

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Інженерно-технологічний факультет**  
**Кафедра енергетики та електротехнічних систем**

До захисту  
Допускається  
Завідувач кафедри енергетики та  
електротехнічних систем

---

доцент Чепіжний А.В.

**КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЕКТ**  
за першим бакалаврським рівнем вищої освіти

На тему: «Реконструкція системи електрифікації молочного цеху ПАТ «Новгород-Сіверський сирзавод» м. Новгород-Сіверський Чернігівської області з розробкою автоматизованої системи керування лінією виробництва твердих сирів»

Виконав

\_\_\_\_\_ (підпис)

Гуца Д.М.  
(прізвище, ініціали)

Група

ЕТЕС 2201 с.т.

Керівник:

\_\_\_\_\_ (підпис)

Барсукова Г.В.  
(прізвище, ініціали)

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Інженерно-технологічний факультет**  
**Кафедра енергетики та електротехнічних систем**

Ступінь вищої освіти «Бакалавр»

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

завідувач кафедри енергетики та  
електротехнічних систем

доцент \_\_\_\_\_ Чепіжний А.В.  
(підпис, вчене звання, прізвище, ініціали)

**ЗАВДАННЯ**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЕКТ**  
**ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Гуці Денису Михайловичу  
(прізвище, ім'я та по батькові)

**1. Тема (бакалаврського) проекту:** Реконструкція системи електрифікації молочного цеху ПАТ «Новгород-Сіверський сирзавод» м. Новгород-Сіверський Чернігівської області з розробкою автоматизованої системи керування лінією виробництва твердих сирів.

керівник проекту: Барсукова Ганна Володимирівна, доцент,  
затверджено наказом по університету від «08» лютого 2024 р. № 407/ОС.

**2. Термін подання здобувачем закінченого проекту** « 20 » травня 2024 р.

**3. Вихідні дані до проекту** Матеріали обстеження об'єкту, технічна література, нормативна документація, державні стандарти.

**4. Зміст пояснювальної записки** (перелік питань, що підлягають розробці)  
Вступ.

1. Аналіз діяльності виробничого об'єкту.

2. Технологічний розділ.

3. Розрахунок та вибір силового електрообладнання.

4. Розробка автоматизованої системи керування.

5. Проектування електричного освітлення.

6. Охорона праці.

7. Екологічна експертиза.

8. Економічне обґрунтування.

**5. Перелік графічного матеріалу** (з точною вказівкою обов'язкових креслень)

1. Силове електричне та технологічне обладнання. Схема електрична розташування.

2. Внутрішня мережа 0,4 кВ. Схема електрична принципова.

3. Система керування автоматизована. Схема електрична принципова.

4. Шафа керування. Схема електрична з'єднань.

5. Лінія виробництва твердих сирів. Схема електрична підключень.

6. Показники техніко-економічні. Таблиця.

**6. Консультанти розділів проекту (з вказівкою розділів, що відносяться до проекту)**

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата
Охорона праці	доц. Василенко О.О.	
Економічне обґрунтування	доц. Барсукова Г.В.	
	ст. викл. Шашков С.В.	
Нормоконтроль	ст. викл., Рибенко І.О.	

**КАЛЕНДАРНИЙ ГРАФІК**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційного проекту	Строк виконання етапів кваліфікаційного проекту	Примітки
1	Збір інформації про діяльність господарства	05.09.2023 р. – 30.09.2023 р.	
2	Аналіз літературних джерел з обраної тематики	02.10.2023 р. – 02.12.2023 р.	
3	Складання плану роботи	04.12.2023 р. – 09.12.2023 р.	
4	Написання вступу та розділів 1 та 2	11.12.2023 р. – 21.12.2023 р.	
5	Написання розділу 3. Підготовка листа 1 графічної частини.	05.02.2024 р. – 02.03.2024 р.	
6	Написання розділу 4. Підготовка листів 2, 3 та 4 графічної частини.	04.03.2024 р. – 06.04.2024 р.	
7	Написання розділу 5 та 8. Підготовка листа 5 та 6 графічної частини.	08.04.2024 р. – 04.05.2024 р.	
8	Написання висновків	06.05.2024 р. – 11.05.2024 р.	
9	Подання проекту на перевірку унікальності до експертної ради факультету	до 13.05.2024 р.	
10	Подання проекту на рецензування	до 20.05.2024 р.	
11	Подання до попереднього захисту	до 27.05.2024 р.	

**Здобувач вищої освіти**

\_\_\_\_\_ (Гуца Д.М.)  
(підпис) (прізвище, ініціали)

**Керівник кваліфікаційного проекту**

\_\_\_\_\_ (Барсукова Г.В.)  
(підпис) (прізвище, ініціали)

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	К-ть листів	Номер листа	Примітки	
1	A4	КП.06.3.006.ПЗ	Реконструкція системи електрифікації	64	4		
2			молочного цеха				
3			ПАТ «Новгород-Сіверський сирзавод»				
4			м. Новгород-Сіверський Чернігівської				
5			області з розробкою автоматизованої				
6			системи керування лінією виробництва				
7			твердих сирів.				
8			Кваліфікаційний проект.				
9			Пояснювальна записка.				
10	A4	КП.06.3.006.Е7	Цех виробництва твердого сиру.	1	1		
11			Силове електричне та технологічне				
12			обладнання. Схема електрична				
13			розташування.				
14	A4	КП.06.3.006.Е3	Лінія виробництва твердих сирів.	1	2		
15			Система керування автоматизована.				
16			Схема електрична принципова.				
17	A4	КП.06.3.006.Е4	Лінія виробництва твердих сирів.	1	3		
18			Шафа керування.				
19			Схема електрична з'єднань.				
20	A4	КП.06.3.006.Е5	Лінія виробництва твердих сирів.	1	4		
21			Схема електрична підключень.				
22	A4	КП.06.3.006.Е7	Сироробний цех. Система освітлення.				
23			Схема електрична розташування.	1	5		
24	A4	КП.06.3.006.ТБ	Показники техніко-економічні.	1	6		
25			Таблиця.				
26							
27							
28							
29							
30							
				КП.06.3.006.ТП			
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата			
Розробив	Гуца				Літ	Лист	Листів
Перевірив	Барсукова				i	4	64
Н.контр.	Рибенко				СНАУ, 2024		
Затверд.	Чепіжний						
Відомість проекту							

## РЕФЕРАТ

Реконструкція системи електрифікації молочного цеху ПАТ «Новгород-Сіверський сирзавод» м. Новгород-Сіверський Чернігівської області з розробкою автоматизованої системи керування лінією виробництва твердих сирів.

Дипломний проект / Гуща Денис Михайлович – Суми СНАУ 2024 р. – 64 с.

В даному дипломному проекті було проведено розробку автоматизованої системи керування лінією виробництва твердих сирів та реконструкція системи електрифікації в цеху ПАТ «Новгород-Сіверський сирзавод» м. Новгород-Сіверський.

Було проведено розрахунки на умови перевантажень та умови пуску після чого підбрано більш сучасні двигуни для сироробних установок. Розроблені схеми керування, розміщення та освітлення по цеху з виробництва твердих сирів.

Розглянуто питання з охорони праці та екологічної експертизи.

Розраховано техніко-економічні показники, які підтверджують необхідність розробки автоматизованої системи керування лінією виробництва твердих сирів та реконструкції системи електрифікації в цеху ПАТ «Новгород-Сіверський сирзавод» м. Новгород-Сіверський.

**Ключові слова:** сирзавод, молочний цех, сир, технологічна лінія, автоматизація, електрична мережа.

Ілл. 11

Табл. 11

Бібл. 27

					КП.06.3.006.ПЗ	Аркуш
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП.....</b>	<b>8</b>
<b>1. АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ ВИРОБНИЧОГО ОБ'ЄКТУ.....</b>	<b>9</b>
1.1. Загальна характеристика виробничого об'єкту .....	9
1.2. Аналіз господарської діяльності об'єкту.....	10
1.3. Аналіз стану електрифікації цеху з виробництва твердих сирів.....	11
1.4. Висновки та пропозиції .....	12
<b>2. ТЕХНОЛОГІЯ І МЕХАНІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ТВЕРДИХ СИРІВ .....</b>	<b>13</b>
2.1. Опис прийнятої технології виробництва твердого сиру .....	14
2.1.1. Опис технології пастеризації молока .....	14
2.1.2. Опис технології дозрівання сиру .....	16
2.1.3. Опис обладнання лінії виробництва сиру.....	16
2.2. Складання паспортних даних обладнання лінії виробництва твердих сирів . .....	25
2.3. Опис виробничих приміщень і розстановка технологічного обладнання лінії твердих сирів .....	26
2.4. Перелік технологічних вимог до системи електрифікації молочного цеху....	27
<b>3. РОЗРАХУНОК І ВИБІР СИЛОВОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ МОЛОЧНОГО ЦЕХУ.....</b>	<b>30</b>
3.1. Вибір основного силового електрообладнання цеху.....	30
3.2. Вибір та перевірочний розрахунок силового електрообладнання робочих машин молочного цеху .....	30
3.3. Складання схеми розташування силового електрообладнання .....	35
<b>4. РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЛІНІЄЮ ВИРОБНИЦТВА ТВЕРДИХ СИРІВ .....</b>	<b>36</b>
4.1. Визначення параметрів контролю і розробка електротехнічних вимог.....	36
4.2. Розробка схеми електричної принципової системи керування технологічним процесом.....	37
4.3. Вибір засобів автоматизації для лінії виробництва твердого сиру.....	38

					КП.06.3.006.ПЗ	
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		6

4.4. Вибір електричних апаратів вторинних кіл.....	40
4.5. Розробка схеми електричних з'єднань лінії виробництва твердого сиру. ....	41
4.6. Розробка схеми електричних підключень лінії виробництва твердого сиру.. .....	41
4.7. Складання специфікації на матеріали та обладнання для схеми керування лінією виробництва твердого сиру.....	41
<b>5. ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ МОЛОЧНОГО ЦЕХУ .....</b>	<b>42</b>
5.1. Вибір системи та виду освітлення.....	42
5.2. Вибір нормованої освітленості .....	42
5.3. Розрахунок освітлення приміщення методом коефіцієнта використання світлового потоку, питомої потужності, просторових ізолюкс, лінійних ізолюкс .....	43
5.4. Складання електричної схеми розташування.....	47
<b>6. ОХОРОНА ПРАЦІ.....</b>	<b>48</b>
<b>7. ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА.....</b>	<b>52</b>
<b>8. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ.....</b>	<b>54</b>
8.1. Ефективність заходів з електрифікації та автоматизації цеху .....	54
8.2. Ефективність заходів щодо впровадження системи керування лінією виробництва твердого сиру .....	56
8.3 Розрахунок терміну окупності додаткових капітальних вкладень .....	58
8.4 Розрахунок річного економічного ефекту .....	58
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>60</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....</b>	<b>61</b>

## ВСТУП

Молочна галузь, яка включає в себе маслосімейну, сироварну, молочноконсервну підгалузі, а також виробництво продукції з незбираного молока, на сучасному етапі є однією з ключових у структурі харчової промисловості України. Продукція молочної галузі має важливе значення для споживання населення.

Сир - це один із найпопулярніших харчових продуктів у всьому світі. Він має свою власну історію, географію та науку. Сир відрізняється унікальними органолептичними характеристиками та є біологічно повноцінним, легкозасвоюваним та поживним молочним концентратом. Суша речовина сиру складається з білків та жирів. Дослідження сирів, їх властивостей, технології виробництва та впливу на здоров'я людини є важливим аспектом науки про харчування та технології харчових продуктів.

Вивчення даної теми має як теоретичне, так і практичне значення. З теоретичної точки зору, воно дозволяє глибше зрозуміти принципи сироваріння та фактори, що впливають на якість продукту. З практичної точки зору, результати досліджень можуть бути використані для покращення технологій виробництва сиру, розробки нових продуктів та підвищення їх якості.

У кваліфікаційному проекті було розглянуто молочний цех, в якому було запропоновано розробку та впровадження технологічну лінію по виробництву твердих сирів ПАТ «Новгород-Сіверський сирзавод» м. Новгород-Сіверський.

