

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

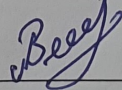
Бакалаврська дипломна робота на тему:

« РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРИВАТНЕ
АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО «КАЛИНІВСЬКИЙ МАШИНОБУДІВНИЙ
ЗАВОД»»

Виконав: студент 4-го курсу, групи Е-22мс

спеціальності 141 – Електроенергетика,
електротехніка та
електромеханіка

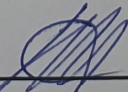
(шифр і назва спеціальності)



Пацула В. О.

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. каф. ЕСЕЕМ



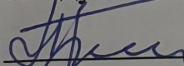
Кутіна М. В..

(прізвище та ініціали)

« 17 » 06 2024 р.

Допущено до захисту

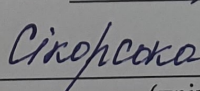
Завідувач кафедри ЕСЕЕМ

 проф. Бурбело М.Й.

(прізвище та ініціали)

« 18 » 06 2024 р.

Рецензент к. т. н. ст. вик. кафедр ЕСС



(прізвище та ініціали)

« 18 » 06 2024 р.

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет електроенергетики та електромеханіки

Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Галузь знань – 14 Електрична інженерія

Освітній ступінь – бакалавр

Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕСЕМ

д.т.н., проф. Бурбело М.Й.

« 11 » 2024 р.

**ЗАВДАННЯ
НА БАКАЛАВРСЬКУ ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Пацулі Владиславу Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Розробка системи електропостачання приватне акціонерне товариство
«Калинівський машинобудівний завод»»

Керівник роботи Кутіна Марина Василівна, к.т.н.

затверджені наказом по ВНТУ від « 11 » 03 2024 року, № 80

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

3. Вихідні дані до роботи: Генплан підприємства (об'єкта); план цеху (об'єкта, ділянки, приміщення) із розташуванням обладнання; відомості про особливості технологічних процесів та навколишнього середовища (внутрішнього і зовнішнього); відомості про електричні навантаження підприємства (цеху, об'єкта, ділянки, приміщення); відомості про джерела живлення, їх віддаленість; графіки електричних навантажень (для діючого підприємства, енергетичного району); основні техніко-економічні показники. (Додаток А).

4. Зміст текстової частини

Анотація.

Вступ.

1. Загальні відомості про підприємство

1.1 Короткий опис технологічних процесів

1.2 Відомості про електроспоживачів та їх характеристика

2. Розрахунок системи електропостачання

2.1 Розрахунок електричних навантажень підприємства

2.2 Вибір та розміщення підстанцій

2.3 Вибір та розрахунок схеми електропостачання підприємства

2.4 Розрахунок схеми електропостачання цеху

3. Розробка аварійного живлення відділу головного механіка

Висновок

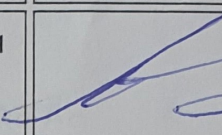
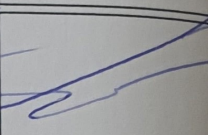
4. Охорона праці

Список використаних джерел

5. Перелік графічного матеріалу

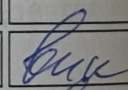
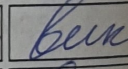
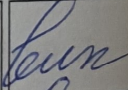
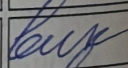
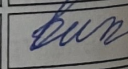
- Генплан підприємства. Однолінійна схема електропостачання підприємства.
- План цеху. Розрахунково-монтажна таблиця.
- Деталь проєкту (обмотка та відпайка цехової ТП).

6. Консультанти розділів роботи

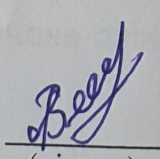
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Кобилянський О.В., зав. кафедри БЖДПБ, д.пед.н., професор		

7. Дата видачі завдання « 27 » 05 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

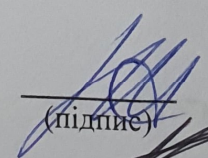
№ з/п	Назва та зміст етапу	Термін виконання	Приміт
1	Загальні відомості про підприємство	до 24.05.2024	
2	Розрахунок електропостачання підприємства	до 29.05.2024	
3	Дослідження проблеми регулювання напруги в електричних мережах	до 7.06.2024	
4	Охорона праці	до 10.06.2024	
5	Графічна частина роботи	до 11.06.2024	

Студент


(підпис)

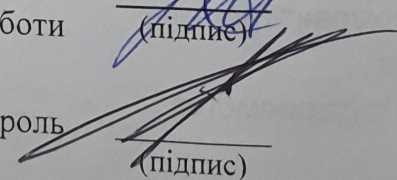
Пацула В.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник бакалаврської
дипломної роботи


(підпис)

Кутіна М.В..
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль


(підпис)

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:

« РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРИВАТНЕ
АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО «КАЛИНІВСЬКИЙ МАШИНОБУДІВНИЙ
ЗАВОД»

Виконав: студент 4-го курсу, групи Е-22мс

спеціальності 141 – Електроенергетика,

електротехніка та

електромеханіка

(шифр і назва спеціальності)

Пацула В. О.

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. каф. ЕСЕЕМ

Кутіна М. 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

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Галузь знань – 14 Електрична інженерія

Освітній ступінь – бакалавр

Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕСЕЕМ

д.т.н., проф., Бурбело М.Й.

« ____ » _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Пацулі Владиславу Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Розробка системи електропостачання приватне акціонерне товариство
«Калинівський машинобудівний завод»

Керівник роботи Кутіна Марина Василівна, к.т.н.

затверджені наказом по ВНТУ від « 11 » 03 2024 року, № 80

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

3. Вихідні дані до роботи: Генплан підприємства (об'єкта); план цеху (об'єкта, ділянки, приміщення) із розташуванням обладнання; відомості про особливості технологічних процесів та навколишнього середовища (внутрішнього і зовнішнього); відомості про електричні навантаження підприємства (цеху, об'єкта, ділянки, приміщення); відомості про джерела живлення, їх віддаленість; графіки електричних навантажень (для діючого підприємства, енергетичного району); основні техніко-економічні показники. (Додаток А).

4. Зміст текстової частини

Анотація.

Вступ.

1. Загальні відомості про підприємство

1.1 Короткий опис технологічних процесів

1.2 Відомості про електроспоживачів та їх характеристика

2. Розрахунок системи електропостачання

2.1 Розрахунок електричних навантажень підприємства

2.2 Вибір та розміщення підстанцій

2.3 Вибір та розрахунок схеми електропостачання підприємства

2.4 Розрахунок схеми електропостачання цеху

3. Розробка аварійного живлення відділу головного механіка

Висновок

4. Охорона праці

Список використаних джерел

5. Перелік графічного матеріалу

- Генплан підприємства. Однолінійна схема електропостачання підприємства.
- План цеху. Розрахунково-монтажна таблиця.
- Деталь проєкту (обмотка та відпайка цехової ТП).

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання « 27 » 05 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва та зміст етапу	Термін виконання	Примітка
1	Загальні відомості про підприємство	до 24.05.2024	
2	Розрахунок електропостачання підприємства	до 29.05.2024	
3	Дослідження проблеми регулювання напруги в електричних мережах	до 7.06.2024	
4	Охорона праці	до 10.06.2024	
5	Графічна частина роботи	до 11.06.2024	

Студент _____
(підпис)

Пацула В.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник бакалаврської
дипломної роботи _____
(підпис)

Кутіна М.В.
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____
(підпис)

Войтюк Ю. П.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Бакалаврська кваліфікаційна робота складається з 58 сторінок формату А4, на яких є 12 рисунків, 19 таблиць, список використаних джерел містить 26 найменування.

Метою роботи є підвищення якості електропостачання приватне акціонерне товариство “Калинівський машинобудівний завод” шляхом вибору оптимальної структури системи електропостачання підприємства.

В першому розділі наведено стислий огляд технологічних процесів, які використовуються на підприємстві та надано детальну інформацію про електроспоживачів на підприємстві

В другому розділі проведено розрахунок електричних навантажень та розроблена система електропостачання приватного акціонерного товариства “Калинівський машинобудівний завод”. Виконано вибір ТП, проводів і кабелів, комутаційних та захисних апаратів, розподільчих пристроїв.

Виконано вибір числа і місця розташування трансформаторних підстанцій з розрахунком потужності трансформатора.

В третьому розділі розглянуто проблеми аварійного живлення. Проведено розрахунок генератора , АВР та автоматичного вимикача.

В четвертому розділі охорони праці опрацьовано питання, присвячені причинам виникнення, дії на організм людини та нормуванню шкідливих та небезпечних виробничих факторів у виробничому приміщенні, наведені рекомендації щодо поліпшення умов праці, а також розглянуто норми пожежної безпеки.

Ключові слова: система електропостачання, відхилення напруги, регулювання напруги, відпайки трансформаторів.

ANNOTATION

The bachelor's thesis consists of 58 pages of A4 format, on which there are 12 figures, 19 tables, the list of used sources contains 26 names.

The purpose of the work is to improve the quality of electricity supply to the private joint-stock company "Kalynivsk Machine Building Plant" by choosing the optimal structure of the company's electricity supply system.

The first section gives a brief overview of the technological processes used at the enterprise and provides detailed information about the electricity consumers at the enterprise

In the second section, the calculation of electrical loads was carried out and the power supply system of the private joint-stock company "Kalyniv Machine-Building Plant" was developed. The selection of TP, wires and cables, switching and protective devices, distribution devices has been made.

The selection of the number and location of the transformer substations with the calculation of the transformer power was carried out.

In the third section, the problems of emergency power supply are considered. The calculation of the generator, AVR and automatic circuit breaker was carried out.

In the fourth section of labor protection, issues related to the causes of occurrence, effects on the human body, and regulation of harmful and dangerous production factors in the production premises, recommendations for improving working conditions are given, and fire safety standards are considered.

Key words: power supply system, voltage deviation, voltage regulation, transformer desoldering.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
1.ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО	5
1.1 Короткий опис технологічних процесів	5
1.2 Відомості про електроспоживачів та їх характеристика.....	8
2 РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ	12
2.1 Розрахунок електричних навантажень підприємства	12
2.2 Вибір та розміщення підстанцій	16
2.3 Вибір та розрахунок схеми електропостачання підприємства.....	24
2.4 Розрахунок схеми електропостачання цеху.	29
3 РОЗРОБКА АВАРІЙНОГО ЖИВЛЕННЯ ВІДДІЛУ ГОЛОВНОГО МЕХАНІКА	38
ВИСНОВОК	44
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	45
4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації обладнання	45
4.1.1 Вимоги з безпечної організації робочих місць під час виконання робіт з вимірювальними приладами, пристроями релейного захисту, автоматики, телемеханіки і зв'язку, з електролічильниками	45
4.1.2 Електробезпека	48
4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії	50
4.2.1 Мікроклімат	50
4.2.2 Склад повітря робочої зони.....	51
4.2.3 Виробниче освітлення.....	51
4.2.4 Виробничий шум.....	53
4.3 Пожежна безпека.....	53
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	56
ДОДАТКИ	59
Додаток А ВИХІДНІ ДАННІ	60
Додаток Б ГРАФІЧНА ЧАСТИНА	63
Додаток В ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ НАВЧАЛЬНОЇ (КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ) РОБОТИ	69
Додаток Г ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА	71

ВСТУП

Актуальність. ПрАТ «Калинівський машинобудівний завод» здійснює широкий спектр виробничої, комерційної та науково-дослідної діяльності, спрямованої на задоволення потреб ринку та отримання прибутку. Підприємство спеціалізується на виготовленні обладнання для харчової промисловості, продукції промислово-технічного призначення та товарів народного споживання. Високий попит на цю продукцію обумовлений її високою якістю та інноваційними підходами, які застосовуються в процесі виробництва. Завод постійно працює над удосконаленням своїх технологій і методів, що дозволяє йому залишатися конкурентоспроможним на ринку та ефективно використовувати свої сировинні, енергетичні, трудові та фінансові ресурси.

