

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет електроенергетики та електромеханіки

(повне найменування факультету)

Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного

(повна назва кафедри)

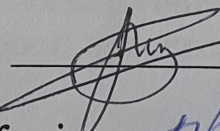
менеджменту

Бакалаврська дипломна робота на тему:

на тему:

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «МОГИЛІВ-ПОДІЛЬСЬКИЙ МОЛОКОЗАВОД»

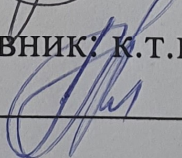
Виконав: студент 4-го курсу, групи ЗЕЕ-206
спеціальності 141 – Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)



Васьков І.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. каф. ЕСЕЕМ



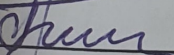
Бабенко О.В.

(прізвище та ініціали)

« 13 » червне 2024 р.

опущено до захисту

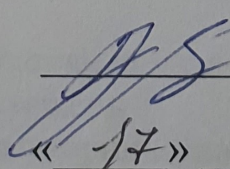
авідувач кафедри ЕСЕЕМ

 проф. Бурбело М.Й.

(прізвище та ініціали)

« 17 » 06 2024 р.

Рецензент к.т.н. доц. каф. ЕСС



Лещенко В.О.

(прізвище та ініціали)

« 17 » 06 2024 р.

Вінниця – 2024 року

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет електроенергетики та електромеханіки

Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту

Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр

Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕСЕЕМ

д.т.н., проф. Бурбело М.Й.

« 11 » 03 2024р.

ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ ДИПЛОМНУ РОБОТУ

Васьков Іван Васильович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи електропостачання товариства з обмеженою відповідальністю «Могилів-Подільський молокозавод», керівник роботи Бабенко Олексій Вікторович, к.т.н., доц., затверджені наказом по ВНТУ від «11» 03 2024 року, №80_

2. Строк подання студентом роботи « 11 » 06 2024 року

3. Вихідні дані до роботи: Генплан підприємства; план одного із цехів з технологічними плануваннями, відомості про особливості технологічних процесів; відомості про електричні навантаження підприємства та цеху; відомості про джерела живлення; відомості про перспективи розвитку підприємства (додаток А).

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки.

Анотація.

Вступ.

1. Загальні відомості про підприємство

Відомості про технологічні процеси

Відомості про електричні навантаження. Оцінка категорії з надійності електропостачання

2. Аналіз системи електропостачання підприємства.

2.1 Розрахунок електричних навантажень

2.2 Вибір та розміщення трансформаторних підстанцій

2.3 Вибір та розрахунок схеми електропостачання підприємства

2.3.1. Розрахунок зовнішнього електропостачання

2.3.2. Вибір комутаційного та захисного обладнання ЦРП

2.4 Розрахунок схеми електропостачання цеху

2.4.1. Вибір та розрахунок системи електропостачання цеху

2.4.2. Вибір комутаційних та захисних апаратів цехової електромережі

3. Розробка заходів з енергозбереження на ВАТ «Могилів-Подільський молочний завод»

Висновки

4. Охорона праці

4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту

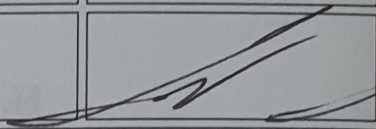
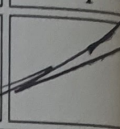
4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

4.3 Пожежна безпека

5. Перелік графічного матеріалу.

- Генплан підприємства із картограмою навантажень і розподільною мережею
- План цеху і силової мережі
- Розрахунково-монтажна таблиця
- Однолінійна схема електропостачання підприємства
- Креслення із спецпитання

6. Консультанти розділів роботи

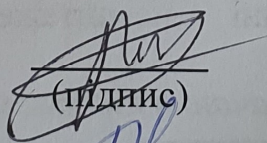
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завд при
Охорона праці	Кобилянський О.В., д.п.н., професор		

7. Дата видачі завдання « 24 » 03 2024 року

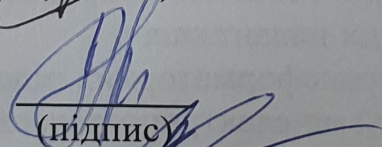
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Прим
1	Аналіз системи електропостачання підприємства	до 29.05.2024	<u>Вик</u>
2	Дослідження з актуальної для підприємства тематики	до 7.06.2024	<u>Вик</u>
3	Охорона праці	до 10.06.2024	<u>Вик</u>
4	Графічна частина роботи	до 11.06.2024	<u>Вик</u>

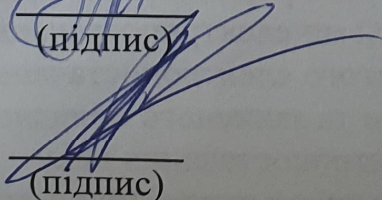
Студент


(підпис)

Керівник бакалаврської дипломної роботи


(підпис)

Нормоконтроль


(підпис)

Васьков І.В.
(прізвище та ініціали)

Бабенко О.В.
(прізвище та ініціали)

Войтюк Ю.П.
(прізвище та ініціали)

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
 (повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет електроенергетики та електромеханіки
 (повне найменування факультету)
Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного
 (повна назва кафедри)
менеджменту

Бакалаврська дипломна робота на тему:

на тему:

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «МОГИЛІВ-ПОДІЛЬСЬКИЙ МОЛОКОЗАВОД»

Виконав: студент 4-го курсу, групи ЗЕЕ-206
спеціальності 141 – Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка
 (шифр і назва спеціальності)

_____ Васьков І.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. каф. ЕСЕЕМ

_____ Бабенко О.В.

(прізвище та ініціали)

«_____» _____ 2024 р.

Рецензент _____

_____ (прізвище та ініціали)

«_____» _____ 2024 р.

Допущено до захисту
 Завідувач кафедри ЕСЕЕМ
 _____ проф. Бурбело М.Й.
 (прізвище та ініціали)
 «_____» _____ 2024 р.

Вінниця – 2024 року

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет електроенергетики та електромеханіки
Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту
Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр
Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ЕСЕЕМ
д.т.н., проф. Бурбело М.Й.

«___» _____ 2024р.

**ЗАВДАННЯ
НА БАКАЛАВРСЬКУ ДИПЛОМНУ РОБОТУ**

Васьков Іван Васильович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи електропостачання товариства з обмеженою відповідальністю «Могилів-Подільський молокозавод», керівник роботи Бабенко Олексій Вікторович, к.т.н., доц., затверджені наказом по ВНТУ від «11» _03_ 2024 року, №80_
2. Строк подання студентом роботи «_11_»_06_ 2024 року
3. Вихідні дані до роботи: Генплан підприємства; план одного із цехів з технологічними плануваннями, відомості про особливості технологічних процесів; відомості про електричні навантаження підприємства та цеху; відомості про джерела живлення; відомості про перспективу розвитку підприємства (додаток А).
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки.
 - Анотація.
 - Вступ.
 - 1. *Загальні відомості про підприємство*
 - Відомості про технологічні процеси
 - Відомості про електричні навантаження. Оцінка категорії з надійності електропостачання
 - 2. *Аналіз системи електропостачання підприємства.*
 - 2.1 Розрахунок електричних навантажень
 - 2.2 Вибір та розміщення трансформаторних підстанцій
 - 2.3 Вибір та розрахунок схеми електропостачання підприємства
 - 2.3.1. Розрахунок зовнішнього електропостачання
 - 2.3.2. Вибір комутаційного та захисного обладнання ЦРП
 - 2.4 Розрахунок схеми електропостачання цеху
 - 2.4.1. Вибір та розрахунок системи електропостачання цеху
 - 2.4.2. Вибір комутаційних та захисних апаратів цехової електромережі
 - 3. Розробка заходів з енергозбереження на ВАТ «Могилів-Подільський молочний завод»
 - Висновки
 - 4. Охорона праці
 - 4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту
 - 4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії
 - 4.3 Пожежна безпека
 - ВИСНОВКИ
 - Література
5. Перелік графічного матеріалу.

- Генплан підприємства із картограмою навантажень і розподільною мережею
- План цеху і силової мережі
- Розрахунково-монтажна таблиця
- Однолінійна схема електропостачання підприємства
- Креслення із спецпитання

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Кобилянський О.В., д.п.н., професор		

7. Дата видачі завдання « 27 » ____ 05 ____ 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз системи електропостачання підприємства	до 29.05.2024	
2	Дослідження з актуальної для підприємства тематики	до 7.06.2024	
3	Охорона праці	до 10.06.2024	
4	Графічна частина роботи	до 11.06.2024	

Студент	_____	<u>Васьков І.В.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Керівник бакалаврської дипломної роботи	_____	<u>Бабенко О.В.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	_____	<u>Войтюк Ю.П.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)

УДК 621.311

Анотація

Васьков І.В. Розробка системи електропостачання товариства з обмеженою відповідальністю «Могилів-Подільський молокозавод». Бакалаврська дипломна робота. Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.- Вінниця: ВНТУ, ФЕЕЕМ. Кафедра ЕСЕЕМ, 2024.

Представлено розробку елементів системи електропостачання ТОВ «Укрфлора-Вінниця», що передбачає розрахунок та вибір основних її складових з відповідними перевірками.

Розроблено заходи з енергозбереження на молокозаводі.

Розглянуті основні аспекти безпечної експлуатації електрообладнання та охорони праці.

Рис. 10

Табл. 12

Бібл. 16

UDC 621.311

Abstract

Vaskov I.V. Development of the power supply system of the limited liability company "Mohyliv-Podilskyi molokozavod". Bachelor qualification work. Specialty 141 - Electric power engineering, electrical engineering and electromechanics. - Vinnytsia: VNTU, FEEEM. ESEEM Department, 2024.

The development of the elements of the power supply system of LLC "Ukrflora-Vinnytsia" is presented, which involves the calculation and selection of its main components with appropriate checks.

Energy saving measures have been developed at the dairy plant.

The main aspects of safe operation of electrical equipment and labor protection are considered.

Fig. 10

Table 12

Bibl. 16

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО	8
1.1 Опис технологічного процесу ТОВ «Могилів-Подільський молочний завод»...	8
1.2 Відомості про електроспоживачів.....	12
2 АНАЛІЗ ТА СИНТЕЗ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ МОЛОКОЗАВОДУ.....	14
2.1. Обґрунтування схеми електропостачання маслоцеху.....	14
2.2 Визначення розрахункових електричних навантажень цеху.....	15
2.3 Вибір основного електрообладнання та провідників	19
2.4 Визначення розрахункових навантажень молочного заводу.....	21
2.5 Розрахунок центру електричних навантажень підприємства.....	25
2.6 Вибір потужності та місця встановлення цехових трансформаторних підстанцій.....	27
2.7 Обґрунтування вибору схеми живлення підприємства та вибір обладнання 10 кВ.....	30
3. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ НА ВАТ «МОГИЛІВ- ПОДІЛЬСЬКИЙ МОЛОЧНИЙ ЗАВОД».....	33
5 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	42
5.1 Технічні рішення щодо безпечної експлуатації об'єкта	42
5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії	45
5.2.1 Мікроклімат	45
5.2.2 Склад повітря робочої зони.....	46
5.2.3 Виробниче освітлення	46
5.2.4 Виробничий шум	47
5.3 Пожежна безпека	48
ВИСНОВКИ.....	52
ЛІТЕРАТУРА.....	53
ДОДАТКИ.....	56
Додаток А – Вихідні дані	57

Додаток Б – Протокол перевірки роботи на наявність текстових запозичень.....	60
Додаток В – Ілюстративний матеріал.....	61

Вступ

Актуальність теми. Сучасний стан виробництва молочної продукції вимагає поряд з розробкою надійної системи електропостачання впровадження енергоефективних технологій переробки молочної продукції. Саме з енергозберігаючою технологією пов'язана актуальність розробки бакалаврської роботи, що потребує синтезу системи електропостачання з відповідними заходами щодо енергозбереження.

Мета і задачі дослідження. Метою бакалаврської дипломної роботи є створення сучасної системи електропостачання з розробкою основних заходів щодо енергозбереження технологічного процесу виробництва молочної продукції.

Задачі бакалаврської дипломної роботи:

- розробити систему електропостачання товариства з обмеженою відповідальністю «Могилів-Подільський молокозавод»;
- розробити організаційно-економічні заходи та надати рекомендації з енергозбереження по переробці молочної продукції;

Об'єкт дослідження – система електропостачання ТОВ «Могилів-Подільський молокозавод».

Предмет дослідження – аналіз та впровадження енергозберігаючих заходів в роботу системи електропостачання підприємства.

Методи досліджень. У бакалаврській дипломній роботі застосовані методи електроенергетики, її основних законів, методики визначення електричних навантажень.

Наукова новизна. Полягає в розробці оптимальної системи електропостачання молочного заводу, яка б відповідала сучасним тенденціям енергозбереження при безумовному забезпеченню виконання технологічного процесу, що є актуальним в умовах обмеження потужності споживання.

Практична цінність. Запропонована система електропостачання дозволяє удосконалити та забезпечити процес переробки молочної продукції в умовах обмеження електричних потужностей з впровадженням організаційних заходів щодо енергозбереження, що може бути поширена для молочних заводів, що експлуатуються або проектуються.

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО

1.1 Опис технологічного процесу ТОВ «Могилів-Подільський молочний завод»

Технологічний процес виробництва молочних продуктів проходить декілька важливих етапів, при чому якість їх проведення може негативно вплинути на кінцеву продукцію. Молоко відноситься до продуктів, які вимагають після його отримання швидкого охолодження до температури 4°C інакше воно може втратити свої властивості, що приведе до появи небезпечних мікроорганізмів. Слід мати на увазі, що молоко згідно з чинним законодавством повинно відповідати спеціальним умовам державного стандарту. Саме в ньому регламентовані вимоги до мікробіологічних та фізико-хімічних властивостей молока.

В процесі переробки молока його розбавляють обезжиреною сировиною, що дає можливість досягти потрібної жирності. Цей процес отримав назву гомогенізації. Зауважимо, що при цьому молоко повинно бути охолодженим. Для проведення процесу гомогенізації використовується спеціальні пристрої, які отримали назву гомогенізатори. В ньому за рахунок високого тиску молоко проходить через спеціальну щілину, що дозволяє розбити жирові кульки в молоці на менші частини. Для покращення збереження молока на завершальному етапі воно проходить теплову обробку. При цьому всі корисні речовини, а особливо білок-казеїн, залишаються в недоторканому стані.

На рисунку 1.1 зображений можливий процес теплової обробки за рахунок непрямої стерилізації.

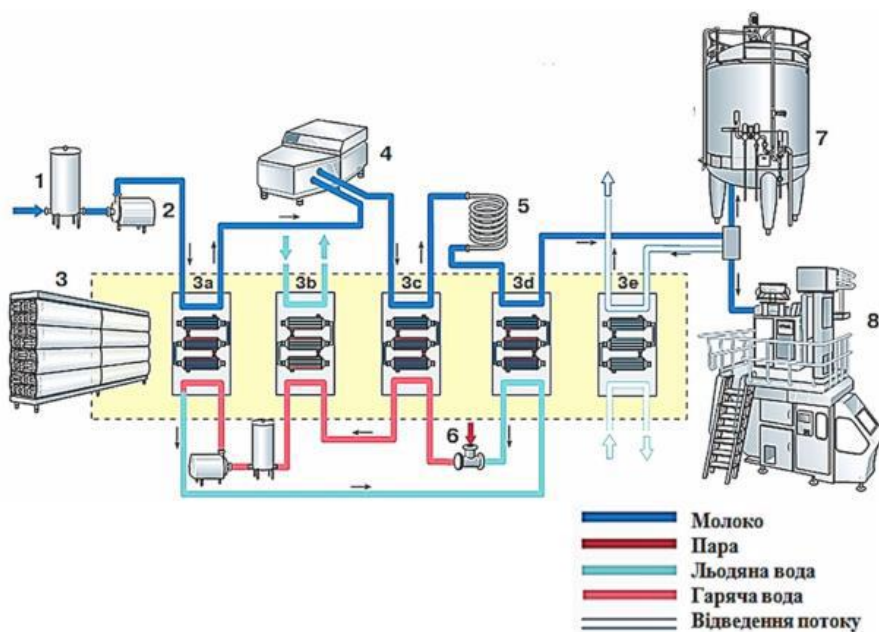


Рисунок 1.1- Процес непрямой стерилізації

1 - бак; 2- циркуляційний насос; 3 - теплообмінник: 3а - попередній підігрів; 3б - ділянка охолодження; 3с - ділянка нагріву; 3д – вузол регенерації; 3е – вузол зворотного потоку для охолодження; 4 - гомогенізатор; 5 – витримувач трубчастого типу; 6 - подача пару; 7 - резервуар; 8 - фасувальний апарат.

