і готового продукту, опис запропонованого технічного рішення, принцип роботи, розрахункова частина, вибір конструкційних матеріалів, технологічний маршрут виготовлення деталі, вимоги щодо монтажу, експлуатації, ремонту, опис системи управління, заходи щодо охорони праці, екології; загальні висновки, список використаних літературних джерел, специфікація.

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

Загальний вигляд обладнання – 2 аркуші; Складальні одиниці обладнання – 2 аркуші; Деталювання – 1 аркуш, Технологія машинобудування – 1 аркуш.

## 6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання: 14.09.2020 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Анотація, зміст</i>	30.09.2020	
2	<i>Вступ</i>	09.10.2020	
3	<i>Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі</i>	16.10.2020	
4	<i>Техніко-економічне, соціальне обґрунтування.</i>	23.10.2020	
5	<i>Характеристика вихідної сировини і готового продукту</i>	30.10.2020	
6	<i>Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи.</i>	13.11.2020	
7	<i>Вибір конструкційних матеріалів</i>	13.11.2020	
8	<i>Розрахункова частина</i>	20.11.2020	
9	<i>Технологічний маршрут виготовлення деталі</i>	30.11.2020	
10	<i>Монтаж, експлуатація та ремонт обладнання</i>	11.12.2020	
11	<i>Опис системи управління</i>	18.12.2020	
12	<i>Заходи щодо охорони праці, екології</i>	18.12.2020	
13	<i>Висновки</i>	30.12.2020	
14	<i>Графічна частина: 6 аркушів формату А3</i>	15.01.2021	
	<i>Подача кваліфікаційної роботи на кафедру</i>	01.02.2021	

**Здобувач**

\_\_\_\_\_ ( підпис )

Гаврилов С.С.

(прізвище та ініціали)

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_ ( підпис )

Блаженко С.С.

(прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

	стор.
АНОТАЦІЯ	4
ANOTATION	5
ВСТУП	6
1. Порівняльний аналіз технічних рішень	8
2. Техніко-економічне, соціальне обґрунтування	11
3. Характеристика вихідної сировини і готового продукту	13
4. Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи	17
4.1 Опис обладнання лінії Я9-ОПТ-5	17
4.2. Охолоджувач сиру кисломолочного 209-ОТД-1	20
4.3 Технологічний процес виготовлення сиру кисломолочного на лінії	22
5. Розрахункова частина	26
5.1. Розрахунок продуктивності охолоджувача	26
5.2. Кінематичний розрахунок приводу охолоджувача та підбір електродвигуна	30
5.3. Розрахунок шнекового транспортера	41
6. Вибір конструкційних матеріалів	44
7. Технологічний маршрут виготовлення деталі	48
8. Монтаж, експлуатація та ремонт обладнання	63
9. Опис системи управління	67
10. Заходи щодо охорони праці, екології	72
10.1. Організація охорони праці на підприємстві	72
10.2. Охорона навколишнього природного середовища	84
ВИСНОВКИ	88
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	90

<i>Відповідальна організація НУХТ</i>	<i>Технічне узгодження Блаженко С.І.</i>	<i>Вид документа Пояснювальна записка</i>	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа  НУХТ</i>	<i>Розробник документа Гаврилов С.С.</i>	<i>Назва, додаткова назва  Зміст</i>	<i>960805.ДП.01.00.00ПЗ</i>			
	<i>Документ затверджено Миранчук В.Г.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова и</i>	<i>Аркуш 1/2</i>

## АНОТАЦІЯ

В даній кваліфікаційній роботі розроблений проект модернізації охолоджувача сиру кисломолочного 209 – ОТД.

Модернізація дозволить підвищити ефективність проведення процесу охолодження сиру кисломолочного та збільшить продуктивність лінії Я9-ОПТ-5 в цілому.

У розрахунково – пояснювальній записці наведені розділи щодо техніко – економічні обґрунтування модернізації та особливостей конструкції обладнання, умов експлуатації. Розглянуті питання організації та проведення ремонтно – монтажних робіт.

Проведено продуктивний розрахунок, розрахунок охолоджувача сиру кисломолочного, шнекового транспортера. Представлений технологічний маршрут виготовлення деталі та зроблений огляд матеріалів що використовуються при виготовленні охолоджувача.

Висвітленні питання щодо охорони праці та охорони навколишнього природного середовища.

Кваліфікаційна робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини, що складається з 6 аркушів формату А3.

### Ключові слова:

Молоко, сир кисломолочний, охолоджувач, розрахунок, обладнання.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Блаженко С.І	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i>  НУХТ	<i>Розробник документа</i> Гаврилов С.С.  <i>Документ затверджено</i> Миранчук В.Г.	<i>Назва, додаткова назва</i>  АНОТАЦІЯ	960805.ДП.01.00.00ПЗ			
			<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> и	<i>Аркуш</i> 1/2

## ANOTATION

In this qualification work the project of modernization of the cooler of sour-milk cheese 209 - OTD is developed.

The modernization will increase the efficiency of the cooling process of sour milk cheese and increase the productivity of the Ya9-OPT-5 line as a whole.

The calculation and explanatory note contains sections on the feasibility study of modernization and features of equipment design, operating conditions. The questions of the organization and carrying out of repair and installation works are considered.

The product calculation, calculation of the cheese cooler of sour-milk, screw conveyor is carried out. The technological route of production of a detail is presented and the review of the materials used at manufacturing of a cooler is made.

Covered issues of labor protection and environmental protection.

Qualification work consists of a calculation and explanatory note and a graphic part consisting of 6 sheets of A3 format.

### **Keywords:**

Milk, sour milk cheese, cooler, calculation, equipment.

## ВСТУП

Молочна промисловість одна із передових галузей переробної промисловості агропромислового комплексу. Наявність в молочних продуктах таких речовин як білки, жири, вуглеводи, та вітаміни обумовлюють їх високу біологічну цінність.

Розвитку молочної промисловості приділяється велика увага. Приймається міри по покращенню постачання населення молочними продуктами. На підприємствах галузі збільшується асортимент, покращуються смакові якості і властивості продукту.

В молочній промисловості розмірюються масштаби впровадження технології комплексної переробки молока, збільшується випуск готової продукції в результаті підвищення виходів і зменшення втрат.

Значні об'єми молочної сировини будуть перероблюватись із застосуванням мембранних пристроїв. Ведуться роботи в області удосконалювання технологій виготовлення нових видів сиру кисломолочного з направленними властивостями, створення концентратів для застосування їх в м'ясній і молочній промисловості.

Більш повне і рівномірне задоволення потреб населення в молочній продукції, розширення їх асортименту і підвищення якості, комплексна переробка молока безпосередньо зв'язані з прискоренням розвитку виробничо-технологічної бази промисловості. При цьому передбачається використання високопродуктивного технологічного обладнання, виготовлення машин, апаратів і поточно-технологічних ліній, що забезпечує підвищення технологічного рівня, якості і надійності машини.

В даний час машини і апарати періодичної дії, що дає змогу збільшити об'єм виробництва і значно підвищити ефективність використання техніки.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Блаженко С.С.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i>  НУХТ	<i>Розробник документа</i> Гаврилов С.С.	<i>Назва, додаткова назва</i>  <b>ВСТУП</b>	<i>960805.ДП.01.00.00ПЗ</i>				
	<i>Документ затверджено</i> Миранчук В.Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <i>на</i>	<i>Аркуш</i> <i>1/2</i>	

Науково-технічний процес машинної промисловості сприяє впровадженню нових способів обробки молока, на основі застосування прогресивного обладнання. При цьому зберігаються початкові якості молока і його складові частини.

## 1. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ

В молочній промисловості для охолодження сиру кисломолочного використовуються охолоджувачі відкритого і закритого типів.

До охолоджувачів відкритого типу відноситься охолоджувач Д5-ОТЕ. [1].

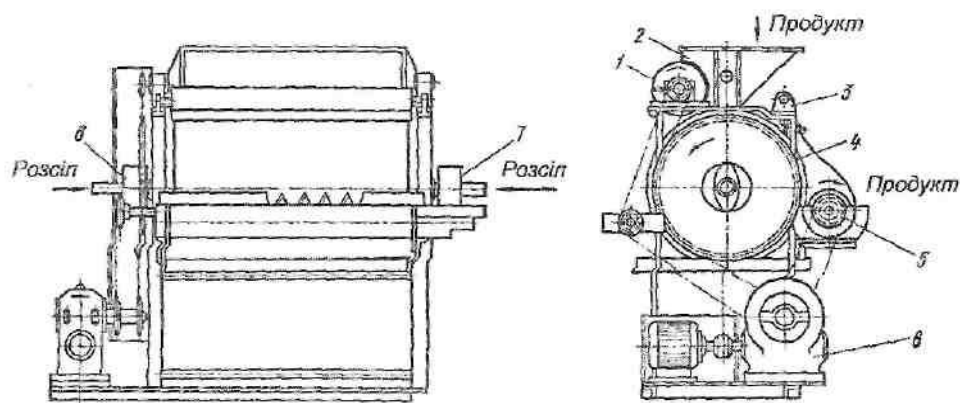


Рис.1.1. Охолоджувач Д5-ОТЕ

1-валик; 2-бункер 3-ніж; 4-барабан; 5-приймальний бункер; 6-привід; 7,8-цапфи.

В процесі роботи охолоджувача в сорочку барабана через цапфи 7 і 8 подають розсіл і охолоджують зовнішню поверхню барабана. Із бункера 2 сир валиком 1 накопичується на барабані. Дотикаючись до поверхні барабана, сир охолоджується, замерзає до поверхні барабана і знімається ножем 3 в бункер 5. Охолодження сиру відбувається протягом 12-13 с. за неповний оберт барабану. Недоліком такого охолоджувача є відкрита поверхня охолодження, що може призвести до додаткового мікробіологічного забруднення продукту.

До охолоджувачів закритого типу відносяться охолоджувачі одноциліндровий (ОТВ-500) та двоциліндровий (209-ОТД-1). Принципова схема роботи і будова цих охолоджувачів однакова, але в охолоджувачі 209-ОТД-1 застосовуються два циліндри, а в охолоджувачі ОТВ-500 – один [2].

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Блаженко С.І	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа  НУХТ	Розробник документа Гаврилов С.С.	Назва, додаткова назва ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ	960805.ДП.01.00.01ПЗ			
	Документ затверджено Миранчук В.Г.		Інд. змін.	Дата видання	Мова на	Аркуш 1/3

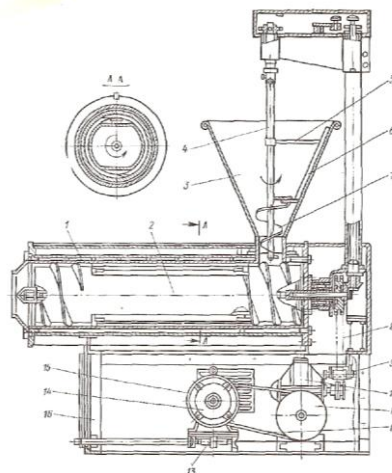


Рис.1.2. Охолоджувач ОТВ

1-циліндр;2-витискувальний барабан;3-бункер;4-вал;5-планка;6-ніж;7-шнековий подавач; 8-ланцюгова передача;9-натяжний ролик;10-редуктор;11-шків;12-пасова передача; 13-натяжний пристрій;14-варіатор швидкостей;15-електродвигун;16-станина;

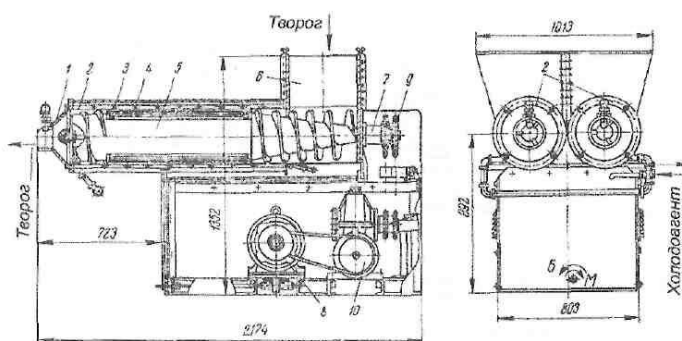


Рис.1.3. Двоциліндровий охолоджувач ОТД:

1 - кришка;2 - циліндр;3 - теплообмінна сорочка;4 - гвинтова навивка;5 - витиснювальні барабани;6 - бункер;7- привідний вал;8- електродвигун;9 - зірочки;10 - черв'ячний редуктор.

Застосування двохциліндрового охолоджувача дозволяє на протипагу одноциліндровому зменшити навантаження на циліндр і збільшити продуктивність. Двохциліндровий охолоджувач є більш ефективним і сучасним.

Принцип роботи закритого циліндричного охолоджувача слідуєчий:

Сир кисломолочний, що поступає в приймальний бункер охолоджувача, захвачується конічною частиною витискувальних барабанів і подається в простір кільцевого зазору між циліндрами та витискувальними барабанами.

Вздовж циліндра, сир кисломолочний переміщується шнеком циліндричної частини барабана, і виштовхується в отвір в кришці циліндра.

Для охолодження сиру кисломолочного в сорочки циліндрів і витискувальних барабанів подається холодоагент (льодяна вода) в напрямку, протитечії руху сиру кисломолочного. Перемішуючи вздовж циліндра, сир кисломолочний охолоджується холодоагентом з двох сторін: циліндра і витискувального барабана.

## 2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ, СОЦІАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Молоко та молочні продукти відіграють значну роль у харчуванні людей. Включення молочних продуктів в будь-який харчовий раціон підвищує його повноцінність, сприяє кращому засвоєнню інших компонентів.

Молокопереробні підприємства є високотехнологічними виробництвами з переробкою значних обсягів сировини у обмежені часові інтервали. Високі вимоги до устаткування виробничого процесу потребує ритмічної роботи технологічного обладнання та забезпечення ефективності переробки сировини.

Проведений аналіз конструктивних та технологічних особливостей в особливостей лінії Я9-ОПТ-5 для виробництва сиру кисломолочного. Також був проведений більше детальний аналіз конструкції охолоджувача 209-ОТД-1 виявив недоліки що пов'язані з порушенням потоку холодоагенту протитечії в апараті.

Для більш якісного проведення процесу охолодження сиру було запропоновано модернізувати конструкцію трубовалу апарату. Під час просування сиру в апараті в міжтрубному просторі з протитечії рухається холодна вода що знижує температуру продукту. Для забезпечення чіткої взаємодії холодоагенту з продуктом пропонується встановити спіралеподібний елемент в міжтрубному просторі. (рис.2.1).

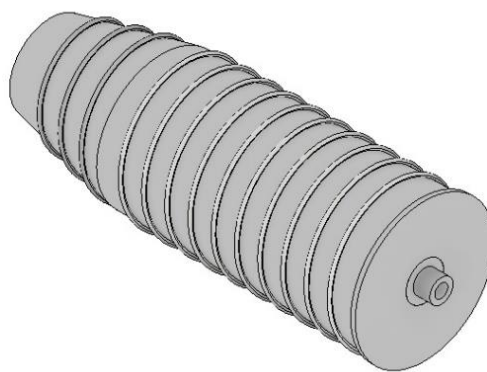


Рис.2.1. Модернізований трубовал охолоджувача.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Блаженко С.І	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i>  НУХТ	<i>Розробник документа</i> Гаврилов С.С.	<i>Назва, додаткова назва</i> ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ, СОЦІАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ	960805.ДП.01.00.02ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Миранчук В.Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> ua	<i>Аркуш</i> 1/2

Дана модернізація збільшить різницю потенціалів між продуктом та холодоагентом, що призведе до зменшення часу проведення процесу та витрат води на виробництво.

Для підвищення автоматизації виробництва та зменшення ручної праці пропонується включити в склад лінії додатковий шнековий транспортер сиру після охолоджувача (рис.2.2).

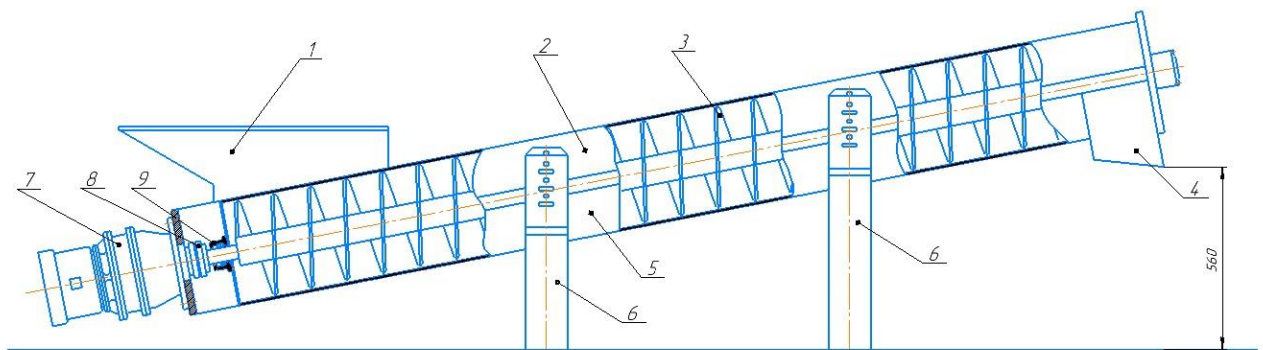


Рис.2.2. Шнековий транспортер лінії.

Окрім цього шнековий транспортер забезпечить розрихленню сирної маси після охолоджувача що необхідно для подальшого процесу фасування.

Це надає можливість підвищити продуктивність установки та скоротити час виробництва.

Дані заходи призведуть до скорочення собівартості виробництва сиру кисломолочного та підвищення ефективності підприємства в цілому.

### 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНОЇ СИРОВИНИ І ГОТОВОГО ПРОДУКТУ

Молоко - натуральний, високоживильний продукт, що включає всі речовини, необхідні для підтримки життя і розвитку організму протягом тривалого часу (відділяється молочною залозою в період вигодовування).

Молоко покращує співвідношення складових частин харчового раціону. Воно містить всі необхідні для людського організму поживні речовини (білки, жири, вуглеводи, мінеральні речовини, вітаміни), що легко переварюються, при цьому співвідношення поживних речовин в молоці є оптимальним для задоволення потреби організму в них.