У рамках дипломної роботи на тему "Розробка системи електропостачання приватного акціонерного товариства «Калинівський машинобудівний завод»" буде досліджено та запропоновано ефективні рішення для забезпечення стабільного та надійного електропостачання підприємства. Основна мета роботи – розробка комплексної системи електропостачання, яка враховуватиме специфіку виробничих процесів заводу, його енергетичні потреби та потенційні можливості для модернізації.

Дослідження включатиме аналіз існуючої системи електропостачання, оцінку енергетичних потреб заводу, розробку рекомендацій щодо модернізації обладнання.

Крім того, дипломна робота передбачатиме економічний аналіз запропонованих рішень, що дозволить оцінити потенційні витрати на модернізацію та економію, яка може бути досягнута.

Таким чином, запропоновані рішення сприятимуть підвищенню енергоефективності заводу, зниженню витрат на електроенергію та забезпеченню безперебійної роботи виробничих процесів, що є ключовими аспектами для успішного функціонування ПрАТ «Калинівський машинобудівний завод».

Метою роботи являється підвищення рівня надійності електропостачання приватного акціонерного товариства «Калинівський машинобудівний завод», шляхом розрахунку оптимальної структури та системи електропостачання підприємства, розробки аварійного живлення для відділу головного механіка.

Для досягнення поставленої мети потрібно розв'язати такі задачі: здійснити розрахунок системи електропостачання підприємства з вибором схеми системи електропостачання та обладнання, розрахунок електропостачання основного виробництва з вибором схеми живлення споживачів цеху та відповідного електротехнічного обладнання та впровадження сучасних засобів захисту.

Об'єкт дослідження – це процес функціонування системи електропостачання з подальшою розробкою аварійного живлення для відділу головного механіка.

Предмет дослідження – розробка та розрахунок системи електропостачання приватного акціонерного товариства «Калинівський машинобудівний завод»

Методи. В даній роботі використано знайомі теоретичні та експериментальні методи, серед яких методи визначення електричних силових навантажень (упорядкованих діаграм, коефіцієнту попиту), освітлювальних навантажень (питомої потужності).

Новизна. Проявляється в застосуванні сучасних методичних та розрахункових рекомендацій з проектування систем електропостачання, що забезпечують надійне та безпечне живлення підприємства.

1.ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО

1.1 Короткий опис технологічних процесів

Приватне акціонерне товариство "Калинівський машинобудівний завод" спеціалізується на постачанні та інсталяції обладнання для харчової та переробної промисловості. Підприємство реалізує комплексні проекти, які включають технологічні рішення, підбір, проектування, виготовлення, автоматизацію, поставку, монтаж та електромонтаж обладнання, пуско-налагоджувальні роботи, сервісне, гарантійне та післягарантійне обслуговування.

Завод розташований в місті Калинівка Вінницької області і займає площу понад 20 000 м². На території розташовані цехи основного і допоміжного виробництва, складські та адміністративні корпуси.

Технологічний проект

Технологічний проект готується з урахуванням вимог Замовника, спираючись на інформацію про сировину, яка буде перероблятися, вид готової продукції та вимоги до неї, обсяги переробки, а також наявне у Замовника обладнання, яке може бути використане в технологічному процесі.

Особлива увага приділяється впровадженню новітніх технічних і технологічних досягнень у сфері переробки молока, технологіям безвідходної переробки сировини, обладнанню і процесам з низьким енергоспоживанням, що дозволяє досягти максимальної рентабельності виробництва.

Запропоновані проектні рішення спрямовані на реалізацію різноманітних технологій виробництва молочних продуктів і продуктів на їх основі, технологій санітарної обробки обладнання, з урахуванням вимог НААСР і директив ЄС, а також оптимізацію виробництва і виробничих процесів.

Проектні розділи

Проект включає такі розділи:

- Аналіз існуючого виробництва (за наявності).
- Детальне опрацювання технології.
- Приватні діаграми вироблення продуктів.
- Розробка блок-схеми підприємства.
- Продуктовий розрахунок.
- Підбір обладнання та обґрунтування.
- Специфікація технологічного обладнання.
- Розробка апаратурно-технологічної схеми.
- Графік технологічних процесів.
- Опис технологічного процесу.
- План приміщень.
- План розміщення обладнання.
- План обв'язки технологічного обладнання трубопроводами сервісних середовищ (теплоносій, холодоносій, холодна і гаряча вода, стиснене повітря).
- План обв'язки технологічними трубопроводами і трубопроводами миючих розчинів у системі 3D моделювання.
- Санітарна обробка технологічного обладнання.
- Дані про водоспоживання і водовідведення для технологічного обладнання.

Монтаж і демонтаж обладнання

Підприємство надає послуги з монтажу та демонтажу устаткування і виробничих ліній на підприємствах молочної промисловості. Виконує монтаж обладнання будь-якої складності, включаючи комплексні лінії для переробки молока і сироватки. Роботи проводяться відповідно до проекту виробництва, з нормами будівництва виробничих об'єктів, з вибором оптимального розташування обладнання, з урахуванням підведення комунікацій та шляхів подачі необхідних матеріалів.

Пуско-налагоджувальні роботи

Пуско-налагоджувальні роботи є продовженням монтажних робіт і завершальною ланкою при установці нового обладнання. Вони включають тестування та введення в експлуатацію технологічного обладнання, електротехнічних пристроїв і автоматизованих систем управління.

Сервісне обслуговування

Підприємство проводить періодичний технічний контроль робочих характеристик молочного обладнання для своєчасного виявлення і запобігання можливих несправностей. Сервісне обслуговування включає профілактичні роботи, плановий ремонт, невідкладний ремонт та навчання персоналу правильному використанню устаткування.

Автоматизація та системи управління

ПрАТ "Калинівський машинобудівний завод" виконує роботи з розробки та впровадження автоматизованих систем управління технологічними процесами (АСУТП). Автоматизація дозволяє підвищити ефективність виробництва, зменшити вплив людського фактора, знизити витрати на енергію і підвищити якість продукції.

Автоматизація систем управління технологічним процесом включає:

- Контроль процесів.
- Регулювання параметрів.
- Логічне керування процесами.
- Забезпечення безпеки виробництва.
- Управління тривожними повідомленнями і аварійною сигналізацією.
- Обробка та відображення інформації у режимі реального часу.
- Запис і архівування даних.
- Генерування звітів про технологічні процеси.

Таким чином, технологічні процеси на ПрАТ "Калинівський машинобудівний завод" охоплюють весь цикл виробництва, від початкового проектування до

кінцевого сервісного обслуговування, забезпечуючи високий рівень якості та ефективності на всіх етапах.

1.2 Відомості про електроспоживачів та їх характеристика

Для виготовлення та надання послуг ПрАТ «Калинівський машинобудівний завод». Використовуються різні цехи основного виробництва , а також допоміжні які зображені на генплані підприємства (рис. 1.1). Усі номінальні навантаження підприємства надано в таблиці 1.1.

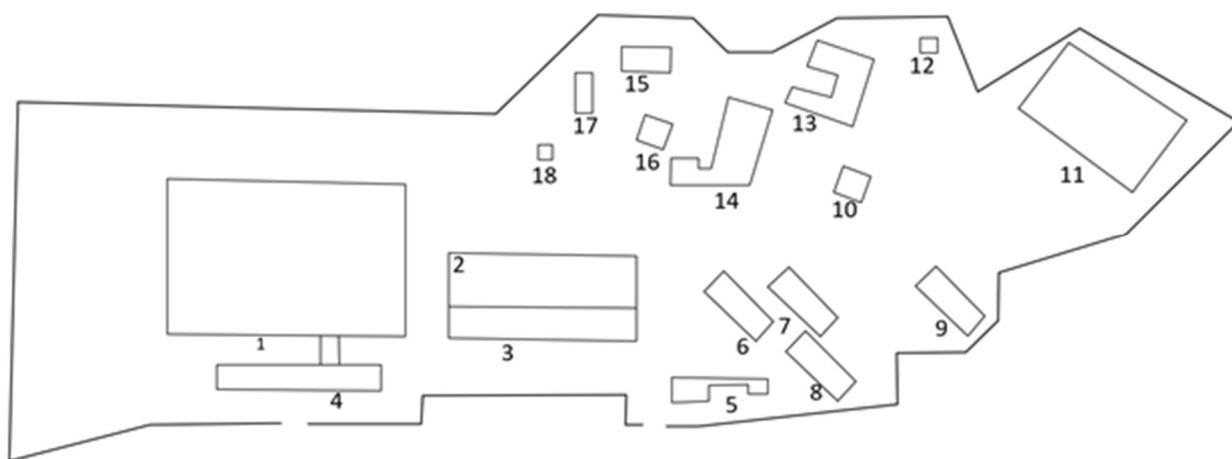


Рисунок 1.1 - Генеральний план підприємства.

Таблиця 1.1 – Всі номінальні значення навантажень підприємства.

№	Назва цеху	P _п , кВт	Категорія
1	Складальний цех	4300	3
2	Механічний цех	5000	2
3	Заготівельний цех	900	2
4	Адміністративно-побутовий корпус	80	3
5	Будівля ЦТНС	23	3
6	Ковальсько – пресова дільниця	780	3
7	Інструментальний цех	600	3
8	Гальванічна дільниця	250	2
9	Експериментальний цех	160	2
10	Котельня	40	2
11	Цех товарів народного споживання	300	2
12	Насосна станція	12	2
13	Відділ головного механіка	214	3
14	Ливарний цех	1190	2
15	Нафтова ловушка	2,4	2
16	Транспортна дільниця	18	2
17	Компресорна станція	28	2
18	Газорозподільний пункт	1,5	2

Згідно з Правилами улаштування електроустановок (ПУЕ), електроприймачі на промислових підприємствах класифікуються за трьома категоріями надійності електропостачання:

Категорія I: Електроприймачі, відключення яких може спричинити як небезпеку для життя та здоров'я людей так і значні економічні втрати. Це може бути викликано пошкодженням обладнання, тривалими збоями складних технологічних процесів або масовим браком продукції.

Категорія II: Електроприймачі, припинення живлення яких призводить до масового недовипуску продукції, простою працівників, механізмів та промислового транспорту. Сюди відносяться такі пристрої, як прокатні стани,

електродугові печі, металорізальні верстати, преси тощо.

Категорія ІІІ: Всі інші електроприймачі, які не підпадають під визначення першої та другої категорій. Наприклад, це можуть бути приймачі допоміжних цехів, складів непоточного виробництва і подібні.

Також роздивимось відділ головного механіка який потім більш детально буде розроблятися (рис.1.2 , таб.1.2).