Для пастеризації молока необхідно провести наступні операції:

1. Технологічна операція, що передбачає очищення молока в спеціальних фільтрах та пристроях, призначених для цього.

2. Процес, що передбачає нормалізацію молочної сировини у сепараторах, який забезпечує однорідність жирності.

3. Гомогенізація – це процес пропускання молока, що повинно знаходитися під великим тиском, через спеціальні клапани (насоси). При цьому утворюється стабільна емульсійна маса, яка запобігає відокремленню жиру.

4. Пастеризація – процес, що відбувається шляхом нагрівання молока до температури 76 ± 2 °C та витримка його протягом 16 - 20 секунд. За рахунок цього процесу більшість шкідливих мікроорганізмів знищується.

5. Охолодження – процес проходить в спеціальних пластинчастих установках до досягнення молоком температури, при якій можна зберігати. Цей процес є гарантією збереження якості молока та термінів його зберігання.

6. Розлив – це останній крок, який проходить пастеризоване молоко перед потраплянням його в спеціальні пляшки або пакети, що забезпечують його зберігання та зручність у використанні.

Перераховані технологічні операції є дуже важливими для досягнення необхідних показників держстандарту, що регламентують якість пастеризованого молока.

На рисунку 1.2 представлений технологічний процес виробництва кисломолочних напоїв.

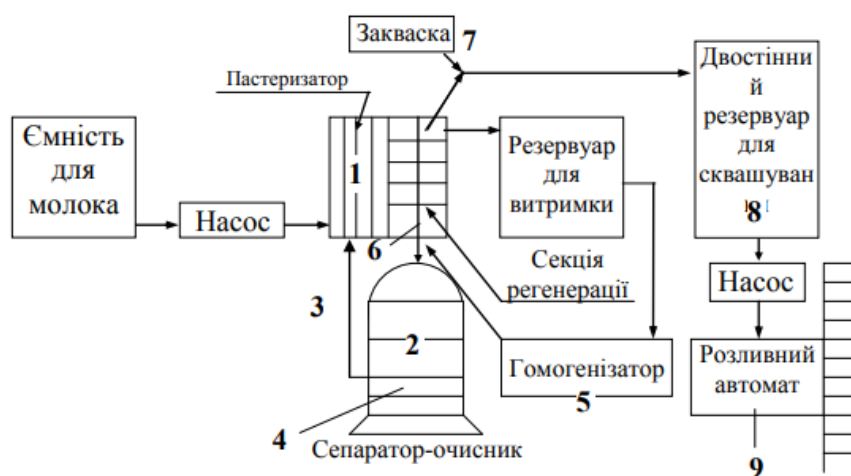


Рисунок 1.2 – Принципова схема виготовлення кисломолочних продуктів

1 - пастеризація; 2 - очистка; 3 - нагрівання з витримкою часу;
4 - очисник; 5 - гомогенізація; 6 - охолодження для кефіру; 7- змішування продукції;
8 - сквашування; 9 – процес розливання.

1.2 Відомості про електроспоживачів

ТОВ «Могилів-Подільський молокозавод» складається з ряду цехів, що мають різну потужність та задіяні в загальній схемі технологічного процесу. Надамо відомості про електричні навантаження підприємства (таблиця 1.1), а генеральний план підприємства представлений на рисунку 1.1.

На рисунку 1.2 зображений будівельний план маслоцеху з розміщенням необхідного обладнання, який в подальшому буде предметом детального розгляду, а у таблиці 1.2 наведено перелік обладнання та значення його активних потужностей.

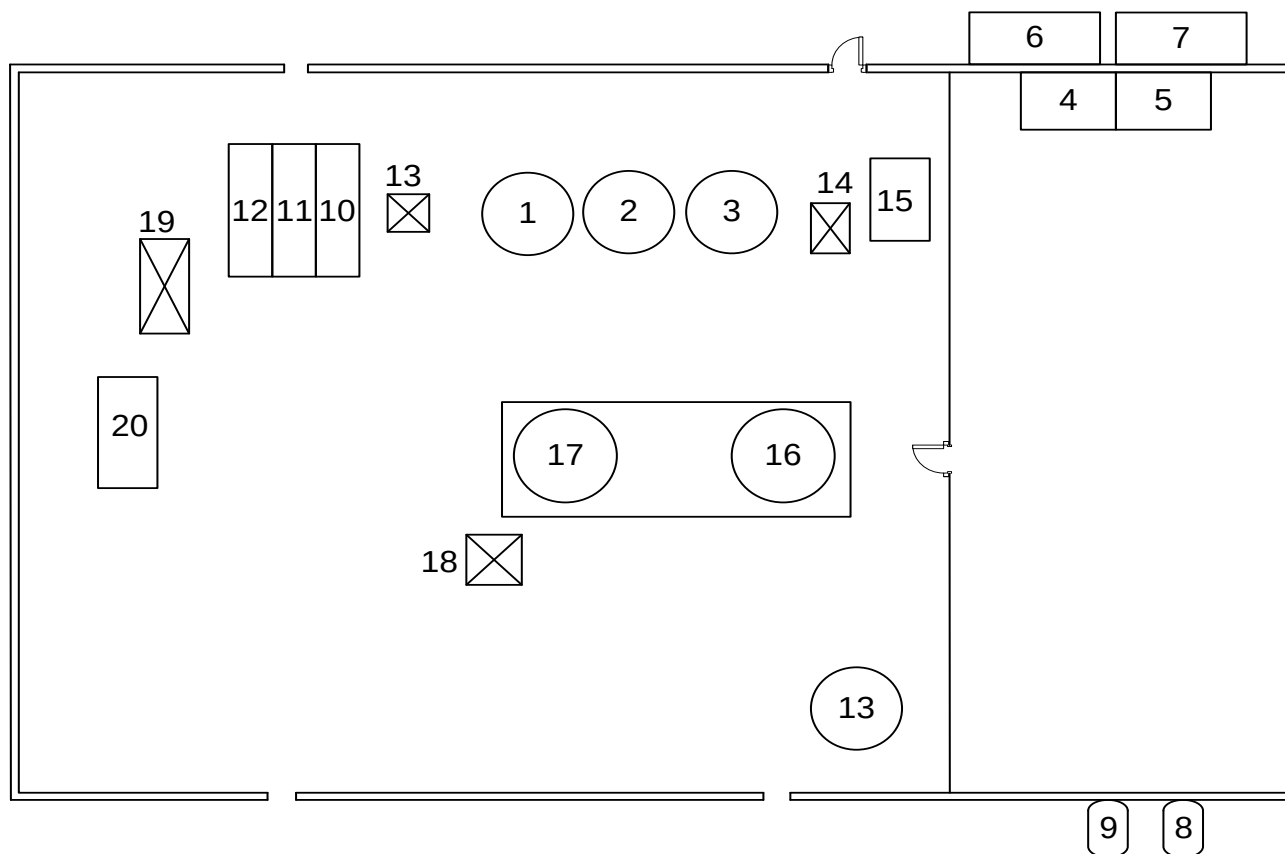


Рисунок 1.2 – Будівельний план маслоцеху

Таблиця 1.2 – Інформація про електричні споживачі маслоцеху

№	Назва обладнання	Тип обладнання	Кількість, шт..	Р _н , кВт
1-3	Сепаратори	Ж5-ОС2-НС	3	6
4-5	Вентилятори	ІКА-125	2	3
6-7	Вентилятори-дуйки	ОВР-С	2	2,1
8-9	Компресор	НФ-612, МФ-812	2	6,5
10-12	Масловиготовлювач	Т1-ОМ-2т	3	2,2
13	Насос на пахти	ВЗ-ОРА-10	1	2,2
14	Насос для викачки вершків	ВЗ-ОРА-10	1	1,1
15	Пастеризатор	А1-ОТЛ-5000	1	30

Продовження табл. 1.2 – Інформація про електричні споживачі
маслоцеху

16-17	Вентилятори	ІКА-125	2	2,2
18	Насос центробіжний	ВЗ-ОРА-10	1	1,1
19	Шнековий насос	36 МЦН-10	1	22
20	Фасувальний АРМ	М6 АРУ	1	1,1

2 АНАЛІЗ ТА СИНТЕЗ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ МОЛОКОЗАВОДУ

Цей розділ передбачає розрахунок мереж живлення як самого підприємства так і одного із обраних цехів, в якому будуть розроблені всі необхідні питання, що стосуються функціонування системи електропостачання загалом.

2.1. Обґрунтування схеми електропостачання маслоцеху.

Електричні навантаження маслоцеху повинні отримувати живлення на напрузі 0,4 кВ. Для таких мереж існує декілька варіантів схем живлення. Серед них потрібно відмітити магістральні, радіальні та змішані схеми. При виборі певної схеми електропостачання потрібно враховувати декілька факторів, що можуть істотно впливати на надійність електропостачання. Саме забезпечення надійності електропостачання обумовлює вибір тієї чи іншої схеми. Вимоги до схем сформульовані в [1,3], де також вказані умови використання існуючих схем електропостачання.

Не останнє місце у виборі конфігурації схеми електропостачання відіграють архітектурні особливості будівлі та розміщення обладнання по його площі, що задіяне в основному технологічному процесі. Аналізуючи останнє зауваження приймемо радіальну схему електропостачання споживачів маслоцеху.

Радіальна схема електропостачання для умов цеху підприємства передбачає спорудження трансформаторної підстанції 10/0,4 кВ прибудованого виконання. Від підстанції через розподільчі пристрої РП1-РП3 живляться окремими радіальними лініями всі електричні навантаження даного цеху. Доцільно звернути увагу на що споживачі 1-3, 10-15, 19-20 пропонується заживити від розподільчого пристрою 1, приймачі 4-7 від РП-2, а електроприймачі 8-9, 16-18 від РП-3. Такий розподіл електроприймачів по розподільчих пристроях обумовлений їх розташуванням по площі цеху та участі в технологічному процесі.

План системи електропостачання маслоцеху з силовою електричною мережею представлений на рисунку 2.1

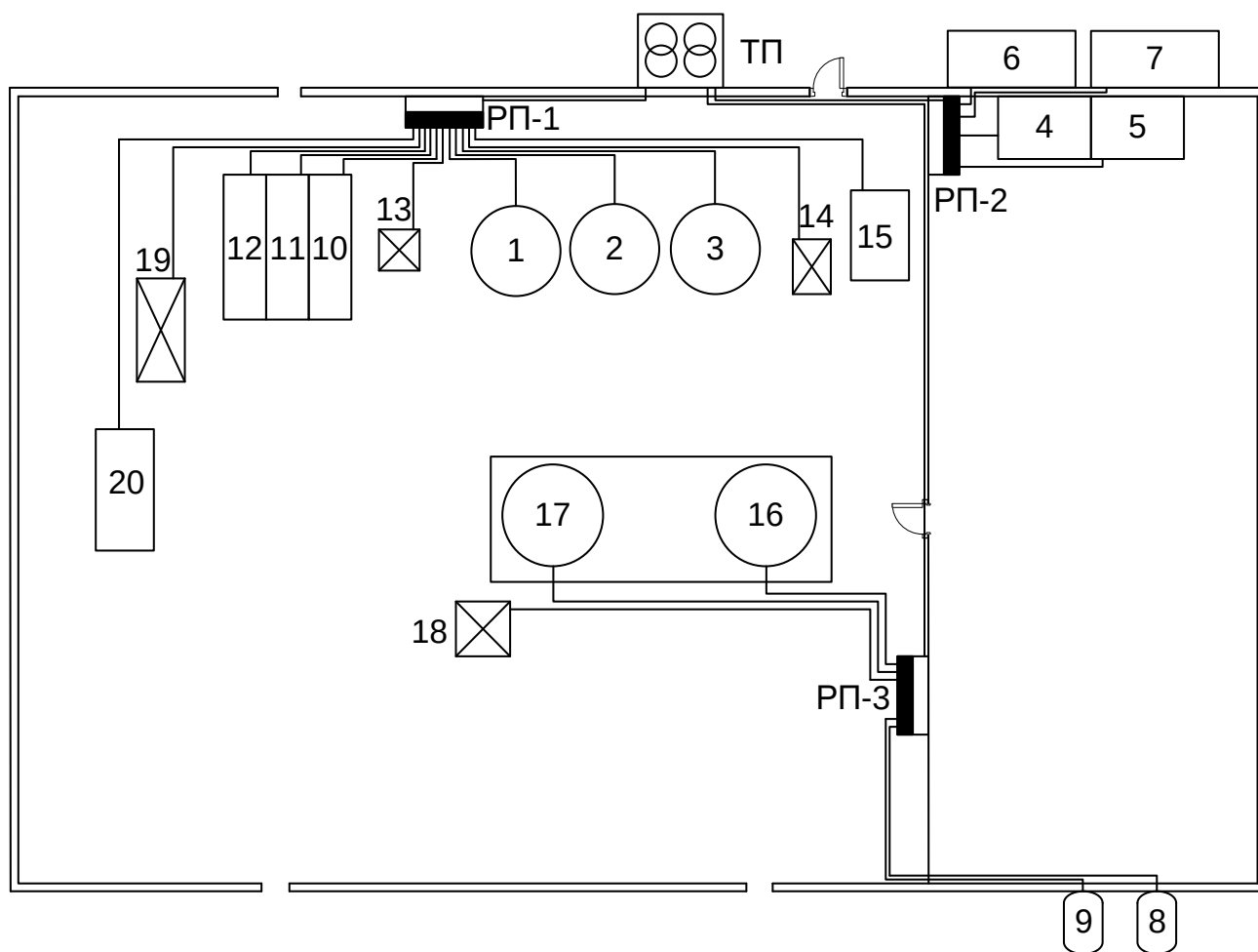


Рисунок 2.1 - План електропостачання маслоцеху

2.2 Визначення розрахункових електричних навантажень цеху

Важливість розрахунку з визначення електричних навантажень обумовлена тим, що на основі цієї інформації виконується всі інші розрахунку та вибір необхідного електротехнічного обладнання та провідниково-кабельної продукції живлячої мережі.

Розрахунок електричних навантажень будемо виконувати по загальноприйнятій в проектній практиці методиці, що описана [3].

Наведемо приклад розрахунку, який буде поширено на всі споживачі маслоцеху.