Молоко являє собою секрет молочної залози ссавців. Синтезується молоко із складових речовин крові. Для утворення 1 л молока через вим'я корови повинно пройти 540 л крові.

Молоко містить в своєму складі всі необхідні для людини поживні речовини: білки, жири, вуглеводи, вітаміни, мінеральні речовини, ферменти, гормони, імунні тіла. Хімічний склад молока залежить від багатьох чинників: якості кормів, пори року, віку тварини, його породи і ін.

Харчова цінність. Вміст білків у коров'ячому молоці коливається від 2,7 до 3,8%. Основні білки молока - казеїн (2,7%), альбумін (0,4%), глобулін (0,12%) - є повноцінними за амінокислотним складом. Вони мають високу поживну цінність і гарною засвоюваністю (96%).

Середній вміст молочного жиру в молоці становить 3,9% - розраховується спеціальним приладом для вимірювання жирності. Молочний жир добре засвоюється в організмі, так як має низьку температуру плавлення (27-34 ° C) і знаходиться в високодисперсному стані - у вигляді дрібних кульок (в 1 мл молока їх до 4 млрд.).

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Блаженко С.І	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i>  НУХТ	<i>Розробник документа</i> Гаврилов С.С.	<i>Назва, додаткова назва</i> ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНОЇ СИРОВИНИ І ГОТОВОГО ПРОДУКТУ	960805.ДП.01.00.03ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Миранчук В.Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> ua	<i>Аркуш</i> 1/4

Молочний цукор (лактоза) зустрічається лише в молоці тварин. У коров'ячому молоці лактози в середньому міститься 4,7%. Найсолодше молоко - кобиляче (до 7% лактози). Важливою властивістю лактози, використовуваним при виготовленні кисломолочних продуктів, є здатність зброджувати під впливом молочнокислих і пропіоново-кислих бактерій, а також дріжджів з утворенням молочної кислоти, спирту, вуглекислоти, масляної і лимонної кислот. При нагріванні лактоза вступає в реакцію з аміногрупами білків і вільними амінокислотами - реакцію меланоїдиноутворення. В результаті реакції утворюються темні з'єднання - меланоїдіни, що додають молоку коричневий відтінок (колір топленого молока).

Молоко є хорошим джерелом мінеральних речовин, особливо кальцію і фосфору, які знаходяться в молоці в легкозасвоюваній формі і в добре збалансованому співвідношенні (1: 1,5).

У молоці містяться в малих кількостях майже всі вітаміни: жиророзчинні - А, D, Е; водорозчинні - В1, В2, В6, В12, РР і ін. Імунні тіла молока перешкоджають розвитку патогенних (хвороботворних) бактерій, нейтралізують отруйні продукти їх життєдіяльності. При термічній обробці молока (пастеризації, стерилізації), а також при зберіганні імунні тіла руйнуються.

У молоці присутні різні ферменти: за активністю деяких з них судять про якість і зберігання молока. Так, наприклад, фермент фосфатаза руйнується при тривалій пастеризації, тому активність фосфатази служить критерієм наявності домішок сирого молока в пастеризованому або якості проведення термічної обробки (пастеризації) молока. За активністю ферменту редуктази судять про бактеріальну забрудненість молока (редуктазна проба).

Добові фізіологічні норми споживання молока і молочних продуктів для дорослої людини становлять: молока цільного - 500 г; масла вершкового - 15 г; сиру - 18 г; сиру - 20 г; сметани - 18 г.

Сир - білковий кисломолочний продукт, що виробляється сквашуванням пастеризованого молока із застосуванням сичужного ферменту і видаленням сироватки.

До складу сиру входить 14-17% білків, до 18% жиру, 2,4-2,8% молочного цукру. Він багатий на кальцій, фосфор, залізо, магній - речовинами, необхідними для росту і правильного розвитку молодого організму.

Сир виробляють з сирого і пастеризованого молока. Для безпосереднього вживання в їжу сир готують з цільного нормалізованого або знежиреного пастеризованого молока. Отримують сир кислотно-сичужним і кислотним способом.

Різновидом кислотно-сичужного є роздільний спосіб. При кислотно-сичужним способомі виробництві сиру молоко згортають за допомогою кислоти і сичужного ферменту. При цьому можна приготувати сир будь-якої жирності. Нормалізоване, пастеризоване і охолоджене молоко заквашують закваскою. Сквашування молока закінчують через 6 - 7 годин з моменту внесення закваски, а при прискореному способі через 4 - 4,5 години. Готовий згусток розрізають, тобто подрібнюють на кубики, для кращого відділення сироватки. Виділилася сироватку випускають з ванни, а згусток в мішки, які укладають для само пресування протягом години. При самопресуванні сироватка мимовільно відділяється від згустку. Сир пресують до отримання стандартної вологості в залежності від його виду.

При кислотному способі виробництва сиру молоко згортається під дією молочної кислоти. Цим способом готують нежирний сир з знежиреного пастеризованого молока.

При роздільному способі виробництва отримують знежирений сир з подальшим змішуванням його з вершками 50-55% жирності.

Знежирений сир піддають подрібненню з метою отримання однорідної консистенції. Цим способом можна отримати сир будь-якої жирності.

Залежно від застосовуваного сировини виробляють сир жирний, напівжирний і не жирний. За якістю сир може бути вищого і першого сортів.

Смак і запах сиру повинні бути чистими, ніжними, кисломолочними без сторонніх присмаків і запахів.

Консистенція сиру повинна бути м'якою, а так само допускається неоднорідна, мастка. Колір повинен бути білим з кремовим відтінком.

Тип сиру: жирний - вміст жиру не менше 18%, вміст вологи не більше 65%; не жирний - вміст вологи не більше 73%, напівжирний - вміст жиру не менше 9%, вміст вологи не більше 80%.

Сир - продукт дуже не стійкий в зберіганні, навіть при низькій температурі. При 0 °С він може зберігатися до 7 днів. Для більш тривалого зберігання сир заморожують. Жирний зазвичай при 12 °С (не жирний при 18 °С) при цих температурах заморожений сир зберігають 4-6 місяців.

## 4. ОПИС ЗАПРОПОНОВАНОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ.

### БУДОВА ТА ПРИНЦИП РОБОТИ

#### 4.1 Опис обладнання лінії Я9-ОПТ-5.

В цеху молочного білка встановлена лінія для виготовлення сиру кисломолочного Я9-ОПТ-5.

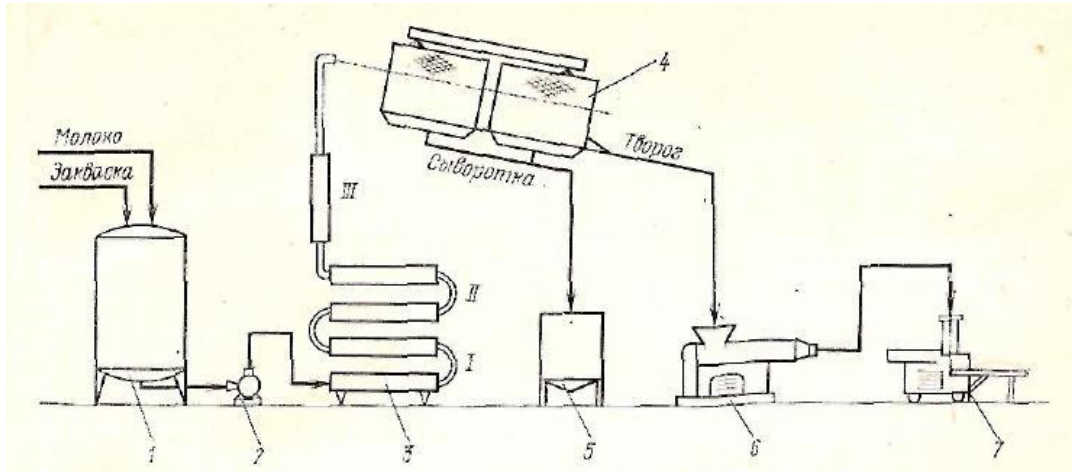


Рис.4.1. Лінія для виготовлення сиру кисломолочного Я9-ОПТ-5

1- ємність для сквашування молока; 2-гвинтовий насос; 3-апарат для теплової обробки згустку; 4-барабанний обезводнювач; 5-ємність для сироватки;6-охолоджувач для сиру кисломолочного; 7-автомат для фасування сиру кисломолочного.

Лінія складається з ємностей (1) , що мають теплову сорочку та мішалку; гвинтових насосів(2) для подачі згустку; апарату для теплової обробки згустку(3), що забезпечує його нагрів, витримування та попереднє охолодження, виконаних в одному блоці; обезводнювача барабанного типу (4); охолоджувача сиру кисломолочного(6); ємності для сироватки (5); пристрою управління, що являє собою шафовий щит, в якому змонтовані прибори та технічні засоби автоматизації.

На лінії у відповідності з технологічною інструкцією виконуються наступні операції:

- заповнення резервуарів пастеризування, гомогенізування і охолодження до температури сквашування молока;

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Блаженко С.І	Тип документа Пояснювальна записка	Лінійний документ			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Гаврилов С.С.	Назва, додаткова назва ОПИС ЗАПРОПОНОВАНОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ	960805.ДП.01.00.04ПЗ			
	Документ затверджено Мирончук В.Г.		Інд. змін.	Дата видання	Мова на	Аркуш 1/19

- сквашування та заквашування молока в резервуарах;
- перемішування молока з закваскою та згустку в резервуарах;
- теплова обробка згустку в потоці, в тому числі:
  - підігрів згустку;
  - витримування згустку;
  - попереднє охолодження згустку;
  - обезводнювання згустку в потоці;
  - охолодження сиру кисломолочного в потоці;
  - циркуляційне миття обладнання лінії та трубопроводів.

Сквашування молока та отримання згустку відбувається в резервуарах, що мають теплову сорочку для подачі в неї тепло - і холодоагентів, гарячої та холодної води, та обладнаних ремінними мішалками, та пристроями для циркуляційного миття.

Подача тепло- холодоагентів використовується для більш точного, в разі необхідності регулювання температури заквашування молока.

Резервуари обладнанні також пристроями для відбору проб молока та згустку. Готовий згусток після перемішування мішалкою подається із резервуарів гвинтовими насосами в касети апарата ТОС.

Насоси мають місцеве регулювання частоти обертання.

Продуктивність по переробці згустку встановлюється по показникам витратомірів на пульті керування.

Апарат теплової обробки згустку ТОС являє собою кожухотрубний теплообмінник з каналами плоского перерізу, при цьому більша вісь перерізу каналу розташована горизонтально.

В лінії Я9-ОПТ апарат ТОС має два паралельно розташованих робочих каналів.

Кожний із каналів апарата має три ділянки: нагрів, витримування та попереднього охолодження згустку, секції яких розташовані в двох паралельних рядах, і скомпоновані по спіральній схемі так, що забезпечують

невеликий підйом в сторону вихідної верхньої ділянки каналу, та кріпиться до рами. Ділянки апарата складаються з декілька однотипних секцій:

перша ділянка — із 4-х секцій,

друга ділянка — із 1-ої секції,

третья ділянка — із 2-х секцій.

Всі секції мають однакову довжину за виключенням останньої, скороченої секції ділянки попереднього охолодження. Секції з'єднані між собою відводами, що забезпечують поворот на  $180^\circ$  та мають такий же профіль поперечного перерізу, що і робочі канали. Водяні сорочки секцій нагрівання і попереднього охолодження з'єднані патрубками та підключені відповідно до бойлера, та системи подачі води, утворюючи два циркуляційних контура.

Після секції ділянки попереднього охолодження згустку закінчується циліндричними вертикальними ділянками, що мають схилену вставку, що переходить у патрубок по якому згусток із обох паралельних каналів ТОС прямує в обезводнювач.

Деталі теплообмінника, що стикаються з продуктом, а також водяні сорочки, виготовлені з нержавіючої сталі. З'єднання секцій фланцеві.

Нагрівання згустку проводиться гарячою водою, що циркулює в сорочках першої ділянки теплообмінника. Напрямок руху теплоносіїв — протитечії. Гаряча вода подається в теплообмінник із двох автономних бойлерних установок, що працюють незалежно одна від одної.

Нагрітий згусток витримується в потоці при температурі підігрівання, і поступає в ділянку попереднього охолодження, де охолоджується водою льодяною, що подається в сорочки секцій цієї ділянки. У вертикальний циліндричній ділянці проходить витримування та вирівнювання температури, після чого згусток поступає на обезводнювач.

Обезводнювач являє собою апарат безперервної дії, що виконаний у виді двох логічних барабанів, що звужуються до виходу.

Сироватка відділяється через фільтровану тканину-лавсан. Тканина кріпиться на фланцях, що розташовані по периферії та в центральній частині барабанів.

Кожний барабан приводиться в рух за допомогою загального приводу, що складається з електродвигуна, що з'єднаний з редуктором. Частота обертання барабана — 1об/хв. Барабани змонтовані на рухомій станині. При обертанні барабанів час обезводнювання і, відповідно, вологість кінцевого продукту регулюється зміною кута нахилу барабану, що здійснюється за допомогою підйомного механізму, що працює від окремого приводу, встановленого на станині обезводнювача.

Обезводнювач має площадку обслуговування, що забезпечує доступ до фільтрувальної тканини.

Сироватка, що відділяється збирається в піддони обезводнювача, та за допомогою самовсмоктуючого насосу 36-Щ-28-31 відводяться на обробку та резервування.

Сир кисломолочний, що виходить із обезводнювача поступає в бункер охолоджувача сиру кисломолочного.

#### **4.2. Охолоджувач сиру кисломолочного 209-ОТД-1.**

Охолоджувач сиру кисломолочного 209-ОТД-1 призначений для швидкого охолодження сиру кисломолочного в безперервному потоці, в тонкому шарі безпосередньо після виходу з відділювача сироватки.

Двухциліндровий охолоджувач сиру кисломолочного складається з двох закритих циліндрів з одним загальним бункером, що змонтований на станині. В середині циліндрів є витискувальні барабани, що обертаються. На конусній та циліндричній поверхні знаходиться гвинтовий шнек.

Циліндри і барабани оснащені водяними сорочками, в яких холодогент переміщується по спіральним каналам. Циліндри закриваються кришками, що знімаються, які мають опори для валів витискувальних барабанів.

Обертання витискувальним барабанам передається від електродвигуна через варіатор і ланцюгові передачі на проміжний порожнистий вал, що обертається в підшипниках.

Проміжний вал витискувального барабану кріпиться спеціальною гайкою.

Витискувальний барабан являє собою двостінний корпус, в середині якого встановлена труба для подачі льодяної води в сорочку охолодження. Кінець валу і труба з'єднанні сальниковими пристроями з двійною втулкою, що розділяє потоки холодоагенту.

Втулки обертаються в підшипниках нерухомого корпусу.

Принцип роботи циліндричного охолоджувача наступний:

Сир кисломолочний, що поступає в приймальний бункер охолоджувача, захвачується конічною частиною витискувальних барабанів і подається в простір кільцевого зазору між циліндрами та витискувальними барабанами.

Вздовж циліндра, сир кисломолочний переміщується шнеком циліндричної частини барабана, і виштовхується в отвір в кришці циліндра.

Для охолодження сиру кисломолочного в сорочки циліндрів і витискувальних барабанів подається холодоагент (льодяна вода) в напрямку, протитечії руху сиру кисломолочного. Перемішуючи вздовж циліндра, сир кисломолочний охолоджується холодоагентом з двох сторін: циліндра і витискувального барабана (зазор між циліндром і барабаном 8мм).

### Технічна характеристика лінії Я9-ОПТ

Продуктивність по переробці молока, л/г .....	5000
Потужність, кВт .....	14,0
Витрати:	
пари, кг/год .....	225
холоду, кДж/год .....	260000
Площа під лінію, м <sup>2</sup> .....	150
Вага, кг .....	20000

### 4.3 Технологічний процес виготовлення сиру кисломолочного на лінії Я9-ОПТ.

Технологічний процес виготовлення сиру кисломолочного на лінії Я9-ОПТ складається із наступних операцій:

- приймання та підготовка сировини;
- запарювання молока;
- нормалізація;
- пастеризація;
- заквашування та сквашування;
- нагрівання;
- витримування та охолодження;
- обезводнювання згустку;
- охолодження сиру кисломолочного;
- фасування та пакування.

Сир кисломолочний з масовою долею жиру 9% та 5% (селянський) виготовляють із нормалізованого молока, яке нормалізується при тискові 13Мпа при температурі 60°C. Нормалізоване або обезжирене молоко пастеризується при температурі 78°C з витримкою 20...30сек., охолоджується до температури заквашування 24°C...26°C. Нормалізоване або обезжирене молоко заквашують в ємкості місткістю 6000 літрів виносячи 5% закваски, що приготовлена на чистих культурах, що створюють в молоці в'язкий згусток, що не розшаровується.

Закваску розміщують і в насос-дозатор додають підготовлене молоко. Управління потоками молока, закваски та згустку, здійснюються за допомогою клапанів з пневматичним приводом. Молоко переміщують і залишають в покої до сквашування. В процесі заквашування молока в ємкостях до сквашування.

Визначають величину рН за допомогою зовнішнього датчика. По досягненню рН=4,5...4,7, для напівжирного селянського сиру кисломолочного рН=4,3...4,4, для обезжиреного сиру кисломолочного заквашування завершують, згусток перемішують на протязі 2...5хв., і гвинтовим насосом подається в апарат теплової обробки згустку (ТОС). Тут згусток нагрівається до

температури 48...54°C при виробці напівжирного сиру кисломолочного, 46..56°C при виготовленні селянського, та 42...50°C при виготовленні нежирного сиру кисломолочного.

Нагрівання здійснюється гарячою водою ( $t=70...90^{\circ}\text{C}$ ), що циркулює в сорочці підігрівача. Із секції підігріву згусток поступає в витримувач, де знаходиться 1,5хв. і направляється в секцію охолодження.