					КП.06.3.006.ПЗ	8
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## 1. АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ ВИРОБНИЧОГО ОБ'ЄКТУ

### 1.1. Загальна характеристика виробничого об'єкту

Об'єктом кваліфікаційного проекту виступає ПАТ «Новгород-Сіверський сирзавод» м. Новгород-Сіверський Чернігівської області [1]. Розташування даного заводу було обрано в 1972 році, так як дозволяли сприятливі умови регіону, також можна ще підкреслити історичну цінність вироблення сиру в Новгороді-Сіверському.

Сироварство в цих краях розпочало свій розвиток ще за часів Київської Русі. У Новгороді-Сіверському з 1033 року монахи виготовляли сир у Спасо-Преображенському чоловічому монастирі. Монахи не лише оволоділи технікою приготування сиру, але й внесли свої нововведення у виготовлення сирів: вони навчилися солити, коптити сир, додавати спеції. Їхнє ставлення до сироваріння і традиції зберігається і досі.

Повертаючи в недалекий 1972 рік за підтримкою іноземних партнерів був побудований сирзавод, що дало поштовх до створення неповторного смаку зі збереженням рецептури сироварів минулих століть.

Під впливом часу та розвитком технологій розвивалось і ремесло виготовлення сиру, що дозволило виготовляти нові сорти всіма улюбленого сиру. В сьогодення на підприємстві основними видами сиру є:

- авторські;
- східно-європейські;
- західно-європейські;
- копчені;
- розсольні;
- українські;
- сир «Prego».

Також підприємство займається виготовленням масла.

					КП.06.3.006.ПЗ	9
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## 1.2. Аналіз господарської діяльності об'єкту

ПАТ «Новгород-Сіверський сирзавод» являє собою потужний комплекс по виробництву високоякісної продукції, однак для поглиблення в процес були проведені ще декілька досліджень:

### 1) Виробничий процес.

Аналізуючи технологію виробництва сиру, стало зрозумілим, що виробництво сиру функціонує стабільно і спостерігаються періодичні перебої в роботі обладнання, що може впливати на продуктивність та якість продукції.

### 2) Фінансовий аналіз.

З отриманих даних по підприємству можна говорити, що є певна стабільність у прибутковості, однак, відмічається зростання витрат на виробництво та управління.

### 3) Маркетинг та збут.

Підприємство працює за рахунок своєї репутації оснований на якості своєї продукції, тому має велику кількість партнерів, які мають впевненість у співпраці.

### 4) Управління персоналом.

Необхідно підвищити ефективність управління персоналом шляхом впровадження програм мотивації та розвитку персоналу. Також рекомендується вдосконалення системи управління та комунікації з метою підвищення продуктивності та задоволення потреб співробітників.

### 5) Логістика та постачання

Оскільки підприємство немає прямого постачання сировини для виробництва сиру, тобто власної ферми, то логістичні процеси потребують оптимізації для забезпечення ефективності та зниження витрат на постачання сировини та матеріалів.

### 6) Інновації та розвиток:

Необхідно активізувати зусилля у напрямку інновацій та розвитку продукції. Рекомендується інвестування у дослідження та розробку нових

					КП.06.3.006.ПЗ	10
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

технологій виробництва сиру, а також розширення асортименту продукції для відповіді на змінні потреби ринку.

### **1.3. Аналіз стану електрифікації цеху з виробництва твердих сирів**

Підприємство в своєму розпорядженні має базу устаткування для переробки та зберігання сиро-молочної продукції.

Все обладнання, яке знаходиться підприємстві електрифіковане, до чого входить: система освітлення, сигналізація, холодильні установки, пастеризатори, сепаратори, конвеєри, насоси, тощо. За сучасними стандартами обладнання є незначною мірою застарілим, що несе за собою такі наслідки, як часті виходи з ладу, зменшений обсяг виготовлення продукції.

Щодо системи автоматизації, на заводі має належний стан подекуди трапляються невеликі збої, але оскільки система напівавтоматична, то все регулюється працівниками, у разі неполадок виниклу проблему негайно ліквідують.

Для подачі електроенергії використовується мережа повітряних ліній. Ці лінії обладнані проводами марок А та АС, які розраховані на роботу при напрузі 0,38 кВ. Змонтовані вони на залізобетонних опорах та перебувають у відмінному технічному стані. Трансформаторні підстанції, що живлять дані лінії, регулярно обслуговуються і підтримуються в належному порядку. Розподільні шафи, освітлювальні щитки, пристрої керування, електродвигуни, насоси та інше потужне обладнання також знаходяться в робочому стані.

					КП.06.3.006.ПЗ	11
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

#### 1.4. Висновки та пропозиції

На підставі дослідження енергетичного господарства ПАТ «Новгород-Сіверський сирзавод» необхідно впровадити наступні процеси виробництва:

1. Залучення інвестицій у сучасне обладнання та систем автоматизації для підвищення ефективності і точності виробництва сиру, а також зниження ризику помилок.
2. Установка і використання системи контролю якості на кожному етапі виробництва для забезпечення стабільної якості продукції та відповідності стандартам.
3. Перехід до енергоефективних технологій виробництва для зниження витрат на енергію та операції.
4. Дослідження та розробка нових видів сиру для розширення асортименту продукції і привернення нових клієнтів.
5. Вдосконалення системи логістики та постачання для зниження витрат на транспортування та забезпечення своєчасної доставки сировини.
6. Додаткові дослідження і інвестиції в розвиток нових технологій для збереження конкурентної позиції сирзаводу на ринку.

					КП.06.3.006.ПЗ	12
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## 2. ТЕХНОЛОГІЯ І МЕХАНІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ТВЕРДИХ СИРІВ

### 2.1. Опис прийнятої технології виробництва твердого сиру

Тверді сири, такі як швейцарський, чеддер та пармезан, народжуються завдяки багатоетапному процесу, який розкриває їх унікальні смаки та аромати. Подорож сиру розпочинається з ретельного відбору сировини та завершується витонченим визріванням, що наділяє його неповторними характеристиками.

*Основні етапи технології виробництва твердого сиру:*

1. Підготовка молока:
  - пастеризація: молоко ніжно підігрівають до певної температури, щоб усунути шкідливі мікроорганізми, гарантуючи його безпечність.
  - гомогенізація (за бажанням): механічне подрібнення жирових кульок у молоці запобігає їх спливанню та утворенню вершків, забезпечуючи однорідну текстуру сиру.
2. Заквашування:
  - введення закваски: додавання бактеріальної закваски або молочної кислоти ініціює процес перетворення лактози (молочного цукру) на молочну кислоту, що веде до утворення згустку.
  - кислотне середовище: бактерії, подібно до чарівників, перетворюють молоко на кисле середовище, готуючи його до наступних перетворень.
3. Згортання білків:
  - сичужний фермент: додавання сичужного ферменту, подібного до ключа, що відмикає замок, веде до згортання казеїну (молочного білка) у пружний згусток.
  - розрізання згустку: згусток подрібнюють на кубики, розділяючи його на сирні зерна та сироватку, що відокремлюють один від одного.

					КП.06.3.006.ПЗ	13
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

4. Обробка згустку:
  - нагрівання та періодичне перемішування: згусток ніжно нагрівають та перемішують, щоб видалити надлишкову вологу та сформувати щільну структуру майбутнього сиру.
  - соління: додавання солі не лише надає смаку, а й діє як природний консервант, подовжуючи термін зберігання сиру.
5. Пресування:
  - формування: згусток піддають пресуванню, щоб надати йому щільну, компактну текстуру, характерну для твердих сирів.
6. Визрівання:
  - відпочинок у спеціальних камерах: сформовані головки сиру вирушають до спеціальних камер, де протягом певного часу витримуються при певних температурі та вологості. За рахунок відповідних умов визрівання сир отримує неповторні смаки та аромати.

### **2.1.1. Опис технології пастеризації молока**

*Пастеризація* - це термічна обробка молока, спрямована на знищення патогенних мікроорганізмів та продовження терміну його зберігання. Цей процес є важливою ланкою в ланцюзі виробництва та розповсюдження молочних продуктів, гарантуючи їх безпеку для споживачів.

#### *Методи пастеризації:*

- Тривалий: нагрівання до 63-65°C протягом 30 хвилин.
- Короткочасний: нагрівання до 72-75°C протягом 15-20 секунд (найпоширеніший метод).
- Миттєвий: нагрівання до 85-90°C протягом 3-5 секунд.
- Ультрапастеризація: нагрівання до 135-150°C протягом 2-4 секунд.

					КП.06.3.006.ПЗ	14
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

### *Етапи пастеризації:*

1. Підготовка: очищення молока від домішок та охолодження до 4°C.
2. Нагрівання: досягнення заданої температури за допомогою теплообмінників.
3. Витримка: підтримка температури протягом певного часу.
4. Охолодження: швидке охолодження до 4°C.
5. Розлив: розлив та упаковка пастеризованого молока.

### *Переваги пастеризації:*

- Знищення патогенів: гарантує безпечність молока, усуваючи бактерії, що спричиняють сальмонельоз, туберкульоз, бруцельоз.
- Збільшення терміну зберігання: значно подовжує термін придатності молока, порівнюючи з сирим.
- Збереження смаку: не впливає на органолептичні властивості молока.

*Пастеризація* - це ключовий процес, що робить молоко безпечним та доступним для споживачів, забезпечуючи його відповідність санітарно-гігієнічним нормам та вимогам.

					КП.06.3.006.ПЗ	15
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

### **2.1.2. Опис технології дозрівання сиру**

Технологія дозрівання сиру - це процес, який відбувається після виготовлення сиру і полягає в його старінні з метою розвитку смаку, аромату та текстури.

*Основні етапи технології дозрівання сиру включають:*

1. **Визначення часу дозрівання:** Після виготовлення сиру, встановлюється оптимальний період часу, впродовж якого сир потрібно залишити для дозрівання.

2. **Просторові умови:** Сири поміщаються у спеціально призначені камери або погребі, де є контрольована температура, вологість і провітрювання. Це має вплив на розвиток мікроорганізмів і ферментів, які формують характерні якості сиру.

3. **Поверхня сиру:** В процесі дозрівання сир регулярно обертають або перевертають, щоб забезпечити рівномірне розподілення вологи і мікроорганізмів на поверхні сиру.

4. **Догляд за сиром:** Під час дозрівання сиру виконуються різні дії, такі як обтирання сиру спеціальними розчинами, що приймають участь в формуванні його смаку та аромату.

### **2.1.3. Опис обладнання лінії виробництва сиру**

Більшість сирів виготовляють із свіжого молока. Перерахуємо основне обладнання виробництва сирів на ПАТ «Новгород-Сіверський сирзавод» покроково, де класична лінія з виробництва сиру складається з наступних установок:

- танкера для зберігання молока,
- насосів,
- пастеризатора,
- сироробної ванни,
- формувального апарату,

					КП.06.3.006.ПЗ	16
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

- соляної установки,
- пресу для сиру,
- приміщення для дозрівання.

### 1. Танкер.

Шлях молока до заводу виконує транспортувальні машини (рис. 1). Після того, як «молоковоз» доставляє сировину до заводу з переробки, молоко поступає до холодильного танкера для його зберігання та подальшого використання у виробництві. Т Танкер являє собою засіб для транспортування у вигляді машини, принцип дії якої нагадує термос, де зберігається певна температура для запобігання скисання молока.