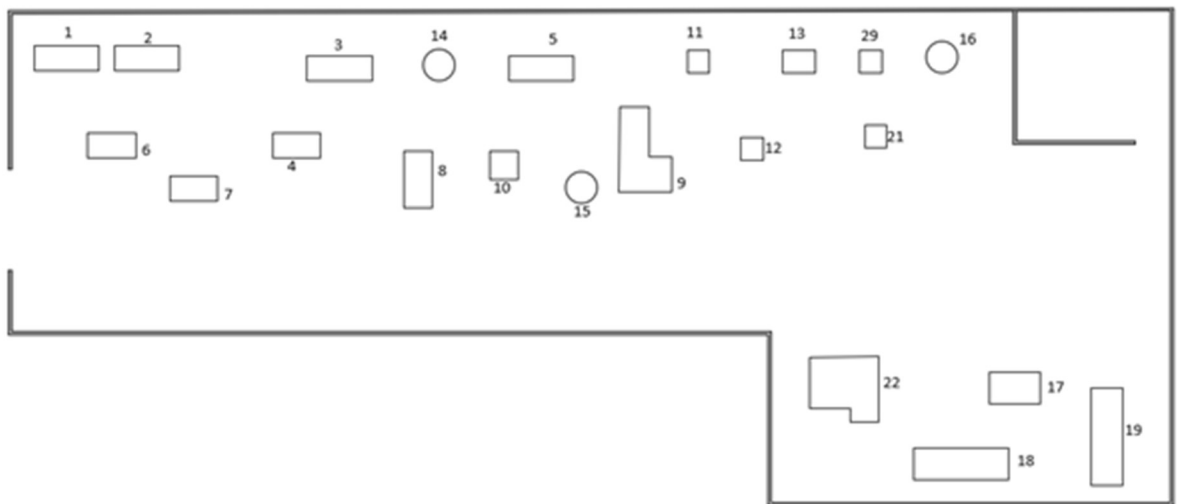


Рисунок 1.2 – Схема відділу головного механіка.

Таблиця 1.2- Номінальні навантаження відділу головного механіка.

№	Найменування	Рн, кВт
1-3,5	Радіально-свердлильний верстат	4,5
4	Радіально-свердлильний верстат	1
6	Вертикально-свердлильний верстат	1.625
7	Настільно-свердлильний верстат	0.6
8	Кругошліфувальний верстат	10
9	Плоскошліфувальний верстат	15
10	Точильно-шліфувальний верстат	2.8
11	Стенд заточки різців	1.3
12	Стенд шліфування станини	1.3
13	Зубозакруглюючий верстат	1.7
20,21	Кран-укосина	0.85
14-16	Вентилятори	2.5
17	Зубофрейзерний верстат	4.5
18,19	Токарно-гвинторізний верстат	12
22	Вертикально фрейзерний верстат	16

2 РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

2.1 Розрахунок електричних навантажень підприємства

Розробку електропостачання ПрАТ "Калинівський машинобудівний завод" будемо розпочинати з визначення розрахункових потужностей силового та освітлювального навантаження окремих його цехів. На даному етапі визначення необхідних величин рекомендується проводити за методом коефіцієнту попиту. Розглянемо детально визначення активних та реактивних потужностей одного з цехів підприємства, наприклад, механічного. Приведемо стислий алгоритм визначення перерахованих потужностей з метою подальшого його застосування для всіх інших цехів підприємства.

Для того щоб розрахувати активну потужність цеху, скористаємось формулою:

$$P_{mc} = K_p \cdot P_{уст}, \quad (2.1)$$

де $K_p = 0,4$ (для механічного цеху) – коефіцієнт попиту;

$P_{уст}$ – установлена потужність цеху сумарна, кВт:

Підставивши данні отримуємо:

$$P_p = 0,4 \cdot 5000 = 2000 \text{ (кВт)}$$

Для розрахунку реактивної потужності цеху використаємо формулу:

$$Q_{mc} = P_{mc} \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad (2.2)$$

$$Q_{mc} = 2000 \cdot 0.75 = 1500 \text{ (квар)}$$

Для більш точного визначення потужності цеху необхідно врахувати потужність освітлення, яка може бути визначена наближено за питомою потужністю на 1 м^2 площі. В якості освітлювальних приладів можемо обрати люмінесцентні лампи, ДРЛ лампи чи лампи розжарювання.

Для освітлення складального цеху обираємо ДРЛ лампи:

$$P_{mo} = P_{пит.о} \cdot K_{пра} \cdot K_{по} \cdot F, \quad (2.3)$$

$$P_{mo} = 0,015 \cdot 1,2 \cdot 0,95 \cdot 9964 = 170,38 \text{ (кВт)}$$

$$Q_{\text{мо}} = P_{\text{мо}} \cdot \operatorname{tg} \phi , \quad (2.4)$$

$$Q_{\text{мо}} = 170,38 \cdot \operatorname{tg}(\arccos(0,8)) = 127,78 \text{ (кВАр)},$$

Для активної потужності:

$$P_{\text{мо}} = P_{\text{пит.о}} \cdot K_{\text{пра}} \cdot K_{\text{по}} \cdot F, \quad (2.5)$$

$$P_{\text{мо}} = 0,015 \cdot 1,2 \cdot 0,95 \cdot 9964 = 170,38 \text{ (кВт)}$$

Для реактивної потужності:

$$Q_{\text{мо}} = P_{\text{мо}} \cdot \operatorname{tg} f, \quad (2.6)$$

$$Q_{\text{мо}} = 170,38 \cdot 0,75 = 127,78 \text{ (кВАр)},$$

де $P_{\text{мо}}$ та $Q_{\text{мо}}$ – розрахункові потужність та реактивна потужність, необхідна для освітлення ділянки, кВт;

$P_{\text{п.о}}$ – щільність освітлювального навантаження, кВт/м²;

$K_{\text{по}}$ – коефіцієнт попиту освітлювального навантаження ;

$K_{\text{пра}}$ – коефіцієнт втрат потужності в пускорегулювальній апаратурі;

F – площа цеху, яка визначається по генплану, м²

Повну розрахункову потужність будемо визначати по формулі:

$$S_{\text{м}} = \sqrt{P_{\text{м}}^2 + Q_{\text{м}}^2} \quad (2.7)$$

Де $P_{\text{м}}^2$ – сумарна активна потужність цеху, кВт;

$$P_{\text{м}} = P_{\text{мс}} + P_{\text{мо}} = 2000 + 170,38 = 2170,38 \text{ (кВт)}$$

$Q_{\text{м}}^2$ – сумарна реактивна потужність цеху, кВАр;

$$Q_{\text{м}} = Q_{\text{мс}} + Q_{\text{мо}} = 1500 + 127,78 = 1627,78 \text{ (кВАр)}$$

$$S_{\text{м}} = \sqrt{2170,38^2 + 1627,78^2} = 2712,98 \text{ (кВА)}$$

Для інших цехів розрахунки виконуємо аналогічно і заносимо результати в таблицю 2.1.

Сумарну розрахункову активну потужність заводу розраховуємо за формулою:

$$P_{\text{м}} = K_0 \cdot (P_{\text{мк}} + P_{\text{мо}}), \quad (2.8)$$

$$P_{\text{м}} = 0,95(6409,64 + 1068,5) = 7104,24 \text{ (кВАр)}$$

де $P_{\text{МК}}$ - активна потужність підприємства, кВт;

$P_{\text{МО}}$ – активна потужність освітлення на заводі, кВт;

K_0 – коефіцієнт одночасності максимумів навантаження, візьмемо рівним 0,95, при кількості приєднань на стороні 10 кВ $n=2$ та коефіцієнті використання в межах $0,3 \leq K_0 < 0,5$;

Сумарну розрахункову реактивну потужність заводу розраховуємо за формулою:

$$Q_{\text{М}} = K_0 \cdot (Q_{\text{МК}} + Q_{\text{МО}}), \quad (2.9)$$

$$Q_{\text{М}} = 0,95 \cdot (5360,6 + 988,3) = 6031,56 \text{ (кВА)}.$$

де $Q_{\text{МК}}$ - реактивна потужність заводу, кВАр;

$Q_{\text{МО}}$ – реактивна потужність освітлення на заводі, кВАр.

Визначаємо сумарне повне навантаження заводу:

$$S = \sqrt{7104,24^2 + 6031,56^2} = 9319,3 \text{ (кВА)}$$

Таблиця 2.1 - Розрахунок навантажень підприємства

№	Споживачі	Силове навантаження					Освітлювальне навантаження						Всього		
		Рн, кВт	Кп	tgφ	Рмс, кВт	Qмс, квар	F, м2	Рпит.о	Кпо	Кпра	Рмо, кВт	Qмо,квар	Рм, кВт	Qм, квар	Sm, кВА
1	Складальний цех	4300	0,4	1,02	1720	1754,4	26638	0,016	0,95	1,2	485,8771	495,59466	2205,88	2249,99	3150,93
2	Механічний цех	5000	0,4	0,75	2000	1500	9964	0,015	0,95	1,2	170,3844	127,7883	2170,38	1627,79	2712,98
3	Заготівельний цех	900	0,6	1,02	540	550,8	5133	0,014	0,95	1,2	81,92268	83,561134	621,923	634,361	888,37
4	Адміністративно-побутовий корпус	80	0,6	0,75	48	36	6314	0,013	0,8	1,2	78,79872	59,09904	126,799	95,099	158,498
5	Будівля ЦТНС	23	0,8	0,48	18,4	8,832	1437	0,012	0,8	1,2	16,55424	7,9460352	34,9542	16,778	38,7724
6	Ковальсько-пресова дільниця	780	0,4	0,75	312	234	862	0,015	0,8	1,2	12,4128	9,3096	324,413	243,31	405,516
7	Інструментальний цех	600	0,8	0,75	480	360	2998	0,013	0,95	1,2	44,43036	33,32277	524,43	393,323	655,538
8	Гальванічна дільниця	250	0,6	1,02	150	153	2666	0,012	0,95	1,2	36,47088	37,200298	186,471	190,2	266,36
9	Експериментальний цех	160	0,41	1,52	65,6	99,712	2263	0,013	0,95	1,2	33,53766	50,977243	99,1377	150,689	180,376
10	Котельня	40	0,8	0,75	32	24	650	0,016	0,8	1,2	9,984	7,488	41,984	31,488	52,48
11	Цех товарів народного споживання	300	0,4	1,02	120	122,4	2772	0,011	0,95	1,2	34,76088	35,456098	154,761	157,856	221,064
12	Насосна станція	12	0,6	0,48	7,2	3,456	16	0,015	0,8	1,2	0,2304	0,110592	7,4304	3,56659	8,24205
13	Відділ головного механіка	214	0,8	0,86	171,2	147,232	1077	0,014	0,8	1,2	14,47488	12,448397	185,675	159,68	244,894
14	Ливарний цех	1190	0,6	0,48	714	342,72	3168	0,011	0,8	1,2	33,45408	16,057958	747,454	358,778	829,101
15	Нафтова ловушка	2,4	0,6	0,75	1,44	1,08	116	0,015	0,6	1,2	1,2528	0,9396	2,6928	2,0196	3,366
16	Транспортна дільниця	18	0,5	0,86	9	7,74	540	0,014	0,8	1,2	7,2576	6,241536	16,2576	13,9815	21,4428
17	Компресорна станція	28	0,7	0,75	19,6	14,7	635	0,013	0,6	1,2	5,9436	4,4577	25,5436	19,1577	31,9295
18	Газорозподільний пункт	1,5	0,8	0,48	1,2	0,576	96	0,011	0,6	1,2	0,76032	0,3649536	1,96032	0,94095	2,17445
	Всього	13899			6409,64	5360,648	67345				1068,507	988,36392	7104,24	6031,56	9319,33

2.2 Вибір та розміщення підстанцій

Оскільки все обладнання на заводі живиться від напруги 0,4 кВ, сумарну повну розрахункову потужність беремо з таблиці 2.1:

$$S_{\text{сум}} = 9319,33 \text{ (кВА)}.$$

Загальна площа цехів $F(\text{м}^2)$, згідно з таблицею 2.1:

$$F = 67345 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Щоб визначити економічний ступінь потужності трансформаторів в залежності від густини навантаження, скористаємось формулою:

$$S_{\text{пит}} = \frac{S_{\text{сум}}}{F_{\text{сум}}} = \frac{9319,3}{67345} = 0,14 \text{ (кВА/м}^2\text{)}.$$

При такій питомій потужності пропонується використовувати трансформатори потужністю до 1600 кВА.