Згусток охолоджується до температури 30...40°C для виготовлення напівжирного сиру кисломолочного, та селянського і 25...35°C при виготовленні нежирного сиру кисломолочного. Охолодження здійснюється водою, що циркулює в сорочці охолодження.

Після опорожнення однієї з ємкостей, про що сигналізує датчик нижнього рівня, в апарат ТОС автоматично подається згусток із наступні ємкості (відповідно програми охолодження).

Оброблений згусток поступає в двохциліндровий сітчастий обезводнювач, що обертається. Сироватка відділяється від згустку і самопливом поступає в піддони. Далі насосом подається на охолоджувач і направляється в ємкості для зберігання.

Вміст вологи в сирі кисломолочному регулюється шляхами зміни температури підігрівання згустку, або подачі згустку в апарат ТОС.

Із обезводнювача сир кисломолочний поступає в бункер охолоджувача сиру кисломолочного.

Охолодження сиру кисломолочного до 10°C проводиться за допомогою льодяної води, що поступає в сорочку охолоджувача. Далі сир кисломолочний іде на фасування.

Сир кисломолочний виготовлений на лінії Я9-ОПТ має чистий кисломолочний смак, м'яку консистенцію, розсипчастість.

Масова доля жиру в сирі кисломолочному:

напівжирного —9%;

селянського —5%;

Кислотність:

напівжирного — 210°Т;

селянського — 230°Т.

#### 4.4. Санітарна обробка лінії Я9-ОПТ-5.

Для отримання продукту, що відповідає санітарним нормам кожен день проводять очистку, мийку, дезенфікацію поверхонь обладнання.

Обладнання, що виходить в склад лінії має очистку трубопроводів з клапанами дистанційного управління потоку, що дозволяє сформувати контури циркуляційного миття.

При підготовці обладнанні до циркуляційного миття знімають патрубки подачі згустку із апарата ТОС в барабан обезводнювача і підключають канали апарата ТОС до магістралі повернення миючих розлив.

Для циркуляційного миття потрібні ефективні миючі та дезенфікуючі речовини, що повністю видаляють забруднення з поверхонь обладнання, та відпрацьовані режими їх застосування.

Для миття обладнання використовують лужні та кислотні миючі розчини. Кислотні миючі розчини застосовують при митті теплообмінників.

Санітарна обробка обладнання проводиться після закінчення роботи лінії. Обладнання, що не використовується після миття та дезенфікації більше 6 годин, повторно дезенфікується і ополіскується водопровідною водою перед початком роботи. Обладнання, що не використовується після миття та дезенфікації більше 6 годин, повторно дезенфікується і ополіскується водопровідною водою перед початком роботи.

Санітарна обробка лінії Я9-ОПТ-5 здійснюється від автоматизованої миючої станції по маршрутам:

- перший — перше кільце миття емкостей для сквашування молока;
- другий — перше кільце миття трубопроводів та насосів;
- третій — друге кільце миття трубопроводів та насосів;
- четвертий — кільце миття апарата ТОС;
- п'ятий — кільце миття обезводнювача згустку, кільце миття трубопроводів для сироватки.

Після опорожнення кожну ємкість миють незалежно від режиму роботи других ємкостей та лінії в цілому.

В автоматизованому режимі зі щита проводять групове включання клапанів, що забезпечують відкривання маршрутів для миття відповідної ємкості. Зі щита в автоматизованому режимі включають групу клапанів, що забезпечують відкриття маршруту для миття трубопроводів лінії.

При митті апарата ТОС водопровідною водою витискують залишки згустку. Зі щита управління проводять групове включання миття апарата ТОС.

Для миття обезводнювача в автоматизованому режимі зі щита включається група клапанів, що забезпечують відкриття маршруту сміття обезводнювача. Потім за допомогою кнопки включають процес миття обезводнювача по заданій програмі ополіскують водопровідною водою, промивають лужним розчином, ополіскують теплою водою від залишків лужного розчину, обробляють дезинфікуючими розчинами, ополіскують водопровідною водою від залишків дезинфікатора.

Після миття відкривають клапани і зливають воду.

## 5. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

### 5.1. Розрахунок охолоджувача сиру кисломолочного

#### Технічна характеристика охолоджувача сиру кисломолочного 209-ОТД-1

Продуктивність, кг/год 780

Поверхня охолодження циліндрів, м<sup>2</sup> 3,7

Частота обертання витискувальних барабанів, с-1(об/хв) 0,4(31)

Температура сиру кисломолочного, °С не більше

на вході в охолоджувач 28...30

на виході із охолоджувача 8...10

Холодогент льодяна вода

Кількість води, що подається, м<sup>3</sup>/год

в сорочку циліндрів 4

в сорочку автомата 5

Температура води на вході в охолоджувач, °С не більше 1

Електродвигун,

тип 4A112MB6УЗ

Потужність електродвигуна, кВт 4

Частота обертання, с-1(об/хв) 15,8 (950)

Габаритні розміри

ширина 970

довжина 2060

висота 2000

маса, кг 704

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Блаженко С.І	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i>  НУХТ	<i>Розробник документа</i> Гаврилов С.С.	<i>Назва, додаткова назва</i> РОЗРАХУНОВА ЧАСТИНА	960805.ДП.01.00.05ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Миранчук В.Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> и	<i>Аркуш</i> 1/19

### 5.1.1 Розрахунок продуктивності охолоджувача

Продуктивність закритих барабанних охолоджувачів залежить від кількості обертів барабана  $n$  та конструктивних параметрів самого барабану ( $R_2, R_1, S$ )

Продуктивність визначається по формулі:

$$M = 2\pi n(R_2^2 - R_1^2)S\rho G \cdot 60$$

де,  $n$  - частота обертання витискувального барабану,  $n=31$  об/хв

$R_2$  — внутрішній радіус циліндра,  $R_2 = 0,13$  м;

$R_1$  — зовнішній радіус циліндр  $R_1 = 0,122$  м;

$S_1$  – крок тиску до модернізації барабана,  $S=0,1$  м;

$S$  — крок тиску після модернізації барабана,  $S = 0,13$  м;

$\rho$  — густина сиру кисломолочного,  $\rho = 1060$  кг/м<sup>3</sup>;

$G$  – коефіцієнт об'ємного переміщення сиру кисломолочного,  $G = 0,3$ ;

$$M_1 = 2 \cdot 3,14 \cdot 31 \cdot (0,132 - 0,1222) \cdot 0,1 \cdot 1060 \cdot 0,3 \cdot 60 = 780 \text{ кг/год}$$

$$M_2 = 2 \cdot 3,14 \cdot 31 \cdot (0,132 - 0,1222) \cdot 0,13 \cdot 1060 \cdot 0,3 \cdot 60 = 974 \text{ кг/год}$$

Де  $M_1$  – продуктивність до модернізації барабана,

$M_2$  – продуктивність після модернізації барабана.

### 5.1.2 Тепловий розрахунок охолоджувача

Кількість водопроводної холодної води визначаємо за формулою:

$$G_x = \frac{Q}{\rho_x \cdot C_x \cdot (t_{kx} - t_{nx})}, \text{ м}^3/\text{год}$$

де,  $\rho_x$  – густина води,  $\rho_x = 1000$  кг/м<sup>3</sup>

$t_{kx}$  – кінцева температура,  $t_{kx} = 5$  °C;

$t_{nx}$  – початкова температура,  $t_{nx} = 1$  °C;

$Q$  – загальна кількість холоду (води), кДж;

$C_x$  – теплоємність холодоносія,  $C_x = 4187$  кДж/кгК;

Витрати холоду на охолодження сиру кисломолочного визначається по формулі:

$$Q=(Q_T+Q_m)\eta_T, \text{ кДж/год}$$

де,  $Q_T$  – кількість холоду, необхідного для охолодження сиру кисломолочного, кДж/год;

$Q_m$  – кількість холоду, що компенсує нагрів сиру кисломолочного при його перемішуванні та переміщенні, кДж/год;

$\eta_T$  – коефіцієнт теплових втрат,  $\eta_T=1,1\dots 1,2$

$$Q_T=M C_T(t_n-t_k), \text{ кДж/год}$$

де,  $M$  – продуктивність охолодження, кг/год;

$C_T$  – теплоємність сиру кисломолочного,  $C_T=3,266$  кДж/кгК;

$t_n$  – початкова температура сиру кисломолочного,  $t_n=30$  °С;

$t_k$  – кінцева температура сиру кисломолочного,  $t_k=10$  °С;

$$Q_T=974*3,266*(30-10)=63583,2 \text{ кДж/год}$$

$$Q_m=3600*A*Z, \text{ кДж/год}$$

де,  $A$  – енергія, що витрачається на нагрів сиру кисломолочного при його переміщенні вздовж циліндру,  $A=1980$  Дж;

$Z$  – кількість циліндрів,  $Z=2$  шт.

$$Q_m=3600*1980*2=14265 \text{ кДж/год}$$

Тоді загальна витрата холоду

$$Q=(63583,2+14256)*1,2=93407 \text{ кДж/год}$$

Загальна кількість холодної води

$$G_x = \frac{93407}{1000 * 4.187 * (5 - 1)} = 5,6 \text{ м}^3/\text{год}$$

Поверхня теплопередачі охолоджувача визначається по формулі:

$$F = \frac{Q}{3600 * k * \Delta t_{cp}}, \text{ м}^2$$

де, Q – кількість тепла, що відводиться;

k – коефіцієнт теплопередачі, k=350 Вт/м<sup>2</sup>К;

$\Delta t_{cp}$  – середній температурний напір, °С;

$$\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_b - \Delta t_m}{\ln \frac{\Delta t_b}{\Delta t_m}}$$

Більшу та меншу різницю температур визначаємо по початковій і кінцевій температурі сиру кисломолочного та льодяної води. Для цього складаємо графік змін температур теплоносіїв.

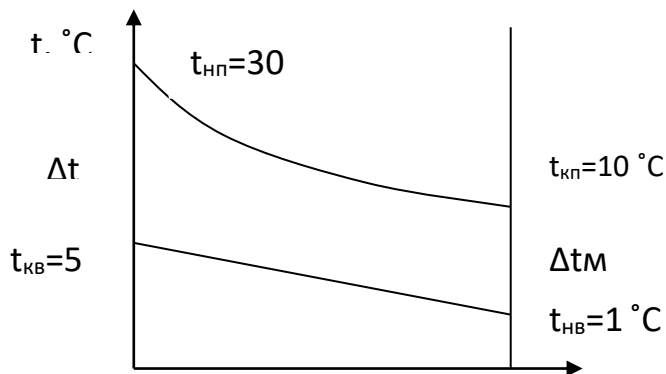


Рис.5.1. Графік зміни температур.

$$\Delta t_b = t_{нп} - t_{кв} = 30 - 5 = 25 \text{ °C}$$

$$\Delta t_m = t_{кп} - t_{нв} = 10 - 1 = 9 \text{ °C}$$

Тоді середній температурний напір визначається по формулі:

$$\Delta t_{cp} = \frac{25 - 9}{\ln \frac{25}{9}} = 15,7 \quad ^\circ\text{C}$$

Поверхня теплопередачі для охолодження сиру кисломолочного

$$F = \frac{63583,2 * 10^3}{3600 * 350 * 15,7} = 3,2 \quad \text{м}^2$$

Виходячи з розрахунку при діаметрі барабана  $d=244$  мм, внутрішньому діаметрі циліндра  $d=248$  мм, довжині барабана  $l=1160$  мм і довжині циліндра  $l=936$  мм маємо площу охолодження  $3,7 \text{ м}^2$

## 5.2. Кінематичний розрахунок приводу охолоджувача та підбір електродвигуна

Кінематична схема приводу охолоджувача складається із слідуючих елементів (рис.2)

Електродвигун;

Клинопасова передача;

Редуктор черв'ячний;

Ланцюгові передачі;

Визначаємо загальний ККД приводу

$$\eta = \eta_1 * \eta_2 * \eta_3^2 * \eta_4$$

де,  $\eta_1$  – ККД клинопасової передачі,  $\eta_1=0,95$ ;

$\eta_2$  – ККД черв'ячної передачі,  $\eta_2=0,8$ ;

$\eta_3$  – ККД пари підшипників,  $\eta_3=0,98$ ;

$\eta_4$  – ККД ланцюгової передачі,  $\eta_4=0,93$ ;

$$\eta = 0,95 * 0,8 * 0,982 * 0,93 = 0,68$$

В приводі застосовується черв'ячний редуктор РЧП-120 з передаточним числом  $U=20$ . Попередньо приймаємо передаточне число ланцюгової передачі  $U_{\text{п}}=1,2$ , а клинопасової  $U_{\text{кл}}=1,29$ .

Тоді загальне передаточне число рівне

$$U_{\text{заг}} = U \cdot U_{\text{п}} \cdot U_{\text{кл}} = 20 \cdot 1,2 \cdot 1,29 = 30,7$$

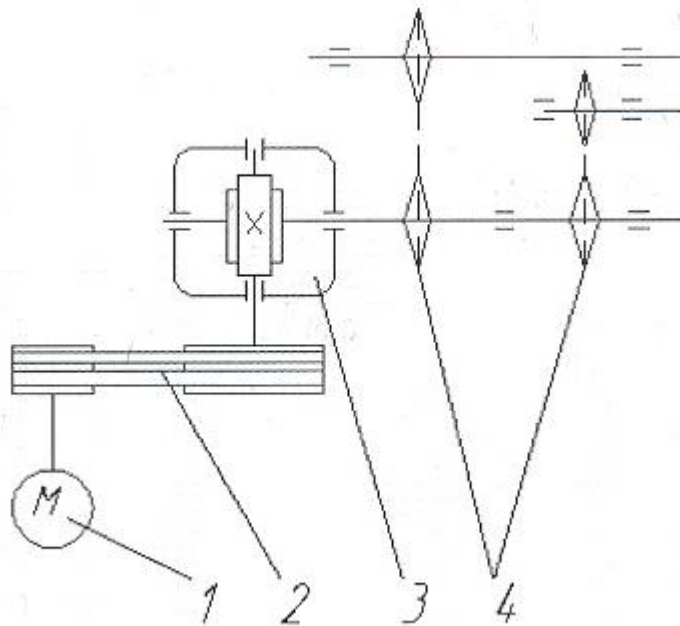


Рис.2. Кінематична схема приводу охолоджувача

Визначаємо число обертів вала двигуна

$$n_1 = n_4 \cdot U_{\text{заг}} = 31 \cdot 30,7 = 952 \text{ об/хв}$$

По таблиці приймаємо двигун 4A112MB6Y3 з наступними характеристиками:  $P_{\text{ел}}=4\text{кВт}$ ,  $n_{\text{ел}}=950 \text{ об/хв}$ .

Уточнюємо передаточне число ланцюгової передачі:

$$U_{л} = \frac{U'}{U * U_{кк}} = \frac{30,7}{20 * 1,29} = 1,2$$

Приймаємо передаточне число ланцюгової передачі 1,2

Визначаємо величини чисел обертів та кутових швидкостей валів приводу:

$$n_1 = n_{ел} = 950 \text{ об/хв}$$

$$n_2 = \frac{n_1}{U_{кл}} = \frac{950}{1,29} = 742,2 \text{ об/хв}$$

$$n_3 = \frac{n_2}{U} = \frac{742}{20} = 37,1 \text{ об/хв}$$

$$n_4 = n_6 = \frac{n_3}{U_{л}} = \frac{37,1}{1,2} \text{ об/хв}$$

Кутові швидкості валів приводу:

$$\omega_1 = \frac{\pi * n_1}{30} = \frac{3,14 * 950}{30} = 99,4 \text{ с}^{-1}$$

$$\omega_2 = \frac{\pi * n_2}{30} = \frac{3,14 * 742,2}{30} = 77,7 \text{ с}^{-1}$$

$$\omega_3 = \frac{\pi * n_3}{30} = \frac{3,14 * 37,1}{30} = 3,9 \text{ с}^{-1}$$

$$\omega_4 = \frac{\pi * n_4}{30} = \frac{3,14 * 30,9}{30} = 3,2 \text{ с}^{-1}$$

Визначаємо величини потужностей та обертових елементів на валах приводу:

$$P_1 = P_{\text{ел}} * 0,7 = 4 * 0,7 = 2,8 \text{ кВт}$$

$$P_2 = P_1 * \eta_3 * \eta_4 = 2,8 * 0,98 * 0,95 = 2,6 \text{ кВт}$$

$$P_3 = P_2 * \eta_2 * \eta_3 = 2,6 * 0,8 * 0,98 = 2,0 \text{ кВт}$$

$$P_4 = \frac{P_3}{2} * \eta_4 = \frac{2,0}{2} * 0,93 = 0,93 \text{ кВт}$$

Обертаючі моменти:

$$T_1 = \frac{P_1}{\omega_1} = \frac{2,8 * 10^3}{99,4} = 28,2 \text{ Н*м}$$

$$T_2 = \frac{P_2}{\omega_2} = \frac{2,6 * 10^3}{77,7} = 33,5 \text{ Н*м}$$

$$T_3 = \frac{P_3}{\omega_3} = \frac{2,0 * 10^3}{3,9} = 512,8 \text{ Н*м}$$

$$T_4 = \frac{P_4}{\omega_4} = \frac{0,93 * 10^3}{3,2} = 290,6 \text{ Н*м}$$

Результати розрахунків зводимо в таблицю:

Таблиця 4.1

№	n, об/хв	$\omega$ , $\text{с}^{-1}$	T, Н*м	P, кВт
1	950	90,4	28,2	2,8
2	742,2	77,7	33,5	2,6
3	37,1	3,9	512,8	2,0
4	30,9	3,2	290,6	0,93
5	30,9	3,2	290,6	0,93

### 5.2.1. Розрахунок черв'ячного редуктора

В приводі охолоджувача використовується черв'ячний редуктор РЧП-120.

Схема черв'ячного редуктора показана на рис.3.