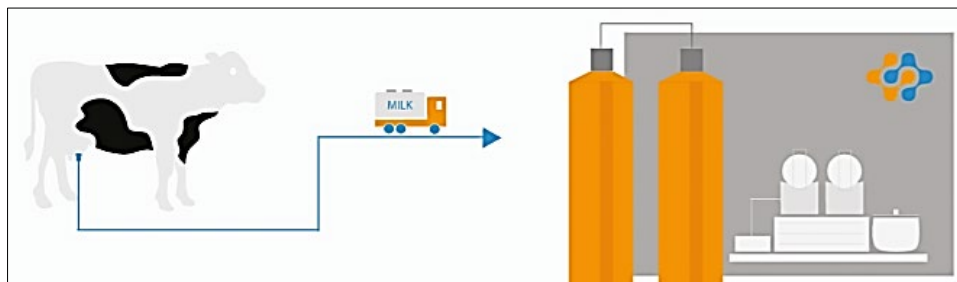
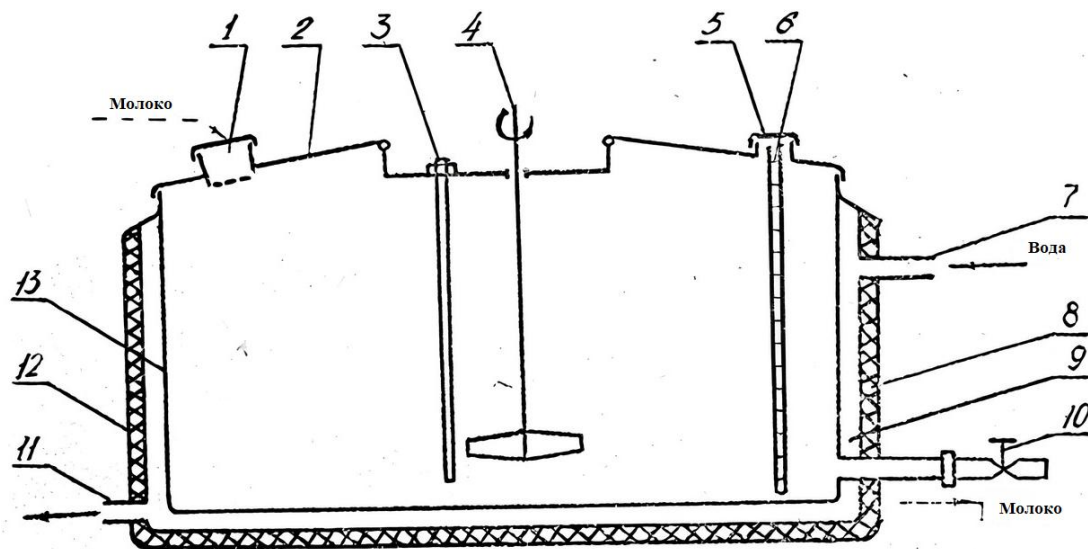


Рисунок 2.1 – Схема транспортування молока.

Танкер для зберігання молока (Танк-охолодник ТО-2А) (рис. 2.2) є резервуаром для зберігання, охолодження молока для подальшого його або транспортування або переробки на такі продукти як: сиру, кефіри тощо.

					КП.06.3.006.ПЗ	17
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		



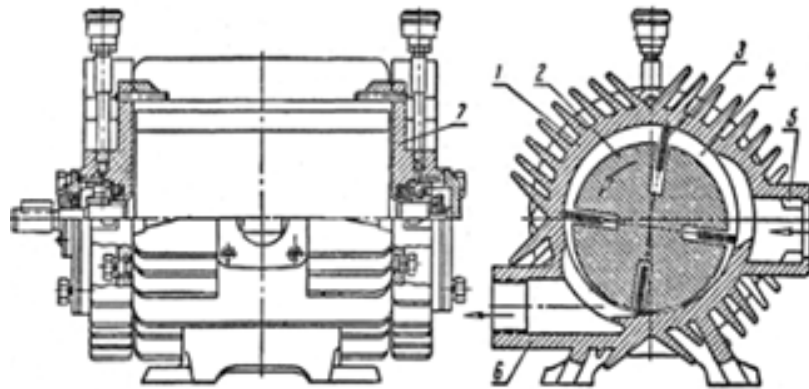
1 – заливна горловина, 2 – кришка, 3 – термоконттактний давач, 4 – мішалка, 5 – кришка мірної лінійки, 6 – мірна лінійка, 7 – патрубок для подачі охолоджуючої рідини, 8 – термоізоляція, 9 – водяна сорочка, 10 – молочний кран, 11 – патрубок для відводу охолоджуючої рідини, 12 –кожух

Рисунок 2.2 – Схема танкеру-холодильника для зберігання молока ГО-2А

Складається танкер з доволі простих складових, сама основа (ємність) являє собою циліндричну форму, виготовлена з нержавіючої сталі, об'єм якої коливається від 200 до 10000 л. Наступна складова - це холодильна установка, яка являється мабуть найважливішою. Оскільки охолодження молока запобігає швидкому його псуванню. Оптимальні температури коливаються в діапазоні від 0 до +4°. Не менш важлива є система змішування молока, яка потрібна для запобігання осідання жиру на внутрішніх поверхнях танкеру. Наступна система - це мийка. Запорука чистоти слугує для очищення танку. Необхідно обов'язково проводити миття після зливу молока з установки. І остання, але не менш важлива система керування, в котрій можна виставити, як температуру, так і швидкість перемішування молока, є його рівень та інші системи.

## 2. Насосні установки.

Наступною складовою лінії є насоси (рис. 2.3) для перекачування молока, які слугують для транспортування його далі по лінії виробництва. Розрізняють основні 2 види насосів: це лопатеві та об'ємні.



1 – корпус, 2 – ротор, 3 – лопатки, 4 – камера, 5 – всмоктувальний патрубок, 6 – вихлопний патрубок, 7 – кришка

Рисунок 2.3 – Молоконасос RVN-40/350

*Об'ємні насоси для молока* – це категорія насосів, що ґрунтується на принципі зміни об'єму камери для перекачування рідини. Ці насоси широко застосовуються в молочній промисловості. Завдяки їх здатності дбайливо транспортувати молоко, зберігаючи його структуру та властивості.

В свою ж чергу *лопатеві насоси* побудовані так – лопаті, що обертаються, які захоплюють молоко і переміщують його в трубопровід.

## 3. Пастеризатор.

Другим кроком є нагрівання молока. Цей процес проходить в таких пристроях, як *пастеризатори* (рис. 2.4).

					КП.06.3.006.ПЗ	19
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		



Рисунок 2.4 – Пастеризатор

Пастеризатор починає грітися і нагрівати свіже молоко до температури 4°C. Після чого воно підігрівається гарячою водою або паром до 55°C. На цій температурі жир може бути відокремлений, утворюючи обезжирене молоко. Потім повітря видаляється від водія, після чого молоко проходить високотисковий гомогенізатор. Після завершення цього процесу молоко підігрівається до 72-85 °C і утримується на цій температурі протягом 10-15 секунд, після чого охолоджується до 4 °C для розливу. Цей процес може знищити патогенні бактерії у коров'ячому молоці, які можуть спричинити збудники харчових захворювань. Процес пастеризації майже не пошкоджує сироватковий білок, імуноглобуліни, вітаміни, ферменти та інші активні речовини. Після пастеризації свіже молоко може зберігатися не лише 5-7 днів в охолодженому середовищі при 2-6 °C, а й зберігає велику кількість активних поживних речовин, особливо природний та ніжний смак молока.

#### 4. Сирна ванна.

Після наповнення сирного котла додають закваску для сироутворення. Молоко та закваска зумовлюють згущення білків і утворюють сирну масу.

Сироробна ванна або також відома як сироварня (рис. 2.5), яка є однією з основних машин для виробництва сиру. Вона забезпечує підігрів молока, що

					КП.06.3.006.ПЗ	20
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

подається в неї. Коли досягається необхідна температура, в неї додаються дріжджі та інші інгредієнти, завдяки внутрішньому змішувачу дріжджі та інші компоненти однорідно перемішуються по всій ємності.

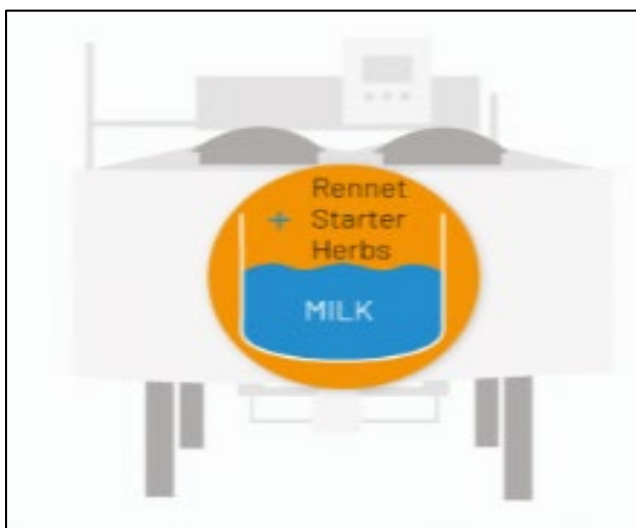


Рисунок 2.5 – Сироробна ванна

Змішувачі сирної ванни працюють двонаправлено. При повороті вправо діє змішування, а при повороті вліво – нарізка. Один з ножів, який виконує функцію різання, виготовляється вертикально, а інший – горизонтально.

Лист пластинчастої пластини (нагрівальної стінки) розташований у корпусі сирної ванни. Обігрів забезпечується паром, що циркулює в нагрівальній стінці. Випробувальний тиск пари, що циркулює в стіні, становить 3 бари, а прикладений тиск – 1,5 бар. Корпус резервуара має пневматичний клапан для входу пари та конденсатовідвідник.

Танк створювався з коробчастого профілю на платформі. Платформа з'єднана з резервуаром фланцевим з'єднанням. Крім того, є ще й мобільна платформа, на яку оператор має можливість потрапляти для управління та контролю. Мобільна платформа, яку використовує оператор, виготовлена з листа нержавіючої сталі зі спеціальною поверхнею для запобігання ковзанню.

На виході продукту з резервуару є практичний і корисний великогабаритний гігієнічний дросельний клапан з нержавіючої сталі.

					КП.06.3.006.ПЗ	21
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

### 5. Сироробні форми.

Сироватка/сирна маса перекачується до сироробних форм (рис. 2.6), з якого можна вирізати різні розміри сиру.



Рисунок 2.6 – форми для сиру

Ці блоки потім піддаються формуванню (рис. 2.7) у форми для сиру та пресування останнього. На даному етапі сир проходить до прийняття свого зовнішнього вигляду. Сирний згусток з ванни сквашування поміщається у форми для сиру, де він піддається тиску, створеному пресом. Тиск витискає сироватку з сирного згустку, що призводить до ущільнення сирної маси та формування сирної голови. Тривалість і ступень пресування залежать від виду вироблюваного сиру. По завершенні процесу пресування сирні голови вилучаються з форм і відправляються на дозрівання.



Рис. 2.7. Процес формування сиру.

					КП.06.3.006.ПЗ	22
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

### 6. Прес сиру.

П'ятий крок полягає у стисненні сирної маси за допомогою пресу (рис. 2.8).



Рисунок 2.8 – Прес для сиру пневматичний

Преси для сиру виготовляються з різних матеріалів, таких як нержавіюча сталь, пластик та дерево. Нержавіюча сталь є найміцнішим матеріалом, але пластикові та дерев'яні преси зазвичай дешевші.

### 7. Ванна з бринзою.

Витримка сиру відбувається у ванні з бринзою (рис. 2.9).



Рисунок 2.9 – Солильна установка

					КП.06.3.006.ПЗ	23
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Солильна установка призначена для часткового посолу сирного зерна безпосередньо під час виробництва. Сироватка, що містить зерно, проходить через спеціальний сепаратор, де повністю відділяється, а зерно потрапляє в пристрій для соління. Там воно просочується розсолом до досягнення необхідного рівня солоності.

Після цього розсіл відділяється від зерна, яке потім подається на формування. Перфорація та розміри фільтруючих елементів розраховані таким чином, щоб максимально виключити втрати сирного зерна при забезпеченні необхідної продуктивності. Автоматична система регулювання дозволяє контролювати та підтримувати в заданих межах концентрацію та температуру розсолу. Ця частина процесу надає сиру неповторний смак і покращує форму та текстуру.

#### *8. Приміщення для дозрівання*

Процес дозрівання сиру відбувається на складі (рис. 2.10), де температура і вологість є важливими. Обладнання для цього процесу на ПАТ «Новгород-Сіверський сирзавод» постачають фахівці даної галузі.