Оскільки ПрАТ «Калинівський машинобудівний завод» відноситься до II категорії з надійності електропостачання розглянемо 2 варіанти спорудження двотрансформаторних підстанцій з $S_{\text{номТР}} = 1000 \text{ кВА}$ та $S_{\text{номТР}} = 1600 \text{ кВА}$:

Варіант 1: $S_{\text{ек}} = S_{\text{номТР}} = 1000 \text{ кВА}$.

Визначаємо економічне число підстанцій:

$$N_{\text{ек}} = \frac{S_{\text{з}}}{S_{\text{ном.ТР}} \cdot K_{\text{з}}}, \quad (2.10)$$

де $k 0,8 \div 0,85$ - коефіцієнт завантаження трансформаторів трансформаторної підстанції при переважанні споживачів II та III категорії надійності електропостачання.

$$N_{\text{ек}} = \frac{9319,33}{2 \cdot 1000 \cdot (0,8 \div 0,85)} = 5,48 \div 6 \text{ (шт)}$$

Отже, необхідно встановити 6 трансформаторних підстанцій.

Варіант 2: $S_{\text{ек}} = S_{\text{номТР}} = 1600 \text{ кВА}$.

$$N_{\text{ек}} = \frac{9529,85}{2 \cdot 1600 \cdot (0,8 \div 0,85)} = 3,42 \div 4 \text{ (шт)}$$

Отже необхідно встановити 4 трансформаторних підстанцій.

Розподілимо трансформаторні підстанції між цехами і визначимо їх фактичний коефіцієнт завантаження. Результати розрахунку приведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Розподіл живлення між трансформаторними підстанціями

Варіант 1				Варіант 2			
№ На генплані	Sp, кВА	SномТР = 1000 кВА		№ На генплані	Sp, кВА	SномТР = 1600 кВА	
		N, шт	K3			N, шт	K3
1,4	3309,43	4	0,8273575	1	3150,93	2	0,98467
2,14	3542,08	4	0,8855205	2	2712,98	2	0,84781
3,5,6,7,17,18	1366,76	2	0,6833814	3-9	2593,43	2	0,81045
8,9,10,11,12,13,15,16	1653,76	2	0,8268814	10-18	1414,69	2	0,44209

Таблиця 2.3 - Характеристики трансформаторів

Трансформатор	Sn.тр, кВА	Un.т, кВ	ΔРхх, кВт	ΔРк, кВт	Iхх%	Uк%
ТМ-1000-10/0.4	1000	10	1,85	12,3	1,05	6
ТМ-1600-10/0.4 У1	1600	10	2,6	17	0,9	6

Для подальшого вибору варіанта розподілу ТП потрібно розрахувати витрати трансформаторів використовуючи таблицю 2.3.

Для розрахунку активних втрат скористаємось формулою:

$$\Delta P_{\text{тр}} = n \cdot \Delta P_{\text{хх}} + \frac{1}{n} \Delta P_{\text{к}} \left(\frac{S_{\text{р}}}{S_{\text{н.тр}}} \right)^2 \quad (2.11)$$

Для реактивних:

$$\Delta Q_{\text{тр}} = n \frac{\Delta I_{\text{х\%}}}{100} S_{\text{н.тр}} + \frac{1}{n} \frac{\Delta U_{\text{к}}}{100} \left(\frac{S_{\text{р}}}{S_{\text{н.тр}}} \right)^2 \quad (2.12)$$

Данні отримані від розрахунків заносимо в таблицю 2.4

Таблиця 2.4 Розрахункові втрати трансформаторів

Цех	Кількість	Сном	Кз	ΔР	ΔQ
1,4	4	1000	0,82736	41,0784	42,1643
2,14	4	1000	0,88552	45,98	42,1882
3,5,6,7,17,18	2	1000	0,68338	15,1884	18,056
8,9,10,11,12,	2	1000	0,82688	20,5198	21,082
13,15,16					
Всього	12			122,767	123,491
1	2	1600	0,98467	71,1306	28,9163
2	2	1600	0,84781	54,0767	28,8863
3-9	2	1600	0,81045	49,8641	28,8788
10-18	2	1600	0,44209	18,4903	28,8235
Всього	8			193,562	115,505

Отримавши розрахунок витрат двох варіантів розміщення ТП , можемо зробити розрахунок потужності заводу з урахуванням витрат.

Для першого варіанту:

$$P_{M1} = P_{M3} + \sum_{i=1}^{12} \Delta P_{\text{тп}i} = 7104,24 + 122,76 = 7227(\text{кВт})$$

$$Q_{M1} = Q_{M3} + \sum_{i=1}^{12} \Delta Q_{\text{тп}i} = 6031,56 + 123,49 = 6155,05(\text{квар})$$

Для другого варіанту:

$$P_{M1} = P_{M3} + \sum_{i=1}^8 \Delta P_{\text{тп}i} = 7104,24 + 193,56 = 7297,8 (\text{кВт})$$

$$Q_{M1} = Q_{M3} + \sum_{i=1}^8 \Delta Q_{\text{тп}i} = 6031,56 + 115,5 = 6147,06 (\text{кВт})$$

Розрахунок повної потужності із врахуванням втрат

Для першого варіанту:

$$S_M = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{7227^2 + 6155,05^2} = 9492.84 (\text{кВА})$$

Для другого варіанту:

$$S_M = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{7297,8^2 + 6147,06^2} = 9541,71 \text{ (кВАр)}$$

Також для вибору варіанта ТП потрібно розрахувати капітальні затрати на спорудження .

Таблиця 2.5 - Капітальні затрати на спорудження внутрішньо-заводської мереж

Варіант 1								
ТП	тип тр-ра	шт	Ціна	вартість	кабель	довжина	ціна	вартість
1	ТМ-1000-10/0.4	4	423000	1692000	ААБл 3х95	4х27	1 234	133272
2	ТМ-1000-10/0.4	4	423000	1692000	ААБл 3х95	4х67	1 234	318372
3	ТМ-1000-10/0.4	2	423000	846000	ААБл 3х95	2х107	1 234	264076
4	ТМ-1000-10/0.4	2	423000	846000	ААБл 3х95	2х149	1 234	367732
Всього				5076000				1083452

Варіант 2								
ТП	тип тр-ра	шт	Ціна	вартість	кабель	довжина	ціна	вартість
1	ТМ-1600-10/0.4 У1	2	758 700	1517400	ААБл-10 3х50	2х85	986,00	167620
2	ТМ-1600-10/0.4 У1	2	758700	1517400	ААБл-10 3х50	2х400	986,00	788800
3	ТМ-1600-10/0.4 У1	2	758700	1517400	ААБл-10 3х50	2х980	986,00	1932560
4	ТМ-1600-10/0.4 У1	2	758700	758700	ААБл-10 3х50	2х740	987,00	1460760
Всього				5310900				4349740

Також потрібно обрати вимикачі для ТП, для обох варіантів вони будуть однакові.

Високовольтні вимикачі: ВВ/TEL 10-20/630 - 60 000грн.

Для першого варіанту:

$$K_B = n_1 \cdot C_{BB} = 12 \cdot 60\,000 = 720\,000$$

Для другого варіанту:

$$K_B = n_1 \cdot C_{BB} = 8 \cdot 60\,000 = 480\,000$$

Розглянувши ці два варіанта різних ТП з огляду на більші економічні затрати другого варіанту і не велику різницю витрат між ними для подальшої розробки буде обрано 1 варіант ТП.

Для визначення місця розташування ЦРП потрібно побудувати картограму навантажень та визначити за допомогою формули центр електричних навантажень. Картограму навантажень потрібно будувати на кресленні генерального плану підприємства. Навантаження кожного із цехів зображаємо кругом, площа якого пропорційна розрахунковій активній потужності :

$$P_p = m_p \cdot \pi \cdot r^2, \quad (2.13)$$

де m_p – масштаб побудови, який обирають кратним 1,2,5. Обираємо масштаб побудови картограми навантажень: приймаємо радіус круга навантаження цеху 1 - 300 м, тоді масштаб побудови знаходимо за формулою:

$$m_p = \frac{P_p}{\pi \cdot r^2} \quad (2.14)$$

де P_p – розрахункова активна потужність цеха, кВт;

r – радіус круга навантаження, м.

Визначаємо масштаб побудови для механічного цеху 1 – 300м

$$m_p = \frac{2170,38}{\pi \cdot 300^2} = 0.047$$

Приймаємо $m_p = 0,008$ кВт/м². Визначаємо радіус круга при даному масштабі:

$$r_1 = \sqrt{\frac{P_{p1}}{\pi \cdot m_p}} \quad (2.15)$$

$$r_1 = \sqrt{\frac{2170,38}{3.14 \cdot 0.008}} = 131,42$$

Сектор освітлювального навантаження для цеху №1 складає:

$$\alpha_1 = \frac{360^\circ \cdot P_{mo}}{P_{p1}} \quad (2.16)$$

$$a = \frac{360 \cdot 170.38}{2170,38} = 28,26$$

Аналогічні розрахунки з інших цехів заносимо до таблиці 2.6

Визначаємо координати центру навантажень:

$$X = \frac{\sum_{i=1}^{12} P_{p.i} \cdot X_i}{\sum_{i=1}^{12} P_{p.i}} \quad (2.17)$$

$$X = 231.88$$

де $P_{p.i}$ – розрахункова активна потужність i -го цеха, кВт;

X_i – координати абсциси i -го цеха, м.

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^{12} P_{p.i} \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^{12} P_{p.i}} \quad (2.18)$$

$$Y = 180.42$$

де Y_i – координати ординати i -го цеха, м.

Таблиця 2.6 - Дані для побудови картограми навантажень

№	Споживачі	Координати		Рм, кВт	Рмо, кВт	αк	rk, м
		Xk, м	Yk, м				
1	Складальний цех	150	180	2205,88	485,88	79,30	296,26
2	Механічний цех	260	160	2170,38	170,38	28,26	131,42
3	Заготівельний цех	260	140	621,92	81,92	47,42	70,35
4	Адміністративно-побутовий корпус	150	100	126,80	78,80	223,72	44,92
5	Будівля ЦГНС	340	100	34,95	16,55	170,50	23,59
6	Ковальсько-пресова дільниця	345	155	324,41	12,41	13,77	71,86
7	Інструментальний цех	380	160	524,43	44,43	30,50	45,68
8	Гальванічна дільниця	390	110	186,47	36,47	70,41	31,45
9	Експериментальний цех	450	160	99,14	33,54	121,79	39,72
10	Котельня	400	240	41,98	9,98	85,61	14,92
11	Цех товарів народного споживання	530	295	154,76	34,76	80,86	78,47
12	Насосна станція	430	330	7,43	0,23	11,16	17,19
13	Відділ головного механіка	390	310	185,67	14,47	28,06	38,44
14	Ливарний цех	340	270	747,45	33,45	16,11	109,07
15	Нафтова ловушка	305	320	2,69	1,25	167,49	10,35
16	Транспортна дільниця	310	280	16,26	7,26	160,71	11,37
17	Компресорна станція	280	300	25,54	5,94	83,77	14,26
18	Газорозподільний пункт	260	255	1,96	0,76	139,63	5,59

Розташувати ЦРП в центрі навантажень не є можливим тому розташуємо ЦРП зсунувши його до живильної підстанції.