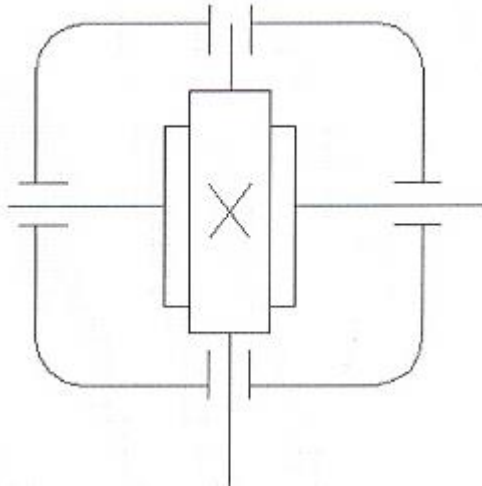


Рис.3. Схема черв'ячного редуктора

$U_2=20$	$P_2=2.3 \text{ кВт}$
$T_2=33,5 \text{ Н*м}$	$P_3=2 \text{ кВт}$
$T_3=512,8 \text{ Н*м}$	
$n_2=742,2 \text{ об/хв}$	$n_3=37,1 \text{ об/хв}$

Вибираємо матеріали черв'яка та черв'ячного колеса. Для черв'яка вибираємо Сталь 45 НРС $\geq$ 45 з послідуочим шліфуванням. Матеріал вінця черв'ячного колеса – бронза БрАЖ9-4Л.

Вибираємо допустимі контактні напруження. Величина допустимого контактного напруження залежить від матеріала вінця черв'ячного колеса та швидкості ковзання в зачепленні черв'ячної передачі.

Орієнтовно приймаємо швидкість ковзання в зачепленні  $V_3=3,5\dots 4\text{м/с}$ , тоді допустимі контактні напруження рівні:  $[G_H]=160 \text{ Мпа}$ ;  $[G_T]=80 \text{ Мпа}$ .

Знаходимо число заходів черв'яка  $Z_1=2$ , тоді число зубів черв'ячного колеса

$$Z_2 = Z_1 * U = 2 * 20 = 40$$

Визначаємо величину міжосьової відстані із умови контактної міцності:

$$O_\omega = \left( \frac{Z_2}{q} + 1 \right) + \sqrt{\left( \frac{170 * 10^3}{\frac{Z_2}{q} [G_H]} \right)^2 * T_3 * K}$$

де,  $q$  – коефіцієнт діаметра черв'яка, приймаємо  $q=10$ ;

$K$  – коефіцієнт навантаження,  $K=1,1 \dots 1,4$ , приймаємо  $K=1,3$ ;

Тоді

$$O_\omega = \left( \frac{40}{10} + 1 \right) + \sqrt{\left( \frac{170 * 10^3}{\frac{40}{10} * 160 * 10^3} \right)^2 * 512,8 * 1,3} = 0,181 \text{ м}$$

$$m = \frac{2 * O_\omega}{q + Z_2} = \frac{2 * 181}{10 + 40} = 7,22 \text{ мм}$$

Приймаємо  $m=8$ мм

Уточнюємо величину фактичної міжосьової відстані:

$$O_\omega' = \frac{m(Z_1 + q)}{2} = \frac{8(40 + 10)}{2} = 200 \text{ мм}$$

Визначаємо геометричні розміри черв'яка:

$$d_1 = m \cdot q = 8 \cdot 10 = 80 \text{ мм}$$

$$d_{f1} = m(q - 2,4) = 60,8 \text{ мм}$$

$$d_{a1} = m(q + 2) = 8(10 + 2) = 96 \text{ мм}$$

$$b_1 > (+1 + 0,06 \cdot Z_1) + m + a, \quad a = 25 \text{ мм}$$

$$b_1 > (+1 + 0,06 \cdot 2) + 8 + 25 = 114 \text{ мм}$$

Визначаємо умови, що діють в зачепленні:

$$F_{t_1} = F_{a_1} = \frac{2 \cdot T_2}{d_1} = \frac{2 \cdot 33,5 \cdot 10^3}{80} = 837,5 \text{ Н}$$

$$F_{t_2} = F_{a_2} = \frac{2 \cdot T_3}{d_2} = \frac{2 \cdot 513 \cdot 10^3}{320} = 3206,3 \text{ Н}$$

$$F_{r1} = F_{a2} \cdot \operatorname{tg} \alpha = 3206,3 \cdot \operatorname{tg} 20 = 1167 \text{ Н}$$

Проводимо перевіркового розрахунок зубів черв'ячного колеса по контактним напругам умови:

$$G_h = \frac{480 \cdot 10^3}{d^2} \cdot \sqrt{\frac{T_3 \cdot K}{d_2}} \leq [G_h]$$

$$G_h = \frac{480 \cdot 10^3}{320} \cdot \sqrt{\frac{512,8 \cdot 1,3}{80 \cdot 10^{-3}}} = 137 \text{ МПа} < [G_h] = 160 \text{ МПа}$$

Проводимо перевіркового розрахунок запроєктованої передачі по напругам:

$$G_f = 0,7 \cdot v_{F2} \cdot \frac{F_{V_2}}{b_2 \cdot m} \cdot K \leq [G_f]$$

де  $v_{F2} = 1,55$ , коефіцієнт форми зуба.

$$t_{v2} = \frac{Z_2}{\cos \alpha^3 * J}$$

де,  $J$  – кут підйому гвинта черв`яка,  $J=11^\circ 21'$

$$t_{v2} = \frac{40}{0.98} = 40.8$$

$$Gf = 0.7 * 1.55 * \frac{3206.3}{8 * 10^{-3} * 72 * 10^{-3}} * 1.3 = 8 \text{ МПа} \leq [Gf] = 80 \text{ МПа}$$

### 5.2.2. Розрахунок ланцюгової передачі

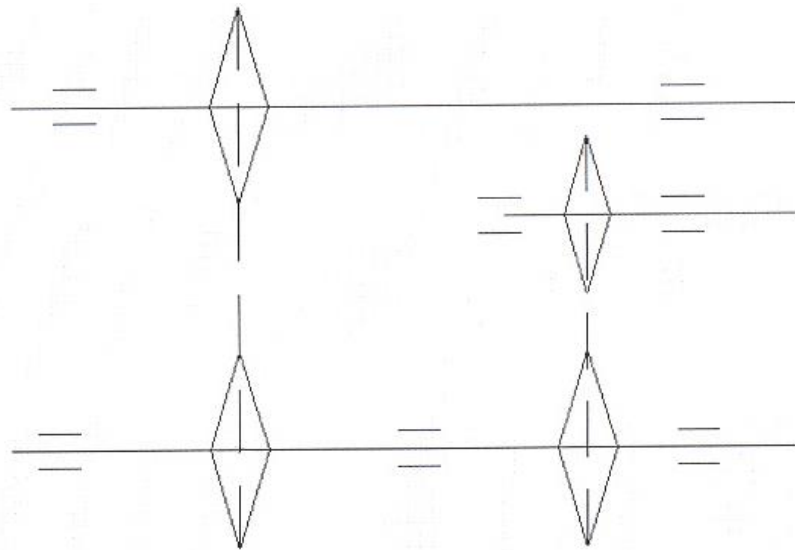


Рис.4. Схема ланцюгової передачі

$$n_5 = n_4 = n = 31 \text{ об/хв}$$

$$P_5 = P_4 = P = 930 \text{ Вт}$$

$$U_4 = 12$$

$$W_5 = W_4 = W = 3.2 \text{ с}$$

$$T_5 = T_4 = T = 291 \text{ Н*м}$$

В зв'язку з тим, що потужність, яка передається порівняно невелика, вибираємо однорядний втулочно-роликівий ланцюг з числом зубів великої зірочки  $Z_1=21$ ;

Число зубів ведучої зірочки

$$Z_1 = Z_2 * U_4$$

$$U_4 = 21 * 1.2 = 25.2 = 26$$

Приймаємо величину іншого тиску в шарнірах ланцюга:

$$K = K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5 * K_6$$

де:  $K_1$  – коефіцієнт, який враховує навантаження,  $K_1=1$ ;

$K_2$  – коефіцієнт, що враховує величину міжосьової відстані,  $K_2=1$ ;

$K_3$  – коефіцієнт, що враховує кут нахилу,  $K_3=1$ ;

$K_4$  – коефіцієнт, що враховує спосіб регулювання натягу ланцюга,  $K_4=1$ ;

$K_5$  – коефіцієнт, що враховує вплив способу змащення,  $K_5=1,5$ ;

$K_6$  – коефіцієнт, що враховує час роботи,  $K_6=1,25$ .

Тоді:

$$K = 1 * 1 * 1 * 1 * 1,5 * 1,25 = 2,06$$

Визначаємо крок ланцюга:

$$t \geq 2.8 * \sqrt[3]{\frac{T_3 K}{D * Z_1 * [V_y]}}$$

де:  $V$  – число рядів ланцюга,  $V=1$ ;

$$t \geq 2.8 * \sqrt[3]{\frac{256.5 * 2.06}{21 * 34.3 * 10^6}} = 0.0253 \text{ м} = 25,3 \text{ мм}$$

Відповідно до ДСТУ 13568-75 на втулочно-роликові ланцюги, вибираємо ланцюг ПР25,4-5670 з кроком 25,4мм, для якого діаметр ролика  $d=7,95$ мм, маса 1м ланцюга  $m=2,6$ кг. Визначаємо швидкість руху вибраного ланцюга:

$$V = \frac{t_1 * Z_1 * \omega_3}{2 * \pi} = \frac{25,4 * 10^{-3} * 21 * 3,9}{2 * 3,14} = 0,33 \text{ м/с}$$

Знаходимо величину міжосьової відстані передачі:

$$Q = (30 \dots 50) * t = (30 \dots 50) * 25,4 = 762 \dots 1270 \text{ мм}$$

Приймаємо  $Q=800$ мм

Визначаємо довжину ланцюга:

$$L_t = \frac{2 * Q}{t} + \frac{Z_1 + Z_2}{2} * \left( \frac{Z_2 - Z_1}{2 * \pi} \right)^2 * \frac{t}{Q}$$

$$L_t = \frac{2 * 800}{25,4} + \frac{21 + 25}{2} * \left( \frac{25 - 21}{2 * 3,14} \right)^2 * \frac{25,4}{800} = 86 \text{ мм}$$

$$L = t * L_t = 86 * 25,4 = 2184 \text{ мм}$$

Визначаємо ділильні діаметри зірочок:

$$d_{v1} = \frac{t}{\sin \frac{180}{Z_1}} = \frac{25,4}{\sin \frac{180}{21}} = 170 \text{ мм}$$

$$d_{v2} = \frac{t}{\sin \frac{180}{Z_2}} = \frac{25,4}{\sin \frac{180}{25}} = 203 \text{ мм}$$

Визначаємо сили ведучого звена ланцюга:

$$Q_1 = F_t + F_v + F_q$$

де,  $F_t$  – колова сила;

$F_v$  – відцентрова сила;

$F_q$  – сила від провисання веденого ланцюга.

Колова сила:

$$F_t = \frac{2 * T_3}{d_v * 1} = \frac{2 * 512.8}{170 * 10^{-3}} = 3017.6 \text{ Н}$$

Відцентрова сила при масі 1-го метра вибраного ланцюга  $m=2,6$  кг.

$$F_v = m^2 * V^2 = 2.6 * 0.332^2 = 0.28 \text{ Н}$$

Сила від провисання ведучого звена ланцюга  $K_q=3$ :

$$F_y = m^2 * K_q * g * Q = 2.6 * 3 * 9.81 * 0.8 = 61.2 \text{ Н}$$

Тоді

$$Q = 3017.6 + 0.28 + 61.2 = 3079.1 \text{ Н}$$

Перевіряємо тиск в шарнірах вибраного ланцюга:

$$P = \frac{K * F_t}{\delta}, \text{ Мпа}$$

де,  $\delta$  – площа проекції шарніру ланцюга:, мм

$$\delta = (0,25 \dots 0,3)t^2 * i = (0,25 \dots 0,3) * 25,4 * 1 = 164 \dots 194 \text{ мм}^2$$

Приймаємо  $\delta = 186 \text{ мм}^2$ , тоді

$$P = \frac{2,06 * 3017,6}{186} = 33,4 \text{ МПа} < [P] = 34,3 \text{ МПа}$$

Визначаємо навантаження на вали та їх опори:

$$F = 1,15 * Ft = 1,15 * 3017,6 = 3470 \text{ Н}$$

### 5.3. Розрахунок шнекового транспортера

#### 1. Продуктивність шнекового транспортера:

$$Q = 3600 \cdot F \cdot v \cdot \gamma \text{ т/год.}$$

де,  $F$  – середня площа перерізу матеріалу,  $\text{м}^2$ ;

$v$  - швидкість руху матеріалу що транспортується;

$\gamma$  – об'ємна маса матеріалу, що транспортується; ( $\gamma = 1,06$ )

$$F = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \varphi$$

де,  $D$  – діаметр шнека,  $\text{м}$ ;

$\varphi$  – коефіцієнт заповнення жолоба ( $\varphi \approx 0,7 \div 0,75$ ).

$$F = \frac{3,14 \cdot 0,3^2}{4} \cdot 0,70 = 0,049$$

$$v = \frac{s \cdot n}{60} \text{ м/с}$$

де,  $s$  - крок шнека, м;

$n$  – швидкість обертання шнека, об/хв.

$$v = \frac{0,1 \cdot 46}{60} = 0,076$$

Тоді:

$$Q = 3600 \cdot 0,049 \cdot 1,06 \cdot 0,076 = 14 \text{ т/год}$$

2. Діаметр вала шнека:

$$D = \sqrt[3]{\frac{Q}{47 \cdot n \cdot \psi \cdot \varphi \cdot \gamma \cdot C}} \text{ м}$$

де,  $n$  – швидкість обертання шнека, об/хв.

$\varphi$  – коефіцієнт заповнення жолоба ( $\varphi \approx 0,7 \div 0,75$ ).

$\Psi$  - відношення кроку до діаметра шнека,

$$\Psi = \frac{s}{D} = \frac{0,1}{0,3} = 0,33$$

$C$  – коефіцієнт зменшення перерізу вантажу, який залежить від кута нахилу транспортера.

$$D = \sqrt[3]{\frac{14}{47 \cdot 46 \cdot 0,33 \cdot 0,7 \cdot 1,06 \cdot 1}} = 0,28 \text{ м}$$

3. Потужність приводу нахилоного транспортера:

$$N = \frac{Q \cdot L}{367 \cdot \eta} (\omega + \sin \beta) \cdot \eta_a \text{ кВт}$$

де,  $L$  – горизонтальна проекція довжини переміщення вантажу, м;

$\omega$  – сумарний коефіцієнт, опору шнека (  $\omega = 4 \div 8$  )

$\eta$  – ккд прирвода;

$\eta_a$  - коефіцієнт запасу потужності;

$$N = \frac{14 \cdot 0,32}{367 \cdot 0,95} (8 + \sin 12) \cdot 1,2 = 0,13 \text{ кВт.}$$

## 6. ВИБІР КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

При виборі конструкційних матеріалів враховували властивості, безпечність різних матеріалів при взаємодії їх з: корозійно-активні харчові середовищами, миючі і дезінфікуючі розчини, підвищена температура, швидкість протікання робочих середовищ, перепади тиску і т.ін., визначають особливі вимоги до вибору матеріалів при конструюванні технологічного обладнання.

Однією з основних вимог до матеріалів, що використовуються для технологічного обладнання, є їх висока корозійна стійкість. Також ці матеріали руйнуються в результаті хімічного, електрохімічного або фізико-хімічної взаємодії з органічними середовищами. При виборі того чи іншого конструкційного матеріалу, що контактує з середовищем, необхідно враховувати токсичність матеріалу, а також дозвіл органів охорони здоров'я на його застосування при безпосередньому контакті з конкретним технологічним середовищем харчового виробництва; корозійну стійкість при довгій дії на матеріал реальних мікробіологічних середовищ, підвищених температур і тисків, а також миючих і дезінфікуючих розчинів; механічну міцність при виконанні необхідних робочих циклів деталей, вузлів і механізмів машини; економічну доцільність.

Виходячи з цього можна сказати, що термін роботи апарату визначатиметься головним чином властивостями вибраних матеріалів, їх зносостійкістю. Саме тому одним із основних напрямів збільшення терміну служби та надійності роботи апарату є вірний вибір конструкційних матеріалів.

Галузевими стандартами встановлені обмеження на марки та асортимент матеріалів, які застосовуються у харчовому машинобудуванні, що сприяє підвищенню рівня уніфікації та технологічності харчових машин та апаратів.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Блаженко С.І	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i>  НУХТ	<i>Розробник документа</i> Гаврилов С.С.	<i>Назва, додаткова назва</i> ТЕХНОЛОГІЧНИЙ МАРШРУТ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ	960805.ДП.0100.07 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Миранчук В.Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> ua	<i>Аркуш</i> 1/15

Отже, вибір конструкційних матеріалів для виготовлення охолоджувача оснований на застосуванні матеріалів, що забезпечують найбільшу довговічність, з урахування корозійного впливу робочого середовища та їх економічної доцільності.

Всі складальні одиниці охолоджувача та кріпильні вироби, які контактують з продуктом, виготовляють з корозійностійкої, жаростійкої, жароміцної сталі аустенітного класу 12X18H10T (ГОСТ 5632–72).

Сталь марки Ст3 використовується для розрахункових металевих конструкцій, що підлягають зварюванню у вигляді сортового, фасадного та листового прокату: балки, форми, обичайки, днища, корпуси судів та апаратів, що працюють під тиском; не відповідальні осі, шестерні, втулки, вкладиші, важелі, гайки, шайби та інші мало відповідні деталі, що не підлягають терміновій обробці, а також цементуємі та ціануємі деталі, від яких вимагається висока твердість поверхні та невисока міцність серцевини; валики, поршневі палиці, штовхачі, шестерні.

При необхідності застосування матеріалів, не передбачених ГОСТ 27-00-223-75, для виготовлення деталей харчового обладнання вимагається узгодження та дозвіл відповідних підрозділів Міністерства легкої та харчової промисловості України.