Визначимо значення середньої активної та реактивної потужності для:

- фасувального АРМ 20:

$$P_c = n \cdot P_n \cdot K_B = 1 \cdot 1,1 \cdot 0,3 = 0,33(\text{кВт}), \quad (2.1)$$

$$Q_c = n \cdot P_n \cdot K_B \cdot \operatorname{tg} \varphi = 1 \cdot 1,1 \cdot 0,3 \cdot 1,02 = 0,34 (\text{квар}). \quad (2.2)$$

- сепараторів 1-3:

$$P_c = n \cdot P_n \cdot K_B = 3 \cdot 6 \cdot 0,6 = 10,8 (\text{кВт}),$$

$$Q_c = n \cdot P_n \cdot K_B \cdot \operatorname{tg} \varphi = 3 \cdot 6 \cdot 0,6 \cdot 1,02 = 11,02 (\text{квар}).$$

Для визначення розрахункових навантажень, що приєднанні до РП-1 скористуємося наступною послідовністю. Визначимо спочатку коефіцієнт використання групи та ефективне число споживачів, відповідно:

$$K_B = \frac{\sum n \cdot P_n \cdot k_B}{\sum n \cdot P_n} = 0,3, \quad (2.3)$$

$$n_e = \frac{\left(\sum n \cdot P_n \right)^2}{\sum n \cdot P_n^2} = 1, \quad (2.4)$$

- де k_B – коефіцієнт використання певного споживача, визначається з [3].

Також згідно [3] знайдемо значення коефіцієнта максимуму навантаження, він рівний $K_M = 2,67$ і визначимо відповідні значення потужностей споживачів:

$$P_M = K_M \cdot K_B \cdot n \cdot P_n = 2,67 \cdot 0,3 \cdot 1,1 = 0,88 (\text{кВт}), \quad (2.5)$$

$$Q_M = 1,1 \cdot K_B \cdot n \cdot P_n \cdot \operatorname{tg} \varphi = 1,1 \cdot 0,34 = 0,37 (\text{квар}). \quad (2.6)$$

У випадку, коли значення ефективного числа електроприймачів більше 10 ($n_e \geq 10$), то в формулу (1.6) замість коефіцієнту 1,1 вводиться коефіцієнт 1,0.

Визначимо повну потужність S_M частини електроприймачів, що під'єднанні до РП:

$$S_M = \sqrt{P_M^2 + Q_M^2} = \sqrt{0,88^2 + 0,37^2} = 0,96 (\text{кВА}). \quad (2.7)$$

Для іншої частини навантаження РП1 повторимо аналогічні розрахунки:

$$P_M = \sum n \cdot P_n \cdot K_B = 10,8 + 5,28 + 0,77 + 22,5 + 15,4 = 54,75 (\text{кВт}), \quad (2.8)$$

$$Q_M = \sum n \cdot P_n \cdot K_B \cdot \operatorname{tg} \phi = 11,02 + 3,96 + 0,68 + 26,33 + 13,55 = 55,53 \text{ (квар)}. \quad (2.9)$$

$$S_M = \sqrt{P_M^2 + Q_M^2} = \sqrt{54,75^2 + 55,53^2} = 77,98 \text{ (кВА)}. \quad (2.10)$$

Значення S_M в цілому для РП-1:

$$S_M = \sqrt{P_M^2 + Q_M^2} = \sqrt{(0,88 + 54,75)^2 + (0,37 + 55,53)^2} = 78,87 \text{ (кВА)}. \quad (2.11)$$

Користуючись наведеним алгоритмом, що викладений в скороченому вигляді, виконуємо всі необхідні розрахунки, що стосуються електроприймачів, які під'єднанні до всіх інших розподільчих пристроїв та надамо отриманні результати в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1– Результати розрахунку навантажень маслоцеху

Найменування ЕП	п, шт	P_H , кВт	P_H^2	$n \cdot P_H$, кВт	K_B	$\cos\varphi$	$n \cdot P_H \cdot K_B$, кВт	$n \cdot P_H \cdot K_B \cdot \tan\varphi$, квар	$n \cdot P_H^2$	n_e	K_M	P_M , кВт	Q_M , квар	S_M , кВА
РП-1														
гр.А														
Фасувальний АРМ(20)	1	1,1	1,21	1,1	0,30	1,02	0,33	0,34	1,21					
Всього гр.А	1		1,21	1,1	0,30		0,33	0,34	1,21	1	2,67	0,88	0,37	0,96
гр.Б														
Сепаратори(1-3)	3	6	36	18	0,60	1,02	10,80	11,02	108					
Масловиготовлювач(10-12)	3	2,2	4,84	6,6	0,80	0,75	5,28	3,96	14,52					
Насос для викачки вершків(14)	1	1,1	1,21	1,1	0,70	0,88	0,77	0,68	1,21					
Пастеризатор(15)	1	30	900	30	0,75	1,17	22,50	26,33	900					
Шнековий насос(19)	1	22	484	22	0,70	0,88	15,40	13,55	484					
Всього гр.Б	9		1426,1	77,7			54,75	55,53	1507,73			54,75	55,53	77,98
Всього РП-1	10			78,8			55,08	55,87				55,63	55,90	78,87
РП-2														
гр.Б														
Вентилятори(4-5)	2	3	9	6	0,75	0,75	4,50	3,38	18					
Вентилятори-дуйки(6-7)	2	2,1	4,41	4,2	0,65	0,88	2,73	2,40	8,82					
Всього гр.Б	4		13,41	10,2			7,23	5,78	26,82			7,23	5,78	9,25
Всього РП-2	4			10,2			7,23	5,78				7,23	5,78	9,25
РП-3														
гр.Б														
Компресор(8-9)	2	6,5	42,25	13	0,65	0,75	8,45	6,34	84,5					
Насос на пахти(13)	1	2,2	4,84	2,2	0,70	0,88	1,54	1,36	4,84					
Вентилятори(16-17)	2	2,2	4,84	4,4	0,70	0,75	3,08	2,31	9,68					
Насос центробіжний(18)	1	1,1	1,21	1,1	0,70	0,88	0,77	0,68	1,21					
Всього гр.Б	6		53,14	20,7			13,84	10,68	100,23			13,84	10,68	17,48
Всього РП-3	6			20,7			13,84	10,68				13,84	10,68	17,48
Всього гр.А	1		1,21	1,1	0,30		0,33	0,34	1,21	1	2,67	0,88	0,90	1,26
Всього гр.Б	19		1492,6	108,6			75,82	71,99	1634,78			75,82	71,99	104,55
Всього навантаження цеху	20			109,7			76,15	72,32	1635,99			76,70	72,89	105,81

2.3 Вибір основного електрообладнання та провідників

Вибір електротехнічного обладнання та провідниково-кабельної продукції базується на результатах розрахунку електричних навантажень, що наведені в таблиці 2.1.

Особливістю виконання прийнятої радіальної схеми електропостачання є те, що кожна лінія живлення потребує окремого захисту та можливості комутаційних перемикачів. Тому доцільно використовувати автоматичні вимикачі, умови вибору яких наведені в [3]. Результати вибору представлені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Результати вибору автоматичних вимикачів 0,4 кВ.

Лінія	S _м , кВА	I _м , А	I _п , А	Тип захисного апарата	I _{ном в} , А	I _н розч(розр), А	I _н розч, А	I _{сВ} (розр), А	I _{сВ} , А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ТП2- РП-1	78,87	119,82	313,54	ВА 55-37	160	131,81	160,0	470,31	480
ТП2 - РП-2	9,25	14,06	33,43	ВА 55-37	160	15,47	100,8	50,15	201,6
ТП2 - РП-3	17,48	26,56	69,52	ВА 55-37	160	29,22	100,8	104,28	201,6
РП-1 - ЕП 1-3	6	9,12	45,58	ВА 51-25	25	9,12	10	95,72	100
РП-1 - ЕП 10-12	2,2	3,34	16,71	ВА 51-25	25	3,34	6,3	35,10	44,1
РП-1 - ЕП 14	1,1	1,67	8,36	ВА 51-25	25	1,67	6,3	17,55	44,1
РП-1 - ЕП 15	30	45,58	227,90	ВА 51-31	100	45,58	50	478,59	500
РП-1 - ЕП 19	22	33,43	167,13	ВА 51-31	100	33,43	40	350,97	400
РП-1 - ЕП 20	1,1	1,67	8,36	ВА 51-25	25	1,67	6,3	17,55	44,1
РП-2 - ЕП 4-5	3	4,56	22,79	ВА 51-25	25	4,56	6,3	47,86	63
РП-2 - ЕП 6-7	2,1	3,19	15,95	ВА 51-25	25	3,19	6,3	33,50	44,1
РП-3 - ЕП 8-9	6,5	9,88	49,38	ВА 51-25	25	9,88	12,5	103,70	125
РП-3 - ЕП 13	2,2	3,34	16,71	ВА 51-25	25	3,34	6,3	35,10	44,1
РП-3 - ЕП 16-17	2,2	3,34	16,71	ВА 51-25	25	3,34	6,3	35,10	44,1
РП-3 - ЕП 18	1,1	1,67	8,36	ВА 51-25	25	1,67	6,3	17,55	44,1

Для універсальності використання електрообладнання прийняті до встановлення автоматичні вимикачі вітчизняного виробництва.

Завершальним етапом створення системи електропостачання цехової мережі є вибір способу прокладки та провідників живлячої мережі. Основні рекомендації з цього приводу наведені в ПУЕ [1] та в [3]. Умови вибору провідників надані в [3].

Провівши необхідні розрахунки та виконавши вибір необхідних матеріалів, наведемо отримані результати в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Результати вибору провідників мережі 0,4 кВ та способу їх прокладання.

Лінія	Ім, А	Ін розч, А	Тип провідника	Спосіб прокладки	S, мм ²	Ідоп, А
ТП - РП-1	119,82	160	АВВГ	в кабельних каналах	4х70	128,8
ТП - РП-2	14,06	100,8	АВВГ	в кабельних каналах	4х2,5	17,48
ТП - РП-3	26,56	100,8	АВВГ	в кабельних каналах	4х6	29,44
РП-1 - ЕП 1-3	9,12	10	АПВ	в ел.техн. трубах	4(1х4)	21
РП-1 - ЕП 10-12	3,34	6,3	АПВ	в ел.техн. трубах	4(1х4)	21
РП-1 - ЕП 14	1,67	6,3	АПВ	в ел.техн. трубах	4(1х4)	21
РП-1 - ЕП 15	45,58	50	АПВ	в ел.техн. трубах	4(1х16)	55
РП-1 - ЕП 19	33,43	40	АПВ	в ел.техн. трубах	4(1х10)	38
РП-1 - ЕП 20	1,67	6,3	АПВ	в ел.техн. трубах	4(1х4)	21
РП-2 - ЕП 4-5	4,56	6,3	АПВ	в ел.техн. трубах	4(1х4)	21
РП-2 - ЕП 6-7	3,19	6,3	АПВ	в ел.техн. трубах	4(1х4)	21
РП-3 - ЕП 8-9	9,88	12,5	АПВ	в ел.техн. трубах	4(1х4)	21
РП-3 - ЕП 13	3,34	6,3	АПВ	в ел.техн. трубах	4(1х4)	21
РП-3 - ЕП 16-17	3,34	6,3	АПВ	в ел.техн. трубах	4(1х4)	21
РП-3 - ЕП 18	1,67	6,3	АПВ	в ел.техн. трубах	4(1х4)	21

Підсумовуючи результати, отриманні в цьому підрозділі можна зробити висновок, що для ефективного функціонування живлячої мережі цеху 0,4 кВ обрано необхідне обладнання та матеріали.

2.4 Визначення розрахункових навантажень молочного заводу.

Наступним кроком, що забезпечить створення надійної системи електропостачання підприємства є визначення та розрахунок електричних навантажень цехів, що утворюють комплексну заводську систему живлення.

Оберемо один із цехів підприємства, наприклад, адмінбудівлю та покажемо алгоритм визначення розрахункових навантажень. Зробимо зауваження про те, що розрахунок будемо проводити у спрощеному вигляді з урахуванням коефіцієнту попиту навантаження. Іншою особливістю розрахунку є те, що при визначення сумарного розрахункового навантаження цеху необхідно врахувати потужність освітлювальних установок.

Наведемо стислий алгоритм розрахунку, визначимо середнє навантаження для силового обладнання за виразами:

$$P_{mc} = P_n \cdot K_n = 20 \cdot 0,4 = 8 \text{ (кВт)}, \quad (2.12)$$

$$Q_{mc} = P_{mc} \cdot \operatorname{tg} \varphi = 8 \cdot 0,62 = 4,96 \text{ (квар)}, \quad (2.13)$$

- де K_n – коефіцієнт попиту [3].

Потужності освітлення рекомендується враховувати при такому розрахунку використовуючи коефіцієнт попиту освітлювального навантаження. Окрім того номінальну потужність освітлювальних установок потрібно визначити наближено орієнтуючись на питому потужність на 1м^2 площі певного цеху. Таким чином розрахункове значення потужності освітлення можна визначити за виразом:

$$P_{m.o.} = K_{п.о.} (p_{пит.о} \cdot F) \text{ [кВт]}. \quad (2.14)$$

При наявності у світильників пускорегулюючої апаратури її враховують в загальному значенні потужності освітлення наступним чином:

$$P_{mo} = P_{пит.о} \cdot K_{по} \cdot K_{пра} \cdot F = 0,015 \cdot 0,85 \cdot 1,2 \cdot 432 = 6,61 \text{ (кВт)}, \quad (2.15)$$

$$Q_{mo} = P_{mo} \cdot \operatorname{tg} \varphi_o = 6,61 \cdot 0,48 = 3,17 \text{ (квар)}, \quad (2.16)$$

У вище наведених формулах використанні наступні позначення: $K_{по}$, $K_{пра}$ - коефіцієнти, що характеризують попит навантаження освітлення та втрати потужності в ПРА, відповідно [3], $p_{п.т.о}$ - значення питомої густини навантаження освітлення, F - площа виробничого приміщення.

Значення коефіцієнтів для освітлювального навантаження:

$$K_{пра} = \begin{cases} 1,1\text{-ДРЛ}; \\ 1\text{-лампи розжарення}; \\ 1,3\text{-}1,35 \text{ - люмінесцентні безстартерні}; \end{cases}$$

$$K_{п} = \begin{cases} 0,95 \text{ - великі виробничі приміщення}; \\ 0,8 \text{ - порівняно невеликі виробничі приміщення}; \\ 0,6 \text{ - склади, підстанції}; \\ 1,0 \text{ - аварійне освітлення.} \end{cases}$$

Використовуючи наведено інформацію визначимо сумарну розрахункову потужність обраного в якості прикладу адмінбудинку, що складається з потужностей силового та освітлювального навантаження:

$$P_{\text{м}} = P_{\text{мс}} + P_{\text{мо}} = 8 + 6,61 = 14,61 \text{ (кВт)}, \quad (2.17)$$

$$Q_{\text{м}} = Q_{\text{мс}} + Q_{\text{мо}} = 4,96 + 3,17 = 8,13 \text{ (квар)}. \quad (2.18)$$

Розрахункове електричне навантаження у максимальні година його використання для всього підприємства визначимо як:

- активне навантаження:

$$P_{\text{м}} = K_{\text{о}} \cdot P_{\text{мс}} + P_{\text{мо}} = 0,9 \cdot 546,93 + 71,133 = 546,93 \text{ (кВт)}. \quad (2.19)$$

- реактивне навантаження:

$$Q_{\text{м}} = K_{\text{о}} \cdot Q_{\text{мс}} + Q_{\text{мо}} = 0,9 \cdot 458,15 + 41,91 = 500,06 \text{ (квар)}, \quad (2.20)$$

де $K_o = 0,9$ – коефіцієнт одночасності використання максимального навантаження, яке $K_B < 0,3$ при 2-4 приєднаннях на шинах 10 кВ [3].