Рисунок 2.10 – Склад з дозрівання сиру

					КП.06.3.006.ПЗ	24
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Приміщення для дозрівання сиру, також відоме як сирна кімната або печера, - це спеціально контрольоване середовище, де сир витримується протягом певного періоду часу для розвитку його смаку, текстури та аромату. Ці кімнати зазвичай прохолодні, вологі та темні, з ретельно регульованою температурою, вологістю та вентиляцією. Температура зазвичай підтримується в діапазоні від 4 °С до 12 °С, залежно від типу сиру. Рівень вологості в сирній кімнаті зазвичай становить від 70 % до 85 %. Висока вологість запобігає висиханню сиру та сприяє росту цвілі, яка надає йому характерного смаку та аромату. Освітлення в сирній кімнаті має бути тьмяним, щоб не впливати на процес дозрівання, коливається в межах 75Лк.

Сир дозріває (рис. 2.11) від чотирьох тижнів до понад року, і тривалість визначає смак сиру. Чим довше дозріває сир, тим гострішим стає смак.

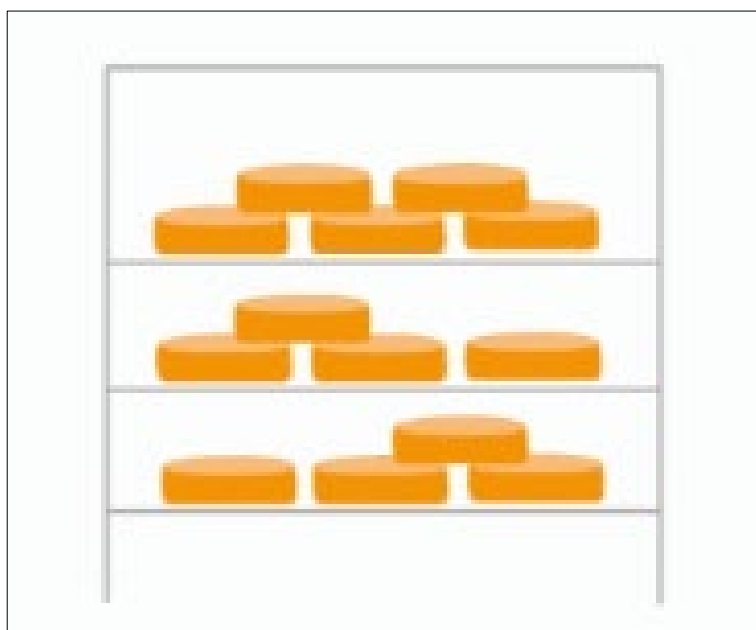


Рисунок 2.11 – Процес дозрівання сиру

## 2.2. Складання паспортних даних обладнання лінії виробництва твердих сирів

Паспортні дані установок та апаратів лінії виробництва сиру наведено в таблиці 2.1.

					КП.06.3.006.ПЗ	25
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 – Паспортні дані обраного обладнання

Найменування технологічного обладнання	Тип	Продуктивність,	Встановл. Потужність, кВт.	Кількість, шт.
Танкер	B2-ОХР-25	25000л	7,5	1
Молоко насос	Я9-ОНЦ-1	10м <sup>3</sup> /год	5,5	4
Пастеризатор	ВДП 1000	1000 л/год	1,5	2
Ванна сироробна	ВСВ-1	1000кг/год	0,75	3

### 2.3. Опис виробничих приміщень і розстановка технологічного обладнання лінії твердих сирів

Обладнання, яке було підібране, встановлене в виробничому приміщенні з дотриманням всіх умов праці, техніки безпеки, та ін. Приміщення має габарити, які задовольняють умови для встановлення всієї лінії виробництва сиру. Також рекомендовано розміщати апарати таким чином, щоб у разі неполадок однією з складових, був доступ до будь якої її частини. Не можна розміщати габаритні установки біля джерел природного освітлення для запобігання його перекриття та створення затінених ділянок. Розміщення установок повинно бути влаштоване таким чином, щоб не заважати працівникам один одному при виконанні своїх робочих обов'язків. Для уникнення випадків травмування персоналу помічати небезпечні ділянки установок відповідними вказівними означеннями.

Для забезпечення всіх потреб виробничого процесу необхідно передбачити додатково наступні приміщення: бактеріологічна лабораторія; карантинне приміщення; розподільний живильний пункт; адміністративні приміщення; пакувальне відділення; приміщення для персоналу; склад; цех приготування закваски; мийки технологічного обладнання.

До складу побутових приміщень на сир заводі входять вбиральні, санвузли.

На основі переліку приміщень обираймо наступні приміщення, з яких буде складатися будівля: сироробна дільниця; бактеріологічна лабораторія; кімната персоналу; кімната дозрівання; електрощитова; санвузол.

					КП.06.3.006.ПЗ	26
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

За обраними приміщеннями визначаємо умови середовища та ступінь ураження електричним струмом, результати яких наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Класифікація приміщень за умовами середовища та ураження електричним струмом [3]

Найменування приміщення	Класифікація за умовами навколишнього середовища	Класифікація за ступенем ураження електричним струмом
1. Сироробна дільниця	Особливо сире	Особливо небезпечне
2. Кімната дозрівання	Особливо сире	Особливо небезпечне
3. Бактеріологічна лабораторія	Сире	Особливо небезпечне
4. Кімната персоналу	Сухе	Без підвищеної небезпеки
5. Електрощитова	Сухе	Особливо небезпечне
6. Санвузол	Особливо сире	Особливо небезпечне

#### 2.4. Перелік технологічних вимог до системи електрифікації молочного цеху

Молочний цех передбачає наступні вимоги до системи електрифікації:

- Цех повинен мати резервне джерело живлення, таке як генератор або акумуляторна батарея, на випадок перебоїв в електропостачанні.
- Система електропостачання повинна мати захист від перепадів напруги, щоб уникнути пошкодження обладнання.
- Всі електроприлади та обладнання повинні бути правильно заземлені для захисту персоналу від ураження електричним струмом.
- Система електропостачання повинна відповідати всім діючим стандартам безпеки.
- Електрообладнання повинне бути захищене від вологи та пилу, які можуть викликати його пошкодження.
- У зонах, де існує ризик вибуху, повинні використовуватися спеціальні вибухозахищені електроприлади.

- Система електропостачання повинна бути енергоефективною, щоб мінімізувати витрати на електроенергію.
- Використання енергоефективного освітлення, такого як LED-лампи, може значно знизити витрати на електроенергію.
- Застосування частотного регулювання для електродвигунів може економити енергію та зменшувати знос обладнання.
- Рівень освітлення в цеху повинен бути спроектованим та розрахованим згідно з ДБН для комфортної роботи персоналу.
- У цеху повинна бути забезпечена припливно-витяжна вентиляція для видалення запахів, парів та шкідливих речовин.
- У цеху, де це необхідно, повинна бути система кондиціонування для підтримки комфортної температури.
- Система моніторингу повинна дозволяти відстежувати стан електрообладнання та виявляти потенційні проблеми.
- Система управління повинна дозволяти контролювати та регулювати роботу електрообладнання.
- Система аварійного сигналізації повинна оповіщати персонал про виникнення несправностей в електрообладнанні.
- Електрообладнання, що використовується в цеху, повинне відповідати технологічним вимогам виробництва.
- Розміщення електрообладнання повинне забезпечувати зручний доступ для обслуговування та ремонту.
- Кабелі та проводи повинні бути захищені від механічних пошкоджень, вологи та хімічних речовин.

На підставі вимог доцільно прийняти рішення щодо автоматизації молочного цеху по виробництву сирів. Тому варто запропонувати наступні заходи:

					КП.06.3.006.ПЗ	28
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

– Впровадження системи автоматичного управління (САУ) для моніторингу та контролю роботи електрообладнання, що дозволить оптимізувати його роботу, економити енергоресурси та зменшувати ризик помилок.

– Автоматизація технологічних процесів, таких як, охолодження молока, виробництво сиру, йогурту та інших продуктів, для підвищення їх ефективності та якості.

– Впровадження системи збору даних про стан електрообладнання, параметри технологічних процесів та споживання енергії для аналізу та прийняття кращих управлінських рішень.

– Використання енергоефективного обладнання та технологій для скорочення викидів парникових газів та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

– Використання альтернативних джерел енергії, таких як сонячні батареї та вітрові генератори, для зниження залежності від викопного палива.

– Впровадження системи утилізації відходів, що відповідає екологічним нормам, для мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище.

– Впровадження системи очищення води, що використовується в технологічних процесах, для запобігання забрудненню водних ресурсів.

– Впровадження системи контролю викидів в атмосферу, що відповідає екологічним нормам, для мінімізації негативного впливу на повітря.

					КП.06.3.006.ПЗ	29
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

### 3. РОЗРАХУНОК І ВИБІР СИЛОВОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ МОЛОЧНОГО ЦЕХУ

#### 3.1. Вибір основного силового електрообладнання цеху

До силового обладнання відносяться установки, наведені в таблиці 2.1, в даному обладнанні використовуються електродвигуни, перелік яких наведено в таблиці 3.1 з їх характеристиками. За цими даними здійснено перевірочний розрахунок, які будуть використані в подальшому.

Таблиця 3.1 – Характеристики електродвигунів

Найменування	Тип	Кіл, шт	P, кВт	n, об/хв	I <sub>н</sub> , А	η, %	cos φ	k <sub>T</sub>	μ <sub>п</sub>	μ <sub>МАХ</sub>
Танкер	АО2-41-2	1	5,5	2910	11	86	0,89	7,0	1,6	2,2
Молоко насос	АО2-41-2	3	5,5	2910	11	86	0,89	7,0	1,6	2,2
Пастеризатор	4А80А4	2	1,1	1500	2,85	76,2	0,77	6,0	2,3	2,3
Ванна сироробна	4А71В4	2	0,75	1500	2,05	73	0,76	6,0	2,3	2,3

З особливостей обладнання слід відмітити, що все обладнання працює від трифазної напруги 380 В.

На основі досліджених даних системи живлення обрано більш сучасні двигуни серії АїР [13] з короткозамкненим ротором. Обов'язковою умовою є вологозахист, який має бути не нижче IP55-66, при цьому категорія розміщення не нижче 3 з кліматичним виконанням У або УХЛ[3].

#### 3.2. Вибір та перевірочний розрахунок силового електрообладнання робочих машин молочного цеху

Для оновлення застарілого силового обладнання на нові двигуни серії АїР було виконано розрахунок за умовами потужності та умовами пуску[4,9].

Приклад розрахунку проведено на прикладі насоса.

Розрахункова потужність насоса, кВт.

$$P_{\text{мех}} = \frac{Q_{\text{н.ном}} H_{\text{н.ном}} \gamma g K_{\text{зап}}}{\eta_{\text{пер}} \eta_{\text{пер}}} \quad (3.1)$$

де  $Q_{\text{н.ном}}$  – номінальна подача насоса, м<sup>3</sup>/с;

$H_{\text{н.ном}}$  – номінальний напір, 30 м;

$\gamma$  – густина рідини кг/м<sup>3</sup> ; 1036

$g$  – прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup> 9,8 ;

$\eta_{\text{н}}$  – номінальний ККД насоса;

$K_{\text{зап}}$  – коефіцієнт запасу потужності (беруть при потужності: до 0,75 кВт – 2; від 0,75 до 1,5 – 1,5; від 1,5 до 3,5 – 1,2; від 3,5 до 35 – 1,15 і при потужності понад 35 кВт – 1,1).

$$P_{\text{мех}} = \frac{30 \cdot 30 \cdot 1036 \cdot 9,8 \cdot 1,15}{86 \cdot 86} \cdot 10^{-3} = 4,7 \text{ кВт}$$

Потужність двигуна кВт визначаємо за умовою:

$$P_{\text{дв}} \geq P_{\text{мех}} \cdot k_3, \quad (3.2)$$

де  $k_3$ — коефіцієнт запасу який становить в даному випадку 1,15.

Тоді

$$P_{\text{дв}} = 5,5 \geq 4,7 \cdot 1,15 = 5,405, \text{ кВт}$$

Підбираємо двигун по [13] з потужністю 5,5кВт серії АІР100L2 з наступними характеристиками:

					КП.06.3.006.ПЗ	31
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$P_n = 5,5 \text{ кВт}; n_n = 2900 \text{ об / хв}; I_n = 11,1 \text{ А}; \eta_n = 85,7\%; \cos\varphi = 0,88; \mu_n = 2,2; \\ \mu_{max} = 2,3; ; \kappa_i = 7,5.$$

Перевіряємо обраний двигун на здатність до перенавантажень та умовами пускут[9].