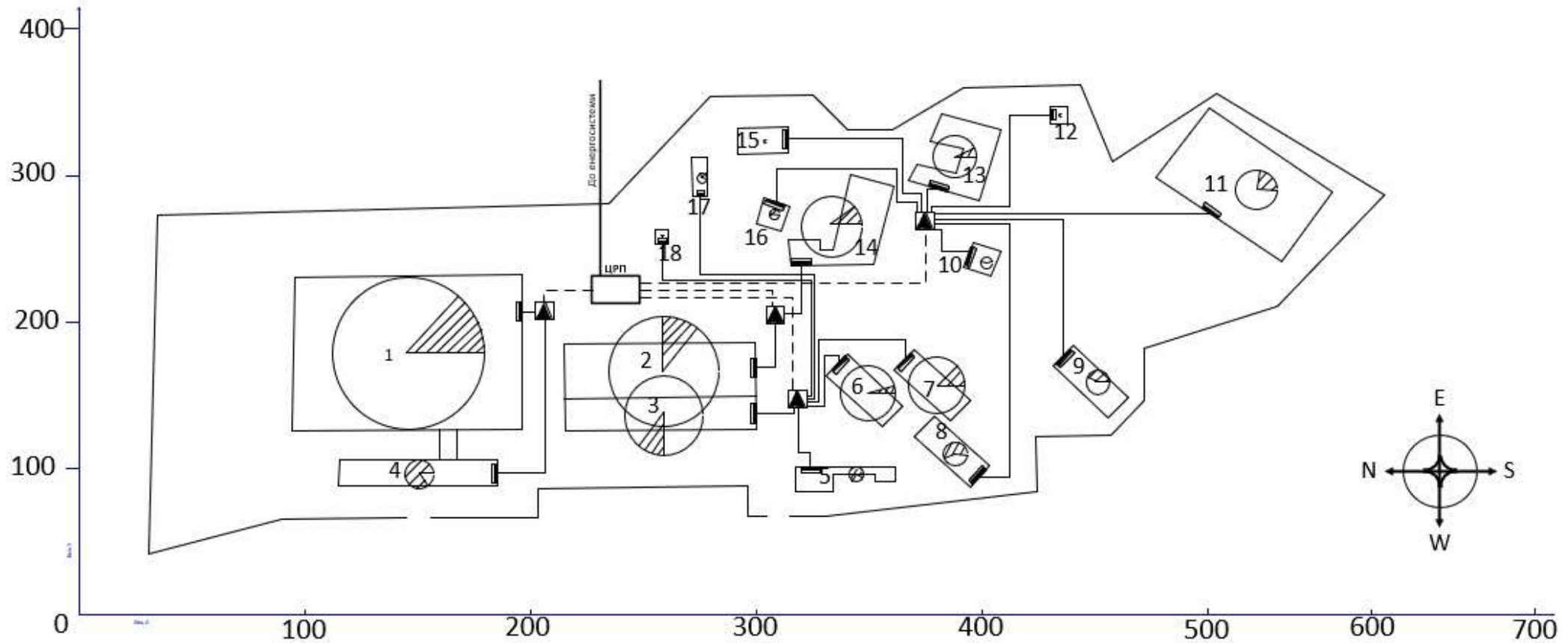


Рисунок 2.1- Зоображення картограми навантажень і розташування на них ТП та ЦРП

2.3 Вибір та розрахунок схеми електропостачання підприємства.

Відповідно до першого варіанту розміщення ТП було виконано однолінійну схему заводської мережі.

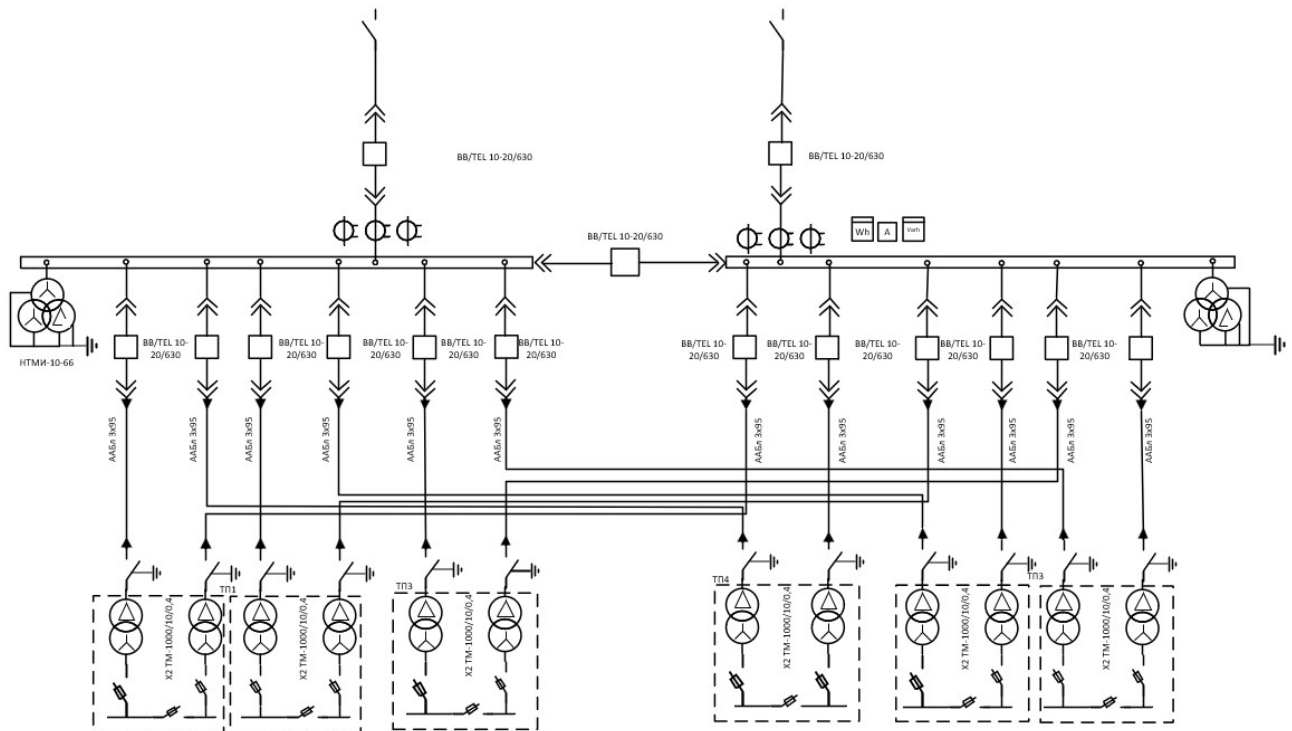


Рисунок 2.2 Однолінійна схема живлення підприємства

Проведемо розрахунок для вибору високовольтних вимикачів за номінальною напругою лінії, а також проведемо розрахунок номінального струму і сили струму в післяаварійному режимі та можливих нерівномірностей розподілу струмів між лініями та секціями шин:

$$U_{ном,в} \geq U_{ном. мережі},$$

$$I_{ном,в} \geq I_{м.ав},$$

(2.19)

Розрахуємо струм для живлячої лінії ТП1:

$$I_M = \frac{3309,43}{4 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 47,77(A)$$

За таким же принципом розраховуємо номінальну силу струму для всіх інших кабелів та заносимо до таблиці 2.7.

Розрахуємо струм для післяаварійного режиму:

$$I_{\text{м.ав}} = \frac{1,3 \cdot S_m}{\sqrt{3} U_{\text{ном}}} = \frac{1,3 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 10} = 75(\text{А})$$

Вимикач для встановлення на стороні 10кВ обираємо: **ВВ/TEL 10-20/630**, номінальний струм яких $I_{\text{ном.в}} = 630 \text{ А} > I_{\text{м.ав}}$. Власний час відключення вимикача складає 0,015.

Кабелі для високовольтної мережі обираємо ААБЛ, броньовані алюмінієвою оболонкою, прокладання в траншеї.

Для визначення перерізу провідників живлення скористаємось формулою:

$$S_{\text{ек}} = \frac{I_{\text{м}}}{j_{\text{ек}}} \quad (2.20)$$

Де $j_{\text{ек}} = 1,4 \text{ А/мм}^2$ при $T_{\text{м}} = 2500$ год. для кабелів з паперовою ізоляцією.

Для ТП1:

$$S_{\text{ек}} = \frac{47,77}{1,4} = 34,12 (\text{мм}^2)$$

Вибираємо кабель ААБЛ перерізом $3 \times 95 \text{ мм}^2$ не зважаючи на розрахунковий переріз з $I_{\text{доп}} = 195 \text{ А}$

Всі розрахунки заносимо до таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 - Вибір вимикачів та кабелів.

Лінія	$I_{\text{м}}, \text{А}$	$I_{\text{па}}, \text{А}$	Вимикач	$I_{\text{ном}}, \text{А}$	Провідник	$S, \text{мм}^2$	$I_{\text{доп}}, \text{А}$
ЦРП-ТП-1	47,77	75,06	ВВ/TEL 10-20/630	630	ААБл 3х95	3х95	195
ЦРП-ТП-2	51,13	75,06	ВВ/TEL 10-20/630	630	ААБл 3х95	3х95	195
ЦРП-ТП-3	39,46	75,06	ВВ/TEL 10-20/630	630	ААБл 3х95	3х95	195
ЦРП-ТП-4	47,74	75,06	ВВ/TEL 10-20/630	630	ААБл 3х95	3х95	195

Розрахунок струмів КЗ загальнозаводської мережі

Прийmemo базисну потужність $S_6 = 1000 \text{ МВА}$. За базисну напругу $U_{\text{сер}}$ в точці виникнення КЗ. Базисний струм визначається за формулою:

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{сер}}} \quad (2.21)$$

Потужність трифазного КЗ приймаємо $S_k = 50 \text{ МВА}$.

Зобразимо схему заміщення і розрахункову схему на рисунку 2.3.

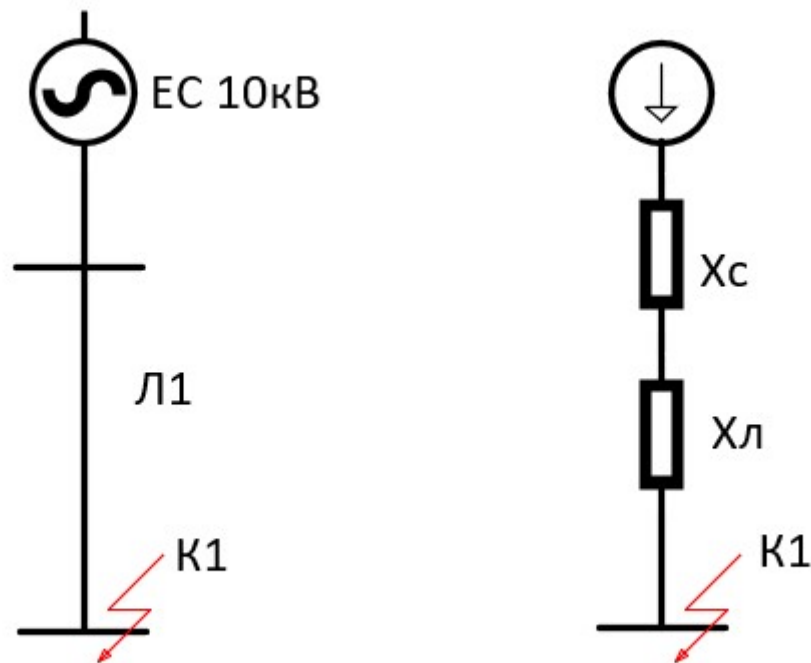


Рисунок 2.3- Розрахункова схема і схема заміщення для розрахунку струмів КЗ

Розрахуємо базисний струм та опір системи:

$$I_6 = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 10} = 57 \text{ (кА)}$$

$$x_c = \frac{S_6}{S_k} = \frac{1000}{50} = 20 \text{ (в. о.)}$$

Для визначення опору лінії скористаємось формулою:

$$X_{\text{л}} = X_{\text{пит}} \cdot l \cdot \frac{S_6}{U_{\text{сер}}^2},$$

$$X_{\text{л}} = 0,065 \cdot 0,9 \cdot \frac{1000}{10^2} = 0,585 \text{ (в. о.)}$$