Тоді повне навантаження складе:

$$S_M = \sqrt{P_M^2 + Q_M^2} = \sqrt{546,93^2 + 500,06^2} = 745,4 \text{ (кВА)} \quad (2.21)$$

Результати визначення розрахункових потужностей всіх цехів молочного заводу з урахуванням освітлювальних установок зведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Результати розрахунку електричних навантажень підприємства

Споживач	Силове навантаження						Освітлювальне навантаження							Всього		
	Рн, кВт	Кп	cosφ	tgφ	Рмс, кВт	Qмс,квар	F,м²	Рпит.о	Кпра	Кпо	tgφо	Рмо, кВт	Qмо, квар	Рм, кВт	Qм, квар	Sm, кВА
1. Адмінбудинок	20	0,4	0,85	0,62	8	4,96	432	0,015	1,2	0,85	0,48	6,61	3,17	14,6	8,13	16,72
2. Прохідна	2	0,5	0,85	0,62	1	0,62	214	0,014	1,2	0,85	0,48	3,06	1,47	4,05	2,09	4,56
3. Камера зберігання продукції	40	0,7	0,65	1,17	28	32,76	200	0,012	1,1	0,85	1,73	2,24	3,88	30,24	36,64	47,5
4. АЗС	20	0,4	0,8	0,75	8	6	32	0,013	1,2	0,85	0,48	0,42	0,20	8,42	6,2	10,46
5. Склад матеріальний	16	0,6	0,85	0,62	9,6	5,95	354	0,012	1,1	0,85	1,73	3,97	6,87	13,57	12,82	18,67
6. Компресорна	200	0,55	0,65	1,17	110	128,7	249	0,014	1,2	0,85	0,48	3,56	1,71	113,56	130,41	172,91
7. Казеїновий цех	90	0,65	0,7	1,02	58,5	59,67	272	0,015	1,2	0,85	0,48	4,16	2,00	62,66	61,67	87,92
8. Солильне відділення	20	0,5	0,68	1,08	10	10,8	252	0,015	1,2	0,85	0,48	3,86	1,85	13,85	12,65	18,76
9. Цех виробництва сирів	60	0,7	0,75	0,88	42	36,96	500	0,016	1,2	0,85	0,48	8,16	3,92	50,16	40,88	64,7
10. Приймний цех	70	0,43	0,8	0,75	30,1	22,575	435	0,015	1,2	0,85	0,48	6,66	3,19	36,76	25,79	44,9
11. Баклабораторія	2	0,55	0,75	0,88	1,1	0,97	261	0,016	1,2	0,85	0,48	4,26	2,04	5,36	3,01	6,15
12. Цільно-молочний цех	30	0,5	0,8	0,75	15	11,25	498	0,014	1,2	0,85	0,48	7,11	3,41	22,11	14,66	26,5
13. Маслоцех	90	0,85	0,8	0,75	76,5	57,375	1107	0,014	1,2	0,85	0,48	15,808	7,587	92,31	64,96	112,88
14. Котельня	130	0,6	0,7	1,02	78	79,56	70	0,015	1,2	1	0,48	1,26	0,6	79,26	80,16	112,73
Всього по підприємству	790				475,8	458,15	4876					71,133	41,91	546,93	500,06	745,4

2.5 Розрахунок центру електричних навантажень підприємства

Одним з важливих моментів створення оптимальної системи електропостачання є визначення можливого місця побудови трансформаторних підстанцій, що живлять всі споживачі підприємства. Для цього будується картограма електричних навантажень, яка наноситься на генеральний план підприємства у визначеному масштабі. Виходячи з цього електричне навантаження кожного цеху відображається у вигляді кола, який еквівалентний розрахунковій потужності (активній або реактивній). Також в цьому колі у вигляді сектору представляється частина навантаження, що пропорційна освітлювальному навантаженню цеху.

Таким чином, навантаження цеху можна представити у вигляді виразу:

$$P_{mk} = \pi \cdot r_k^2 \cdot m_p \text{ [кВт]} \quad (2.22)$$

Оберемо масштаб m_p побудови картограми навантаження. Для приймемо першочергово, що радіус кола, наприклад, маслоцеху рівний 20 м, тоді масштаб визначиться як:

$$m_p = \frac{P_{m13}}{\pi \cdot r_{13}^2} = \frac{92,51}{3,14 \cdot 20^2} = 0,07 \text{ (кВт/м}^2\text{)} \quad (2.23)$$

Приймемо остаточно, що $m_p = 0,1 \text{ кВт/м}^2$ та визначимо по цьому значенні радіуси кола:

$$r_{13} = \sqrt{\frac{P_{m13}}{\pi \cdot m_p}} = \sqrt{\frac{92,51}{3,14 \cdot 0,1}} = 17 \text{ (м)}. \quad (2.24)$$

Сектор, що відповідає навантаженню освітлення для маслоцеху складе:

$$\alpha_{13} = \frac{360 \cdot P_{mo}}{P_m} = \frac{360 \cdot 15,81}{92,51} = 62^\circ. \quad (2.25)$$

Аналогічно проводимо розрахунки для всіх інших цехів та заносимо їх в таблицю. 2.5.

Таблиця 2.5 – Вихідні дані для створення картограми навантажень

Споживачі	Р _{мо} , кВт	Р _м , кВт	г, м	α, °	х	у
1. Адмінбудинок	6,6	14,6	5	163	11	30
2. Прохідна	3,05	4,05	3	271	24	6
3. Камера зберігання продукції	2,24	30,2	7	27	10	56
4. АЗС	0,42	8,42	4	18	7	119
5. Склад матеріальний	3,97	13,57	5	105	157	113
6. Компресорна	3,55	113,55	16	11	126	103
7. Казеїновий цех	4,16	62,66	10	24	66	98
8. Солильне відділення	3,85	13,9	5	100	87	93
9. Цех виробництва сирів	8,16	50,1	9	58	80	82
10. Приймний цех	6,65	36,75	8	65	69	68
11. Баклабораторія	4,25	5,35	3	286	92	70
12. Цільно-молочний цех	7,1	22,1	6	116	69	50
13. Маслоцех	15,8	92,51	17	62	105	53
14. Котельня	1,26	79,26	11	5	15	88

Виходячи з отриманих результатів (див. таблицю 2.5) визначимо координати центру електричних навантажень підприємства:

$$X = \frac{\sum_{k=1}^{13} P_{mk} \cdot X_k}{\sum_{k=1}^{13} P_{mk}} = \frac{14,61 \cdot 11 + 4,06 \cdot 24 + \dots + 79,26 \cdot 15}{14,61 + 4,06 + \dots + 79,26} = 76,5, \quad (2.26)$$

$$Y = \frac{\sum_{k=1}^{13} P_{mk} \cdot Y_k}{\sum_{k=1}^{13} P_{mk}} = \frac{14,61 \cdot 30 + 4,06 \cdot 6 + \dots + 79,26 \cdot 88}{14,61 + 4,06 + \dots + 79,26} = 80,04. \quad (2.27)$$

Отже, за визначеними координатами рекомендується встановити центральний розподільчий пристрій 10 кВ.

2.6 Вибір потужності та місця встановлення цехових трансформаторних підстанцій

Надійність роботи системи електропостачання та окремих її елементів в значній мірі залежить від раціонального вибору місця встановлення трансформаторних підстанцій, потужності трансформаторів та їх марок [3].

При вирішенні цього питання звертають увагу в першу чергу на зосередження навантаження по площі підприємства та можливе місце встановлення підстанцій з огляду на архітектурні особливості будівельного майданчика. Тип підстанції з множини існуючих типів обирається в залежності від розміщення та місця знаходження джерела живлення, можливості раціонального поєднання архітектурних особливостей будівель підприємства з габаритами підстанцій (вони різні для прибудованих, вбудованих, внутрішніх підстанцій).

Також важливим є те, щоб трансформаторні підстанції були розміщені ближче до центру електричних навантажень або по можливості наближенні до джерел живлення та мали однакову потужність трансформаторів, що підвищить їх уніфікованість.

Алгоритм визначення кількості та потужності трансформаторів базується на визначенні питомої густини навантаження, що визначається виходячи з розрахункового навантаження цеху та його площі.

Знайдемо ці величини:

$$S_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{13} S_i \quad (2.28)$$

$$S_{\Sigma} = 16,72 + 4,56 + 47,5 + 10,46 + 18,67 + 172,91 + 87,91 + 18,76 + 64,7 + 44,88 + 6,15 + 26,5 + 112,87 + 112,73 = 745,41 \text{ kVA} \quad (2.29)$$

Загальна площа цехів:

$$F_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{13} F_i = 432 + 214 + 200 + 32 + 354 + 249 + 272 + 252 + 500 + 435 + 261 + 498 + 261 + 498 + 1107 + 70 = 4876 \text{ м}^2 \quad (2.30)$$

Економічна ступінь потужності трансформаторів буде:

$$S_{\text{пит}} = \frac{S_{\Sigma}}{F_{\Sigma}} = \frac{745,41}{4876} = 0,15 \frac{\text{кВА}}{\text{м}^2} \quad (2.31)$$

По [3] при $S_{\text{пит}} < 0,4 \text{ кВ}\cdot\text{А}/\text{м}^2$ рекомендується обирати одотрансформаторні підстанції не зважаючи на категорію надійності. Розглянемо наступні варіанти спорудження трансформаторних підстанцій, що комплектуються $S_{\text{ном.ТП}} = 630 \text{кВА}$ та $S_{\text{ном.ТП}} = 1000 \text{кВА}$.

$$1. S_{\text{ек}} = S_{\text{ном.ТП}} = 630 \text{ кВА}$$

$$N_{\text{ек}} = \frac{S_{\Sigma}}{S_{\text{ек}} \cdot k_3} = \frac{745,41}{630 \cdot (0,8 \div 0,85)} = 1,5 \div 1,4 \text{ (шт)} \quad (2.32)$$

де $k_3 = 0,8 \div 0,85$ - коефіцієнт завантаження трансформатора

Тобто необхідно встановити два трансформатори.

$$2. S_{\text{ек}} = S_{\text{ном.ТП}} = 1000 \text{ кВА}$$

$$N_{\text{ек}} = \frac{S_{\Sigma}}{S_{\text{ек}} \cdot k_3} = \frac{745,41}{1000 \cdot (0,8 \div 0,85)} = 0,9 \div 0,8 \text{ (шт)} \quad (2.33)$$

Тобто необхідно встановити один трансформатор.

Визначимо фактичні коефіцієнти завантаження при застосуванні першого чи другого варіантів, використовуючи при цьому вираз [3]:

$$K_3 = \frac{\sum S_{Mi}}{S_{\text{ном.ТП}}} \quad (2.34)$$

Результати відповідних розрахунків для зручності занесемо в таблицю 2.6

Таблиця 2.6 – результати визначення коефіцієнтів завантаження

Цех	Sm, кВА	Sном ТП=	1000	Sном ТП=	630
		К-ть ТП, шт	Kз	К-ть ТП, шт	Kз
№1,2,3,4,5,6,14	383,55	1	0,38355	1	0,60881
№7,8,9,10,11,12,13	361,77	1	0,36177	1	0,574238

Для остаточного вибору потужності та кількості трансформаторних підстанцій потрібно врахувати те, що від Могилів-Подільського молочного заводу живиться ряд субабонентів, загальна потужність яких становить 700 кВт вибираємо до встановлення дві однострансформаторні підстанції з трансформаторами ТМ 630/10.

На генеральному плані підприємства (рисунок 2.2) у відповідному масштабі показані запроектовані трансформаторні підстанції, ЦРП та наведена радіальна схема живлення розподільчих пунктів.

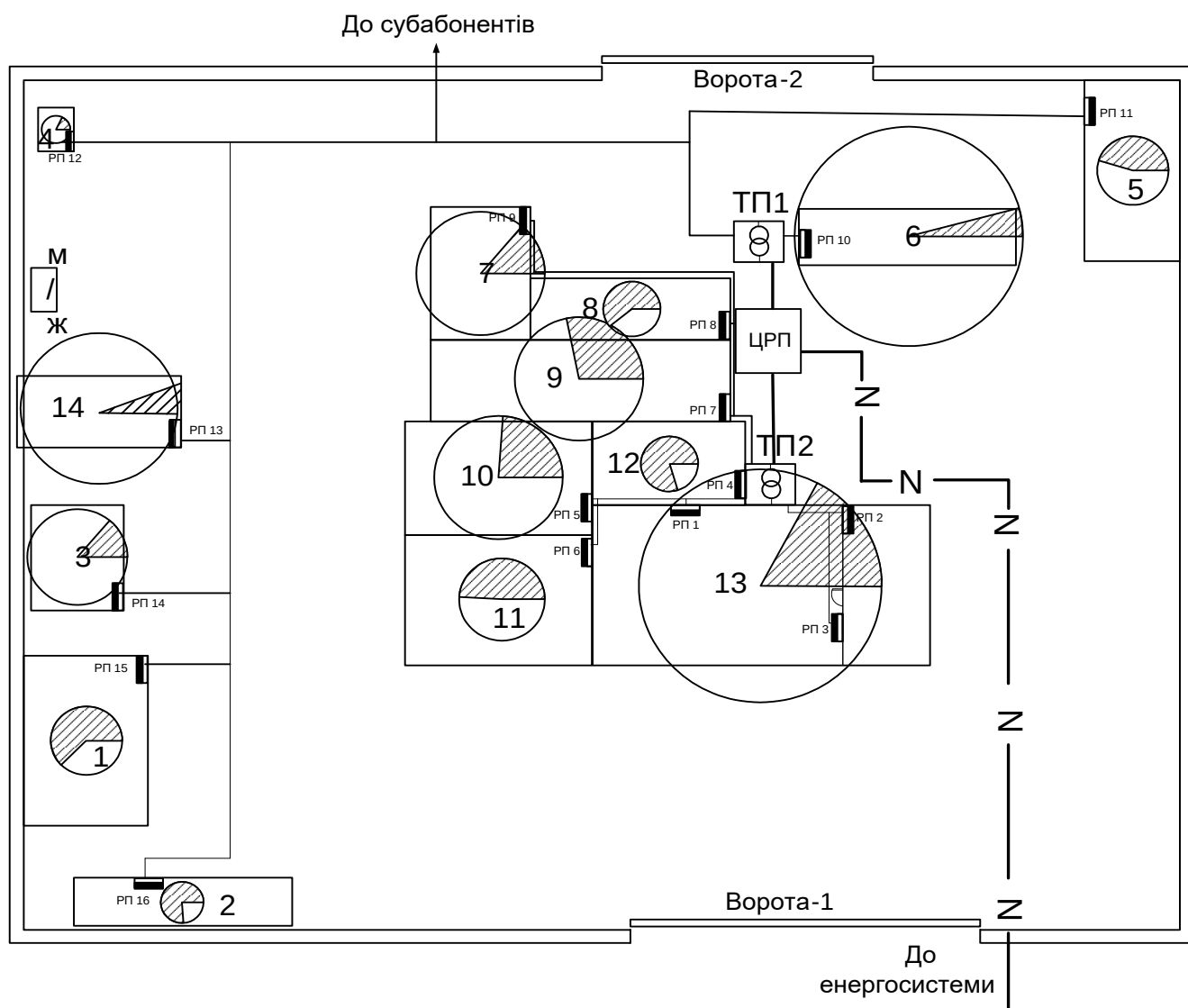


Рисунок 2.2 – Генеральний план з картограмою навантажень.

Виходячи з прийнятої схеми електропостачання розрахуємо та оберемо комутаційне обладнання, що забезпечить безвідмовну роботу системи в цілому та захист її елементів.

Високовольтні електричні апарати обираємо за критеріями [3], що рекомендують враховувати номінальну напругу та розрахунковий струм в різних режимах роботи системи.

Критерії вибору виглядають наступним чином:

$$U_{\text{ном.в}} \geq U_{\text{ном. мережі}} \text{ [В]}, \quad (2.35)$$

$$I_{\text{ном.в}} \geq I_{\text{м.ав}} \text{ [А]}, \quad (2.36)$$

де $I_{\text{м.ав}}$ - розрахунковий струм, що враховує післяаварійний режим.