Перевірка проводиться за наступною формулою:

$$M_{ndв} \geq M_{mp}, \quad (3.3)$$

де  $M_{ndв}$  —пусковий момент двигуна обраного з каталогу, Н·м;

$M_{mp}$  — момент трогання молоко насосу, Н·м.

Пусковий момент для ЕД молоко насосу розраховується за наступною формулою[9].:

$$M_{ndв} = M_n \cdot \mu_n \cdot K_u^2, \quad (3.4)$$

де  $M_n$  — величина номінального моменту обраного по каталогу електродвигуна для насосу, Н·м;

$\mu_n$  — кратність пускового моменту обраного по каталогу електродвигуна для приводу насосу,  $\mu_n = 2,2$ ;

$K_u$  — коефіцієнт можливого зниження напруги в електричній мережі цеху з виробництва сиру,  $K_u = 0,88$  [7].

Спочатку проводимо розрахунок номінального моменту двигуна молоконасоса за формулою, Н·м [9].:

$$M_n = \frac{P_n}{\omega_n}, \quad (3.5)$$

					КП.06.3.006.ПЗ	32
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

де  $P_H$  - номінальна потужність обраного по каталогу двигуна  $P_H = P_{\text{дв}}$ , Вт;  
 $\omega_H$  - номінальне значення кутової швидкості обраного для насосу ЕД,  $c^{-1}$ .

$$\omega_H = \frac{\pi \cdot n_H}{30}, \quad (3.6)$$

де  $n_H$  - номінальна частота обертання обраного для молоко насосу електродвигуна;  $n_H = 2900$  об / хв [7].

$$\omega_H = \frac{\pi \cdot 2900}{30} = 303 \text{ рад / с}$$

$$M_H = \frac{5500}{303} = 18,15 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{\text{Пдв}} = 18,15 \cdot 2,2 \cdot 0,88 = 35,13 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Момент трогання молоко насосу розраховуємо за формулою Н·м [9]:

$$M_{TP} = (0,2 \dots 0,3) \cdot M_{OH}, \quad (3.7)$$

де  $M_{OH}$  момент опору молоко насосу (Н·м), який розраховується за формулою:

$$M_{OH} = \frac{P_{\text{мех}}}{\omega_H}, \quad (3.8)$$

$$M_{OH} = \frac{4700}{303} = 15,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

					КП.06.3.006.ПЗ	33
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$M_{TP} = (0,2...0,3) \cdot 15,5 = 4,65 H \cdot m$$

Оскільки  $M_{Пое} = 35,13 H \cdot m \geq M_{TP} = 4,65 H \cdot m$ , то умова (3.3) виконується та двигун відповідає умовам пуску.

Наступний крок перевірка двигуна насосу на навантаження молоком по перевантажувальній здібності, виконується за наступною умовою[9]:

$$M_{\max \partial e} \geq M_{\max PM}, \quad (3.9)$$

де  $M_{\max \partial e}$  - максимальний момент опору обраного для насосу двигуна, Н·м;

$M_{\max PM}$  - максимальний момент опору насосу завантаження гречки, Н·м;

Проводимо розрахунок для моменту опору ЕД насосу  $M_{\max \partial e}$  Н·м [9]:

$$M_{MAX \partial e} = M_H \cdot \mu_{MAX} \cdot \kappa_U^2, \quad (3.10)$$

$$M_{MAX \partial e} = 18,5 \cdot 2,3 \cdot 0,85 = 24,7 H \cdot m$$

$$M_{MAX PM} = M_{OH} = 15,5 H \cdot m$$

Оскільки  $M_{\max \partial e} = 18,5 H \cdot m \geq M_{\max PM} = 15,5 H \cdot m$  то умова (3.9) виконується. За виконаними розрахунками обраний двигун підходить по всім параметрам.

Для інших двигунів був проведений аналогічний розрахунок та паспортні дані яких занесені до таблиці 3.2.

					КП.06.3.006.ПЗ	34
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 3.2 – Паспортні дані обраних електродвигунів

Найменування		Кіл, шт	$P_H$ , кВт	$n$ , об/хв	$I_H$ , А	$\eta_H$ , %	$\cos \varphi_H$	$kI_{II}$	$\mu_{II}$	$\mu_{MAX}$
до заміни	після заміни									
АО2-41-2	АИР100L2	1	5,5	3000	11,1	85,7	0,88	7,5	2,2	2,3
АО2-41-2	АИР100L2	3	5,5	3000	11,1	85,7	0,88	7,5	2,2	2,3
4А80А4	АИР80А4	2	1,1	1500	2,85	76,2	0,77	6,0	2,3	2,3
4А71В4	АИР71В4	2	0,75	1500	2,05	73	0,76	6,0	2,3	2,3

### 3.3. Складання схеми розташування силового електрообладнання

Схема графічна розташування силового обладнання КП.06.3.006.Е7 сирцеку, де висвітлено розташування обладнання відповідно до встановлених норм, представлена в графічній частині.

## 4. РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЛІНІЄЮ ВИРОБНИЦТВА ТВЕРДИХ СИРІВ

### 4.1. Визначення параметрів контролю і розробка електротехнічних вимог.

В системі керування технологічним процесом передбачено розробку та впровадження системи автоматизації. Загалом чим вище ступінь автоматизації, тим якісніше буде продукт на виході, оскільки автоматика мінімізує помилки персоналу при виробництві, але з автоматизацією зростає й вимоги щодо персоналу та можливі виходу з ладу такої системи, на відновлення якої піде чи мала кількість часу та ресурсів. Тому варто обрати часткову систему автоматизації для системи керування лінії виробництва твердих сирів.

Автоматизації підлягає основні процеси та операції, які не призведуть до аварійних ситуацій, та в їх випадку передбачено систему екстреного відключення та сигналізація, як звукова так і світлова

Для того, щоб система керування технологічними процесами могла працювати в автоматизованому режимі, необхідно передбачити контроль параметрів, наведених нижче:

- Контроль температури в сироварні ВСВ-1;
- Контроль рівня сирного зерна в сироварні ВСВ-1;
- Контроль подачі сирного зерна в сироварню.

Розробляємо наступні електротехнічні вимоги до технологічного процесу виробництва твердого сиру відповідно до вимог [3, 5] та інших нормативних документів:

Передбачити наступний алгоритм роботи для силових електроприймачів М1-М6 шафи керування А2:

- захищати силові електроприймачі від перевантажень тепловими струмовими реле, автоматичними вимикачами від коротких замикань і магнітними пускачами від зниження напруги нижче мінімальної;

					КП.06.3.006.ПЗ	36
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

- передбачити ручний та автоматичний режими роботи в шафі керування А2 для ЕД М1-М8;
- передбачити звукову та світлову сигналізацію [4, 9];
- за допомогою електронних реле часу необхідно передбачити витримку часу в ході технологічного процесу [4, 9].

#### **4.2. Розробка схеми електричної принципової системи керування технологічним процесом.**

Розробка схеми електричної принципової КП.06.3.006.Е3 проводиться відповідно до прийнятого технологічного процесу, параметрів контролю, розроблених електротехнічних вимог, [3, 5] та інших нормативних документів, представлена в графічній частині.

В шафі керування А2, яка відповідає за керування силового обладнання при замиканні QS1 напруга подається на перемикач QF1 та на силові контакти КМ1 (магнітного пускача), який призначений для комутації ЕД М1. Після замикання контактів КМ1 струм потрапляє на контакти та термоелементи теплового реле КК1 (які слугують для захисту від перенавантажень струмоприймача М1), після чого струм надходить до двигуна М1 та починає обертатися. В колах інших струмоприймачів М2-М8 подача живлення здійснюється аналогічним методом. Варто підмітити, що в шафі керування в залежності від положення пакетного перемикача SA1 «Р», «О», «А», відповідно передбачені ручний та автоматичні режими роботи.

Відповідно з переводом в ручний режим пакетного перемикача SA1 в шафі керування А2 процес проходить наступним чином. Кнопка SB1.1 «СТОП» отримує напругу, а потім вона передається до кнопки SB1.2 «ПУСК». При замиканні напруга потрапляє на котушку КМ1 через розмикаючий контакт КК1, яка спрацьовує і втягує силові контакти. Потім напруга потрапляє на двигун М6, і сепаратор починає працювати. З іншого боку, блок-контакти КМ1.1 захищають

					КП.06.3.006.ПЗ	37
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

катушку магнітного пускача КМ1 від напруги, шунтуючи кнопку SB1.2 «ПУСК». Коло живлення катушки КМ1 переривається, коли натискаєте кнопку SB1.1 «СТОП». Це призводить до зупинки двигуна М1. Решта електроприймачів працюють за тим самим принципом.

Автоматизований режим роботи працює наступним чином: при перемиканні пакетного перемикача в положення «А», протікаючий струм проходить через розмикаючі контакти реле часу КТ1.2 та вмикається звукова та світлова сигналізація, яка оповіщає про старт роботи сироварні. Після часу, на який настроєне реле часу КТ1 (5-9 с.), контакт КТ1.1 розмикається, в той час як контакт КТ1.2 подає напругу на контакти КМ3 та микає насос Я9-ОНЦ-1 для подачі сирного зерна в сироварню. При заповненні сироварні спрацьовує датчик рівня SL1.1, який припиняє подачу сирного зерна через насос Я9-ОНЦ-1 розмикаючи контакти магнітного пускача КМ2.2. Після спрацювання датчика рівня струм потрапляє на контакти магнітного пускача КМ4.1, що призводить до початку роботи мішалки та нагрівача сироварні ВСВ-1. При досягненні необхідної температури протягом проміжку часу встановленим реле часу струм подається на контакти КМ4.2, що припиняє роботу мішалки в сироварні ВСВ-1. Далі через деякий час струм подається на контакти магнітного пускача КМ6.1 та вмикається насос для відкачування надлишкової сироватки, при спрацюванні датчика рівня SL2 насос припиняє свою роботу розмикаючи його контакти магнітного пускача КМ6.2

#### **4.3. Вибір засобів автоматизації для лінії виробництва твердого сиру**

Засоби автоматизації обираємо за тим же самим принципом, що й все інше технологічне обладнання з урахуванням середовища, робочих умов і інш.

*Вибір реле часу.* З урахування всіх потреб обираємо реле типу 12-240 в ас/дс [11] з наступними характеристиками: час затримки – від 0,1 с до 108000 с, струм комутації 10А, максимальний струм – 240В, кількість контактних груп – 1

					КП.06.3.006.ПЗ	38
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

*Вибір реле рівня.* Оскільки маємо справу з рідинами, то використовуємо реле рівня типу F&F PZ-832RC [12]. Деякі з технічних характеристик наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Характеристики реле рівня F&F PZ-832RC

№	Найменування параметру	Значення
1	Максимальний струм, А	16
2	Напруга, В	220
3	Робоча температура, °С	-25...+50
4	Ступінь захисту передньої панелі	IP40
5	Ступінь захисту клем	IP20
6	Конструктивне виконання	На DIN-рейку
7	Тип пристрою	Реле рівня

*Вибір реле температури.* Для регулювання температури в середині установок переробки молока обираємо реле температури типу 16А АС/DC 24-240 В, E.NEXT [15], характеристики якого наведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2. – Характеристики реле температури 16А АС/DC 24-240 В, E.NEXT

№	Найменування параметру	Значення
1	Функції	Підтримання температури
2	Нижня межа уставки температури, °С	-5
3	Верхня межа уставки температури, °С	+40
4	Кількість каналів	1
5	Максимальна напруга В	240
6	Максимальний струм, А	16
7	Датчик температури	виносний 2,5м
8	Ступінь захисту датчика	IP65

#### 4.4. Вибір електричних апаратів вторинних кіл.

За тим самим принципом підбираємо й електричні апарати вторинних кіл з урахуванням умов та середовища роботи.