Результуючий опір буде:

$$X_p = X_c + X_{\text{л}} = 20 + 0,585 = 20,585 \text{ (в.о.)}.$$

Діюче початкове значення струму КЗ:

$$I_{\text{п}} = \frac{E_c}{X_p} \cdot I_{\text{б}}, \quad (2.22)$$

$$I_{\text{п}} = \frac{1}{20,585} \cdot 57 = 2,76 \text{ (кА)}.$$

Для обрахунку аперіодичної складової використаємо формулу:

$$i_{a.r.c} = \sqrt{2} I_{\text{п.о.с}} e^{-t/T_{a.c}} \quad (2.23)$$

$$\text{Де } \tau = t_{\text{рз.мін}} + t_{\text{с.з.}} = 0,01 + 0,09 = 0,1, \text{ с;}$$

$T_{a.c.} = 0,03$ - постійна часу аперіодичної складової, с.

$$i_{a.r.c} = \sqrt{2} \cdot 2,76 \cdot e^{\frac{0,01}{0,3}} = 0,139 \text{ (кА)}.$$

Періодична складова не змінюється:

$$I_{\text{п.р.с}} = I_{\text{п.о.с}} = 2,76 \text{ (кА)}.$$

Ударний струм:

$$i_{a.r.c} = \sqrt{2} I_{\text{п.о.с}} \left(1 + e^{-\frac{t}{T_{a.c}}} \right) = \sqrt{2} \cdot 2,76 \cdot \left(1 + e^{\frac{0,1}{0,03}} \right) = 9,35 \text{ (кА)}.$$

Перевірити високовольтні вимикачі ВВ/TEL 10-20/1000 на динамічну стійкістьбудемо за умовою:

$$\begin{cases} i_{\text{дин}} \geq i_{\text{уд}}, \\ I_{\text{дин}} \geq I_{\text{но}}, \end{cases} \quad (2.24)$$

$$\begin{cases} i_{\text{дин}} = 50 \text{ (кА)} \geq i_{\text{уд}} = 9,35 \text{ (кА)}, \\ I_{\text{дин}} = 10 \text{ (кА)} \geq I_{\text{но}} = 2,76 \text{ (кА)}. \end{cases}$$

Отже умова перевірки вимикача ВВ/TEL 10-20/1000 на динамічну стійкість виконується.

Перевірка комутаційної здатності вимикача ВВ/TEL 10-20/1000

здійснимо за умовами:

$$\begin{cases} I_{н.відкл} \geq I_{нт.с}, \\ \sqrt{2}I_{н.відкл} \geq \sqrt{2}I_{нт.с} + i_{ат.с}, \end{cases} \quad (2.25)$$

$$\begin{cases} I_{н.відкл} = 10 \text{ кА} \geq I_{нт} = 2,76 \text{ (кА)}, \\ \sqrt{2}I_{н.відкл} = \sqrt{2} \cdot 10 = 14,1 \text{ (кА)} \geq \sqrt{2}I_{нт} + i_{ат} = \sqrt{2} \cdot 2,76 + 0,139 = 4 \text{ (кА)}. \end{cases}$$

Умови перевірки ВВ/TEL 10-20/1000 на термічну здатність виконуються.

Тепловий імпульс визначаємо по формулі:

$$B_{\kappa} = I_{н.о.с}^2 (t_{відкл} + T_{а.с.}) \quad (2.26)$$

$$B_{\kappa} = 2,76^2(0,6+0,03) = 4,79 \text{ (кА}^2 \cdot \text{с)}.$$

Умова для перевірки термічної дії струму КЗ:

$$B_{\kappa} \leq I_{тер}^2 t_{тер}, \quad (2.27)$$

$$4,79 \text{ (кА}^2 \cdot \text{с)} < 10^2 \cdot 4 = 400 \text{ (кА}^2 \cdot \text{с)}.$$

Умова виконується, отже вимикач ВВ/TEL 10-20/1000 здатен забезпечити надійну комунікацію.

Для перевірки термічної стійкості обраних кабелів до дії струмів КЗ використаємо наступні формули:

$$S_{\min} = \frac{I_{н.о.с}^{(3)} \cdot \sqrt{t_{відкл}}}{C_m} \cdot 1000, \quad (2.28)$$

$$S_{\min} = \frac{2,76 \cdot \sqrt{0,16}}{90} \cdot 1000 = 12,26$$

Отже умова $S_{\min} < S_{нр}$ виконується і обрані нами кабельні лінії ЦРП-ТП можуть бути використані для електропостачання заводу.

2.4 Розрахунок схеми електропостачання цеху.

Вибір схеми цехової мережі проводиться на прикладі відділу головного механіка. Враховуючи розташування електроприймачів біля внутрішніх стін цеху, що розділяються проходами, підведемо живлення до них від розподільчих пунктів (РП). Живлення обладнання в залежності від його розташування здійснюється від розподільчих пунктів РП-1 – РП-2, які в свою чергу живляться від трансформаторної підстанції (ТП4), що розташована близько до цеху. План електропостачання виробничого цеху зображений на рис. 2.4.

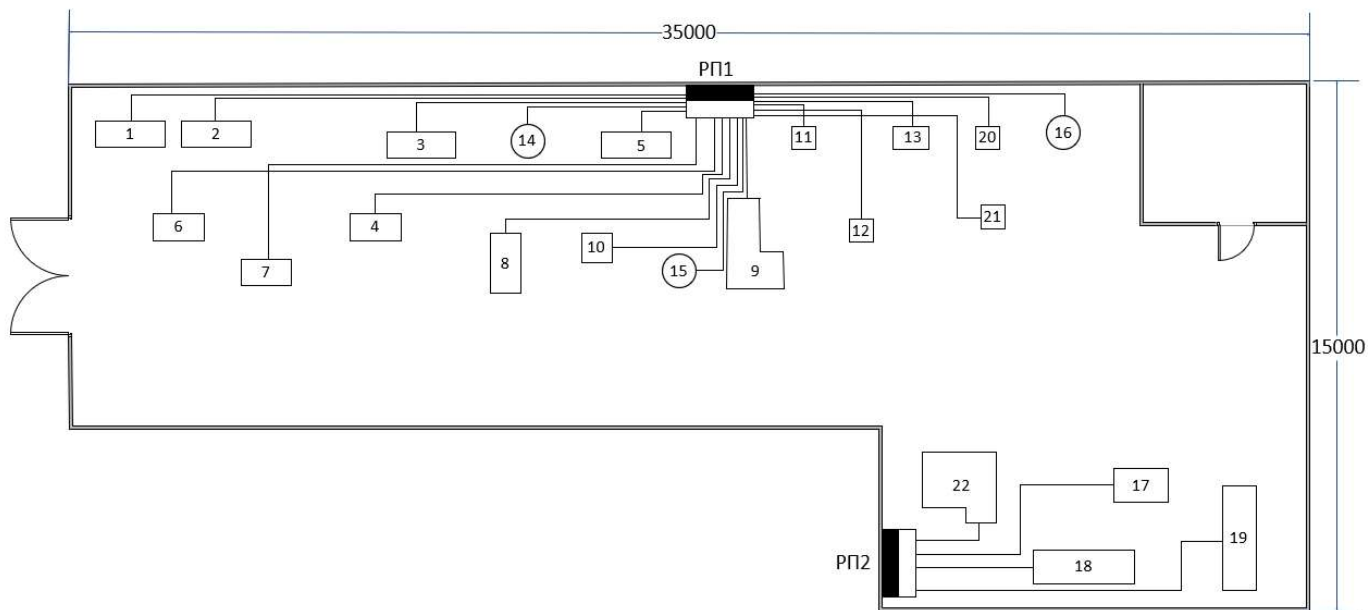


Рисунок 2.4 - План електропостачання відділу головного механіка.

Наступний етап розробки цехової мережі є розрахунок навантажень виробничого цеху.

Для окремих електроприймачів або ліній, що живлять два, три електроприймача розрахункові навантаження можуть бути прийняті номінальним:

$$\begin{aligned} P_M &= P_N, \\ Q_M &= P_M \operatorname{tg} \varphi_N, \end{aligned} \quad (2.29)$$

де P_N - активна номінальна потужність (паспортна) ЕП кВт;

$\operatorname{tg}\varphi_n$ - відповідний коефіцієнт реактивної потужності.

Щоб визначити номінальні величини потужності можуть бути використані паспортні дані.

Визначимо середні електричні навантаження, що відповідають найбільш завантаженій зміні:

$$\begin{aligned} T_{\text{см}} &= \sum_{i=1}^n k_{\text{Ві}} P_{\text{Ні}}, [\text{кВт}] \\ Q_{\text{см}} &= \sum_{i=1}^n k_{\text{Ві}} P_{\text{Ні}} \operatorname{tg}\varphi_{\text{сі}}, [\text{кВт}] \end{aligned} \quad (2.30)$$

де $\operatorname{tg}\varphi_{\text{сі}}$ - паспортне значення для певного ЕП.

$K_{\text{ві}}$ - коефіцієнт використання;

n - кількість ЕП.

$K_{\text{м}}$ – береться з довідникової літератури, наприклад .

Коефіцієнт використання для групи споживачів:

$$K_{\text{В}} = \frac{P_{\text{см}}}{P_{\text{Н}}} = \frac{\sum_{i=1}^n k_{\text{Ві}} P_{\text{Ні}}}{\sum_{i=1}^n P_{\text{Ні}}}, \quad (2.31)$$

де $P_{\text{Н}}$ – сумарна номінальна потужність споживачів.

Таким чином визначення ефективного числа споживачів може відбуватися за виразом:

$$n_{\text{е}} = \frac{\left(\sum_{i=1}^n P_{\text{Ні}} \right)^2}{\sum_{i=1}^n P_{\text{Ні}}^2} = \frac{P_{\text{Н}}^2}{\sum_{i=1}^n P_{\text{Ні}}^2}. \quad (2.32)$$

Покажемо приклад розрахунку. Знайдемо середні значення активної і реактивної потужності вертикально-фрейзерного станка, що отримує живлення від РП2:

$$P_{cm} = k_B \cdot P_H = 0,12 \cdot 16 = 1,92 \text{ (кВт)};$$

$$Q_{cm} = P_{cm} \cdot \operatorname{tg} \varphi_c = 1,92 \cdot 2,29 = 4,39 \text{ (квар)}.$$

Тоді ефективне число електроприймачів буде:

$$n_e = \frac{\sum (n \cdot P_i)^2}{n \cdot P_i^2}, \quad (2.34)$$

$$n_e = \frac{(1 \cdot 4,5 + 2 \cdot 12 + 1 \cdot 16)^2}{1 \cdot 4,5^2 + 2 \cdot 12^2 + 1 \cdot 16^2} = 3,50 \approx 3$$

Тепер визначимо розрахункові потужності при інтервалі усереднення 30 хв.