Визначимо струми, дія яких забезпечує ефективні режими роботи вимикачів, що встановлені на ЦРП:

- у нормальному режимі:

$$I_{\text{м}} = \frac{S_{\text{м}}}{2\sqrt{3}U_{\text{н}}} = \frac{745,4}{2\sqrt{3} \cdot 10} = 21,9 \text{ (А)}. \quad (2.37)$$

- у післяаварійному режимі:

$$I_{\text{м.ав}} = \frac{1,4S_{\text{н.тр}}}{\sqrt{3}U_{\text{н}}} = \frac{1,4 \cdot 630}{\sqrt{3} \cdot 10} = 51,8 \text{ (А)}. \quad (2.38)$$

За отриманими значеннями на стороні 10 кВ вибираємо до встановлення вакуумні вимикачі ВВ/TEL–10-12,5/630–У2-41 з номінальним струмом $I_{\text{ном.в}} = 630 \text{ А} > I_{\text{м.ав}}$, час спрацювання яких 0,115 с.

Згідно умов ПУЕ [1] та, керуючись методикою вибору провідників та кабелів [3], оберемо переріз та марку живлячого кабелю 10 кВ, що живить ЦРП підприємства від енергосистеми.

Вибираємо кабель марки ААБ-10 3х35 мм² з $I_{\text{доп}} = 75 \text{ А}$ [1], що пропонується прокласти в траншеї в землі.

Тепер знайдемо переріз кабельної лінії та її марку, що буде прокладений від шин ЦРП до цехових трансформаторних підстанцій.

Лінія від ЦРП - ТП1 у нормальному режимі:

$$I_M = \frac{S_M}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{383,55}{\sqrt{3} \cdot 10} = 22,7 \text{ (A)} \quad (2.39)$$

Що відповідає розрахунковому значенню перерізу кабелю 35мм^2

Лінія від ЦРП – ТП2:

$$I_M = \frac{S_M}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{361,77}{\sqrt{3} \cdot 10} = 21,2 \text{ (A)}. \quad (2.40)$$

Що відповідає розрахунковому значенню перерізу кабелю 35мм^2

Результати вибору високовольтних вимикачів та прийнятих значень типу та перерізів кабелів представлені в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 - Інформація про високовольтне обладнання

Лінія	I_M, A	Тип вимикача	$I_{M_{ав}}, \text{A}$	Тип провідника	$S, \text{мм}^2$	$I_{доп}, \text{A}$	I_{max}, A
ЦРП-ТП1	11,1	ВВ/TEL-10-12,5/630	21,7	ААБ	3x35	75	80
ЦРП-ТП2	10,5	ВВ/TEL-10-12,5/630	21,2	ААБ	3x35	75	25

3. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ НА ВАТ «МОГИЛІВ-ПОДІЛЬСЬКИЙ МОЛОЧНИЙ ЗАВОД»

Детальний аналіз технології отримання молока в умовах промислового виробництва показав, що існує цілий ряд недоліків, усунення яких позитивно вплине на енергозбереження основних ресурсів. Нижче представлена структура витрат енергоресурсів на виробництво молока (рисунок 3.1)

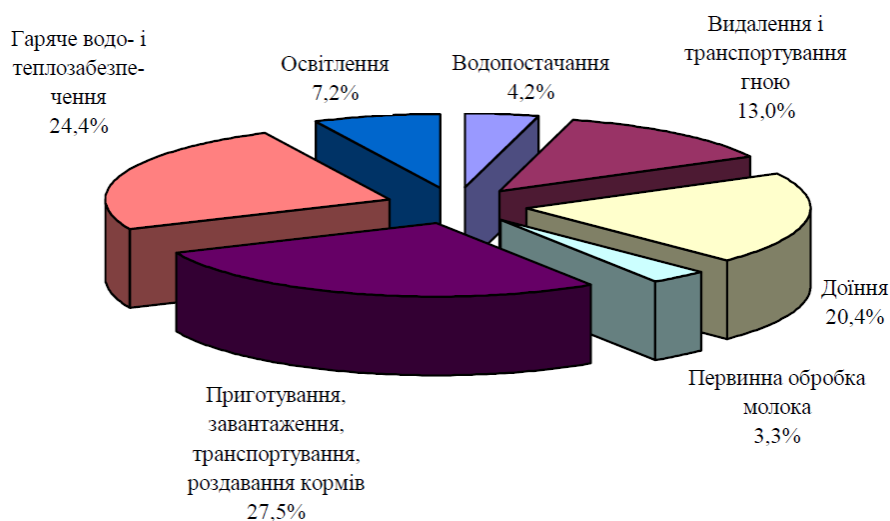


Рисунок 3.1 - Структура витрат енергоресурсів на виробництво молока

В загальному випадку мова йде про декілька етапів виробництва молока. Серед них доцільно звернути увагу на наступне:

1. Енергозбереження при виробництві молока.
2. Енергозбереження при транспортуванні молока.
3. Енергозбереження при переробці молока.

Енергозбереження при виробництві молока передбачає комплексну модернізацію утримання корів, яка передбачає зниження витрат часу на роботу, яка виконується в ручному режимі і відносяться до ручної роботи в процесі догляду за тваринами. На діаграмі (рисунок 3.2) показані показники ефективності виробництва молока при різних технологіях утримання тварин.

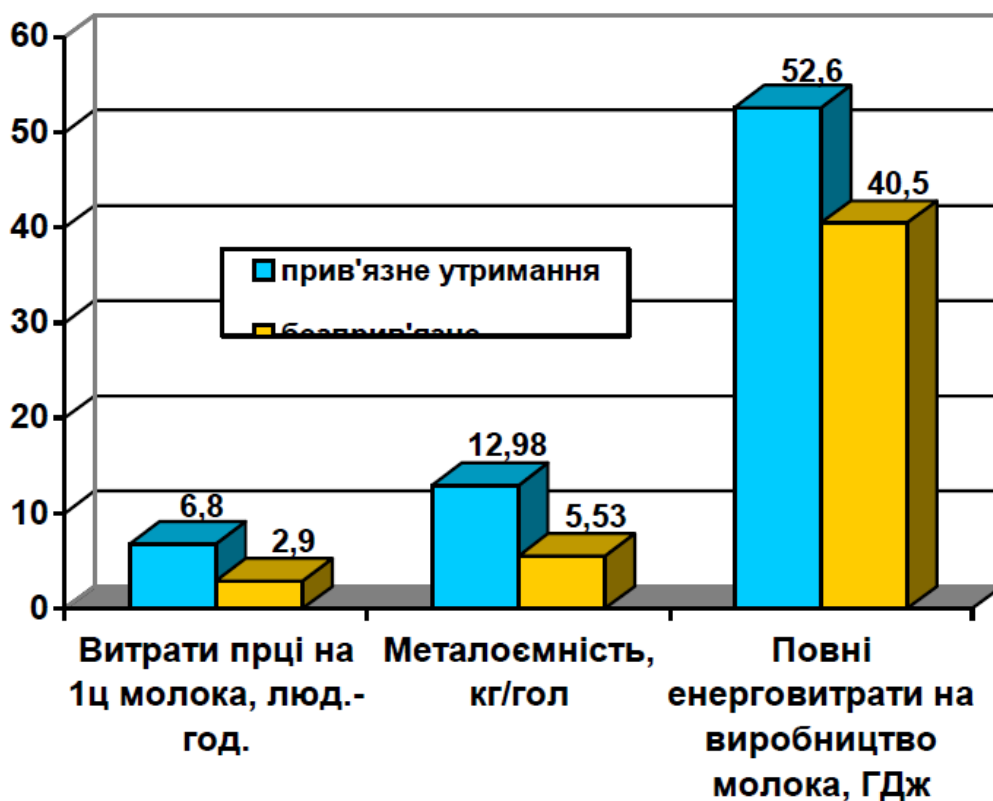


Рисунок 3.2 – Показники ефективності виробництва молока при різних технологіях утримання тварин.

Важливу роль в утриманні тварин, що впливає на енергоефективність, відіграє модернізація способів прив'язного утримання корів. На рисунку 3.3 показана порівняльна характеристика традиційного та модернізованого утримання тварин.

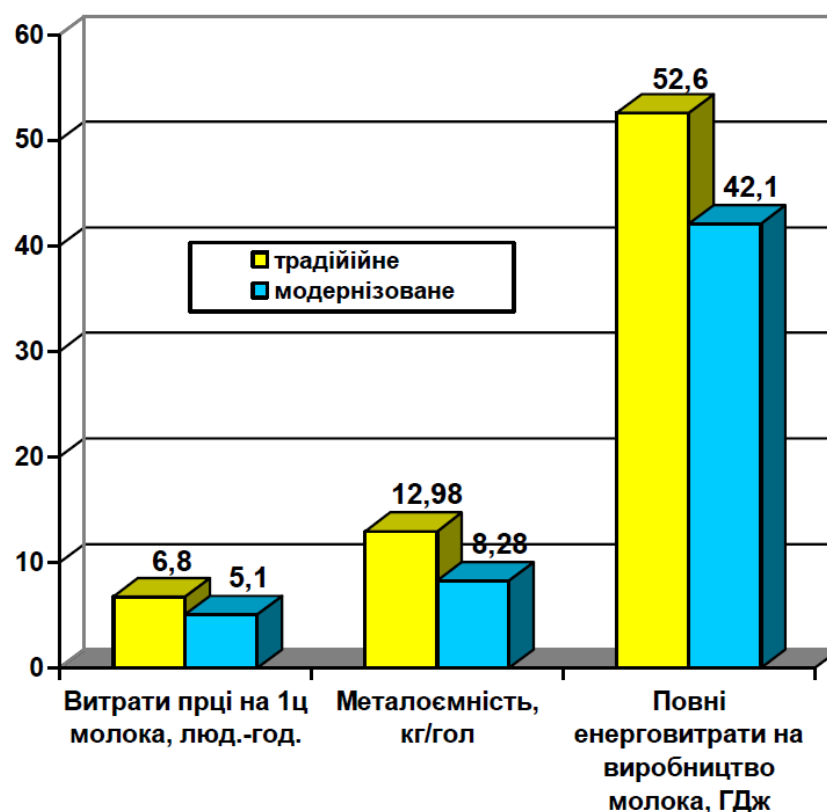


Рисунок 3.3 - Порівняльна ефективність виробництва молока при модернізації прив'язного утримання

Енергозбереження при транспортуванні молока та молочної продукції передбачає удосконалення та оптимізацію використання транспортних послуг, в тому числі і витрат на утримання автомобільного транспорту, мастильних матеріалів та ін.

З перерахованих етапів, що істотно можуть вплинути на покращення процесів енергозбереження, останній, тобто енергозбереження при переробці молока є досить актуальним для умов переробки молока в умовах технологічного процесу Могилів-Подільського молочного заводу. Тому в бакалаврській дипломній роботі зроблений акцент саме на напрямку енергозбереження при переробці молочної продукції.

Стратегічним напрямом енергозбереження на молокопереробних підприємствах, до яких відноситься Могилів-Подільський молокозавод, є впровадження енергозберігаючих технологій, основні напрямки яких представлені на (рисунку 3.4).



Рисунок 3.4 - Напрямки енергозбереження в процесі переробки молока.

Для організації ефективної діяльності доцільно на молокопереробних підприємствах організувати службу енергетичного менеджменту, що дозволить отримати детальну картину споживання енергії на підприємстві, порівняти рівні. Напрями енергозбереження в процесі переробки молока: організаційно-економічний напрям, технічний напрям, використання малоенергоємного обладнання, створення служби енергетичного менеджменту, підвищення кваліфікації працівників, автоматизація енергоспоживаючих процесів, використання пільг підприємств при впровадженні енергоефективних технологій,

підвищення коефіцієнта корисної дії, підвищення надійності, введення штрафних санкцій до роботи обладнання підприємств при нераціональному використанні енергоресурсів, інтенсифікація технологічних процесів, зменшення прямих витрат енергії, технологічний напрям, перехід на енергозберігаючі технології, максимальне завантаження технологічного обладнання.

Фахівець з енергетичного менеджменту підприємства з переробки молока має дуже великий спектр обов'язків, що полягають в основному у складанні карти споживання енергії на підприємстві. Це він повинен виконувати консультуючись з стороннім консультантом з енергетичного аудиту. Коло цих обов'язків входить збір інформації про споживання енергетичних ресурсів, контроль лічильників та вимірювальних приладів, складання плану установки додаткових пристроїв обліку (якщо це потрібно). Також він зобов'язаний проводити впровадження заходів з економії енергії, які є мало витратними та визначати пріоритети заходів щодо економії енергії, які вимагають значних інвестицій. В сферу його обов'язків входить також складання схеми аварійної зупинки обладнання і визначення варіантів енергопостачання у випадку припинення подачі енергії ззовні.

Особливе місце в проблемі енергозбереження в технологічних процесах переробки молочної продукції займає те, як організований контроль енерговитрат на підприємстві. Тут мова йде не тільки про наявність приладів обліку, а більше про контроль роботи всієї системи енергозбереження та виявлення втрат енергії на кожній ділянці виготовлення продукції. Рекомендується для виявлення рівня споживання електроенергії окремими агрегатами та технологічними лініями використовувати спеціальні прилади електровимірювання типу ватметра або «Pw-meter» або «ТАСОМ», які дозволяють фіксувати не тільки значення використаної потужності в певний час, а і динаміку навантажень на обладнання впродовж певного часу.

Проведенні дослідження, щодо втрати енергоресурсів підприємствами переробки молока показали, що вони складають до 35 % їх річного споживання. Що стосується теплової енергії, то її втрати складають біля 50 %, які витрачаються на стадії розподілу та повергнення конденсату при роботі котлів.

Рекомендується для підігріву повітря використовувати замість калорифера теплогенератори непрямого нагріву, при цьому досягається біля 30% економії палива, що йде на підігрів повітря.

У зв'язку з тим, що в технологічному процесі переробки молока відбувається сезонний спад виробництва, трансформаторні підстанції, які використовуються для живлення споживачів, виявляються недовантаженими. Для вирішення цього питання пропонується об'єднувати деякі підстанції та відключати частину трансформаторів. Такий підхід дозволить заощадити приблизно 2-3 % електроенергії.

У котельні, в системах охолодження та теплопостачання навантаження також можуть значно коливатися, при чому не тільки у сезонному проміжку, а і протягом доби. В даному випадку значну економію енергетичних ресурсів можливо отримати за рахунок використання електродвигунів з частотним перетворювачем.

В процесі первинної обробки молока з використанням тепло холодильної установки витрачається приблизно 25-27 кВт·год електроенергії на тону молока. Ця енергія йде на зниження температури молока від 36°C до 5°C. При такій обробці тепло, яке відбирається від молока в процесі охолодження, просто викидається в атмосферу безконтрольно, хоча енерговитрати на охолодження молока та гаряче водопостачання складають близько половини всіх витрат. В такій системі охолодження актуальним є ізоляція всіх трубопроводів і ємностей для холодоносіїв з подальшим автоматичним контролем їх параметрів до кінцевих споживачів та їх регулювання.

Втрати енергії відбуваються також в процесі завантаження та розвантаження продукції через відкриті двері і ворота камер схову. Це викликає інтенсивний повітрообмін з теплим приміщенням, тому важливим є модернізація таких камер схову, яка полягає в слідкуванні за станом ізоляції, секціонування, використання сучасних засобів завантаження та ущільнення дверей та воріт.

Значна роль в організації енергозбереження на молокопереробних підприємствах відіграє деяка модернізація обладнання, що передбачає не великі конструктивні зміни у конструкціях машин або обладнання та автоматизацію окремих операцій.