Кнопковий пост керування. За урахування всіх відповідних умов обираємо пост типу ХАL-В324, з наступними характеристиками наведеними в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Характеристика кнопкового поста керування ХАL-В324 [13]

№	Найменування параметру	Значення
1	Матеріал	ПВХ
2	Вид контактів	2NO+1NC
3	Ступінь захисту	IP54
4	Кількість кнопок	3
5	Кліматичне виконання	2У

*Вибір пакетного перемикача.* Аналогічно підбираємо пакетний перемикач типу АСКО ПКП Е9-16А 3Р [16], характеристики якого наведено в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Характеристика пакетного перемикача ПКП Е9-16А 3Р

№	Найменування параметру	Значення
1	Тип монтажу пакетника	На корпус (панель)
2	Номінальний струм пакетника, А	16
3	Кількість контактних блоків	3
4	Тип комутаційної схеми	1-0-2

*Вибір світлової сигналізації.* Для світлосигнальної арматури було обрано тип АЛ-22 [17] з наступними характеристиками: тип арматури - для ламп розжарювання, колір світлофільтра зелений, напруга підключення - 220 В, тип підключення до контактів - під шайбу, кліматичне виконання УЗ.

*Вибір звукової сигналізації.* Вибираємо дзвінок ЗВ-3 з наступними технічними характеристиками: звукова потужність 107 Дб, номінальна напруга 220 В, ступінь захисту IP54, кліматичне виконання і тип розташування У2.

#### **4.5. Розробка схеми електричних з'єднань лінії виробництва твердого сиру**

Схема електричних з'єднань КП.06.3.006.Е4 лінії виробництва твердого сиру наведено в графічній частині.

#### **4.6. Розробка схеми електричних підключень лінії виробництва твердого сиру.**

Схема електричних підключень КП.06.3.006.Е5 лінії виробництва твердого сиру наведено на листу графічної роботи.

#### **4.7. Складання специфікації на матеріали та обладнання для схеми керування лінією виробництва твердого сиру.**

Специфікація матеріалів та обладнання для схеми керування лінією виробництва твердого сиру КП.06.3.006.Е4 наведено на листу графічної роботи.

					КП.06.3.006.ПЗ	41
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## 5. ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ МОЛОЧНОГО ЦЕХУ

### 5.1. Вибір системи та виду освітлення

Правильно підібраний тип освітлення являється запорукою здоров'я робітника, адже це запобігає, як і травматизму при технологічних процесах, так і погіршення стану зору при поганому освітленні. Правильний вибір освітлення прописаний в нормативних документах [3, 5, 8], при виборі освітлення важливу роль відіграють умови середовища, тип приміщення та його параметри (висота, довжина, ширина).

Освітлювальні прилади загального призначення повинні розташовуватися рядами, паралельними довгій стороні приміщення з вікнами, і мати окремі колонки для включення і виключення. Для дотримання санітарно-гігієнічних вимог всі робочі місця з постійним перебуванням людей повинні мати, як штучне, так і природне освітлення.

Тому на ПАТ «Новгород-Сіверський сирзавод» було обрано загально рівномірне розміщення світильників.

### 5.2. Вибір нормованої освітленості

При виборі джерела світла керуються призначенням приміщення і його площею. Також вибір типу джерела світла залежить від особливостей зорової роботи (рівня зорової активності, необхідності розрізняти кольори і відтінки, необхідності стежити за рухомими об'єктами).

У зазначених приміщеннях необхідно створити особливо сприятливі умови, тому були обрані газорозрядні лампи. Нормалізоване освітлення будівлі наведено в таблиці 5.1.

					КП.06.3.006.ПЗ	42
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 5.1 – Характеристика приміщень та відповідна стандартизована освітленість [8];

№ п/п	Назва приміщення	Довжина А, м	Ширина В, м	Висота Н, м	Нормована освітленість, лк
1	бактеріологічна лабораторія	7,5	5,9	2,5	400
2	карантинне приміщення	2,4	3,5	2,5	200
3	приміщення для зберігання реактивів.	3,1	4,2	2,5	50
4	лаборантська	2,75	4,2	2,5	300
5	коридор	5,85	1,7	2,5	100
6	заквасочна	5,9	5,9	2,5	150
7	електрощитова	2,8	5,9	2,5	75
8	сирцех	41,6	19,9	2,5	200

### 5.3. Розрахунок освітлення приміщення методом коефіцієнта використання світлового потоку, питомої потужності, просторових ізолюкс, лінійних ізолюкс

Для розрахунку освітленості сирцеху використовуємо метод питомої потужності.

1. Визначаємо вихідні данні розглядуваного приміщення[8]:

$$A = 41,6 \text{ м}$$

$$B = 19,9 \text{ м}$$

$$S = 41,6 * 19,9 = 827,84 \text{ м}^2$$

$$H = 4,5 \text{ м}$$

2. Обираємо джерело світла[8]:

Лампа світлодіодна.

4. Вибираємо тип світильника – LED[8].
5. Вибираємо нормовану освітленість:  $E_H = 200$  лк[8].
6. Визначаємо коефіцієнт запасу:  $K=1,5$  (для LED-ламп) [8].
7. Визначаємо коефіцієнт нерівномірності:  $Z=1,1$  [8].
8. Визначаємо значення розрахункової висоти[8]:

$$H_{\text{розр}} = H - H_{\text{зв}} - H_{\text{рп}} \quad (5.1)$$

де  $H$  – висота приміщення, м,  $H = 4,5$ м;

$H_{\text{з}}$  – висота звісу світильника,  $H_{\text{зв}} = 0$  м. ;

$H_{\text{рп}}$  – висота робочої поверхні, м,  $H_{\text{рп}} = 1,1$ м.

$$H_{\text{розр}} = 4,5 - 0 - 1,1 = 3,4 \text{ м}$$

9. Для вибраного типу світильника вибраємо найвигіднішу світлотехнічну  $\lambda_c$  та економічну  $\lambda_e$  відстань між світильниками в ряду[8]:

$$\lambda_c \dots \lambda_e = 1,3 \dots 3,4 \text{ (рівномірна)}$$

10. Розраховуємо між світильниками по довжині  $L_A$  та по ширині  $L_B$  приміщення[8]:

$$L_A = L_B = (\lambda_c \dots \lambda_e) * H_{\text{розр}} \quad (5.2)$$

$$L_A = L_B = (1,3 \dots 3,4) * 3,4 = 4,42 \dots 11,56$$

Приймаємо:  $L_a = 4$

11. Визначаймо значення відстані ряду світильників від стін[8]:

$$l_A = l_B = L_A * 0,5 \quad (5.3)$$

$$l_A = l_B = 4 * 0,5 = 2$$

					КП.06.3.006.ПЗ	44
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

12. Визначаємо кількість рядів світильників[8]:

$$N_B = \frac{B-2*l_B}{L_B} + 1 \quad (5.4)$$

$$N_B = \frac{19,9 - 2 * 2}{4} + 1 = 5$$

Приймаємо  $N_B = 5$  рядів.

13. Визначаємо кількість світильників в ряду[8]:

$$N_A = \frac{A-2*l_A}{L_A} + 1 \quad (5.5)$$

$$N_A = \frac{41,6 - 2 * 2}{4} + 1 = 10,4$$

Приймаємо  $N_A = 11$  світильника.

14. Визначаємо загальну кількість світильників в приміщенні[8]:

$$N_{\Sigma} = N_A * N_B \quad (5.6)$$

$$N_{\Sigma} = 5 * 11 = 55 \text{ світильника}$$

15. Розраховуємо індекс приміщення[8]:

$$i = \frac{S}{H_p(A+B)} \quad (5.7)$$

$$i = \frac{827,84}{3,4 * (41,6 + 19,9)} = \frac{827,84}{209,1} = 3,9$$

16. Вибираємо значення коефіцієнтів відбиття світлового потоку від стелі  $P_{ст}$ , стін  $P_c$ , підлоги  $P_{п}$ [8]:

$$P_{ст} = 70\% \quad P_c = 50\% \quad P_{п} = 10\%$$

					КП.06.3.006.ПЗ	45
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

17. Визначаємо для обраного типу світильника, його класу світлорозподілу, кривій силі світла, індексу приміщення та коефіцієнту відбиття коефіцієнт використання світлового потоку  $\eta$ :  $\eta=54$  (згідно з додатку ...N... )

18. Розраховуємо світловий потік  $\Phi_{\text{лр}}$ [8]:

$$\Phi_{\text{лр}} = \frac{E_{\text{н}} * k * S * Z}{N_{\Sigma} * \eta} \quad (5.8)$$

$$\Phi_{\text{лр}} = \frac{200 * 1,5 * 827,84 * 1,1}{55 * 0.54} = \frac{273187}{29,7} = 9199 \text{ лм}$$

Визначаємо кількість світлового потоку для однієї лампи:

$$\frac{9199}{1} = 9199 \text{ лм}$$

19. Обираємо тип лампи з світловим потоком наближеним до розрахункового  $\Phi_{\text{лр}}$ . [8]

Промисловий світлодіодний світильник EB-100-05 100W-6400K (10000лм)

20. Визначаємо відхилення потоку стандартної лампи від розрахункового[8]:

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{\Phi_{\text{лр}} - \Phi_{\text{л}}}{\Phi_{\text{лр}}} * 100 \quad (5.9)$$

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{10000 - 9199}{9199} * 100 = 8,7\%$$

Допустиме відхилення світлового потоку повинно бути у межах від + 20 до - 10 %

21. Розраховуємо сумарну потужність світильників  $P_{\text{уст}}$ [8]:

					КП.06.3.006.ПЗ	46
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$P_{уст} = P_A * N_{\Sigma} \quad (5.10)$$

$$P_{уст} = 55 * 100 = 5500 \text{ Вт}$$

22. Визначаємо питому потужність  $P_{р.пит}$  [8]:

$$P_{р.пит} = \frac{P_{уст}}{S} \quad (5.11)$$

$$P_{р.пит} = \frac{5500}{827,84} = 6,64 \text{ Вт}$$

Результати наступних приміщень розраховуємо аналогічно та заносимо до світлотехнічної відомості.

#### 5.4. Складання електричної схеми розташування

Електрична схема розташування освітлення КП.06.3.006.Е7 наведена на листу графічної роботи.

					КП.06.3.006.ПЗ	47
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## 6. ОХОРОНА ПРАЦІ

**Організація роботи з охорони праці в молочному цеху для виробництва твердих сирів.** Виробництво твердих сирів – процес, який вимагає ретельної уваги до питань охорони праці та безпеки працівників[25, 27]. Молочний цех є специфічним середовищем, де присутні різноманітні ризики, пов'язані з фізичними, хімічними, біологічними та ергономічними факторами. Тому лише комплексний підхід до охорони праці, що включає інженерний контроль, адміністративні заходи, використання засобів індивідуального захисту та постійне навчання персоналу, може забезпечити безпечне виробниче середовище в молочному цеху. Керівництво підприємства має виділяти необхідні ресурси та створити ефективну систему управління охороною праці, адже безпека працівників та якість продукції є взаємопов'язаними і рівноцінними цілями.

На ПАТ «Новгород-Сіверський сирзавод» відповідальність за дотримання вимог охорони праці на всіх виробничих об'єктах покладено на головного інженера з охорони праці. Саме ця посадова особа відіграє ключову роль у створенні безпечних умов, контролі за дотриманням норм та правил безпеки, а також у розробці та впровадженні заходів з мінімізації ризиків на виробництві.

**Оцінка умов праці в молочному цеху.** Одним з найважливіших аспектів оцінки умов праці є аналіз виробничого середовища. Необхідно проводити регулярні вимірювання рівня шуму від роботи обладнання, такого як сепаратори, гомогенізатори та насоси. Тривалий вплив високих рівнів шуму може призвести до порушень слуху та стресу у працівників. Також важливо контролювати мікроклімат приміщень, включаючи температуру, вологість та рух повітря, оскільки це може вплинути на самопочуття та продуктивність роботи.

Хімічні фактори є невід'ємною частиною виробництва сирів, оскільки використовуються різноманітні речовини для санітарної обробки обладнання та приміщень. Необхідно вимірювати концентрації цих хімічних речовин та

					КП.06.3.006.ПЗ	48
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

оцінювати ризики для здоров'я працівників. Важливо забезпечити наявність та належне використання засобів індивідуального захисту від хімічних речовин.

Фізичні навантаження на працівників також потребують ретельної оцінки. Необхідно проаналізувати зусилля, необхідні для переміщення та розвантаження сировини, напівфабрикатів та готової продукції, а також оцінити ергономіку робочих місць. Це дозволить розробити заходи для полегшення важкої праці та запобігти травмам опорно-рухового апарату.