У виробництві апаратів широке застосування знайшли сталі різних марок, що регламентуються ГОСТ 5632-72. У ряді випадків доцільно використовувати труби з дешевшої високоякісної жаростійкої низко вуглецевої сталі (за стандартом ГОСТ 5632-72  $<0,07$ , а реально  $<0,03$ ) без нікелевої хромистої ферритної сталі 08X17T, що відповідно до ГОСТ 5632-72, у тому числі і для зварних конструкцій. Сталь 45 забезпечує високі міцнісні і пластичні властивості, порівняні з чавунами, а також зумовлює вищу стабільність структури (у тому числі і зварних з'єднань) при їх нагріві. Труби з цієї сталі можна використовувати для транспортування води, повітря і газів, хімічно активних і харчових рідин, зрозуміло з певним обмеженням. Труби і апарати із сталі 45 стійкі до ударних механічних дій, витримують високі пікові

температурні навантаження (до 650 °С) і можуть безперервно експлуатуватися при температурах як мінімум до 250 °С без інтенсивного утворення окалини.

Сталь 45 добре зварюється всіма способами. Висока теплопровідність і низький коефіцієнт термічного розширення у порівнянні з нікеле-вмісними сталями визначають переваги використання сталі 45

Сталь 45 володіє набагато вищою теплопровідністю у порівнянні з аустенітною нікеле-вмісною сталлю (приблизно у 1,6 рази), завдяки чому трубопроводи з даних сталей можна з успіхом використовувати у теплообмінних контурах.

В умовах високих перепадів температур використання сталі 45 забезпечує надійніше фітингове кріплення і забезпечує прискорений теплообмін.

Сталь 45 відповідає державним санітарно-епідеміологічним правилам і нормативам і є однією з найперспективніших у виробництві устаткування для різних галузей харчової і переробної промисловості. Виходячи з усього, для виготовлення нових деталей використовуємо саме листову та прокатну Сталь 45 за ГОСТ 5632-72.

Сучасні тенденції розвитку машинобудування, орієнтованого на докорінне поліпшення машинобудівної продукції, широке застосування конструкційних та інструментальних матеріалів, технологій зміцнення, комплексну автоматизацію на основі застосування верстатів з ЧПУ та САПР вимагають вирішення задач в плані теоретичного і практичного застосування прогресивних методів і досягнень вітчизняних і світових розробок в галузі обробки деталей, компонування маршрутів їх обробки найбільш раціональним способом. Технологічний процес являє собою частину виробничого процесу, що містить цілеспрямовані дії на зміцнення складу предмету праці [7].

У сучасному виробництві частка обробки металів різанням складає близько 35% і, таким чином, здійснює головний вплив на темпи розвитку машинобудування.

Важливим чинником при розробці технологій виготовлення деталей є забезпечення необхідного рівня якості виготовлення як найбільш

відповідальних поверхонь деталей, а в цілому виконання геометричних параметрів із зазначеними в точністю та якістю поверхонь [7].

При цьому важливою є оцінка технологічності конструкції, обґрунтування найбільш економічного способу виготовлення заготовок. В той же час обраний маршрут обробки повинен бути найбільш раціональним з точки зору вибору верстатів, технологічного оснащення у відповідності з програмою випуску деталей і в залежності від типу виробництва [7].

## 7. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ МАРШРУТ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

В даній роботі розроблений технологічний маршрут виготовлення кришки.

Номер операції, переходу	Назва операції, переходу	Технологічне обладнання, пристрої, інструмент оброблювальний, контрольний
1	2	3
<b>10</b> 10.1	<b>Заготівельна</b> Вилити заготовку з чавуну СЧ15	<b>Лиття в земляні форми</b>
<b>20</b> 20.1 20.2 20.3	<b>Токарна</b> УЗЗ Точити торець Точити торець витримавши L=5 Точити поверхню $\varnothing 180$	<b>Токарно-гвинторізний 16К20</b> 3-кулачковий патрон Різець правий прохідний відігнутий, Т15К6 - // - - // -
<b>30</b> 30.1 30.2 30.3 30.4 30.5 30.6 30.7	<b>Токарна</b> УЗЗ Точити торець $\varnothing 110$ в розмір 23 Точити поверхню в розмір $\varnothing 110d9$ начорно (начисто) витримавши L=20 Точити торець $\varnothing 180$ в розмір L=8 Зняти фаски Свердлити отвір $\varnothing 72$ начорно наскрізь Свердлити отвір $\varnothing 72H9$ начисто наскрізь Розточити $\varnothing 95H8$ на довжину L=10	<b>Токарно-гвинторізний 16К20</b> 3-кулачковий патрон Різець правий прохідний відігнутий, Т15К6 Різець упорний, Т15К6  Різець підрізний правий, Т15К6 Різець прохідний відігнутий правий, $\varphi = 45^\circ$ , Т15К6 Свердло $\varnothing 72$ , Р6М5  Різець розточний для глухих отворів Т15К6
<b>40</b> 40.1	<b>Свердлильна</b> УЗЗ Свердлити 4 отвори $\varnothing 11$	<b>Свердлильний 2А125</b> Кондуктор Свердло $\varnothing 11$ , Р6М5

### 7.1. Розрахунок припусків

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Блаженко С.І	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа  НУХТ	Розробник документа Гаврилов С.С.	Назва, додаткова назва ТЕХНОЛОГІЧНИЙ МАРШРУТ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ	960805.ДП.01.00.07 ПЗ			
	Документ затверджено Миранчук В.Г.		Інд. змін.	Дата видання	Мова ua	Аркуш 1/15

Розрахунок загального припуску литої заготовки проведемо по найточнішому розміру  $\varnothing 110h7$ .

Припуск на чистове точіння

$$2Z_{2min} = 2 \left( R_{z1} + D_1 + \sqrt{T_{пр1}^2 + \varepsilon_{y2}^2} \right),$$

де  $R_{z1}$ ,  $D_1$ ,  $T_{пр1}$  – відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарна просторова похибка при чорновому точінні;

$\varepsilon_{y2}$  – похибка установлення при чистовому точінні.

Вибираємо  $R_{z1} = 25$  мкм,  $D_1 = 25$  мкм.

При установленні деталі в патрон  $T_{пр1} = 100$  мкм і  $\varepsilon_{y2} = 100$  мкм.

Тоді маємо  $2Z_{2min} = 2(25 + 25 + \sqrt{100^2 + 100^2}) = 383$  мкм

$$2Z_{2max} = 2Z_{2min} + T_1 - T_2,$$

де  $T_2$  – допуск розміру при чистовому точінні,  $T_2 = IT11 = 220$  мкм

$T_1$  – допуск розміру при чорновому точінні,  $T_1 = IT14 = 870$  мкм

$$2Z_{2max} = 383 + 870 - 220 = 1033 \text{ мкм}$$

$$2Z_{2ном} = \frac{2Z_{2max} + 2Z_{2min}}{2} = \frac{1033 + 383}{2} = 708 \text{ мкм}$$

Припуск на чорнове точіння

$$2Z_{1min} = 2 \left( R_{z0} + D_0 + \sqrt{T_{пр0}^2 + \varepsilon_{y1}^2} \right),$$

де  $R_{z0}$ ,  $D_0$ ,  $T_{пр0}$  – відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарна просторова похибка лиття;

$\varepsilon_{y2}$  – похибка установлення при чорновому точінні.

Вибираємо для способу лиття по витоплюваних моделях  $R_{z0} + D_0 = 800$  мкм.

Просторову похибку маємо  $T_{пр0} = IT15 = 1400$  мкм

При установленні деталі в патрон  $\varepsilon_{y1} = 100$  мкм.

$$2Z_{1min} = 2(800 + \sqrt{1400^2 + 100^2}) = 4207 \text{ мкм}$$

Тоді загальний припуск

$$2Z_{сум} = \sum 2Zi_{ном} = 708 + 4207 = 4915 \text{ мкм}$$

Приймаємо  $2Z_{сум} = 5$  мм.

## 20. Токарна.

### Перехід 20.1. Точити торець.

Глибина різання в даному випадку

$$t = 2,5 \text{ мм}$$

Вибираємо подачу. Для різців перетином стержня 16x25 при обробленні заготовки з чавуну діаметром більше 180 мм при глибині різання до 3 мм рекомендуються подачі 0,8-1,3 мм/об.

Приймаємо  $s = 0,8$  мм/об.

Вибираємо залежність для визначення швидкості різання

$$V = \frac{C_V}{T^m t^x S^y} = \frac{230}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,4}}$$

Приймаємо стійкість різця  $T = 60$  хв.

Тоді маємо

$$V = \frac{230}{60^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,8^{0,4}} = 24,65 \text{ м/хв.}$$

Необхідна частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_s} = \frac{1000 \cdot 24,65}{3,14 \cdot 180} = 61,36 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо  $n_B = 63$  об/хв.

Тоді дійсна швидкість різання буде дорівнювати

$$V_D = \frac{\pi d_s n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 180 \cdot 63}{1000} = 23,63 \text{ м/хв.}$$

Основний час на виконання переходу

$$t_{01} = \frac{L}{S \cdot n_B}$$

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3$$

$l$  – довжина оброблення безпосередньо на деталі,  $l = (180-110)/2=35$  мм;

$l_1$  – добавка довжини на підвід інструменту до початку різання з механічною подачею,  $l_1 = 2$  мм;

$l_2$  – величина врізання інструменту,  $l_2 = 2$  мм;

$l_3$  – величина перебігу різця,  $l_3 = 2$  мм.

$$L = 35 + 2 + 2 + 2 = 39 \text{ мм}$$

$$t_{01} = \frac{39}{0,8 \cdot 63} = 0,66 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{д1} = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n$$

$t_1$  – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця на розмір при автоматичній подачі,  $t_1 = 0,05$  хв;

$t_2$  – допоміжний час на заміну частоти обертів шпинделя або подачі, так як заміна не проводиться, то  $t_2 = 0$ ;

$t_3$  – допоміжний час на інші дії під час виконання переходу, оскільки потреби в заміні інструменту та інших діях немає, то  $t_3 = 0$ .

$$t_{д1} = 0,05 \text{ хв}$$

### ***Перехід 20.2. Точити поверхню $\phi 110$ .***

Глибина різання в даному випадку

$$t = \frac{5}{2} = 2,5 \text{ мм}$$

Вибираємо подачу. Рекомендуються подачі 0,7-1,2 мм/об.

Приймаємо  $s = 0,8$  мм/об.

Вибираємо залежність для визначення швидкості різання

$$V = \frac{C_V}{T^m t^x S^y} = \frac{230}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,4}}$$

Приймаємо стійкість різця  $T = 60$  хв.

Тоді маємо

$$V = \frac{230}{60^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,8^{0,4}} = 96,64 \text{ м/хв.}$$

Необхідна частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_s} = \frac{1000 \cdot 96,64}{3,14 \cdot 180} = 256 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо  $n_B = 250$  об/хв.

Тоді дійсна швидкість різання буде дорівнювати

$$V_D = \frac{\pi d_s n_e}{1000} = \frac{3,14 \cdot 180 \cdot 250}{1000} = 86,35 \text{ м/хв.}$$

Основний час на виконання переходу

$$t_{02} = \frac{L}{S \cdot n_B}$$

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3$$

$l$  – довжина оброблення безпосередньо на деталі,  $l = 8$  мм;

$l_1$  – добавка довжини на підвід інструменту до початку різання з механічною подачею,  $l_1 = 2$  мм;

$l_2 = 0$ ;  $l_3 = 0$ .

$$L = 8 + 2 = 10 \text{ мм}$$

$$t_{02} = \frac{10}{0,8 \cdot 250} = 0,05 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{D2} = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n$$

$t_1$  – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поздовжнього обточування з установленням різця по упору або грубо по лімбу на верстатах з висотою центрів до 125 мм при автоматичній подачі,  $t_1 = 0,05$  хв;

$t_2$  – допоміжний час на заміну частоти обертів шпинделя або подачі,  $t_2 = 0$ ;

$t_3$  – допоміжний час на інші дії під час виконання переходу, час на заміну різця  $t_3 = 0,6$  хв.

$$t_{D2} = 0,05 + 0,6 = 0,65 \text{ хв}$$

Основний час на виконання операції під час виготовлення однієї деталі

$$T_O = \sum t_{O_i} = 0,60 + 0,05 = 0,65 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання операції

$$T_D = t_y + \sum t_{\Delta i}$$

$t_y$  – допоміжний час на установлення, кріплення і зняття деталі, при закріпленні у 3-кулачковому патроні  $t_y = 0,26$  хв.

Тоді

$$T_D = 0,26 + 0,05 + 0,65 = 0,96 \text{ хв}$$

Операційний час

$$T_{OP} = T_O + T_D = 0,65 + 0,96 = 1,61 \text{ хв.}$$

Штучний час становить

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{пп}$$

Час на обслуговування робочого місця  $T_{об} = 2\% T_{оп}$  і час на відпочинок і природні потреби  $T_{пп} = 4\% T_{оп}$ .

$$T_{шт} = 1,61 + (0,02 + 0,04) \cdot 1,61 = 1,7 \text{ хв.}$$

Підготовчо-завершальний час

$$T_{пз} = T_{пз1} + T_{пз2}$$

Час на одержання і здачу документів, пристроїв та інструментів  $T_{пз1} = 10$  хв, час на налагодження оброблення в патроні  $T_{пз2} = 8$  хв.

$$T_{пз} = 10 + 8 = 18 \text{ хв.}$$

Калькуляційний час на виконання операції під час виготовлення однієї деталі

$$T_K = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n} = 1,7 + \frac{18}{200} = 1,79 \text{ хв.}$$

Норма виробітку за годину становить

$$N = \frac{60}{T_K} = \frac{60}{1,79} = 33,5 \text{ деталей/год}$$

### 30. Токарна.

#### Перехід 30.1. Точити торець в розмір 11.

Глибина різання в даному випадку

$$t = 1,5 \text{ мм}$$

Вибираємо подачу. Для різців перетином стержня 16x25 при обробленні заготовки з сірого чавуну діаметром більше 110 мм при глибині різання до 3 мм рекомендуються подачі 0,5-0,8 мм/об.

Приймаємо  $s = 0,8$  мм/об.

Вибираємо залежність для визначення швидкості різання

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} = \frac{143}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,4}}$$

Приймаємо стійкість різця  $T = 60$  хв.

Тоді маємо

$$V = \frac{143}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,8^{0,4}} = 64,87 \text{ м/хв.}$$

Необхідна частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 64,87}{3,14 \cdot 110} = 296 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо  $n_b = 315$  об/хв.

Тоді дійсна швидкість різання буде дорівнювати

$$V_d = \frac{\pi d_3 n_b}{1000} = \frac{3,14 \cdot 110 \cdot 315}{1000} = 56,37 \text{ м/хв.}$$

Основний час на виконання переходу

$$t_{01} = \frac{L}{S \cdot n_b}$$

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3$$

$l$  – довжина оброблення безпосередньо на деталі,  $l = 110$  мм;

$l_1$  – добавка довжини на підвід інструменту до початку різання з механічною подачею,  $l_1 = 2$  мм;

$l_2$  – величина врізання інструменту,  $l_2 = 2$  мм;

$l_3$  – величина перебігу різця,  $l_3 = 2$  мм.

$$L = 110 + 2 + 2 + 2 = 116 \text{ мм}$$

$$t_{01} = \frac{116}{0,8 \cdot 200} = 0,42 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{д1} = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n$$

$t_1$  – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця на розмір при автоматичній подачі,  $t_1 = 0,05$  хв;

$t_2$  – допоміжний час на заміну частоти обертів шпинделя або подачі, так як заміна не проводиться, то  $t_2 = 0$ ;

$t_3$  – допоміжний час на інші дії під час виконання переходу, оскільки потреби в заміні інструменту та інших діях немає, то  $t_3 = 0$ .

$$t_{д1} = 0,05 \text{ хв}$$

### ***Перехід 30.2. Точити торець в розмір 10.***

Глибина різання в даному випадку

$$t = 1,5 \text{ мм}$$

Вибираємо подачу. Для різців перетином стержня 16x25 при обробленні заготовки з сірого чавуну діаметром більше 100 мм при глибині різання до 3 мм рекомендуються подачі 1,0-1,5 мм/об.

Приймаємо  $s = 1,0$  мм/об.

Вибираємо залежність для визначення швидкості різання

$$V = \frac{C_V}{T^m t^x S^y} = \frac{143}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,4}}$$

Приймаємо стійкість різця  $T = 60$  хв.

Тоді маємо

$$V = \frac{143}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,8^{0,4}} = 64,87 \text{ м/хв.}$$

Необхідна частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_s} = \frac{1000 \cdot 64,87}{3,14 \cdot 180} = 238,2 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо  $n_B = 250$  об/хв.

Тоді дійсна швидкість різання буде дорівнювати

$$V_D = \frac{\pi d_3 n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 250}{1000} = 62,8 \text{ м/хв.}$$

Основний час на виконання переходу

$$t_{02} = \frac{L}{S \cdot n_B}$$

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3$$

$l$  – довжина оброблення безпосередньо на деталі,  $l = 26$  мм;

$l_1$  – добавка довжини на підвід інструменту до початку різання з механічною подачею,  $l_1 = 2$  мм;

$l_2$  – величина врізання інструменту,  $l_2 = 2$  мм;

$l_3$  – величина перебігу різця,  $l_3 = 0$ .

$$L = 26 + 2 + 2 + 2 = 32 \text{ мм}$$

$$t_{02} = \frac{32}{0,8 \cdot 200} = 0,20 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{D2} = 0,05 + 0,05 = 0,1 \text{ хв}$$

### ***Перехід 30.3. Точити поверхню $\Phi 110h11$ начорно.***

Глибина різання в даному випадку

$$t = 4,207 \text{ мм}$$

Вибираємо подачу. Для різців перетином стержня 16x25 при обробленні заготовки з чавуну сірого діаметром більше 40 мм при глибині різання до 5 мм рекомендуються подачі 0,5-0,8 мм/об.

Приймаємо  $s = 0,8$  мм/об.

Вибираємо залежність для визначення швидкості різання

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} = \frac{143}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,4}}$$

Приймаємо стійкість різця  $T = 60$  хв.