При проведенні такої незначної модернізації збільшується продуктивність машин за рахунок зниження спожитої потужності. Таким чином більшість нових технічних рішень зводяться не до створення нових машин і обладнання, а до удосконалення вітчизняного обладнання до найкращих зразків обладнання, що використовується у світовому виробництві. Це привело до розповсюдження в молочній промисловості появи відцентрованих та ротаційних (роторних) насосів. Таке обладнання має високий коефіцієнт корисної дії, забезпечує великий тиск, мають не велику вагу та габарити, що загалом приводить до підвищення надійності та довговічності в роботі. Аналіз роботи такого обладнання показав, що його використання значно енерго – і матеріаломістким в порівнянні з іншими. Продуктивність відцентрованих насосів збільшується до 12 м³ /год, а показник енергоємності процесу подачі води становить 0,09 кВт-год/м³, що на 40 % менше в порівнянні з тим обладнанням, що використовувалося.

Для зберігання охолодженого молока на молокопереробних підприємствах використовують термоси-резервуари. Аналіз даних по ним свідчить, що використання резервуарів-термосів нового покоління є більш енерго- і матеріалосберігаючим. Для зберігання охолодженого молока застосовують резервуари-термоси РМГЦ-10. Використання термосів-резервуарів марки Гб-ОМГ-25, які мають велику місткість, дозволить зменшити енергоємність процесу зберігання молока в порівнянні з РМГЦ-10 на 52%, а матеріаломісткість - на 38%. Для очищення молока від забруднень і сторонніх домішок використовують сепаратори-молокоочисники марки ОМЕ-С. Їх техніко-економічні характеристики показують, що енергоємність і матеріаломісткість процесу очищення молока саме цим агрегатом в 1,7 разів більше в порівнянні з сепаратором А1-ОЦМ-10. Економічно виправдано використання охолоджувачів мазкі ОО1-У10, які в порівнянні з охолоджувачами ООЛ-10 мають на 25% більшу продуктивність - і на 28% менші питомі витрати холоду. Для пастеризації молока і молочних продуктів призначені пастеризаційні установки пластинчастого і трубчастого типів, а також пастеризаційноохолоджуючі установки пластинчастого типу. Трубчасті пастеризатори марки Т1- ОУТ в процесі пастеризації споживають значну кількість електроенергії і пари, мають велику матеріаломісткість. Пластинчастий

пастеризатор марки А1-ОНС-10 в порівнянні з трубчастим пастеризатором марки Т1-ОУТ має на 50% менший рівень енергоємності процесу пастеризації, майже в 2 рази менші питомі витрати пари і на 72% нижчий рівень матеріаломісткості. Серед пастеризаційноохолоджуючих установок з продуктивністю 10000л/год, меншу енергоємність і питомі витрати пари мають установки ОКЛ-10 і ОПК-10. Енергомісткість пастеризаційно-охолоджуючої установки ОПК-10 в порівнянні з ОПЛ-10 менше на 28%, а питомі витрати пари нижче на 53,3%. В сучасних технологічних процесах виробництва молочної продукції одним з нормативних є гомогенізація. Модернізований гомогенізатор К5-ОГ2А- 17 1,25 в порівнянні з базовою моделлю К5-ОГА-1,2 має на 35,7% менші питомі витрати електроенергії і на 11,8% нижчу матеріаломісткість. Перспективним є впровадження ультразвукових гомогенізаторів. Вітчизняна промисловість пропонує широкий спектр сепараторівсливковідокремлювачів різної продуктивності для розділення цілісного молока на сливки і знежирене молоко. Серед малопродуктивних сепараторівсливковідокремлювачів (400-500 л/год) найбільш енергоефективним є сепаратор “Мотор-Січ-500” енергоємність процесу сепарації якого складає 0,0004 кВт-год/л, а матеріаломісткість складає 0,046 кг/л, що менше в порівнянні з сепаратором “Подол’є-500” – на 63,6% і 55,7% відповідно. Сепаратори-сливковідокремлювачі марки Ж5-ОС2-НС в порівнянні з сепараторами “Мотор-Січ-500” мають на 16,6% менші питомі витрати електроенергії. Серед сепараторів з продуктивністю 5000 л/год найменшу енергоємність процесу сепарації має агрегат Ж5-ОС2Т-3 – 0,0011 кВт-год/л. Для виробництва масла використовують масловиготовники і маслоутворювачі. Маслоутворювачі вітчизняного виробництва значно економічніші з погляду використання енергетичних ресурсів в порівнянні з масловиготовниками, до того ж вони мають менші показники матеріаломісткості. Енергоємність процесу маслоутворення установкою МО-001 складає 4 кВт-год/т, що майже в 5 разів менше в порівнянні з масловиготовником періодичної дії марки РЗ-ОБЕ. Масловиготовник марки Я5-ОМД-1 має більшу продуктивність в порівнянні з масловиготовниками безперервної дії марки А1-ОМН і А1-ОЛО/1 і меншу енергоємність процесу - відповідно на 57% і 36%. Україна має можливість виготовляти необхідне енергозберігаюче обладнання. За

наявності низьких цін на енергію у минулому, виробництво і установка енергозберігаючого обладнання і впровадження енергозберігаючих технологій були економічно не вигідними. За умов підвищення цін на енергоносії при розробці проектів модернізації технологій і машин молокопереробної галузі обов'язковим є проведення економічної і енергетичної оцінки технічних рішень та впровадження енергозберігаючих машин та обладнання. Основні напрями реалізації заходів щодо енергозбереження в молокопереробній галузі: 18 - організація якісного обліку всіх видів енергоносіїв; - поліпшення рівня експлуатації енерготехнологічного обладнання і якості ремонтних робіт; - впровадження нового енергозберігаючого технологічного і енергетичного обладнання і матеріалів; - впровадження комплексу заходів щодо захисту навколишнього середовища; - оптимізація рівня надійності системи енергозабезпечення підприємств при мінімальному споживанні енергоресурсів; - використання в повному об'ємі тепла вторинних енергоресурсів; - раціональний вибір палива і енергоносіїв; - перехід від нерегульованого електроприводу до регульованого завдяки впровадженню частотно-регулюючих систем; - оптимізація вибору електродвигунів для конкретних установок; - збільшення об'ємів використання нетрадиційних джерел енергії, зокрема сонячної і енергії вітру, в структурі енергетичного балансу підприємства.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

В цьому розділі бакалаврської дипломної роботи розробляються заходи з охорони праці в процесі монтажу та експлуатації системи електропостачання ТОВ

«Могилів-Подільський молокозавод». Отже, на будівельно-монтажний персонал, що здійснює монтаж системи електропостачання, впливають такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори [1, 2]:

фізичні фактори: мікроклімат (температура, вологість, швидкість руху повітря, інфрачервоне випромінювання); виробничий шум, ультразвук, інфразвук; вібрація (локальна, загальна); освітлення: природне (недостатність), штучне (недостатня освітленість, прямий і відбитий сліпучий відблиск тощо);

хімічні фактори: речовини хімічного походження, аерозолі фіброгенної дії (пил);

фактори трудового процесу: важкість (тяжкість) праці; напруженість праці. Важкість праці характеризується рівнем загальних енергозатрат організму або фізичним динамічним навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальною кількістю стереотипних робочих рухів, величиною статичного навантаження, робочою позою, переміщенням у просторі. Напруженість праці характеризують: інтелектуальні, сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

5.1 Технічні рішення щодо безпечної експлуатації об'єкта

5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Живлення системи електропостачання та системи освітлення здійснюється від п/ст 10/0,4 кВ кабельними лініями, що прокладені в траншеях. Для живлення використовується трифазна чотирьохпровідна мережа із заземленою нейтраллю напругою 380/220 В. Категорія умов по небезпеці електротравматизму, відповідно до ПБЕ [4, 5], залежить від наявності факторів підвищеної або особливої небезпеки. При наявності таких факторів як підвищена вологість, струмопровідний пил, контакт обслуговуючого персоналу з струмоведучими частинами в різних приміщеннях підприємства, їх можна віднести до категорії підвищеної небезпеки.

Роботи в електроустановках стосовно заходів безпеки поділяються на три категорії: зі зняттям напруги; без зняття напруги на струмопровідних частинах та поблизу них; без зняття напруги віддалік від струмопровідних частин, що перебувають під напругою. До робіт, які виконуються без зняття напруги на

струмопровідних частинах та поблизу них, належать роботи, що проводяться безпосередньо на цих частинах. Роботи без зняття напруги на струмопровідних частинах та поблизу них слід виконувати не менше як двом працівникам, з яких керівник робіт повинен мати групу IV, інші – групу III.

Роботою без зняття напруги віддалік від струмопровідних частин, що перебувають під напругою, вважається робота, під час якої є неможливим випадкове наближення працівників і ремонтного оснащення та інструменту, що застосовуються ними, до струмопровідних частин на відстань, меншу від допустимих, проведення технічних або організаційних заходів для запобігання такому наближенню не потрібно. Підготовка робочих місць і допуск можуть провадитись тільки з дозволу оперативних працівників, а на підприємствах, де таких працівників немає – з дозволу особи, яка видала наряд чи розпорядження за узгодженням з особою, відповідальною за електрогосподарство.

Забороняється змінювати передбачені нарядом (розпорядженням) заходи по підготовці робочих місць. В разі виникнення сумніву в достатності і правильності заходів з підготовки робочого місця і можливості безпечного виконання роботи, ця підготовка має бути припинена.

Підготовку робочих місць, як правило, виконують два працівники, які мають право на оперативні перемикання в даній електроустановці. Дозволяється виконувати підготовку робочого місця керівнику робіт з одним із членів бригади, якщо вони мають права на оперативні перемикання в даній електроустановці.

Підготовку робочого місця може виконувати один працівник, крім встановлення переносних заземлень в електроустановках понад 1000 В і виконання перемикань, що здійснюються на двох і більше приєднаннях в електроустановках понад 1000 В, що не мають діючих пристроїв блокування роз'єднувачів від неправильних дій.

Допускач разом з керівником робіт повинні перевірити виконання технічних заходів з підготовки робочого місця. Якщо керівник робіт суміщає обов'язки допускача, то таку перевірку він виконує з одним із членів бригади, який має групу III. Допуск до роботи за нарядами та розпорядженнями слід провадити безпосередньо на робочому місці.

Допуск провадиться після перевірки технічних заходів з підготовки робочого місця. В цьому разі допускатч має:

- перевірити, чи відповідає склад бригади зазначеному у наряді або розпорядженні, та наявність у членів бригади посвідчень про перевірку знань;

- провести інструктаж: ознайомити бригаду зі змістом наряду, розпорядження; зазначити межі робочого місця і підходи до нього; показати найближче до робочого місця устаткування та струмовідні частини приєднань, що ремонтуються, та суміжних, до яких забороняється наближатися незалежно від того, перебувають вони під напругою чи ні;

- довести бригаді, що напруга відсутня, показом встановлених заземлень та перевіркою відсутності напруги, якщо заземлення не видно з робочого місця, а в електроустановках 35 кВ і нижче (де дозволяє конструктивне виконання) з наступним дотиком рукою до струмовідних частин, після перевірки відсутності напруги.

Після інструктажу допускатча бригаду повинен проінструктувати керівник робіт щодо безпечного виконання робіт, використання інструменту, пристосувань, механізмів і вантажопідіймальних машин.

Без проведення інструктажу допуск бригади забороняється. Проведення інструктажу і допуску оформляються підписами допускатча і керівника робіт (наглядача) в таблиці 3 наряду із зазначенням дати і часу.

Допуск оформлюється в обох примірниках наряду, з яких один залишається у керівника робіт (наглядача), а другий – у допускатча. Коли керівник робіт суміщає обов'язки допускатча, допуск оформлюють в одному примірнику наряду. Під час роботи за розпорядженням час допуску реєструють в журналі обліку робіт за нарядами і розпорядженнями.

5.1.2 Електробезпека

Основні технічні засоби і заходи забезпечення електробезпеки при нормальному режимі роботи електроустановок включають:

- ізоляцію струмопровідних частин;
- недоступність струмопровідних частин;
- засоби орієнтації в електроустановках;

- виконання електроустановок, ізолюваних від землі;
- захисне розділення електричних мереж;
- компенсацію ємкісних струмів замикання на землю;
- вирівнювання потенціалів.

Електроінструмент, переносні лампи, знижувальні трансформатори і перетворювачі частоти струму необхідно перевіряти один раз на місяць на відсутність замикання на корпус, цілісність заземлювального контуру, цілісність ізоляції живильних проводів та відсутність оголених струмопровідних частин. Переносні трансформатори необхідно перевіряти також на відсутність замикання між обмотками високої і низької напруги.

В процесі роботи із застосуванням електрозахисних засобів (ізолювальні штанги та кліщі, електровимірювальні кліщі, показчики напруги) допускається наближення працівника до струмопровідних частин на відстань, яка визначається довжиною ізолювальної частини цих засобів. Без застосування електрозахисних засобів забороняється торкатися ізоляторів електроустановки, що перебуває під напругою.

В електроустановках забороняється працювати у зігнутому стані, якщо в разі випрямлення відстань до струмопровідних частин буде меншою від допустимих. В процесі виконання робіт біля необгороджених струмопровідних частин забороняється розташовуватися таким чином, щоб ці частини знаходилися позаду чи з двох боків.

5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

5.2.1 Мікроклімат

Параметри мікроклімату в виробничому приміщенні [6], де встановлена лінія, наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Нормування параметрів мікроклімату на непостійних робочих місцях

Період року	Категорія робіт	Температура, °C	Відносна вологість	Швидкість руху
Теплий	Пб	15-29	70 при 25°C	0,2-0,5

Холодний	Пб	13-23	не більш 75	не більш 0,4
----------	----	-------	-------------	--------------

Для забезпечення потрібних за нормативами параметрів мікроклімату проектом передбачено [7]: утеплення фасаду будівлі, встановлено вентиляцію приміщень.

5.2.2. Склад повітря робочої зони

В умовах, що розглядаються в роботі, можливим забруднювачем повітря може бути пил нетоксичний. Характерні забруднюючі речовини для виробничого приміщення [6] наведені в таблиці 5.2

Таблиця 5.2 Характерні забруднюючі речовини для виробничого приміщення

Найменування речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньодобова	
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4

Для забезпечення складу повітря робочої зони в роботі передбачені такі рішення [7]:

- Робочі місця, де можливе виділення пилу та, обладнані вентиляційними пристроями, які повинні бути постійно готовими до роботи.
- Будь-які порушення у системі вентиляції відображаються попереджувальними сигнальними пристроями.
- Установки для кондиціювання повітря або механічні вентиляційні установки під час їх роботи не створюють для працівників протягів.

5.2.3 Виробниче освітлення

Штучне освітлення в будівлі запроектоване загальне, освітлення, за якого світильники розміщуються рівномірно у верхній зоні приміщення (загальне рівномірне освітлення). Нормовані значення виробничого освітлення наведені в таблиці 5.3. Характеристика зорових робіт – середньої точності. Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 [8] розряд зорової роботи IV, підрозряд «г».

Для забезпечення нормованого значення освітлення у проекті передбачено: використання природного та штучного освітлення; штучне освітлення повинне

бути рівномірне та достатньо інтенсивне; світло не повинне створює різких тіней на місцях роботи, значних контрастів між освітленим робочим місцем і навколишньою обстановкою; штучне світло не створює зайвих відблисків у полі зору працівника.