Активна:

$$P_p = K_p \cdot K_B \cdot \sum n \cdot P_H = 0,12 \cdot 0,12 \cdot 44,5 = 0,64 \text{ (кВт)}$$

Реактивна:

$$Q_p = 1,1 \cdot \sum K_B \cdot P_H \cdot \operatorname{tg} \varphi = 9,82 \text{ (кВАр)}$$

Повна потужність:

$$S_M = \sqrt{P_M^2 + Q_M^2} = \sqrt{0,64^2 + 9,82^2} = 9,84 \text{ (кВА)}$$

Проводячи аналогічні розрахунки по всіх споживачах, що приєднанні до цехових РП та підстанції отриманні результати зведемо в таблицю 2.8

Таблиця 2.8 – Розрахунок силового навантаження цеху

Вихідні данні						Розрахункові величини			п _е	К _р	Розрахункові навантаження			
Завданні технологів				Довідкові данні		п * Р _н * К _в , кВт	п * Р _н * К _в * tgφ, кВАр	п * Р _н ²			Р _р , кВт	Q _р , кВАр	S _р , кВА	I _р , А
Найменування ЕП	п	Р _н	п x Р _н	К _в	tgφ									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Радіально-свердильний(1-3,5)	4	4,5	18	0,12	2,29	2,16	4,9464	81						
Радіально-свердильний(4)	1	1	1	0,12	2,29	0,12	0,2748	1						
Вертикально-свердильний(6)	1	1,625	1,625	0,17	1,17	0,27625	0,3232125	2,640625						
Настільно-свердильний (7)	1	0,6	0,6	0,12	2,29	0,072	0,16488	0,36						
Круглошліфувальний(8)	1	10	10	0,25	1,17	2,5	2,925	100						
Плоскошліфувальний(9)	1	15	15	0,25	1,17	3,75	4,3875	225						
Точильно-шліфувальний(10)	1	2,8	2,8	0,2	1,17	0,56	0,6552	7,84						
Стенд заточки різців (11)	1	1,3	1,3	0,25	1,17	0,325	0,38025	1,69						
Стенд шліфування станини (12)	1	1,3	1,3	0,25	1,17	0,325	0,38025	1,69						
Зубозакруглюючий (13)	1	1,7	1,7	0,17	1,17	0,289	0,33813	2,89						
Вентилятори (14-16)	3	2,5	7,5	0,65	0,75	4,875	3,65625	18,75						
Кран укосина (20,21)	2	0,85	1,7	0,15	1,73	0,255	0,44115	1,445						
Всього РП1	18	43,175	62,525	0,25		15,63125	18,8730225	444,3056	8,798843	0,25	3,907813	13,75566	14,29997	20,64023389
Зубофрейзерний (17)	1	4,5	4,5	0,12	2,29	0,54	1,2366	20,25						
Токарно-гвинторізний (18,19)	2	12	24	0,12	2,29	2,88	6,5952	288						
Вертикально-фрейзерний(22)	1	16	16	0,12	2,29	1,92	4,3968	256						
Всього РП2	4	32,5	44,5	0,12		5,34	12,2286	564,25	3,509526	0,12	0,6408	9,8241	9,844977	14,20999981
Всього по цеху	22	75,675	107,025	0,25		20,97125	31,1016225	1008,556	11,35718	0,195947	5,242813	23,57976	24,15558	34,86558328

Вибір комутаційної апаратури та провідників

Для того щоб підібрати вірний кабель для живильної лінії (ТП4) РП 1-2, потрібно провести розрахунок струмів які будуть протікати під час роботи усіх установок цеху.

Проведемо розрахунок для кабельної лінії ТП-РП1 для прикладу :

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{м}} \quad (2.35)$$

Для нормальних умов та нормальної роботи $I_{\text{доп}}$ повинно бути більшим – рівним ніж $I_{\text{м}}$.

$$I_{\text{м}} = \frac{S_{\text{м}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{н}} \cdot \eta} \quad (2.36)$$

$$I_{\text{м}} = \frac{14,29}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,9} = 20,64 \text{ (A)}$$

де $S_{\text{м}} = 14,29$ кВА - значення розрахункової потужності, яке отримане раніше.

В якості лінії живлення оберемо кабель марки ААБЛ 3×95 , $I_{\text{доп}} = 195 \text{ A}$

Також проведемо розрахунок для живильного кабеля від РП-1 до ЕП-1:

$$I_{\text{м}} = \frac{1,38}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,9} = 1,99 \text{ (A)}$$

В якості лінії живлення оберемо кабель марки АПВ 4×6, $I_{\text{доп}} = 30 \text{ A}$

Проведені розрахунки повторюємо для всіх РП і ЕП та заносимо у таблицю 2,9.

Таблиця 2.9 - Вибір кабелів

Лінія	Im, А	Тип провідника	Спосіб прокладки	S, мм2	Iдоп, А
ТП - РП-1	20,64023389	АВВГ	в кабель-каналах	4х10	50
ТП - РП-2	14,20999981	АВВГ	в кабель-каналах	4х10	50
РП1-ЕП1	1,998693275	АВВГ	в стальних рукавах	4х6	30
РП1-ЕП2	1,998693275	АВВГ	в стальних рукавах	4х6	30
РП1-ЕП3	1,998693275	АВВГ	в стальних рукавах	4х6	30
РП1-ЕП4	0,436798386	АВВГ	в стальних рукавах	4х6	30
РП1-ЕП5	1,998693275	АВВГ	в стальних рукавах	4х6	30
РП1-ЕП6	0,51762624	АВВГ	в стальних рукавах	4х6	30
РП1-ЕП7	0,262079032	АВВГ	в стальних рукавах	4х6	30
РП1-ЕП8	4,730867444	АВВГ	в стальних рукавах	4х6	30
РП1-ЕП9	7,096301166	АВВГ	в стальних рукавах	4х6	30
РП1-ЕП10	1,052755628	АВВГ	в стальних рукавах	4х6	30
РП1-ЕП11	0,615012768	АВВГ	в стальних рукавах	4х6	30
РП1-ЕП12	0,615012768	АВВГ	в стальних рукавах	4х6	30
РП1-ЕП13	0,541516682	АВВГ	в стальних рукавах	4х6	30
РП1-ЕП14	4,966188166	АВВГ	в стальних рукавах	4х6	30
РП1-ЕП15	4,966188166	АВВГ	в стальних рукавах	4х6	30
РП1-ЕП16	4,966188166	АВВГ	в стальних рукавах	4х6	30
РП1-ЕП20	0,354534885	АВВГ	в стальних рукавах	4х6	30
РП1-ЕП21	0,354534885	АВВГ	в стальних рукавах	4х6	30
РП2-ЕП17	1,965592737	АВВГ	в стальних рукавах	4х6	30
РП2-ЕП18	5,259352766	АВВГ	в стальних рукавах	4х6	30
РП2-ЕП19	5,259352766	АВВГ	в стальних рукавах	4х6	30
РП2-ЕП22	6,988774176	АВВГ	в стальних рукавах	4х6	30

Отримавши всі ці данні можемо побудувати електромонтажну схему , в якій буде виконуватись усі умови прораховані для вибору.

Тип вимикача	I _н , А	I _{н.розч.} А	I _{св} , А	I _м , А	Кабель	I _{доп} , А	РП	Тип вимикача	I _н , А	I _{н.розч.} А	I _{св} , А	I _м , А	I _п , А	Кабель	Спосіб прокладання	I _{доп} , А		№	К-сть
ETI KZS-4M 3р+N С 32/ 0,03	32	46,4	232	20,6	ААБл 3х95	195		ETI KZS-4M 3р+N С 16/ 0,03	16	23,2	116	1,9	9,5	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30		1-3,5	4
								ETI KZS-4M 3р+N С 16/ 0,03	16	23,2	116	0,4	2	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30		4	1
								ETI KZS-4M 3р+N С 16/ 0,03	16	23,2	116	0,51	2,55	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30		6	1
								ETI KZS-4M 3р+N С 16/ 0,03	16	23,2	116	0,26	1,3	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30		7	1
								ETI KZS-4M 3р+N С 16/ 0,03	16	23,2	116	4,7	23,5	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30		8	1
								ETI KZS-4M 3р+N С 16/ 0,03	16	23,2	116	7,09	35,4	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30		9	1
								ETI KZS-4M 3р+N С 16/ 0,03	16	23,2	116	1,05	5,25	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30		10	1
								ETI KZS-4M 3р+N С 16/ 0,03	16	23,2	116	0,61	3,05	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30		11	1
								ETI KZS-4M 3р+N С 16/ 0,03	16	23,2	116	0,61	3,05	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30		12	1
								ETI KZS-4M 3р+N С 16/ 0,03	16	23,2	116	0,54	2,7	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30		13	1
								ETI KZS-4M 3р+N С 16/ 0,03	16	23,2	116	4,96	24,8	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30		14-16	3
								ETI KZS-4M 3р+N С 16/ 0,03	16	23,2	116	0,35	1,75	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30		20,21	2
ETI KZS-4M 3р+N С 32/ 0,03	32	46,4	232	14,2	ААБл 3х95	195		ETI KZS-4M 3р+N С 16/ 0,03	16	23,2	116	1,96	9,8	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30		17	1
								ETI KZS-4M 3р+N С 16/ 0,03	16	23,2	116	5,25	26,2	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30		18,19	2
								ETI KZS-4M 3р+N С 16/ 0,03	16	23,2	116	6,98	34,9	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30		22	1

Рисунок 2.5 - Розрахунково-монтажна таблиця

Розрахунок струмів КЗ в мережах напругою до 1000 В

Для перевірки обраних кабелів, потрібно провести розрахунок струмів КЗ, для цього потрібно побудувати схему електропостачання та розрахувати всі точки КЗ.



Рисунок 2.5 – Схема електропостачання ЕП-1

$$S_{\text{НОМ.Т}} = 1000 \text{ (кВА)}$$

$$Z_{\text{Т}} = \frac{U_{\text{к\%}}}{100} \cdot \frac{U^2}{S_{\text{НОМ.Т}}} = \frac{5,5}{100} \cdot \frac{380^2}{1000 \cdot 10^3} = 0,0088 \text{ (Ом)}$$

$$r_{\text{ПИТ}} \text{ лінії ТП4-РП1} = 0,00282 \quad x_{\text{ПИТ}} = 0,628 \quad l = 30 \text{ м}$$

$$r_{\text{ПИТ}} \text{ лінії РП1-ЕП1} = 0,0047 \quad x_{\text{ПИТ}} = 0,628 \quad l = 12 \text{ м}$$

$$Z_{\text{Л1}} = Z_{\text{ТП1-РП1-1}} = \sqrt{R_{\text{ПИТ}}^2 + X_{\text{ПИТ}}^2} \cdot l$$

$$Z_{\text{Л2}} = Z_{\text{РП1-1-ЕП1-1,2}} = \sqrt{R_{\text{ПИТ}}^2 + X_{\text{ПИТ}}^2} \cdot l$$

(2.37)

$$Z_{\text{Л1}} = \sqrt{0,0028^2 + 0,628^2} \cdot 30 = 18,84 \text{ (мОм)}$$

$$Z_{\text{Л2}} = \sqrt{0,0047^2 + 0,628^2} \cdot 12 = 7,5 \text{ (мОм)}$$

Маючи ці данні можемо розрахувати струм трифазного КЗ.

$$I_{\text{К1max}}^{(3)} = \frac{1,05 \cdot U_{\text{н}}}{\sqrt{3} \cdot Z_{\Sigma}}$$

(2.38)

Для точки К1:

$$I_{K1max} = \frac{1,05 \cdot 380}{\sqrt{3} \cdot 8,8} = 26,1 \text{ (кА)}$$

Для точки К2:

$$I_{K1max} = \frac{1,05 \cdot 380}{\sqrt{3} \cdot 18,84 + 8,8} = 9,63 \text{ (кА)}$$

Для точки К3:

$$I_{K1max} = \frac{1,05 \cdot 380}{\sqrt{3} \cdot 7,5 + 18,84 + 8,8} = 9,82 \text{ (кА)}$$

Для того щоб, перевірки комутаційні спроможності скористаємося таким твердженням:

$$I_{н.відк} > I_{к.мах}^{(3)} \quad (2.39)$$

Перевіримо ввідний автоматичний вимикач:

ЕПІ KZS-4М 3р+N С 32/0,03 $I_{н.відкл} = 6 \text{ (кА)}$

$$I_{н.відкл} = (6 \text{ кА}) > I_{K1max} = 9,82 \text{ (кА)}$$

Перевіримо автоматичний вимикач від РП до ЕП:

ЕПІ KZS-4М 3р+N С 16/0,03 $I_{н.відкл} = 6 \text{ (кА)}$

$$I_{н.відкл} = (6 \text{ кА}) > I_{K1max} = 9,82 \text{ (кА)}$$

Усі вимикачі виконують умови з заходів до вимкнення під час короткого замикання.