Тоді маємо

$$V = \frac{143}{60^{0,2} \cdot 4,207^{0,15} \cdot 0,8^{0,4}} = 55,57 \text{ м/хв.}$$

Необхідна частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_s} = \frac{1000 \cdot 55,57}{3,14 \cdot 110} = 296,5 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо  $n_B = 315$  об/хв.

Тоді дійсна швидкість різання буде дорівнювати

$$V_D = \frac{\pi d_s n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 110 \cdot 315}{1000} = 51,43 \text{ м/хв.}$$

Основний час на виконання переходу

$$t_{03} = \frac{L}{S \cdot n_B}$$

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3$$

$l$  – довжина оброблення безпосередньо на деталі,  $l = 7$  мм;

$l_1$  – добавка довжини на підвід інструменту до початку різання з механічною подачею,  $l_1 = 2$  мм;

$l_2 = 0$ ;  $l_3 = 0$ .

$$L = 7 + 2 = 9 \text{ мм}$$

$$t_{03} = \frac{9}{0,8 \cdot 315} = 0,036 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{ДЗ} = 0,05 + 0,05 + 0,6 = 0,7 \text{ хв}$$

#### **Перехід 30.4. Точити поверхню $\Phi 110h7$ начисто.**

Глибина різання в даному випадку

$$t = 0,4 \text{ мм}$$

Вибираємо подачу. Рекомендуються подачі 0,2-0,27 мм/об.

Приймаємо  $s = 0,25$  мм/об.

Вибираємо залежність для визначення швидкості різання

$$V = \frac{C_V}{T^m t^x S^y} = \frac{192}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,2}}$$

Приймаємо стійкість різця  $T = 60$  хв.

Тоді маємо

$$V = \frac{192}{60^{0,2} \cdot 0,4^{0,15} \cdot 0,25^{0,4}} = 169,11 \text{ м/хв.}$$

Необхідна частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 169,11}{3,14 \cdot 110} = 952 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо  $n_B = 1000$  об/хв.

Тоді дійсна швидкість різання буде дорівнювати

$$V_D = \frac{\pi d_3 n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 110 \cdot 1000}{1000} = 324,2 \text{ м/хв.}$$

Основний час на виконання переходу

$$t_{04} = \frac{L}{S \cdot n_B}$$

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3$$

$l$  – довжина оброблення безпосередньо на деталі,  $l = 7$  мм;

$l_1$  – добавка довжини на підвід інструменту до початку різання з механічною подачею,  $l_1 = 2$  мм;

$$l_2 = 0; l_3 = 0.$$

$$L = 7 + 2 = 9 \text{ мм}$$

$$t_{04} = \frac{9}{0,25 \cdot 1000} = 0,036 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{Д4} = 0,05 + 0,1 = 0,15 \text{ хв}$$

### **Перехід 30.5. Точити фаску 1x45.**

При знятті фаски до 2 мм на поверхні діаметром до 200 мм оперативний час на зняття фаски  $T_{оп5} = 0,18$  хв.

Основний час на виконання операції під час виготовлення однієї деталі

$$T_o = \sum t_{oi} = 0,29 + 0,20 + 0,036 + 0,036 = 0,562 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання операції

$$T_d = t_y + \sum t_{\Delta i}$$

$t_y$  – допоміжний час на установлення, кріплення і зняття деталі, при закріпленні у патроні  $t_y = 0,26$  хв.

Тоді

$$T_d = 0,26 + 0,05 + 0,1 + 0,7 + 0,15 = 1,26 \text{ хв}$$

Операційний час

$$T_{оп} = T_o + T_d + T_{оп} = 0,562 + 1,26 + 0,18 = 2,002 \text{ хв.}$$

Штучний час становить

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{пп}$$

Час на обслуговування робочого місця  $T_{об} = 2\% T_{оп}$  і час на відпочинок і природні потреби  $T_{пп} = 4\% T_{оп}$ .

$$T_{шт} = 2,002 + (0,02 + 0,04) \cdot 2,002 = 2,13 \text{ хв}$$

Підготовчо-завершальний час

$$T_{пз} = T_{пз1} + T_{пз2}$$

Час на одержання і здачу документів, пристроїв та інструментів  $T_{пз1} = 10$  хв, час на налагодження оброблення в оправці  $T_{пз2} = 8$  хв.

$$T_{пз} = 10 + 8 = 18 \text{ хв}$$

Калькуляційний час на виконання операції під час виготовлення однієї деталі

$$T_k = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n} = 2,13 + \frac{18}{200} = 2,22 \text{ хв}$$

Норма виробітку за годину становить

$$N = \frac{60}{T_k} = \frac{60}{2,22} = 27 \text{ деталі/год}$$

#### 40. Свердлильна.

##### Перехід 40.1. Свердлими 4 отвори $\Phi 11$ .

Припуск на оброблення під час свердління становить половину діаметра свердла  $d_{св}$ , тобто

$$t = \frac{d_{св}}{2} = \frac{11}{2} = 5,5 \text{ мм}$$

Вибираємо подачу. Для чавуну при свердленні отворів  $\Phi 11$  рекомендуються подачі 0,2-0,25 мм/об.

Приймаємо згідно паспортних даних  $s = 0,24$  мм/об.

Для визначення швидкості різання вибираємо залежність

Беремо стійкість свердла  $T = 30$  хв.

Тоді

$$V = \frac{5 \cdot 9^{0,4}}{30^{0,2} \cdot 0,24^{0,7}} = 14,7 \text{ м/хв.}$$

Необхідна частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_{св}} = \frac{1000 \cdot 14,7}{3,14 \cdot 11} = 502,1 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо  $n_B = 500$  об/хв.

Тоді дійсна швидкість різання буде дорівнювати

$$V_D = \frac{\pi d_{св} n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 11 \cdot 500}{1000} = 16,13 \text{ м/хв.}$$

Основний час на виконання переходу

$$t_{01} = \frac{L}{S \cdot n_B}$$

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3$$

$l$  – глибина свердлення,  $l = 10$  мм;

$l_1$  – величина на підведення свердла,  $l_1 = 4$  мм;

$l_2+l_3$  – додаток на врізання і перебіг свердла,  $l_2+l_3=7$  мм.

$$L = 4 + 2 + 7 = 13 \text{ мм}$$

$$t_{01} = \frac{13}{0,24 \cdot 500} = 0,108 \text{ хв}$$

Допоміжний час на перехід  $t_{\Delta} = 0,06$  хв.

Основний час на виконання операції під час виготовлення однієї деталі

$$T_O = 4 \cdot t_{01} = 4 \cdot 0,108 = 0,432 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання операції

$$T_D = t_y + 3t_{y1} + 4t_{\Delta}$$

$t_y$  – допоміжний час на установлення, кріплення і зняття деталі,  $t_y = 0,28$  хв.

$t_{y1}$  – допоміжний час на переустановлення деталі в кондукторі, приймаємо  $t_{y1} = 0,1$  хв.

Тоді

$$T_D = 0,28 + 3 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,06 = 0,82 \text{ хв.}$$

Операційний час

$$T_{оп} = T_O + T_D = 0,432 + 0,82 = 1,252 \text{ хв.}$$

Штучний час становить

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{пп}$$

Час на обслуговування робочого місця  $T_{об} = 1,5\% T_{оп}$  і час на відпочинок і природні потреби  $T_{пп} = 6\% T_{оп}$ .

$$T_{ум} = 1,252 + (0,015 + 0,06) \cdot 1,252 = 1,34 \text{ хв.}$$

Підготовчо-завершальний час

$$T_{пз} = T_{пз1} + T_{пз2}$$

Час на одержання і здачу документів, пристроїв та інструментів  $T_{пз1} = 10$  хв, час на налагодження установки деталі у пристрої вручну  $T_{пз2} = 5$  хв.

$$T_{пз} = 10 + 5 = 15 \text{ хв}$$

Калькуляційний час на виконання операції під час виготовлення однієї деталі

$$T_K = T_{ум} + \frac{T_{пз}}{n} = 1,34 + \frac{15}{200} = 1,415 \text{ хв.}$$

Норма виробітку за годину становить

$$N = \frac{60}{T_K} = \frac{60}{1,415} = 42,4 \text{ деталей/год}$$

## 8. МОНТАЖ, ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ОБЛАДНАННЯ

### 8.1. Монтаж охолоджувача 209-ОТД-1

Охолоджувач сиру кисломолочного 209-ОТД-1 складається: із станини, на якій змонтовано привід та загальний бункер. До станини та бункера прикріплено два циліндри, що являють собою двохстінний корпус, в міжтрубному просторі якого протікає холодоносій.

Охолоджувач поставляють в зібраному вигляді. Після розпаковки охолоджувач, очищають, знімають з робочих поверхонь антикорозійне змащування і встановлюють на чистому полу з кріпленням, або без кріплення, але так, щоб циліндр мав ножки 1:200 в сторону виходу продукту. Вирівнюють охолоджувач по рівню, що кладеться на внутрішню стінку циліндра, при вийнятому витискувальному барабані. Щоб вийняти барабан, спочатку відгвинчують гайки, якими кріпиться кришка, відводяться в сторони прижими і знімають кришку циліндра. Потім відгвинчують штопорну гайку, встановлюють в отвір торця витискувального барабана спеціальний знімач і до переднього торця станини підводять підставку, на яку встановлюють витянутий знімач барабана (знімач і підставку поставляють разом з охолоджувачем). Положення охолоджувача регулюють металевими прокладками, що кладуть під кути основи. Після встановлення і вивірки його підключають у відповідності з проектом і схемою трубопроводів для холодоносія та води. Індивідуальне випробування охолоджувача в холосту проводять при витягнутих витискувальних барабанах, і без подачі холодоносія. Перед початком випробування в редуктор заливають масло АК-10 до рівня по показнику мастила і змащування усіх деталей, що труться у відповідності з вказівками картограми змащування.

Потім перевіряють і регулюють натяг клинопасової передачі натяжним пристроєм за допомогою штока та цепної передачі — натяжними рамками.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Блаженко С.І	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i>  НУХТ	<i>Розробник документа</i> Гаврилов С.С.	<i>Назва, додаткова назва</i> МОНТАЖ, ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ОБЛАДНАННЯ	960805.ДП.01.00.08 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Миранчук В.Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> на	<i>Аркуш</i> 1/4

В першу чергу випробують на протязі 15хв.електродвигун при знятому пасі варіатора. Потім повертають привід в ручну за клиновий пас, перевіряють механізм привода на плавність обертання і відсутність заїдань. Після цього включають електродвигун, контролюючи напрям обертання валу барабанів. Вали барабанів повинні обертатися по годинниковій стрілці (вид із сторони кришки). Тривалість випробувань на холостому ході 2 год. При випробуванні на холостому ході охолоджувач повинен працювати без стуків і сторонніх шумів. Недопустимі істотні вібрації корпусу охолоджувача і приєднаних до нього трубопроводів.

## 8.2. Пуско-налагоджувальні роботи

Перед пуском охолоджувача необхідно перевірити:

- правильність установки витискувальних барабанів. Вали повинні бути щільно посаджені в гніздо конуса та затягнуті гайкою;
- правильність встановлення передньої кришки;

Прижим кришки повинен бути затягнутий для надійної герметичності з'єднання кришки з циліндром.

Потім відкривають вентиль подачі холодоагенту і через 3...5 хвилин в охолоджувач можна подавати сир кисломолочний. Ступінь охолодження сиру кисломолочного регулюються вентилями, що встановлений на вході холодоагенту в охолоджувач.

Після закінчення роботи необхідно:

1. Виключити електродвигун приводу витискувальних барабанів;
2. Відключити подачу холодоагенту;
3. Відкрутити гайку кріплення трубопроводу холодоагенту, а також гайку кріплення конуса витискувальних барабанів;
4. Зняти передню кришку і за допомогою знімача витягнути витискувальні барабани на підставку;
5. Очистити витки барабанів;
6. Провести миття охолоджувача по інструкції.

### 8.3. Ремонт охолоджувача

Для виконання ремонтних робіт використовують метод планово-попереджувального ремонту (ППР) обладнання.

ППР передбачає профілактичний контроль за виконанням планово-ремонтних робіт, та технічним станом машини.

Значення ППР — заключається в попередженні несправності в попередньо встановлений час в запланованому об'ємі в період експлуатації обладнання. ППР передбачає виконання наступних робіт по технічному догляду та ремонту:

1. Міжремонтне обслуговування;
2. Профілактичний огляд;
3. Поточний ремонт;
4. Середній ремонт;
5. Капітальний ремонт;

Організація ППР — передбачає вміст наступні документації:

- карточка машин;
- журнал обладнання;
- дефектна відомість.

Час виконання робіт планується від структури та тривалості ремонтних циклів (табл. 1.)

Таблиця 1.

Назва обладнання	Структура ремонтного циклу	Періодичність між видами ремонтів в місяцях			
		К	С	П	О
Охолоджувач сиру кисломолочного	К-О-П-О-П-О-П-О-П-О-П-О-С-П-О-П-О-П-О-П-О-К	36	18	3	1,5

Тривалість ремонтних робіт залежить від категорії складності ремонту обладнання.

Далі по тривалості ремонтних робіт можна представити у вигляді таблиці.

Таблиця 2

Назва обладнання	Категорія складності	Норма часу в люд/год		
		К	С	П
Охолоджувач сиру кисломолочного	2	70	42	14

Деталі охолоджувача, що швидко зношуються:

- пас клинопасової передачі;
- ланцюги;
- сальники в місцях підключення трубопроводів для розносу до охолоджувача;
- деталі редуктора, які замінюють та ремонтують.

## 9. ОПИС СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

Основною метою вдосконалення всякого виробничого процесу в теперішній час, є досягнення максимального виробничого процесу, тобто збільшення продуктивності обладнання, покращення якості готового продукту при найменших затратах. Для досягнення цієї мети розроблюються нові технології, нові види обладнання на базі яких створюються нові лінії для виготовлення продукції. Для забезпечення оперативного контролю, та управління процесом, використовують автоматичні прилади та пристрої.

Лінія створена з метою підвищення ефективності технологічного виробництва, та його автоматизації. Лінія забезпечує комплексну автоматизацію.

Лінія Я9-ОПТ-5 забезпечує контроль, реєстрацію та регулювання технологічних параметрів:

- контроль витрат закваски, що подаються в ємкість;
- контроль рівня продукту в ємностях для сквашування молока;
- контроль та реєстрацію рівня рН згустку в ємностях;
- контроль витрат згустку, що подається в апарат для теплової обробки;
- сигналізація грамних рівнів продукту в ємкостях;
- контроль температури продукту в ємкостях, після секції витримування апарата ТОС, холодоагента на виході і вході в охолоджувач;
- контроль та реєстрація рівня сироватки в піддоні обезводнювачів;
- контроль та реєстрація рівня температури згустку після ділянки нагрівання апарата ТОС
- контроль теплохолодоносіїв, миючого розчину;

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Блаженко С.І	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i>  НУХТ	<i>Розробник документа</i> Гаврилов С.С.	<i>Назва, додаткова назва</i> ОПИС СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ	960805.ДП.01.00.09 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Миранчук В.Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> ua	<i>Аркуш</i> 1/5

- контроль витрат згустку по кожному по кожному каналу.

Проектом передбачено два режими керування:

1. Дистанційне;
2. Автоматичне;

Автоматичний режим передбачає групове вмикання необхідного для даного процесу технологічного обладнання, насосів, клапанів, систем блокування та програмного керування.

Автоматичний режим технологічних процесів вмикається зі щита за допомогою відповідних перемикачів. Даною системою передбачено автоматичне управління наступними операціями:

- процес дозування закваски в резервуари;
- процес відбору та подачі згустку;
- процес циркуляційного миття резервуарів, трубопроводів, апарата ТОС та ін.

Підготовка і пуск в дію лінії здійснюється з використанням системи управління, і в відповідності з циклограмою лінії на заповнення ємкостей, виконуються наступні підготовчі операції.

Перемикач вибору режимів управління, встановлюють в позицію „дист”, тумблер для управління електродвигунами, що знаходиться на пневмосхемі — в положенні „викл”. Автоматичний вимикач на щиті живлення, встановлюють в положенні „вкл”, при цьому на щиті загорається контрольна лампа. Відкривають вентиль подачі стиснутого повітря, тиск повітря не повинен бути менше 0,6мПа.

Перевіряють сигналізацію, увімкнувши щит, при цьому всі контрольні лампи на пневмосхемі повинні горіти. Ємкості дезинфікують. Після дезинфікації їх заповнюють молоком, і заквашують його.

Закваска вноситься за допомогою дозуючого пристрою, що складається із індукційного витратоміра ЦР-51, інтегруючої рахуючої приставки С-ІМ і реле рахування імпульсів РСТІ-2. На датчику для рахування імпульсів

встановлюють необхідну дозу закваски, яку і подають в ємкості через блок клапанів — К2, К3, К4, К9, К10, К13, К14.

Коли кількість поданої закваски по показникам рахуючої приставки співпадають з заданою кількістю, автоматично вмикається привід насосу. Потім подають молоко.

В автоматичному режимі зі щита управління здійснюється одночасне групове включення клапанів, що забезпечують відкриття маршруту подачі молока, в першу ємкість відкриваються наступні клапани: К1, К2, К4, К9, К10, К13, К14. При її заповненні спрацьовує сигналізатор рівня ЗРСУ-3, по сигналу якого автоматично закриваються клапани подачі молока, в наступну ємкість, що була передбачена програмою для заповнення.

У відповідності з програмою при роботі в автоматичному режимі з початку подачі молока в ємкість вмикають мішалку, що переміщують молоко і закваску. Через 10-15 хвилин після заповнення ємкості, мішалка відключається, і молоко залишають у спокої до завершення процесу заквашування. Закінчення процесу заквашування визначають за допомогою прибору рН-202-1, або титрування і, якщо кислотність досягла заданого в технологічній інструкції значення, лінію готують до роботи на продукті. До цього її готують в наступній послідовності. Перевіряють готовність згустку шляхом визначення кислотності, і за допомогою зовнішнього датчика і прибору рН-202-1 на щиті управління, або прибором рН-202-2, а також титруванням. Перемикач режимів управління в положенні „викл”, задатчик регулятора температури гарячої води в бойлері — на значення, завдання у відповідності з технологічною інструкцією (в залежності від виду сиру кисломолочного). Автоматичний вимикач на щиті живлення, в положенні „вкл”. При цьому на щиті загоряється контрольна лампа.