Таблиця 5.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Х-ка зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Х-ка фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природне Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0 включно	IV	г	середній великий великий	світлий світлий середній	-	200	4	2,4

5.2.4 Виробничий шум

Джерелами шуму, що розглядаються в роботі, для працівників є шум будівельних машин і механізмів. Допустимі рівні звукового тиску і рівні звуку для постійного (непостійного) широкосмугового (тонального) шуму [9] наведено в таблиці 5.4

Таблиця 5.4 Допустимі рівні звукового тиску і рівні звуку для постійного (непостійного) широкосмугового (тонального) шуму

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах зі середньгеометричними частотами (Гц)									Допустимий рівень звуку, дБА
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	

Основні виробничі приміщення	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
------------------------------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Для забезпечення допустимих параметрів шуму (поліпшення шумового клімату) в приміщенні проектом передбачено:

- раціональне розташування робочих місць;
- постійний контроль режиму праці і відпочинку працівників;
- обмеження застосування обладнання та використання робочих місць, що не відповідають санітарно-гігієнічним вимогам.

5.3 Пожежна безпека

Пожежну безпеку промислових і інших об'єктів регламентують Правила пожежної безпеки в Україні [11, 12]. Пожежо- вибухонебезпечність речовин і матеріалів визначається за ДСТУ 8829: 2019 [13], за якою визначається категорія приміщень за вибуховою та пожежною безпекою [14].

Приміщення підприємства за вибухонебезпечною та пожежонебезпечною відноситься до категорії Д – речовини і/або матеріали, що зазначені вище для категорій приміщень В (крім горючих газів, горючих пилу і/або волокон), а також негорючі речовини і/або матеріали в холодному стані (за температури навколишнього середовища), за умов, що приміщення, в яких знаходяться (зберігаються, переробляються, транспортуються) зазначені вище речовини і/або матеріали, не відносяться до категорій А, Б або В, з зонами П-Іа в приміщеннях, де є тверді горючі речовини чи матеріали (сир, масло, тара).

Будівля, в якій розташовані приміщення підприємства, характеризується III ступенем вогнестійкості.

До III ступеня вогнестійкості відносяться будинки з несучими та огорожувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону. Для перекриттів дозволяється застосовувати дерев'яні конструкції, захищені штукатуркою або негорючими листовими, плитними матеріалами, або матеріалами груп горючості Г1 (низької горючості), Г2 (помірної

горючості). До елементів покриттів не висуваються вимоги щодо межі вогнестійкості, поширення вогню, при цьому елементи горищного покриття з деревини повинні мати вогнезахисну обробку.

Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у хвилинах) та максимальні межі поширення вогню по них (см) за ДБН В.1.1.7-2016 [15] наведено в таблиці 5.5.

Межі вогнестійкості самонесучих стін, які враховуються в розрахунках жорсткості та стійкості будинку, приймають, як для несучих стін. Будівельні конструкції класифікують за вогнестійкістю та здатністю поширювати вогонь. Показником вогнестійкості є межа вогнестійкості конструкції, що визначається часом (у хвилинах) від початку вогневого випробування за стандартним температурним режимом до настання одного з граничних станів конструкції:

- втрати несучої спроможності (R);
- втрати цілісності (E);
- втрати тепло та ізолювальної спроможності (I).

Таблиця 5.5 – Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій та максимальні межі поширення вогню по них

Ступінь вогнестійкості	Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у хвилинах) і максимальні межі поширення вогню по них (см)							
	стіни				коло-ни	сходові площад-ки,	пере-криття між по-	елементи суміщених покриттів
	несучі	само-	зов-	внут-				

кості будинків	та сходових кліток	несучі	нішні не-несучі	рішні не-несучі (перегородки)		костури, сходи, балки, марші сходових кліток	верхові (у т.ч. горищні та над підвалами)	плити, настили, прогни	балки, ферми, арки, рами
III	REI 120 M0	REI 60 M0	E 15 M0	E1 15 M1	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M1	Не нормуються	

Протипожежні перешкоди і мінімальні межі їх вогнестійкості за ДБН В.1.1.7-2016 [15] наведено в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Протипожежні перешкоди та мінімальні межі їх вогнестійкості

Протипожежні перешкоди	Типи протипожежних перешкод або їх елементів	Мінімальна межа вогнестійкості протипожежної перешкоди (у хвиликах)	Тип заповнення прорізів, не нижче	Тип протипожежного тамбуршлюзу, не нижче
Стіни	2	REI 60	2	1
Перегородки	2	EI 15	3	2
Перекриття	2	REI 60	2	1

Протипожежні відстані від житлових, громадських, адміністративно-побутових будинків промислових підприємств, гаражів до виробничих, складських, сільськогосподарських будинків і споруд слід приймати за таблицею 5.7 (знаменник). В умовах забудови, що склалася, протипожежні відстані між житловими будинками та від житлових будинків до будівель і споруд іншого призначення слід визначати згідно з протипожежними вимогами даних норм, наведеними у таблиці 5.7. Протипожежні відстані від житлових, громадських, адміністративно-побутових будинків промислових підприємств, гаражів до виробничих, складських будинків, сільськогосподарських будівель і споруд потрібно приймати за таблицею 5.7 (знаменник) [15].

Таблиця 5.7 – Протипожежні відстані між житловими, громадськими, адміністративно-побутовими будинками промислових підприємств, гаражами, а також до виробничих будинків, будівель і споруд

	Відстані при ступені вогнестійкості будинків, м
--	---

Ступінь вогнестійкості будинку	I, II	III	IIIa, IIIб, IV, IVa, V
II	6/9	8/9	10/12

На території підприємства встановлено 15 вогнегасників ВВП-5 (ВП-5) та 12 ВВП-9 [16]. У випадку виникнення пожежі робітники повинні: прийняти всі заходи по ліквідації вогню; місце, яке загорілось слід гасити вогнегасниками; при загоранні електропроводів слід відключити лінію, а ізоляцію електропроводів необхідно гасити тільки порошковими вогнегасниками ВП-5 або піском; зупинити обладнання.

ВИСНОВКИ

В бакалаврській дипломній роботі розроблена система електропостачання ТОВ «Могилів-Подільський молокозавод», що відрізняється своєю надійністю та безперебійністю роботи.

Для забезпечення цього в роботі розроблені всі необхідні питання, які передбачають створення сучасної схеми живлення, розрахунок електричних навантажень, вибір сучасного електротехнічного обладнання та провідниково-кабельної продукції. Також на основі розрахунку центру електричних навантажень з урахуванням архітектурних особливостей будівель підприємства обрано місце розташування центрального розподільчого пристрою.

В роботі обрано високовольтна та низьковольтна комутаційна апаратура, причому остання пройшла перевірку на дію струмів коротких замикань різного виду. Прийнято до впровадження електрообладнання вітчизняного виробництва, що дозволило уніфікувати схему живлення споживачів.

Передбачена селективність спрацювання обраних автоматичних вимикачів.

Запропоновано для використання в живлячих мережах підприємства сучасні марки кабелів та проводів та передбачені способи їх прокладання. За допомогою методів, прийнятих в проектній практиці, визначено місце розташування центрального розподільчого пристрою та трансформаторних підстанцій. Для цього була побудована картограма електричних навантажень.

Досліджені та запропоновані заходи з енергозбереження при переробці молочної продукції. Проаналізовані деякі існуючі проблеми при організації виробництва молока, усунення яких позитивно вплине на процес енергозбереження на підприємстві.

В бакалаврській дипломній роботі розроблені також основні заходи з охорони праці співробітників та виробничого персоналу молочного заводу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Правила улаштування електроустановок. Харків: Міненерговугілля України, 2017. 617с.
2. Визначення класу наслідків (відповідальності) будівель і споруд (ДБН 8855-2019).
3. Бурбело М.Й. Розрахунок внутрішнього електропостачання: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2017. 122 с.
4. ДСТУ ІЕС/TR 60909-4:2008 (ІЕС/TR 60909-4:2000, IDT) Національний стандарт України. Струми короткого замикання в трифазних системах змінного струму. Частина 4. Приклади обчислення сили струму короткого замикання.
5. Кабельно-провідникова продукція [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ibud.ua/ua/catalog/kabelno-provodnikovaya-produktsiya-1189>
6. Експлуатація освітлювальних установок [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://life-prog.ru/ukr/1_954_ekspluatatsiya-osvitlyuvalnih-ustanovok.html
7. ДБН А.2.5-23:2010, Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення
8. Закон України «Про затвердження Кодексу комерційного обліку електричної енергії» Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0311874-18#Text>
10. Кобилянський О. В., Кобилянська І.М., Яблочников С.Л. Основи охорони праці. – Вінниця: Планер, 2007. – 171 с.
11. Кобилянський О. В. Охорона праці при експлуатації електроустановок. – Вінниця: ВДТУ, 2003. – 125 с.
12. Кобилянський О. В. Охорона праці у галузі. – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 139 с.
13. Кобилянський О. В. Основи охорони праці. Ч. 1. – Вінниця: ВНТУ, 2007. – 183 с.
14. Кобилянський О. В. Основи охорони праці. Ч. 2. – Вінниця: ВНТУ, 2007. – 171 с.

15. ДСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014. [Чинний від 2014-05-30]. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=58073.

16. ДСТУ-Н Б А 3.2-1: 2007. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використання в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. [Чинний від 2007-12-01]. URL: <https://profidom.com.ua/a-3/a-3-2/824-dstu-n-b-a-3-2-12007-nastanova-shhodo-viznachenna-nebezpechnih-i-shkidlivih-faktoriv->

17. ДБН А.3.2-2-2009. ССБП. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [Чинний від 2009-01-27]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2009. 116 с.

18. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. [Чинний від 2017-04-01]. Вид. офіц. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с.

19. НПАОП 40.1-1.32-01. (ДНАОП 0.00-1.32-01). Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. [Чинний від 2002-01-01]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text>.

20. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Постанова МОЗ № 42 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>.

21. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 149 с.

22. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2019-03-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2018. 133 с.

23. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Постанова МОЗ № 37 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>.

24. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. Постанова МОЗ № 39 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>.

25. Кодекс цивільного захисту України. К.: ВР України, 2012. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>.

ДОДАТКИ

Додаток А – Вихідні дані

Таблиця А.1 – Інформація про електричні навантаження

№	Найменування цеху	Активна потужність, кВт
1	Адмінбудинок	20
2	Прохідна	2
3	Камера зберігання продукції	40
4	АЗС	20
5	Склад матеріальний	16
6	Компресорна	200
7	Казеїновий цех	90
8	Солильне відділення	20
9	Цех виробництва сирів	60
10	Прийомний цех	70
11	Баклабораторія	2
12	Цільно-молочний цех	30
13	Маслоцех	90
14	Котельня	32

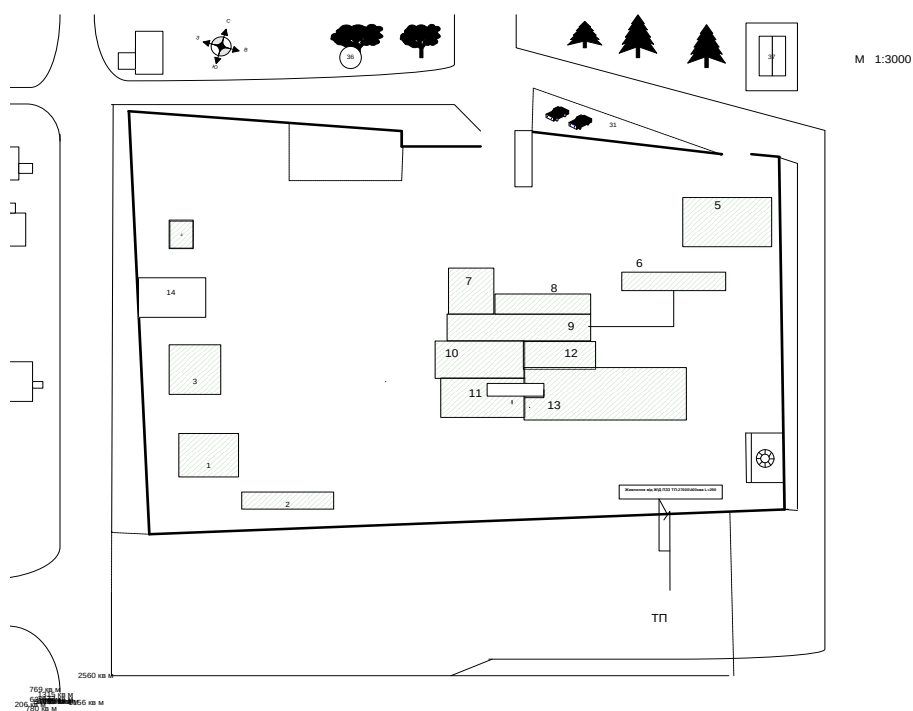


Рисунок А.1 – Генеральний план молокозаводу

На рисунку А.2 зображений будівельний план маслоцеху з розміщенням необхідного обладнання, який в подальшому буде предметом детального розгляду, а у таблиці А.2 наведено перелік обладнання та значення його активних потужностей.

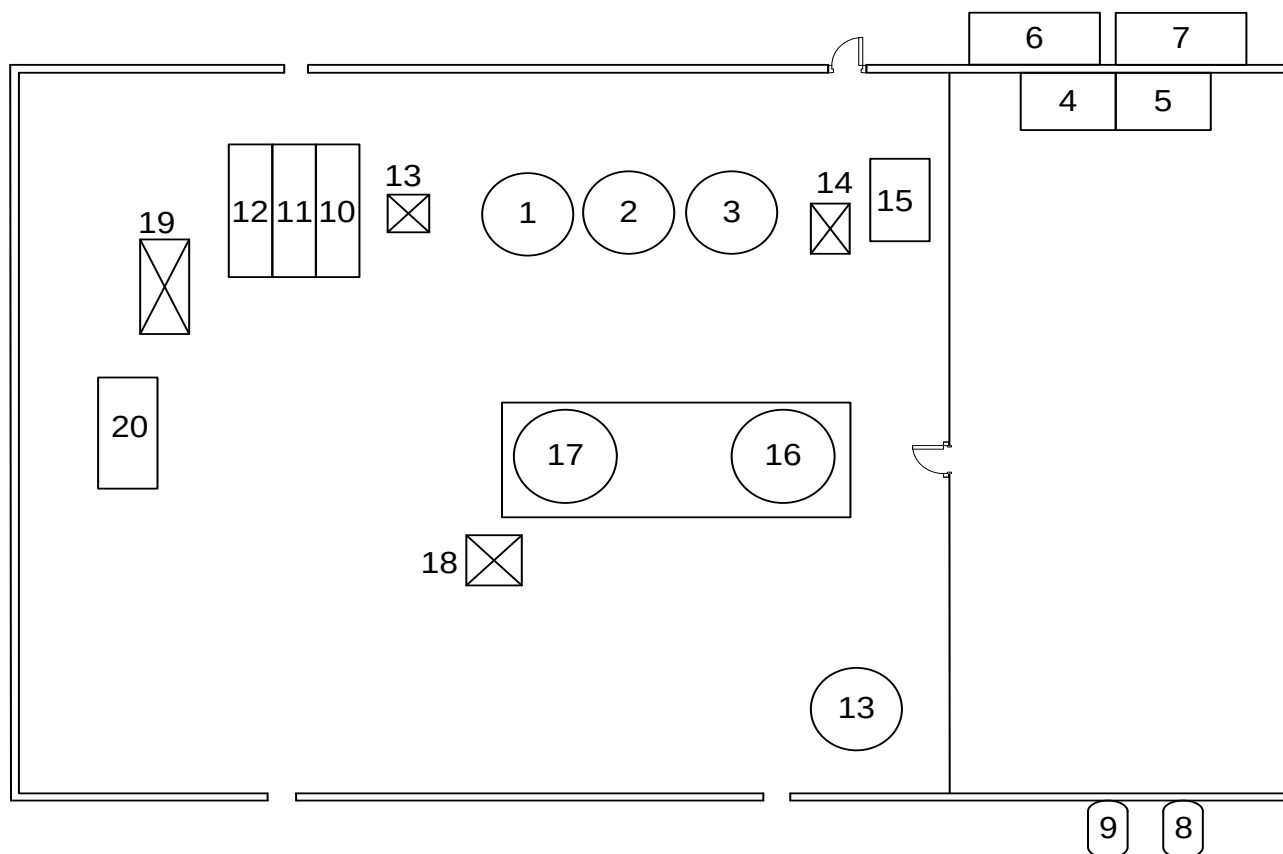


Рисунок А.2 – Будівельний план маслоцеху

Таблиця А.2 – Інформація про електричні споживачі маслоцеху

№	Назва обладнання	Тип обладнання	Кількість, шт..	Р _н , кВт
1-3	Сепаратори	Ж5-ОС2-НС	3	6
4-5	Вентилятори	ІКА-125	2	3
6-7	Вентилятори-дуйки	ОВР-С	2	2,1
8-9	Компресор	НФ-612, МФ-812	2	6,5
10-12	Масловиготовлювач	Т1-ОМ-2т	3	2,2
13	Насос на пахти	ВЗ-ОРА-10	1	2,2
14	Насос для викачки вершків	ВЗ-ОРА-10	1	1,1
15	Пастеризатор	А1-ОТЛ-5000	1	30