Організація роботи також є важливим чинником, який впливає на умови праці. Необхідно перевірити дотримання режимів праці та відпочинку працівників, оцінити навантаження, пов'язане з нічними змінами та надурочними роботами, а також проаналізувати можливі ризики через неправильну організацію виробничого процесу.

Нарешті, санітарно-гігієнічні умови є критично важливими у харчовій промисловості. Необхідно оцінити стан санітарно-побутових приміщень, якість питної води та ефективність систем прибирання та дезінфекції приміщень цеху.

***Небезпечні та шкідливі фактори в молочному цеху.*** Виробництво твердих сирів є складним і багатоетапним процесом, який вимагає ретельного контролю умов праці для забезпечення безпеки працівників та якості кінцевого продукту. Молочний цех з виробництва сирів є специфічним середовищем, де працівники можуть зіткнутися з різноманітними шкідливими чинниками.

1. Фізичні фактори:

- Шум від роботи обладнання (сепараторів, гомогенізаторів, насосів, вентиляційних систем) може призвести до порушень слуху та стресу.
- Вібрація від працюючих механізмів може спричинити порушення опорно-рухового апарату та периферичної нервової системи.
- Недостатнє або нерівномірне освітлення може призвести до перевтоми очей та погіршення зору.
- Підвищені або знижені температури повітря в приміщеннях можуть викликати перегрівання або переохолодження організму.

					КП.06.3.006.ПЗ	49
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## 2. Хімічні фактори:

- Контакт зі шкідливими хімічними речовинами (кислотами, лугами, дезінфектантами) може спричинити опіки, подразнення шкіри, очей та дихальних шляхів.

- Пари і аерозолі хімічних речовин можуть викликати отруєння при вдиханні.

## 3. Біологічні фактори:

- Можливість зараження патогенними мікроорганізмами (бактеріями, вірусами, грибками) від сировини, обладнання або персоналу.

- Ризик харчових отруєнь та інфекцій при порушенні гігієнічних вимог.

## 4. Фізичні навантаження:

- Важка фізична праця при переміщенні, навантаженні та розвантаженні сировини, напівфабрикатів та готової продукції.

- Тривала робота стоячи або з нахилами тулуба може призвести до проблем з опорно-руховим апаратом.

## 5. Небезпечні виробничі фактори:

- Ризик травмування від рухомих частин обладнання (транспортерів, міксерів, фасувальних ліній).

- Небезпека опіків від гарячих поверхонь обладнання або продуктів.

- Можливість ураження електричним струмом при експлуатації електрообладнання.

- Ризик падінь через слизькі підлоги в цеху.

***Рекомендації щодо впровадження безпечних і здорових умов праці в молочному цеху.*** Для запобігання негативному впливу перерахованих шкідливих факторів необхідно вживати відповідні заходи безпеки, такі як використання засобів індивідуального захисту, забезпечення належної вентиляції, регулярне технічне обслуговування обладнання, дотримання правил гігієни та безпеки праці.

					КП.06.3.006.ПЗ	50
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Крім того, важливо проводити навчання працівників з питань охорони праці та здійснювати постійний моніторинг умов виробничого середовища.

**Висновки.** Лише комплексний підхід до охорони праці, що поєднує інженерний контроль, адміністративні заходи, використання засобів індивідуального захисту та постійне навчання персоналу, може гарантувати створення безпечного виробничого середовища в молочному цеху. Безпека працівників та якість продукції є взаємопов'язаними цілями, досягнення яких забезпечить ефективне та безперебійне виробництво твердих сирів високої якості.

Керівництво підприємства має забезпечити виділення необхідних ресурсів та створити ефективну систему управління охороною праці, що дозволить мінімізувати ризики та гарантувати безпечні умови праці в молочному цеху.

Дотримання цих висновків та послідовна робота з охорони праці дозволить створити безпечне виробниче середовище, запобігти травматизму та професійним захворюванням працівників, а також забезпечити високу якість та безпечність виробництва твердих сирів.

					КП.06.3.006.ПЗ	51
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## 7. ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА

**Вступ.** У нашій країні екологічна ситуація потребує поліпшення. Сьогодення стикається з проблемами, такими як забруднення повітря, переповнені сміттєзвалища, зміни клімату та інтенсивний видобуток природних ресурсів, включаючи необновлювані джерела енергії. Кожен етап виробництва підприємств має великий вплив на навколишнє середовище. Тому важливо, щоб охорона довкілля були основними пріоритетами як на рівні державної політики [26], так і на підприємствах.

ПАТ «Новгород-Сіверський сирзавод» є важливим гравцем у сільськогосподарському секторі та харчовій промисловості нашої країни. Завод спеціалізується на виробництві високоякісного сиру та молочних продуктів і займає визначене місце на ринку завдяки своїй якості, інноваціям та екологічно відповідальному підходу. Варто відзначити, що сирзавод відомий своєю високою якістю продукції. Використання сучасних технологій та контроль якості на кожному етапі виробництва дозволяють забезпечити стабільну якість продукції, що користується великим попитом серед споживачів та може завдавати значний вплив на навколишнє середовище.

**Вплив.** ПАТ «Новгород-Сіверський сирзавод» має значний вплив на навколишнє середовище, оскільки його виробництво пов'язане з обробкою молока та виробництвом сиру. Хоча цей завод відіграє важливу роль у забезпеченні продуктами харчування та економічному розвитку регіону, його діяльність також має свої негативні наслідки для довкілля. Виробництво сиру на заводі потребує великих обсягів енергії, яка часто виробляється з використанням традиційних джерел енергії. Це може призводити до забруднення повітря та викидів парникових газів, що сприяють зміні клімату.

Крім того, виробництво сироватки та інших відходів може призводити до забруднення водних джерел у разі неналежної утилізації. Викиди органічних та хімічних речовин можуть негативно впливати на водні екосистеми та викликати забруднення ґрунтів.

					КП.06.3.006.ПЗ	52
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

**Заходи.** ПАТ «Новгород-Сіверський сирзавод» свідомо приймає виклик екологічної відповідальності, розвиваючи та впроваджуючи заходи для покращення стану навколишнього середовища. Ці заходи мають стратегічне значення, оскільки сприяють збереженню екологічної рівноваги та створюють більш здорове та безпечне середовище для місцевих співробітників та мешканців.

По-перше, сирзавод зосереджується на зменшенні викидів та забруднення повітря. Для досягнення цієї мети завод впроваджує енергоефективні технології та системи очищення викидів, що дозволяє знизити кількість шкідливих речовин, які потрапляють в атмосферу. На підприємстві встановлені тарілчасті фільтри з кільцями Рашига для очистки газів та дрібнодисперсного пилю. Регулярний моніторинг викидів та впровадження заходів щодо їх обмеження є невід'ємною частиною екологічної політики заводу.

По-друге, велика увага приділяється управлінню водними ресурсами. підприємство інвестує в сучасні системи очищення води, які дозволяють знижувати викиди забруднень у водоймі та зберігати якість води на задовільному рівні. Крім того, виробничі процеси оптимізуються для мінімізації водних витрат та впровадження систем замкнутого циклу водоспоживання.

По-третє, завод активно працює над управлінням відходами. Системи вторинної переробки та утилізації відходів дозволяють зменшити кількість відходів, які потрапляють на сміттєзвалища чи у природне середовище. Крім того, впровадження принципів "зеленого виробництва" сприяє створенню ефективних та екологічно чистих методів обробки відходів.

**Висновок.** ПАТ «Новгород-Сіверський сирзавод» демонструє свій відповідальний підхід до охорони довкілля шляхом постійного вдосконалення своїх технологій та процесів. Запропоновані заходи, спрямовані на зменшення викидів, оптимізацію водоспоживання та управління відходами, що сприяють створенню більш сталого та екологічно чистого виробництва.

					КП.06.3.006.ПЗ	53
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## 8. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

### 8.1 Ефективність заходів з електрифікації та автоматизації цеху

Впровадження оновлення електрообладнання та розробка системи автоматизації безпрецедентно дозволить скоротити витрати на споживання електричної енергії за рахунок більш ефективного обладнання, споживання якого набагато менша, ніж попереднє. Розрахунок зменшення витрат наведений нижче.

Зменшення грошових витрат на електроенергію визначаємо за виразом [26]:

$$E_{el} = (W_{ic} - W_{np}) \cdot C_{el}, \quad (8.1)$$

де  $E_{el}$  – зменшення витрат на оплату спожитої електроенергії, грн.;

$W_{ic}$  – споживання електроенергії в базовому варіанті, кВт·год. Кількість споживаної електроенергії лінії виробництва твердого сиру складає  $W_{ic}=132895$  кВт·год;

$W_{np}$  – споживання електроенергії після впровадження запропонованих рішень, кВт·год;

$C_{el}$  – вартість електроенергії, грн. Приймаємо до розрахунку 5,68 грн/кВт·год.

Після впровадження запропонованих рішень споживання електроенергії розраховуємо за формулою [26]:

$$W_{np} = W_{ic} \cdot (100 - P), \quad (8.2)$$

де  $P$  – зниження споживання електроенергії у відсотках. Приймається до розрахунку  $P = 5 \%$ .

					КП.06.3.006.ПЗ	54
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$W_{np} = 132895 \cdot (100 - 5) = 126250 \text{ кВт}\cdot\text{год}.$$

$$E_{el} = (132895 - 126250) \cdot 5,68 = 37743,6 \text{ грн}.$$

Підвищення рівня електроозброєності визначимо за виразом [26]:

$$Z_{E.O.} = \frac{EO_{np} - EO_{існ}}{EO_{np}} \cdot 100, \quad (8.3)$$

де  $Z_{E.O.}$  – рівень підвищення споживання електроенергії, %;

$EO_{np}, EO_{існ}$  - значення електроозброєності, відповідно в проектному та базовому варіанті.

Значення електроозброєності, відповідно в проектному та базовому варіантах розраховується за формулою [26]:

$$EO_{np} = \frac{W_{np}}{n_{np}}, \quad (8.4)$$

$$EO_{існ} = \frac{W_{існ}}{n_{існ}}, \quad (8.5)$$

де  $n_{існ}, n_{np}$  - чисельність працівників відповідно в базовому та проектному варіантах  $n_{np} = n_{існ} = 4$ .

$$EO_{np} = \frac{126250}{4} = 31562,5 \text{ кВт}\cdot\text{год} / \text{чол},$$

					КП.06.3.006.ПЗ	55
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$EO_{\text{исн}} = \frac{132895}{4} = 33223,7 \text{ кВт}\cdot\text{год} / \text{чол},$$

$$Z_{\text{E.O.}} = \frac{31562,5 - 33223,7}{31562,5} \cdot 100 = -5,26\%$$

## 8.2 Ефективність заходів щодо впровадження системи керування лінією виробництва твердого сиру

У кваліфікаційному проекті пропонується розробка автоматизована лінія з виробництва твердого сиру, система управління якої знаходиться на стадії розробки. Додаткові грошові витрати розраховуються згідно з таблицею 8.1.

Таблиця 8.1 – Розрахунок додаткових грошових витрат

Найменування	Кількість, шт.	Розрахункова ціна, грн	Всього, грн.
АИР100L2	4	6875	27500
АИР80А4	2	4570	9140
АИР71В4	2	3740	7480
Реле температури 24-240 В, E.NEXT	1	808	808
Реле рівня F&F PZ-832RC	1	4500	4500
Пост кнопочий ХАL-В324	8	210	1680
Арматура світлосигнальна АL-22	4	45	180
Дзвінок ЗВ - 3	1	100	100
Пакетний перемикач ПКП Е9-16А 3Р	1	400	400
Реле часу12-240 в ас/dc	2	702	1404
<b>Разом</b>	-	-	53192

Проводимо розрахунок розміру річної економії[26]:

$$E_p = E_1 + E_2 + E_{\text{ел}}, \quad (8.6)$$

де  $E_p$  – річна економія, грн;

$E_1$  – економія від зменшення витрат на оплату, грн;

$E_2$  – економія від поліпшення якості продукції, грн.