Відкривають вентиль стиснутого повітря і встановлюють тиск на клапани, прибори контролю і регулювання відповідно 0,6 та 0,14 мПа. Відкривають клапани для подачі води на вхід насосу подачі згустку (маршрут К6, К36, витратомір К37, К39, К42, К43). В лінію подають воду і вмикають

насос подачі згустку в апарат ТОС, а також насос для відкачування сироватки. Заповнюють бойлер і рубашки секцій нагрівання згустку в апараті ТОС водою, випускаючи при цьому повітря за допомогою клапанів, що встановлені на рубашках секцій. Для цього відкривають вентиль подачі води в бойлер. Після того, як вода почне вмикатись із переливного патрубку, закривають вентиль і вмикають насос бойлера на циркуляцію води. Не вмикаючи насос, відкриваючи вентиль і доповнюють циркуляційний контур до початку повторного виходу води з переливного патрубка бойлера (тиск 0,05-0,1 мПа), закривають вентиль, відкривають подачу пари в бойлер (тиск 0,3 мПа), відкривають відповідний клапан для зливу води із піддона обезводнювача: правильність вмикання клапанів перевіряють на схемі по положенням сигнальних ламп. Вмикаючи привід барабану обезводнювача, і змочують поверхню барабанів водою.

Встановлюють барабани обезводнювача в початкове положення, при якому кут нахилу по шкалі знаходиться в межах 0-5° (кут нахилу визначається по положенню нижньої утворюючої фільтрувальної тканини по горизонту; 0° при горизонтальному положенні). По досягненню заданого значення температури гарячої води на виході із бойлера, згусток переміщують, перекривають подачу води в лінію і одночасно подають згусток. Підготовлюють і вмикають охолоджувач сиру кисломолочного у відповідності з інструкцією його експлуатації.

В процесі роботи лінії включають подачу льодяної води в сорочки секції ділянки попереднього охолодження апарата ТОС, тільки після реєстрації, що процес відділення сировини в обезводнювачі проходять нормально.

Воду подають поступово до досягнення температури, що рекомендується технологією, інструкцією для даного виду сиру кисломолочного.

Періодично спостерігають по приборам, і вмиканню ламп за температурою нагрівання згустку в апараті ТОС, і коректують її при необхідності шляхом зміни температури гарячою водою, що виходить із бойлера: за температурою охолодження згустку і коректують її шляхом зміни витрат льодяної води (в циркуляційному контурі); за роботою насосів і

клапанів, за тиском пари, стиснутого повітря, гарячої і льодяної води, що поступають в сорочки секцій апарата ТОС, а також миючих розчинів. Після закінчення процесу, відключають подачу пари в бойлер і відкривають вентиль подачі холодної води в нього.

Безпосередньо після звільнення від згустку останньої ємкості (або в разі екстренної необхідності завершити переробку згустку) по лінії поступово витісняють із них згусток з допомогою насосів П8-ОНБ, при цьому їх продуктивність не змінюють.

Після витіснення основної маси згустку із апарата ТОС збільшують кут нахилу барабанів обезводнювача з метою більш швидкого вивантаження сиру кисломолочного в охолоджувач і витискують залишки згустку із клапанів апарата шляхом одночасної подачі води насосом П8-ОНБ, так і по обвідній лінії. Функціональна схема автоматизації передбачає:

- дистанційне управління зі щита електродвигунами насосів, приводом просувальних автоматів, виконавчими механізмами клапанів;
- контроль і стабілізацію температурного режиму роботи комутатора в декількох залах. Візуальний контроль і запис температури в коагуляторі здійснюється самопишущий автоматом в комплекті з термоперетворювачем опору.
- регулювання температури здійснюється шляхом зміни подачі теплоносія;
- блокування роботи обладнання і його зупинку в разі порушення персоналом правил техніки безпеки, або збільшення навантаження на обладнання, що вище допустимого;
- системою забезпечується світлова сигналізація про включення електроживлення щита, електродвигунів, перемикачів клапанів, досягнення максимальних рівнів продукту.

В автоматичному режимі роботи, передбачається звукова сигналізація про відхилення від заданих границь технологічних параметрів за допомогою електричного дзвінка.

## 10. ЗАХОДИ ЩОДО ОХОРОНИ ПРАЦІ, ЕКОЛОГІЇ

### 10.1. Організація охорони праці на підприємстві

Рівень травматизму і професійних захворювань на молокопереробному підприємстві залежить від рівня організації охорони праці та пожежної безпеки, а також стану трудової дисципліни. Значну роль у питаннях створення здорових і безпечних умов праці відіграє наявність коштів на підприємстві, призначених для охорони праці і професіоналізму працівників.

Травматизм може бути спричинений внаслідок недотримання правил техніки безпеки. Розслідування травматизму, аварій і професійних захворювань на виробництві проводиться згідно з «Положенням про розслідування та облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на підприємстві в установах і організаціях» (ДНАОП 0.00-4.03-98).

Оцінити стан безпеки на молокопереробному підприємстві можна за кількісними і якісними показниками: Кч – частота травматизму, Кв - важкості травматизму та Кз – мінімальних матеріальних збитків.

Підрахунок цих показників за кілька останніх років дає змогу простежити їх динаміку і оцінити зміни в стані безпеки на молокопереробному підприємстві, а також порівняти кілька підприємств галузі та організацію стану безпеки.

Так , як на підприємстві молокопереробному підприємстві працюють близько 700 чоловік, то служба охорони праці функціонує як окремий структурний підрозділ, який підпорядковується безпосередньо керівникові підприємства.

На службу охорони праці покладаються обов'язки: проведення вступного інструктажу працівників; організація підвищення кваліфікації та перевірки знань посадових осіб з питань охорони праці; забезпечення працівників правилами, стандартами, нормами, положеннями, інструкціями та

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Блаженко С.І	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i>  НУХТ	<i>Розробник документа</i> Гаврилов С.С.	<i>Назва, додаткова назва</i> ЗАХОДИ ЩОДО ОХОРОНИ ПРАЦІ, ЕКОЛОГІЇ	<i>960805.ДП.01.00.10 ПЗ</i>			
	<i>Документ затверджено</i> Миранчук В.Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> ua	<i>Аркуш</i> 1/16

іншими нормативними актами з охорони праці; проведення паспортизації робочих місць і визначення відповідності фактичних показників паспортним положенням; ведення обліку і розслідування нещасних випадків, профзахворювань та аварій.

Розрахунок чисельності працівників служби охорони праці в залежності від небезпечності і шкідливості виробництва на підприємствах з числом працюючих більше 500 чоловік здійснюється за формулою:

$$M_1 = 2 + P_{cp} \times K_e \div \Phi$$

де  $M_1$  – чисельний склад служби охорони праці на підприємстві;

$P_{cp}$  – середньоспискова чисельність працюючих на підприємстві;

$\Phi$  – ефективний річний фонд робочого часу спеціаліста з охорони праці, що дорівнює 1200 годин, який враховує втрати робочого часу на можливі хвороби, відпустку тощо;

$K_e$  – коефіцієнт, що враховує шкідливість та небезпечність виробництва.

$$K_e = 1 + P_v + P_a \div P_{cp}$$

де  $P_v$  – чисельність працюючих з шкідливими речовинами незалежно від рівня їх концентрації;

$P_a$  – чисельність працюючих на роботах підвищеної небезпеки, що підлягають щорічній атестації з охорони праці.

$K_e$  максимально може дорівнювати трьом в разі, коли всі робітники працюють з шкідливими речовинами і всі вони підлягають щорічній атестації з питань охорони праці, тобто  $P_v + P_a = 2P_{cp}$ .

Фінансування заходів по охороні праці здійснюється з фонду охорони праці підприємства, кошти у якій надходять у вигляді відрахувань у розмірі 0,5% від прибутку підприємства, а також за рахунок штрафів .

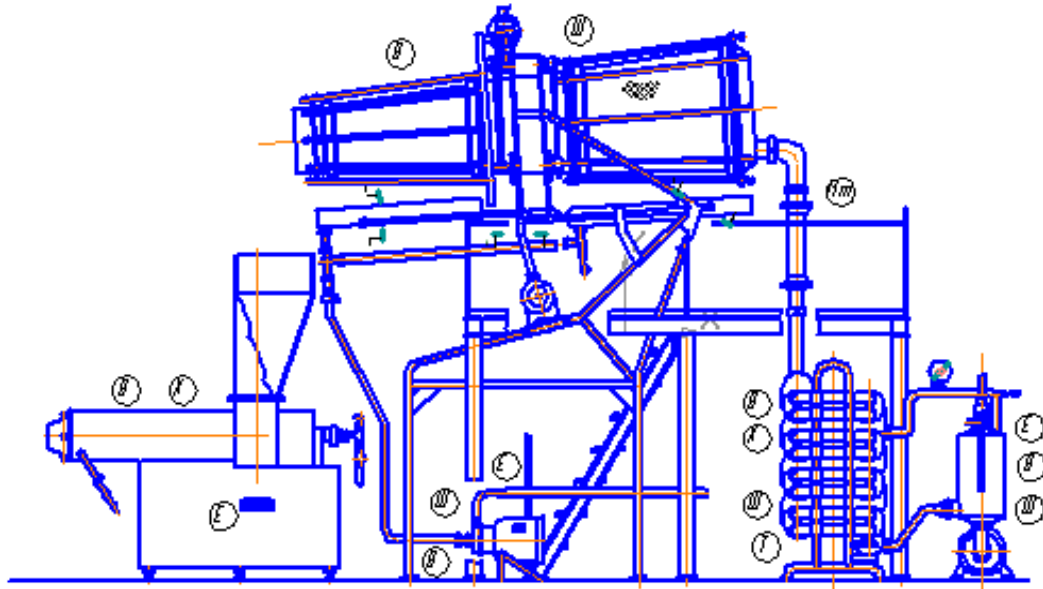
Ці кошти йдуть на:

- а) придбання спецодягу, спецвзуття, засобів індивідуального захисту;
- б) придбання функціональних меблів для службових і санітарно-побутових приміщень;
- в) придбання медикаментів та ліків для комплектування аптечок, надання невідкладної медичної допомоги та профілактики захворювань;

г) придбання молока для працівників певної категорії;

д) проведення попередніх та періодичних медоглядів працівників;

### 10.1.1. Аналіз шкідливих та небезпечних факторів при експлуатації обладнання



Для зручності наявним у цеху шкідливим і небезпечним чинникам присвоїли символи **Ш**-шум, **В**- вібрація, **Е** - електробезпека, **Т**- виділення тепла , **Мт** – механічні травми, **Х**- виділення холоду.

### 10.1.2. Повітря робочої зони

*Мікроклімат.*

Для підвищення працездатності та збереження здоров'я важливо створити для організму людини стабільні метеорологічні умови.

ГОСТ 12.1-005.88 ССБТ „Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны” встановлюють оптимальні та допустимі:

- температуру;
- відносну вологість;
- швидкість руху повітря;
- інтенсивність теплового опромінювання.

Потім в приміщенні проводять заміри температури, відносної вологості, швидкості руху повітря, інтенсивності теплового опромінювання та зрівнюють їх з нормативними значеннями.

Норми мікроклімату встановлюються в залежності від пори року, категорії робіт. Пори року діляться на теплий та холодний (середньодобова температура  $>10^{\circ}\text{C}$ ,  $<10^{\circ}\text{C}$ ).

Для забезпечення встановлених норм на робочому місці, в цеху використовуються наступні заходи:

- парове опалення;
- вентиляція.

Зрівнюємо допустимі та фактичні значення мікроклімату в цеху.

Таблиця 10.1

Пора року	Параметри	Оптимальні норми	Допустимі норми	Фактичні значення
Холодна пора	температура	19...21	18...22	20
	відносна вологість	40...60	75	55
	швидкість повітря	0,1	Не більше 0,1	<0,1
Тепла пора	температура	20...22	18...24	21
	відносна вологість	40...60	65 при 28	50
	швидкість повітря	0,1	0,2	0,1

Всі параметри мікроклімату в цеху не виходять за допустимі межі.

### 10.1.3. Виробничий шум

Одним із найбільш розповсюджених негативних факторів, які впливають на людину, являється шум. Він завдає великої шкоди здоров'ю та виробничій діяльності людини. В результаті втрати, що виникає під дією шуму, збільшується кількість помилок при роботі, підвищується загроза виникнення травм, знижується продуктивність праці. Все це є однією з причин збільшення економічних утрат.

Виробничий шум нормується по ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ "Шум. Общие требования безопасности". Основними фізичними характеристиками шуму є тиск та частота коливань.

Цех у якому розташоване модернізоване обладнання належить до 2-го класу шумового режиму. На підприємстві молочної промисловості вимірювання рівнів шуму на робочих місцях повинні проводитися не рідше 1 разу на рік.

Джерелами шуму при експлуатації обладнання є:

- обезводновач;
- апарат теплової обробки згустку;
- бойлерна установка;

Таблиця 10.2

Професія	Рівень звукового тиску, дБ, в активних смугах з середньгеометричними смугами, вГц									Рівень звуку і еквівалент дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Майстер Оператор апаратного відділення	103	99	92	86	83	80	78	76	74	80
	103	99	92	86	83	80	78	76	74	80
Оператор відділення сиру кисломолочн	103	99	92	86	83	80	78	76	74	80

ого										
-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Для зниження шуму в даному цеху застосовується звукопонижаюче покриття стін. Зниження шуму методом звукопониження оснований на переході енергії звукових коливань частинок повітря в теплоту завдяки втратам на тертя в порах звукопонижувального матеріалу. Чим більше коливається енергія, тим менше її відбивається назад в приміщення.

#### 10.1.4. Вібрація

Збільшення потужностей та швидкостей переміщення за рахунок модернізації автомату призводять до небажаних явищ, таких як вібрація. Вібрація не тільки погіршує самопочуття працюючих і знижує продуктивність праці, а й можуть привести до серйозних паталогічних змін організму людини. Комплексна механізація й автоматизація підприємства є радикальним способом позбавлення людини від шкідливого впливу вібрацій. ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ "Вибрационная безопасность. Общие требования" — основний документ, який визначає гігієнічні норми вібрацій.

При обслуговуванні лінії на працюючих впливають локальна та загальна вібрації.

Звичайно технологічна локальна вібрації при експлуатації основного обладнання підприємств м'ясної та молочної промисловості не перевищує допустимого. В тих випадках, коли вібраційні характеристики перевищують нормативні значення професії відносять до вібронебезпечних.

Таблиця 10.3

Середньо - геометричні	Граничні значення нормованого параметру				
	по віброприскоренню, м/с <sup>2</sup>		по віброшвидкості		
			м/с*10 <sup>-2</sup>		дБ
	в 1/3 окт.	в	в 1/3	в	в
	2, X, Y	2, X, Y	2, X, Y	2, X, Y	2, X, Y

1,6 2,0 2,5	0,09 0,08 0,071	0,14	0,90 0,64 0,46	1,30	10 8
3,15 4,0 5,0	0,063 0,056 0,056	0,10	0,32 0,23 0,18	0,45	99
6,3 8,0 10,0	0,056 0,056 0,071	0,11	0,14 0,12 0,12	0,22	93
12,5 16,0 20,0	0,090 0,112 0,140	0,2	0,12 0,12 0,12	0,20	92
25,0 31,5 40,0	0,18 0,22 0,285	0,40	0,12 0,12 0,12	0,20	92
50,0 63,0 80,0	0,355 0,445 0,56	0,80	0,12 0,12 0,12	0,20	92

Заходи по зниженню вібрації у виробничих приміщеннях:

Основою профілактики вібраційної хвороби є застосування обладнання і інструментів з параметрами вібрацій, що не перевищує ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ, а також уведення прогресивних технологій, виключаючи дію виробничої вібрації на робітників.

При модернізації охолоджувача 209-ОТД-1, що створює при роботі вібрацію, передбачаємо міри щодо найбільшого її значення, як у джерелі її виникнення, так і по шляху розповсюдження.

Індивідуальні засоби захисту

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

В якості засобів індивідуального захисту використовують антивібраційні рукавиці та взуття. В якості засобів індивідуального захисту працюючих від

шкідливої дії ультразвуку, який розповсюджений у повітряному середовищі, треба використовувати протишумовичі по ГОСТ 12.4.051-78.

#### 10.1.5. Освітлення.

Правильно виконано система освітлення має велике значення в зниженні виробничого травматизму, створює нормальні умови для роботи органів зору, підвищує працездатність організму.

В приміщенні використовують три види освітлення:

- природне;
- штучне;
- змішане.

Норми освітлення регулюються СніП II-4-79 "Природне та штучне освітлення. Норми проектування", та санітарними нормами. Для штучного освітлення регламентована найменший рівень освітленості на робочих поверхнях, у виробничих приміщеннях, для природного - коефіцієнт природного освітлення (КПО).

Основний потік світла повинен бути направлений зліва. Цех має 4 вікна. Стіни мають білий колір, що покращує освітленість.

Для штучного освітлення використовується система загального освітлення виконана лампами білого світла ЛБ-80 потужністю 80Вт в кількості 24 штуки. Ці лампи найбільш ефективні з точки зору спектрального складу. Природне освітлення в приміщеннях коливається по періодам року, та по годинам доби, що і привело до необхідності введення КПО:

$$\text{КПО} = E_{\text{п}} / E_{\text{н}} * 100$$

де,  $E_{\text{п}}$  — освітленість в даній точці приміщень;

$E_{\text{н}}$  — освітленість точки, що знаходиться на горизонтальній площині зовні приміщення та освітленої розсіяним світлом повністю відкритого неба.

Виробниче освітлення нормується за мінімальною нормою освітленості для кожного робочого місця відповідно до галузевих норм, наведених у санітарному паспорті робочого місця. Освітленість робочого місця має періодично контролюватися і за потреби доводитися до нормованого значення відповідними заходами.