Продовження табл. 1.2 – Інформація про електричні споживачі маслоцеху

16-17	Вентилятори	ІКА-125	2	2,2
18	Насос центробіжний	ВЗ-ОРА-10	1	1,1
19	Шнековий насос	36 МЦН-10	1	22
20	Фасувальний АРМ	М6 АРУ	1	1,1

Додаток Б – Протокол перевірки роботи на наявність текстових запозичень

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Розробка системи електропостачання приватного акціонерного товариства «Стрижавський кар'єр»

Тип роботи: бакалаврська дипломна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ: кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту факультет електроенергетики, електротехніки та електромеханіки
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 87,3 Схожість 12,7

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

- ☐ 1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
- ☐ 2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
- ☐ 3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

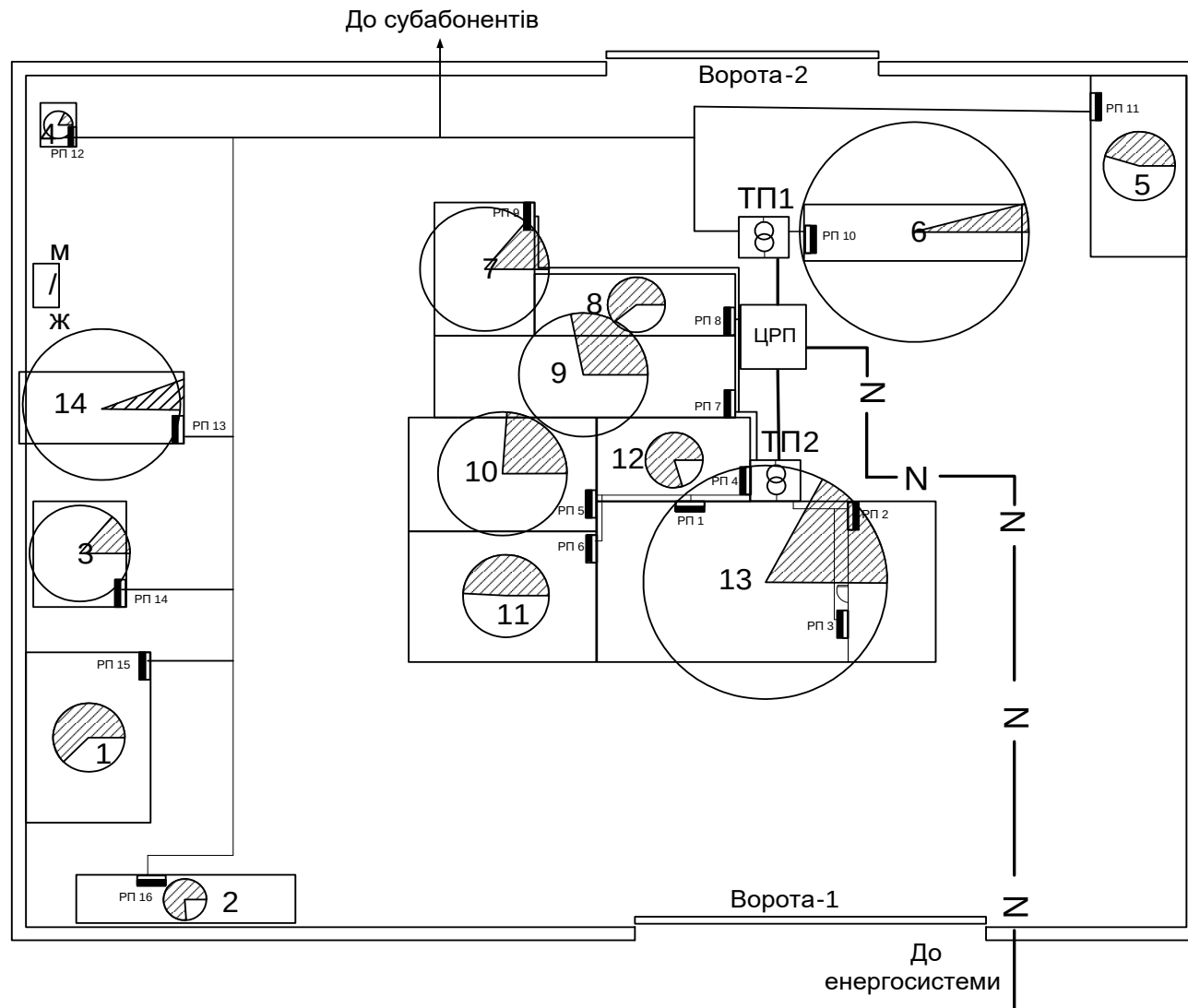
Особа, відповідальна за перевірку _____ Лобода Ю.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

Автор роботи _____ Васьков І.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

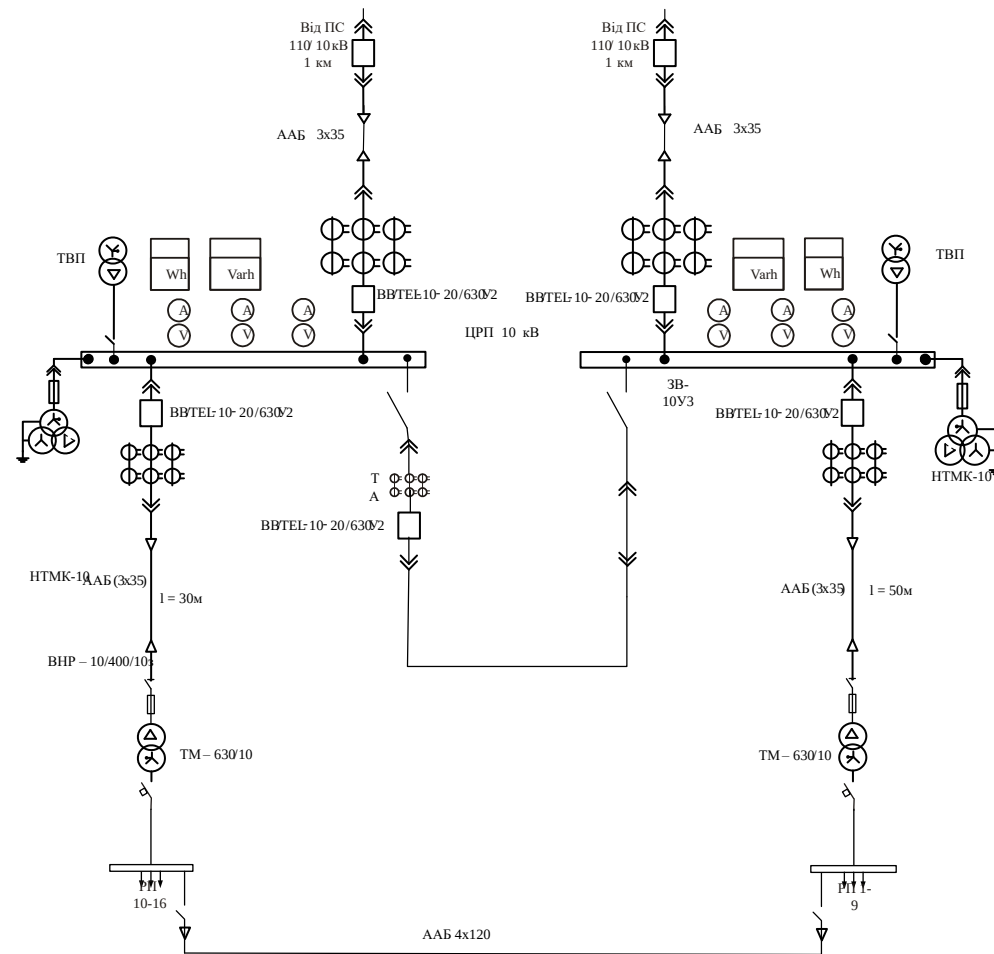
Керівник роботи _____ Бабенко О.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Додаток В – Ілюстративний матеріал
План електричних мереж 10 кВ підприємства



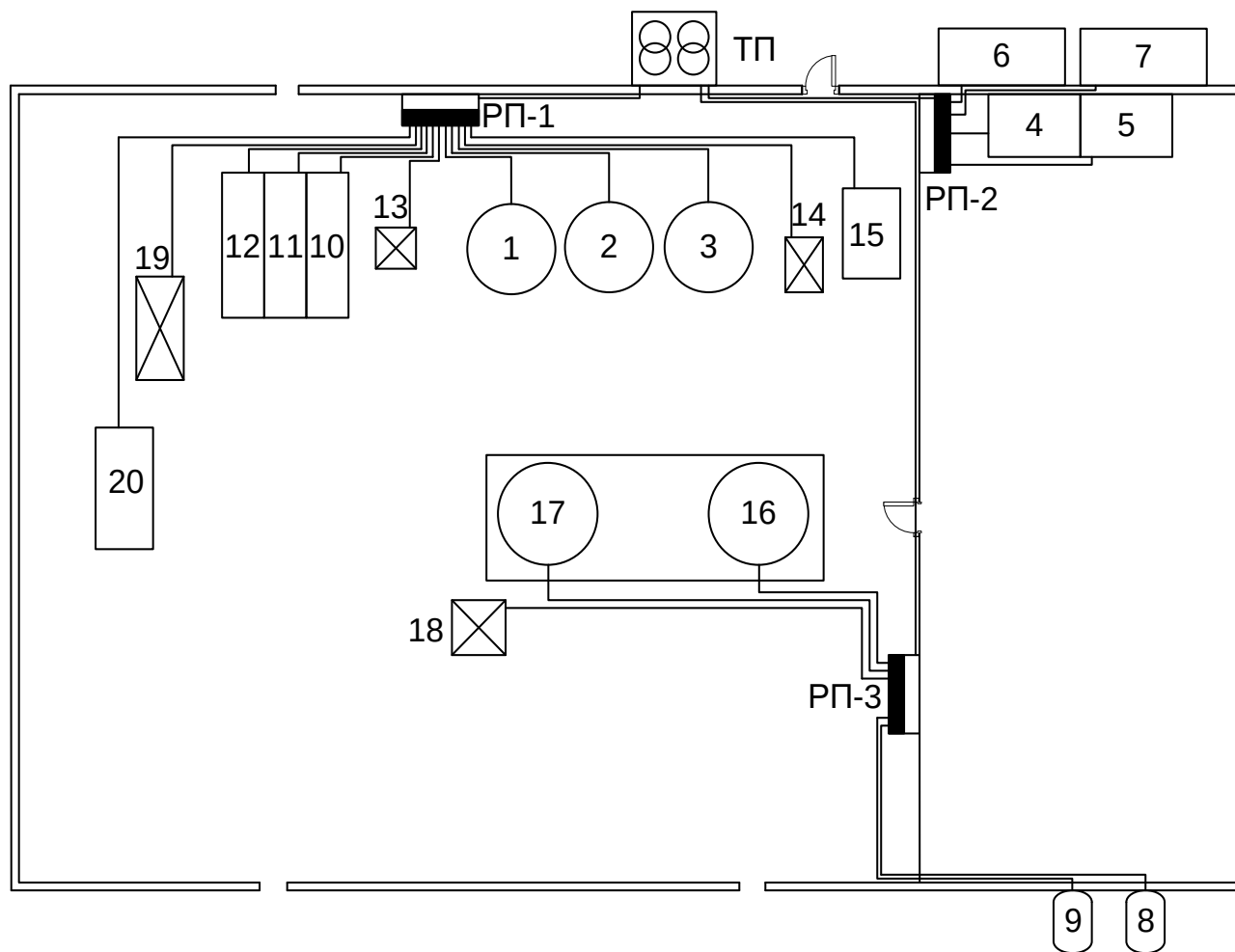
Додаток В – Ілюстративний матеріал (продовження)

Однолінійна схема електропостачання



Додаток В – Ілюстративний матеріал (продовження)

Силові мережі маслоцеху



Додаток В – Ілюстративний матеріал (продовження)

Розрахунково-монтажна таблиця електропостачання цеху

Тип вимикача	$I_{н}, A$	$I_{н,розч}, A$	$I_{св}, A$	$I_{м}, A$	Кабель	$I_{доп}, A$	РП	Тип вимикача	$I_{н}, A$	$I_{н,розч}, A$	$I_{св}, A$	$I_{м}, A$	$I_{н}, A$	Кабель	Спосіб прокладання	$I_{доп}, A$		№	К-сть	Назва споживача
BA 55-37	160	160	480	119,52	АВВГ 4х70	135	РП-1	BA 51-25	25	10	100	9,12	45,58	АПВ 4×4	в сталъних рукавах	21		1-3	3	Сепаратори
								BA 51-25	25	6,3	44,1	3,34	16,71	АПВ 4×4	в сталъних рукавах	21		10-12	3	Масловиготовлювач
								BA 51-25	25	6,3	44,1	1,67	8,36	АПВ 4×4	в сталъних рукавах	21		14	1	Насос для викачки вершків
								BA 51-31	100	50	500	45,58	227,9	АПВ 4×16	в сталъних рукавах	55		15	1	Пастеризатор
								BA 51-31	100	40	400	33,43	167,13	АПВ 4×10	в сталъних рукавах	38		19	1	Шнековий насос
								BA 51-25	25	6,3	44,1	1,67	8,36	АПВ 4×4	в сталъних рукавах	21		20	1	Фасувальний АРМ
BA 55-37	160	100,8	201,6	14,06	АВВГ 4х2,5	21	РП-2	BA 51-25	25	6,3	63	4,56	22,79	АПВ 4×4	в сталъних рукавах	21		4-5	2	Вентилятори
								BA 51-25	25	6,3	44,1	3,19	15,95	АПВ 4×4	в сталъних рукавах	21		6-7	2	Вентилятори-дуйки
								BA 51-25	25	12,5	125	9,88	49,38	АПВ 4×4	в сталъних рукавах	21		8-9	2	Компресор
								BA 51-25	25	6,3	44,1	3,34	16,71	АПВ 4×4	в сталъних рукавах	21		13	1	Насос на пахти
BA 55-37	160	100,8	201,6	26,56	АВВГ 4х6	38	РП-3	BA 51-25	25	6,3	44,1	3,34	16,71	АПВ 4×4	в сталъних рукавах	21		16-17	2	Вентилятори
								BA 51-25	25	6,3	44,1	1,67	8,36	АПВ 4×4	в сталъних рукавах	21		18	1	Насос центробіжний

Додаток В – Ілюстративний матеріал (продовження)

Напрямки енергозбереження в процесі переробки молока