Економія від зменшення витрат на оплату не розраховується тому, що кількість обслуговуючого персоналу не зменшилась.

Прибуток від поліпшення якості продукції розраховується за формулою [26]:

$$E_2 = (C_{p.пр.} - C_{p.існ.}) \cdot Q_{пр}, \quad (8.7)$$

де  $C_{p.пр.}$  – ціна реалізації продукції в проектованому варіанті, грн.;

$C_{p.існ.}$  – ціна реалізації продукції в існуючому варіанті, грн;

$Q_{пр}$  – обсяг випущеної продукції, кг.

Так, як виробництво гречки на підприємстві відбувалося, ціна реалізації продукції в існуючому варіанті  $C_{p.існ.} = 229$  грн. Після ціна продукції підвищеної якості становитиме  $C_{p.пр.} = 231,50$  грн.

$$E_2 = (231,50 - 229,99) \cdot 20000 = 30200 \text{ грн.}$$

Таким чином:

$$E_p = 30200 + 37743 = 67943 \text{ грн.}$$

					КП.06.3.006.ПЗ	57
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

### 8.3 Розрахунок терміну окупності додаткових капітальних вкладень

За формулою 8.8 було визначено термін, за який окупиться вкладений капітал на реконструкцію сирцеху[26]:

$$T_{ок} = \frac{K_{дод.}}{E_p}, \quad (8.8)$$

$$T_{ок} = \frac{53192}{67943} = 0,78 \text{ роки}$$

Нормативний строк окупності капітальних вкладень в сироварній промисловості  $1/0,18=5,55$  роки, тому отриманий термін окупності цілком прийнятний.

### 8.4 Розрахунок річного економічного ефекту

Значення річного економічного ефекту визначимо за виразом[26]:

$$E = E_p - E_n \cdot K_{дод.}, \quad (8.9)$$

де  $E_n$  – значення нормативного коефіцієнту ефективності капітальних вкладень. Приймається до розрахунку 0,18.

$$E = 67943 - 0,18 \cdot 53192 = 58368 \text{ грн.}$$

Розрахункові показники ефективності проектних рішень щодо автоматизації процесу виробництва твердого сиру виносяться до таблиці 8.2. та на лист графічної частини КП.06.3.006.ТБ.

					КП.06.3.006.ПЗ	58
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 8.2 – Техніко-економічні показники проекту

Показники	Варіант	
	існуючий	проектний
Обсяг споживання електроенергії, кВт·год.	132859	126250
Зменшення витрат на оплату спожитої електроенергії, грн	–	37743
Електроозброєність, кВт·год/чол.	33223	31562
Додаткові капітальні вкладення, грн.	–	53192
Прибуток від поліпшення якості продукції, грн	–	30200
Річна економія, грн.	–	67943
Термін окупності, рік.	–	0,78
Річний економічний ефект, грн	–	58368

**Висновок:** запровадження оновлення силового обладнання та розроблена система автоматизації цеху по виробництву твердих сирів показало, що витрати на електроенергію зменшаться на 37743 грн, а витрати, які були впроваджені на модернізацію окупляться за 0,78 року, що являє собою якісним показником.

## ВИСНОВКИ

1. В рамках проекту була розроблена автоматизована система керування лінією виробництва твердих сирів та проведена реконструкція системи електрифікації молочного цеху на ПАТ «Новгород-Сіверський сирзавод».

2. Були виконані розрахунки умов перевантажень та пуску, на основі яких були підбрані більш сучасні двигуни для обладнання сироробних установок.

3. Розроблені схеми керування, розміщення обладнання та освітлення для цеху з виробництва твердих сирів.

4. Були розглянуті питання охорони праці та проведена екологічна експертиза проекту.

5. Техніко-економічні розрахунки підтвердили необхідність та доцільність розробки автоматизованої системи керування та реконструкції системи електрифікації для підвищення ефективності виробництва.

6. Впровадження проекту дозволить модернізувати виробництво твердих сирів, підвищити рівень автоматизації, знизити витрати на електроенергію та поліпшити умови праці персоналу.

Таким чином, даний кваліфікаційний проект є актуальним та вирішує важливі завдання модернізації та підвищення ефективності виробництва твердих сирів на підприємстві.

					КП.06.3.006.ПЗ	60
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ПАТ «Новгород-Сіверський сирзавод». [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://nssz.com.ua/ua/contact-us/>.
2. Курсове і дипломне проектування: Навчальний посібник // П.С.Кашенко, О.І.Біленко, О.А.Устименко, та ін. – К., 2008. – 502 с.
3. ПУЕ. Правила улаштування електроустановок (перше переглянуте, перероблене, доповнене та адаптоване до умов України видання, станом на 21.08.2017).
4. Електропривод с.г. машин, агрегатів та потокових ліній. Є.Л. Жулай, Б.В. Зайцев, Ю.М. Лавриненко, О.С. Марченко, Д.Г. Войтюк. За ред. Жулая Є.Л. – Вища освіта, 2001. – 288 с.
5. Єдина система конструкторської документації (ЄСКД): Навчальний посібник / За ред. О. А. Анікієва. – Суми: Вид-во СумДУ, 2010. – 344 с.
6. Єдина система конструкторської документації (ЄСКД): Навчальний посібник / В. М. Бабенко, А. А. Панов, Ю. В. Федоров. – Київ: Вид-во НТУУ «КПІ», 2008. – 480 с.
7. Богомолів О.В. Курсове та дипломне проектування обладнання переробних і харчових підприємств: навч. посібник. / О.В.Богомолів, П.В. Гурський, В.П. Богомолів – Х.: Еспада, 2005. – 432 с.
8. Кушлик, Р. В., Яковлев, В. Ф., Куценко, Ю. М., Лисиченко, М. Л., Кунденко, М. П., & Федюшко, Ю. М. (2016). Електронне освітлення та опромінення: навч. посіб. для студентів вищ. навч. закл. (332 с.). ТОВ «Планета-прінт».
9. Дипломне проектування зі спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Методичні рекомендації. Частина 2 «Проектування внутрішньої силової розподільчої мережі. Вибір та перевірка пуско-захисної апаратури» для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» / С.О. Квітка, М.В. Постнікова. – Мелітополь: ТДАТУ, 2018. – 76 с.

					КП.06.3.006.ПЗ	61
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

10. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування: Навчальний посібник / Барало О.В., Самойленко П.Г., Гранат С.Є., Ковальов В.О. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 557 с.

11. Надійний захист та контроль вашого електрообладнання. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://principal.ua/p293234070-rele-vremeni-mnogofunktionalnoe.html?source=merchant\\_center&gad\\_source=1&gclid=Cj0KCQjw6auyBhDzARIsALIo6v85ffKbblndsLkh3pzwWEPrb9aWQe\\_4dKDQaYnaWlUqdYQDJB8jFWUaAirmEALw\\_wcB](https://principal.ua/p293234070-rele-vremeni-mnogofunktionalnoe.html?source=merchant_center&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw6auyBhDzARIsALIo6v85ffKbblndsLkh3pzwWEPrb9aWQe_4dKDQaYnaWlUqdYQDJB8jFWUaAirmEALw_wcB).

12. Реле контролю рівня рідини. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://res.ua/rele-kontrolyu-rivnya-ridini-f-f-pz-832rc.html>.

13. Каталог електродвигунів серії АИР. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://xn--80aqy.com.ua/katalog\\_elektrovigatelei\\_air/](https://xn--80aqy.com.ua/katalog_elektrovigatelei_air/).

14. Проектування систем електрифікації та автоматизації АПК : підручник / І. І. Мартиненко, В. П. Лисенко, Л. П. Тищенко, І. М. Болбот, П. В. Олійник. – К.: НМЦ Мін-ва аграрної політики України, 2008. – 330 с; 2020. – 330 с.

15. Реле контролю температури. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://001.com.ua/uk/rele-kontrolyu-temperatury-z-vynosnym-datchykom-e-control-h01-16a-as-dc-24-240-v-e-next#chars>.

16. Пакетний перемикач. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://amperok.com.ua/paketnyj\\_peremykach\\_asko\\_pkp\\_e9-16a\\_3p\\_1-0-2\\_a0110010007?gclid=Cj0KCQjw6auyBhDzARIsALIo6v-jRHNkoF2bG5Ee2Vt33sI3yGwjEILu1owABoKQbxeOd8r1CaCWVQEaAvPQEALw\\_wcB](https://amperok.com.ua/paketnyj_peremykach_asko_pkp_e9-16a_3p_1-0-2_a0110010007?gclid=Cj0KCQjw6auyBhDzARIsALIo6v-jRHNkoF2bG5Ee2Vt33sI3yGwjEILu1owABoKQbxeOd8r1CaCWVQEaAvPQEALw_wcB).

17. Світлова сигналізація. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://rsgroup.com.ua/p698262842-svetodiodnyj-indikator-ad22.html?source=merchant\\_center&gad\\_source=1&gclid=Cj0KCQjw6auyBhDzARIsALIo6v9kZWv7DHOmf7e-gV6z8q4aLGpN51W-EcHouLDb-rbtFIEpbhzb4OQaAnRKEALw\\_wcB](https://rsgroup.com.ua/p698262842-svetodiodnyj-indikator-ad22.html?source=merchant_center&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw6auyBhDzARIsALIo6v9kZWv7DHOmf7e-gV6z8q4aLGpN51W-EcHouLDb-rbtFIEpbhzb4OQaAnRKEALw_wcB).

					КП.06.3.006.ПЗ	62
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

18. Каталог кабельної продукції. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://www.avtomats.com.ua/3307-wire\\_apv.html](https://www.avtomats.com.ua/3307-wire_apv.html).

19. Каталог продукції E.NEXT. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://enext.ua/catalog/>.

20. I.B. Powell, M.C. Broome, G.K.Y. Limsowtin, Cheese | Starter Cultures: General Aspects, Editor(s): John W. Fuquay, Encyclopedia of Dairy Sciences (Second Edition), Academic Press, 2011, Pages 552-558. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374407-4.00066-2>.

21. V.V. Mistry, Cheese | Membrane Processing in Cheese Manufacture, Editor(s): John W. Fuquay, Encyclopedia of Dairy Sciences (Second Edition), Academic Press, 2002, Pages 618-624. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374407-4.00075-3>.

22. N.Y. Farkye, CHEESE | Microbiology of Cheesemaking and Maturation, Editor(s): Carl A. Batt, Mary Lou Tortorello, Encyclopedia of Food Microbiology (Second Edition), Academic Press, 2014, Pages 395-401. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384730-0.00059-8>.

23. Automatic line for Clipped, Suluguni, Kassery, Kashkaval, Provolone. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://comatonline.com/processed-cheese-topping-equipment-line/?gad\\_source=1&gclid=Cj0KCQjw9vqyBhCKARIsAIIcLMEDxV3aY7ZvjbPLWF E-PgkJEfmQt2aQLHEJAVEj7Tj7Ty2wBRYFaRIaAkEBEALw\\_wcB](https://comatonline.com/processed-cheese-topping-equipment-line/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw9vqyBhCKARIsAIIcLMEDxV3aY7ZvjbPLWF E-PgkJEfmQt2aQLHEJAVEj7Tj7Ty2wBRYFaRIaAkEBEALw_wcB).

24. Організація охорони праці в сільському господарстві : навчальний посібник / Д.А. Будко, В.Л. Луценков, М.Т. Воїнов, С.Д. Мазілін. – Сімферополь: Бізнес-інформ, 1998. – 368с.

25. Закон України «Про охорону праці» від 14 жовтня 1992 р. (Редакція станом на 20.01.2018).

26. Кравець О.В. Методичні вказівки до економічної частини дипломних проектів ФЕСВ / О.В. Кравець, М. І. Стручаєв. – Мелітополь : ТДАТА, 2004. – 15 с.

26. Методичні вказівки спрямовані для надання методичної допомоги здобувачам вищої освіти першого (бакалаврського) рівня з питань охорони праці

					КП.06.3.006.ПЗ	63
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

під час виконання розділу «Охорона праці» в випускних роботах для спеціальностей 208 «Агроінженерія» галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство», 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» галузь знань 14 «Електрична інженерія», 275 «Транспортні технології» галузь знань 27 «Транспорт» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

					КП.06.3.006.ПЗ	64
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		