### Нормові значення КПО, у відповідності з професією.

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Коефіцієнт природної освітленості при бічному освітленні $e_n$ , %	Освітленість лк (штучне)	
				при комбінованому	при загальному
				газорозрядні лампи	газорозрядні лампи
				розжарювання	розжарювання
Середньої точності	0,5...1	IV	1,4	500	200/ 150

#### 10.1.6. Побутові приміщення

Побутові приміщення розміщують таким чином, щоб працюючі не проходили через виробничі приміщення з шкідливими викидами, якщо вони в цих приміщеннях не працюють.

В побутових приміщеннях створюють припливну і витяжну вентиляцію згідно з діючими нормами.

Гардероби обладнуються шафами і лавками шириною 0,3 м розміщених вздовж шаф.

Душеві кабінки розміщують суміжно з гардеробами. При душових передбачають перед душові (для переодягання).

Туалети розміщують так, щоб відстань найбільш віддаленого робочого місця до туалету була не більша 75 м.

Кімната для куріння розміщується суміжно з туалетами, їх розміщення та обладнання узгоджується з протипожежною охороною.

#### 10.1.7. Електробезпека

В зв'язку з тим, що охолоджувач - пристрій, що працює від електромережі, існує небезпека ураження людини електричним струмом. Електричний струм може викликати термічне (опік), хімічне, механічне (розрив тканин), та біологічне (порушення біологічних процесів організму) дії.

В цеху живлення здійснюється від мережі частотою 50Гц і напругами 220 В та 380 В. На ВАТ „Галактон" цех сиру кисломолочного відноситься до приміщень з підвищеною небезпекою, і тому для попередження

ураженням електричним струмом робочих та службовців, що знаходяться в цеху, передбачають такі засоби по електробезпеці:

- заземлення корпусів електрообладнання та елементів електроустановок, які можуть опинитися під напругою;
- застосування понижених напруг для живлення переносних споживачів;
- застосування захисних засобів та пристроїв;
- блокуванням попереджувального сигналізацією;
- проведення ряду організованих дій (навчання, атестація);

В електроустановках напругою до 1000 В, до основних засобів захисту відносяться:

- діелектричні рукавиці, інструменти із ізольованими ручками та показниками напруги.

До допоміжних засобів захисту при роботі на електричних установках до 1000 В відносяться:

- діелектричні галоші, ізолюючі підставки, гумові коврики.

Перед кожним пусковим пристроєм для захисту обслуговуючого персоналу встановлюють діелектричні коврики та ізолюючі пристрої.

Розраховуємо параметри заземлених пристроїв, повинні бути  $R_{зд} < 4 \text{ Ом}$ . Вибирають опір штучних заземлюючих пристроїв  $R_i < R_{зд} = 3 \text{ Ом}$ . В якості заземлення вибираємо стержень біля поверхні ґрунту з розмірами  $l = 5 \text{ м}$ ,  $d = 0,04 \text{ м}$ .

Визначаємо опір струму розтікання з одного заземлення :

$$R_{31} = \frac{P}{2 * \pi * l} * \ln \frac{4 * l}{d}$$

де, P — опір ґрунту.

Для чорнозему P = 50 Ом

Тоді  $R_{31} = 12 \text{ ом}$

Визначаємо необхідну кількість паралельно - з'єднаних заземлень:

$$n = \frac{R_{31}}{R_i * ne}$$

де,  $pe$  — коефіцієнт використання заземлень, враховуючи їх екранування.

Для вертикальних стержневих заземлень, розташованих в один ряд  $pe = 0,68$ .

Тоді кількість заземлень  $n = 6$ .

Визначаємо довжину з'єднувальної полоси, та опір струму розтікання її

$R_n$ :

$$R_n = \frac{P}{2 * \pi * 1} * \ln \frac{l^2}{d * t}$$

де,  $d = 0,01$  м — діаметр стержня;

$t = 0,5$  м — глибина закладання стержня;

$l = 10$  м — довжина полоси.

Тоді  $R_n = 1,80$  м

Визначаємо еквівалентний тиск струму розтікання заземлень:

$$R_i = \frac{R_{31} * R_n}{R_{31} * n * R_n * n * pe}$$

де,  $pe$  — коефіцієнт використання горизонтального електрода, при розташуванні вертикальних електродів в ряд,  $pe = 0,57$ ;

Тоді  $R_i = 2,40$  Ом <  $R_{зд}$

Отримані в результаті дані не перевищують нормованого опору.

### 10.1.8. Протипожежна безпека

Виробничі приміщення молокопереробного підприємства, де знаходиться цех сиру кисломолочного відноситься до категорії „Д” ступінь вогнестійкості - П.

СНиТП П-24-86 „Протипожежні норми проектування будівель і споруд” Під ступіню вогнестійкості розуміють здатність будівельної конструкції опиратись дії високої температури в умовах пожежі, та зберігати при цьому свої експлуатаційні характеристики.

Для гасіння пожежі в загальній стадії використовують вогнегасники. Застосовується головним чином вуглекислотні вогнегасники, перевагами яких є висока ефективність тушіння пожеж, збереження електрообладнання,

діелектричні властивості вуглекислотного газу, що дозволяє використовувати ці вогнегасники навіть в тому разі, якщо не було можливості обезструмити передбачені протипожежні крани з рукавами, пісок, щити з пожежними інвентарем.

Навколо виробничого корпусу встановлено пожежний водопровід. Кількість вогнегасників приймається із розрахунку 1 вогнегасник на 100м<sup>2</sup> площі, та встановлюються на стінах на зручній висоті. Розрахунковий запас води для 3-годинного пожежегасіння:

$$V = \frac{3 \cdot 3600 \cdot N}{1000},$$

де N – норма витрати води на внутрішнє  $n^1$  і зовнішнє  $n^2$

пожежегасіння,  $N = n^1 + n^2$

Приймаємо  $n^1 = 5 \frac{\text{л}}{\text{с}}$ ,  $n^2 = 15 \frac{\text{л}}{\text{с}}$ .

Розрахунковий запас води складе:

$$V = \frac{3 \cdot 3600 \cdot 20}{1000} = 216 \text{ м}^3$$

Для швидкої евакуації людей з основного виробничого, адміністративно-побутового та інших корпусів передбачені аварійні виходи.

#### *Пропозиції щодо покращення умов праці*

Забезпечення працюючих правилами, стандартами, нормами положеннями, інструкціями. Контроль за відповідність нормативним актам про охорону праці машин механізмів, устаткування, технологічних процесів.

Забезпечення працюючих колективними та індивідуальними засобами захисту від шкідливих та небезпечних факторів виробництва, лікувально-профілактичним харчуванням, миючими засобами, санітарно – побутовими приміщеннями. Для дотримання умов праці необхідно забезпечити надійну ізоляцію поверхонь устаткування та забезпечити подачу свіжого повітря за допомогою вентиляційної системи.

## 10.2. Охорона навколишнього природного середовища

Екологічний стан України нині наближається до кризового. Охорона навколишнього середовища, раціональне використання природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки життєдіяльності людини – невід’ємна умова сталого економічного та соціального розвитку України.

З цією метою Україна здійснює на своїй території екологічну політику, спрямовану на збереження безпечного для існування живої і неживої природи навколишнього середовища, захисту життя і здоров’я населення від негативного впливу, зумовленого забрудненням навколишнього природного середовища, досягнення гармонійної взаємодії суспільства і природи, охорону, раціональне використання і відтворення природних ресурсів.

Закон України „Про охорону навколишнього природного середовища” визначає еколого-правовий механізм охорони навколишнього природного середовища, як сукупність організаційно-управлінських, економічних, адміністративно – правових методів, за допомогою яких практично і реалізується головна мета даного закону.

Охорона навколишнього природного середовища є актуальною проблемою для підприємств молочної промисловості. На сучасних підприємствах повинно відводитись належне місце заходам щодо забезпечення безпечного стану навколишнього середовища.

Захист навколишнього середовища на підприємствах харчової промисловості складається з ряду заходів – виявлення джерел забруднень та їх локалізації.

Особливе місце серед природоохоронних заходів займають заходи щодо впровадження безвідходних технологій.

При технологічному процесі виробництва різних молочних продуктів утворюється значна кількість рідких забруднюючих стоків. В зв’язку з цим необхідне проведення спеціальних заходів для очищення стоків та інших викидів у навколишнє середовище.

Утворення викидів у технологічних процесах можуть бути викликані наступними причинами:

- недосконалість технологій та обладнання;
- недостатня автоматизація технологічних процесів;
- тривала експлуатація обладнання без профілактичних заходів.

Основним джерелом забруднення на підприємстві є промислові відходи після миття обладнання, установок допоміжних виробництв, котельної, компресорної. Підприємство споживає велику кількість води для технологічних потреб, тому стічні води насичені органічними сполуками. Велика концентрація цих сполук в стічних водах зумовлена втратами сировини в процесі виробництва.

Внаслідок використання великої кількості води в технології виробництва харчових продуктів на підприємстві утворюється велика кількість стічних вод. Склад стічних вод, що утворюються на підприємстві, наведено в таблиці 10.4.

Таблиця 10.4

Склад стічних вод на підприємстві,  $мг/дм^3$ 

Завод	Сухий залишок	Залишок після прожарювання	Загальний азот	$P_2O_5$	$K_2O$	$CaO$	$Na_2O$	$Cl^-$
Молокопереробне підприємство	763	320	36	18	23	40	45	24

Як видно з таблиці 10.1, стічні води забруднені переважно органічними домішками, що є залишками сировини.

Стічні води є потужним джерелом забруднення довкілля, їх поділяють на чотири види: виробничі, теплообмінні, господарсько-побутові та зливові. Найзабрудненішими є виробничі стічні води, що утворюються внаслідок здійснення різних технологічних операцій, а також від миття місткостей та прибирання виробничих приміщень. Витрата і склад стічних вод молочної промисловості наведені в таблиці 10.5.

## Склад загального стоку підприємств молочної промисловості.

Підприємство	Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	ХСК,мг <i>O<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup></i>	БСК,мг <i>O<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup></i>	Жири, мг/дм <sup>3</sup>	Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	Азот загальний, мг/дм <sup>3</sup>	Фосфор, мг/дм <sup>3</sup>	pH
Молочний завод	350	1400	1200	100	150	60	8	6,5 8,5

Основна кількість стічних вод на молокопереробне підприємство пов'язана з мийкою технологічного обладнання, трубопроводів, автоцистерн. Мийка здійснюється розчинами лугів, кислот, хлору. Загальний стічний викид формується з усіх стічних потоків підприємства і впродовж доби має сталий хімічний склад.

Незначна кількість стічних вод утворюється за рахунок побутових потреб, пов'язаних з підтримкою необхідного санітарно-гігієнічного стану виробничих приміщень, а також вологого прибирання території.

Для зменшення кількості стічних вод використано систему зворотного водопостачання. Водовідведення відбувається шляхом скиду стічних вод в заводський колектор, а також міський колектор.

Скидання стічних вод у водні об'єкти після очищення на загальноміських очисних спорудах регламентується нормативами гранично допустимих скидів (ГДС) забруднювальних речовин. Враховуючи обмежені очисні можливості загальноміських очисних споруд, управління з експлуатації цих споруд встановлюють для своїх абонентів-підприємств – ліміти скиду стічних вод за кількістю і складом. Для збереження встановлених лімітів здійснюється локальне очищення промислових стічних вод, як правило, на самому підприємстві.

ГДС – це нормативи гранично допустимих скидів речовин, які відводяться зі стічними водами в одиницю часу, що надає змогу забезпечити збереження норм якості в контрольному створі водного об'єкта за найгірших

умов водокористування. ГДС встановлюється для кожного випуску стічних вод водний об'єкт і для кожного показника якості води визначається як добуток максимальної витрати стічних вод за годину на його гранично допустиме значення:

$$ГДС = Q_{ст} \times C_{ГДЗ} ,$$

де  $Q_{ст}$  - максимальна витрата стічних вод за годину,  $м^3 / год$ ;

$C_{ГДЗ}$  - гранично допустиме значення,  $г / м^3$ .

Рекомендують слідуючи заходи щодо зниження кількості забруднюючих речовин в стоках заводу:

- встановлення ємкості для збору жиромістких речовин після мийки технологічного обладнання та трубопроводів;
- передбачена установка для безрозбірної мийки резервуарів;
- передбачено будівництво очисних споруд для доведення вмісту шкідливих речовин в стоках до норм ГДК;
- максимальне зменшення втрат через нещільності на всіх рівнях технологічних процесів;
- організація збору та очищення належним чином стоків ливневих вод.

Отже, в результаті технічного переоснащення лінії виготовлення сиру кисломолочного на молокопереробному підприємстві, для покращення екологічної обстановки пропоную раціональне використання водних ресурсів; використання безводних технологій (надає змогу зменшити споживання води і кількість стічних вод); зменшити споживання води із природних джерел можна за рахунок утилізації стічних вод; для запобігання змішування аміаку з повітрям і викиду його в атмосферу в цеху встановлюються пристрої захисту та сигналізації; також пропоную використовувати сучасні методи очищення відходів виробництва, що покращить екологічну ситуацію на підприємстві в цілому.

## ВИСНОВКИ

В даній кваліфікаційній роботі запропоновані методи вдосконалення конструкції охолоджувача двохциліндрового типу 209-ОТД-1 для охолодження сиру кисломолочного.

Проведено аналіз сучасних конструкцій такого типу охолоджувачів, що використовуються для охолодження сиру на молокопереробних підприємствах.

Для удосконалення конструкції двохциліндрового типу охолоджувача 209-ОТД-1 та з метою підвищення продуктивності всієї лінії Я9-ОПТ-5 в цілому було запропоновано наступні технічні рішення:

Для кращого охолодження сиру кисломолочного, всередині міжциліндровому простору з охолоджуючою водою було вмонтовано спіральний елемент для запобігання руху потоку рідини в напрямку найменшого опору та реалізації чіткого протитоку рідини та продукту в трубовалі.

Організація протитечійного руху, що дозволить підвищити різницю температур та рушійну силу процесу охолодження.

Для підвищення автоматизації виробництва та зменшення ручної праці пропонується включити в склад лінії додатковий шнековий транспортер сиру після охолоджувача.

У кваліфікаційній роботі виконані розрахунки, які підтверджують доцільність та працездатність модернізованої конструкції охолоджувача двохциліндрового типу 209-ОТД-1.

Таким чином, дана конструкція охолоджувача має ряд переваг над звичайними охолоджувачами сиру, що дає можливість впровадження його у виробництво.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Блаженко С.І.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Гаврилов С.С.	<i>Назва, додаткова назва</i> ВИСНОВКИ	960805.ДП.01.00.00 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Миранчук В.Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> ua	<i>Аркуш</i> 1/1

Даний охолоджувач дає змогу збільшити рівень автоматизації виробництва, що у свою чергу приведе до зростання продуктивності та об'ємів виробництва.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Технология молока и молочных продуктов. / Дьяченко П. Ф., Коваленко М. С, Грищенко А. Д., Чеботарев А. И. — М. : "Пищевая промышленность", 1974. – 447 с.
2. Технологічне обладнання молочних виробництв. / Єресько Г.О., Шинкарик М.М., Ворошук В.Я. — Київ: Фірма «ІНКОС», «Центр навчальної літератури», 2007. — 344 с.
3. <https://rosmolsnab.ru/catalog/27/38/60.html> – ЗМ–120 — Змішувач-подрібнювач ЗМ – 120.
4. [https://agromash.ru/Vakuumnii\\_mikser\\_UMTI\\_SI\\_analog\\_importnogo\\_STEPHAN\\_Universal\\_Machine](https://agromash.ru/Vakuumnii_mikser_UMTI_SI_analog_importnogo_STEPHAN_Universal_Machine) — Універсальної котел плавитель Stephan UM 130.
5. [https://agro-mash.ru/new\\_ust\\_UMTI\\_SI.htm](https://agro-mash.ru/new_ust_UMTI_SI.htm) — Установка універсальна для термізації і подрібнення УМТП-ЗМ-300.
6. Технічна документація по сировині переглянута на виробництві.
7. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості: навч. посіб. / Мирончук В.Г., Орлов Л.О., Пушанко М.М. та ін. — Вінниця: Нова книга, 2004. — 288с.
8. [https://emk24.ru/wiki/astm\\_steels/stal\\_aisi\\_304\\_4370992/](https://emk24.ru/wiki/astm_steels/stal_aisi_304_4370992/) — AISI–304
9. [https://emk24.ru/wiki/astm\\_steels/stal\\_aisi\\_409\\_4370929/](https://emk24.ru/wiki/astm_steels/stal_aisi_409_4370929/) — AISI–409
10. <https://jfs-steel.com/ru/steelDetail/AISI-5140/AISI-5140.html> – AISI–5140
11. <https://steelgr.com/Steel-Grades/Carbon-Steel/aisi-1030.html> – AISI–1030
12. <https://steelgr.com/Steel-Grades/Carbon-Steel/aisi-1012.html> – AISI–1012
13. Технологія машинобудування (дипломне проектування): навч. посіб. / І.О. Григурко, М.Ф. Брендюля, С.М. Доценко Г.В. — Львів: "Новий світ – 2000", 2007 — 770с.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Блаженко С.І.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа  НУХТ	Розробник документа Гаврилов С.С.  Документ затверджено Мирончук В.Г.	Назва, додаткова назва  СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	960805.ДП.01.00.00 ПЗ			
			Інд. змін.	Дата видання	Мова на	Аркуш 1/2

14. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. — 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с четвертого издания 1983 г. / Горбацевич А. Ф. , Шкред В. А. — М.: ООО ИД «Альянс», 2007 — 256с.

15. Краткий справочник технолога-машиностроителя. / Балабанов А. Н. — М.: Издательство стандартов, 1992. — 464с.

16. Справочник технолога машиностроителя Т. 2 / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. / — 4-е узд., перераб. и доп. — М.: «Машиностроение», 1985. —496с.

17. Технічна документація по експлуатації котла–плавителя переглянута на виробництві.

18. Загальні положення з охорони праці апаратника котлів-плавителів переглянута на виробництві.

19. Загальні положення по запобіганню забруднення навколишнього середовища на молокопереробних виробництвах переглянуті на виробництві.