3 РОЗРОБКА АВАРІЙНОГО ЖИВЛЕННЯ ВІДДІЛУ ГОЛОВНОГО МЕХАНІКА

Актуальність теми аварійного живлення

На даний час ця тема є актуальною через постійні перепади живлення ,а також погодинні відключення електроенергії по всій Україні , тому тема аварійного живлення стоїть на слуху , є різні види живлення не від системи , а завдяки власного генерування , такі як:

- Сонячна генерація- генерування та живлення за допомоги сонячних панелей та інвертування постійного струму у змінний.
- Вітрова генерація – генерування та живлення за допомоги вітрових мельниць та накопичення і віддачу енергії в потрібний момент.
- Гідро генерація- генерація завдяки водяних установок які за допомоги течії видають напругу .
- Теплова генерація – коли на підприємстві є своя ТЕЦ та завдяки їй можна виробляти енергію для власних потреб.
- Генератор- Генерація завдяки генераторним установкам які працюють на паливі.

В даній розробці буде використовуватись останній варіант генерації , завдяки генераторній установці , яка буде жити цех ,а також матиме АВР для швидкого перемикання під час вимкнення основного живлення.

Вибір устаткування

Для вибору відповідного генератора потрібно мати номінальну потужність цеху , напругу на якій він працює , щоб заживити потрібно обрати кабель який

буде підключатись до РП а також АВР , яке буде перемикає живлення під час відключення.

Для того щоб обрати генератор потрібно :

$$P_{\text{ген}} \geq P_{\text{ном}} \quad (3.1)$$

$$U_{\text{ген}} = U_{\text{ном}} \quad (3.2)$$

Тож розрахуємо це:

$$P_{\text{ном}} = 214 \text{ кВт}$$

$$U_{\text{ном}} = 380 \text{ В}$$

Знаючи ці данні можна обрати генератор «Дизельний генератор DALGAKIRAN DJ293BD»



Рисунок 3.1- Дизель генератор.

Даний генератор має наступні характеристики:

Таблиця 3.1 - Характеристики генератора

Виробник	Dalgakiran
Країна виробник	Туреччина
Тип палива	Дизельне
Тип генератора	Синхронний
Конструкція	Стационарна
Кількість фаз	3
Напруга	380 В
Частота струму	50 Гц
Номинальна потужність	214 кВт
Максимальна потужність	235 кВт
Повна потужність	293 кВА
Коефіцієнт потужності	0.8

Як ми бачимо з таб. 3.1 цей генератор підходить для нашого цеху за своїми характеристиками, тому його можна обрати для подальшої розробки.

Вибір АВР

Для вибору АВР потрібно розрахувати силу струму цеху $I_{\text{ном}}=34,8 \text{ А}$, взято з таб. 2.8. для вводу в роботу АВР потрібно також встановити автоматичний перемикач яким буде керувати АВР, тому, що пускова сила струму достатньо велика, тому вигідніше встановити додатковий автоматичний вимикач.

Розрахунок пускового струму:

$$I_{\text{пуск}}=5 \cdot I_{\text{ном}}=5 \cdot 34,8=174 \text{ А}$$

Потрібно обрати Автоматичний вимикач який зможе витримувати дану силу струму на номінальній напрузі у 380 В

За даним розрахунком нам підходить автоматичний вимикач **Eaton** **LZMC2-A200-I**



Рисунок 3.2 – Зображення автоматичного вимикача

Також до нього потрібно обрати АВР він уже буде більше як керуючий пристрій тому він повинен відповідати лиш номінальній напрузі 380 В.

За даними характеристиками підходить АВР **Hyundai ATS 10-380**



Рисунок 3.3 – Зображення АВР.

Кабелі які використовуються у даній схемі це ті ж що й використовуються від ТП до РП але іншої марки для прокладки у металічному рукаві саме АВВГ 3х95.

Розробка схеми підключення генератора та комутації в цех

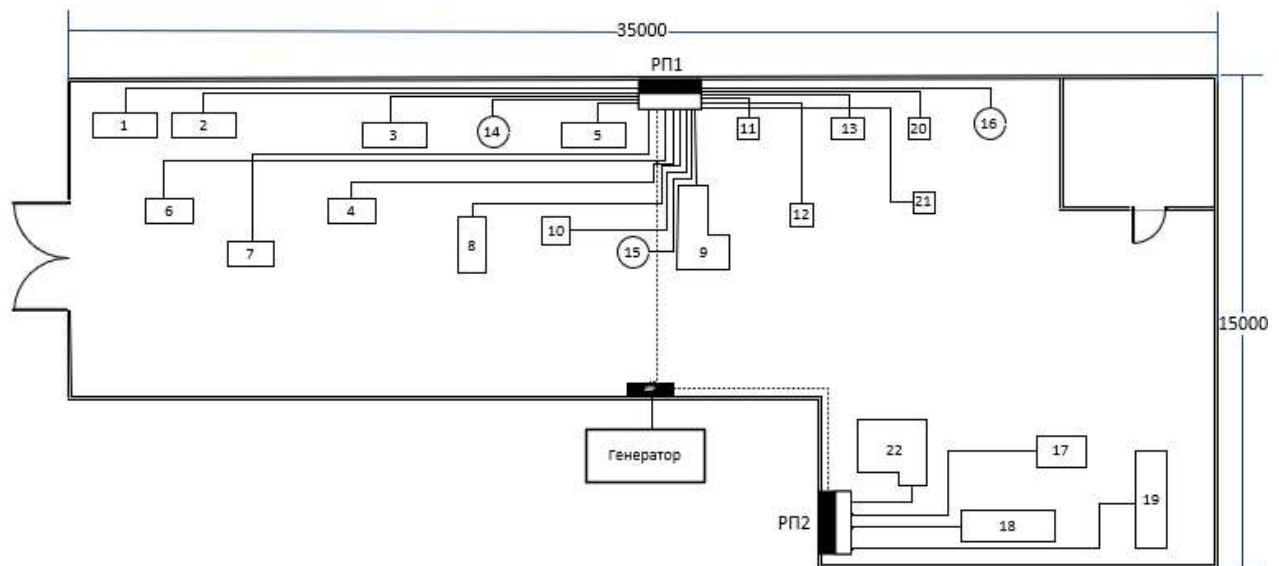


Рисунок 3.4 Схема підключення генератора та АВР до цеху.

Принцип роботи даної системи аварійного живлення

Під час того як основне живлення мережі вимикається, АВР подає керуючий сигнал на дизельний генератор, який оснащений системою автозапуску, після чого АВР бачить надходження сигналу від генератора, та подає сигнал увімкнення на автоматичний вимикач, який перемикає силову лінію та подає живлення у цех.

Економічні затрати

Розрахуємо усі затрати на встановлення, ціни на устаткування.

Дизельний генератор - 1 614 602 грн.

АВР- 9 800 грн.

Автоматичний вимикач x2 – 12 000 грн.=24 000 грн.

Також для встановлення дизельного генератора потрібно прокласти кабелі по цеху ціна за метр кабелю становить 231 грн , а загальна довжина 30 м.

Кабелі - $231 \text{ грн/м} \cdot 30\text{м} = 6\,930 \text{ грн.}$

Як ми бачимо основні затрати йдуть на придбання генератора ,але в цілому сума становить 1 655 332 грн.

Таким чином ми отримуємо розрахунок економічних затрат лиш на закупку устаткування , монтаж установки може провестись працівниками підприємства.

В цілому враховуючи часті відключення електроенергії встановлення такої установки можна вважати вигідним , адже вона допоможе не знижувати темп виготовлення деталей та ремонту .

ВИСНОВОК

Під час розробки та розрахунку енергосистеми ПрАТ «Калинівський машинобудівний завод» було розраховано впроваджено нові та сучасні установки та способи їх встановлення.

За розрахунками було обрано живлення від 10кВ а також розміщено 4 трансформаторних підстанції сумарною кількістю 10 трансформаторів моделі ТМ-1000-10/04 У1, а також проведено розрахунок капіталовкладень , з яких стало зрозуміло вигідність даного варіанту.

Було розроблено однолінійну схему для даного підприємства , а також побудовано картограму навантажень із розміщенням та підключенням ТП і ЦРП, розраховано стійкість до КЗ даної схеми.

У науково дослідній частині було запропоновано та впроваджено систему аварійного живлення яка є досить актуальною на даний момент . Розраховано та обрано дизельний генератор DALGAKIRAN DJ293BD . Який повністю відповідає номінальним потужностям цеху , а також обрано автоматичний вимикач та АВР, які забезпечують швидке увімкнення генератора до живильної системи цеху.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

У розділі випускної бакалаврської роботи розглядаються заходи з охорони праці в процесі експлуатації системи електропостачання ПАТ «Калинівський машинобудівний завод». На електротехнічний персонал, що виконує ці роботи на підприємстві, впливає комплекс небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Тому важливо розглянути питання з охорони праці, що передбачають заходи щодо їхнього виявлення, розроблення заходів зі зниження їхнього впливу, з промислової безпеки, гігієни праці, а також зі створення безпечних та нешкідливих умов праці робітників.

Згідно ГОСТ 12.003-74, під час експлуатації системи електропостачання ПАТ «Калинівський машинобудівний завод» повинні бути вжиті заходи із запобігання впливу на електротехнічний оперативно-ремонтний персонал таких небезпечних і шкідливих виробничих факторів [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.

4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації обладнання

4.1.1 Вимоги з безпечної організації робочих місць під час виконання робіт з вимірювальними приладами, пристроями релейного захисту, автоматики, телемеханіки і зв'язку, з електролічильниками

Живлення силового обладнання підприємства та системи освітлення здійснюється від чотирьохпровідної трифазної мережі 380 х 220В (фазна напруга (фаза – "0") – 220В, а міжфазна лінійна (фаза – фаза) – 380В).

Категорія умов по небезпеці електротравматизму – підвищеної небезпеки, у зв'язку з наявністю в будівлі, що будується, підвищеної вологості.

Для забезпечення робіт, що їх проводять в колах вимірювальних приладів і пристроїв релейного захисту, всі вторинні обмотки вимірювальних трансформаторів струму і напруги слід постійно заземлювати. За необхідності розриву кола струму вимірювальних приладів і реле кола вторинної обмотки трансформатора струму попередньо закорочується на спеціально призначених для цього затискачах [4, 5].

Розривати кола, підключені до вторинної обмотки трансформатора струму, забороняється. За необхідності розриву цих кіл вони мають бути попередньо замкнуті перемичкою, встановленою до передбачуваного місця розриву (рахуючи від трансформатора струму). Під час встановлення перемички слід застосовувати інструмент з ізолювальними рукоятками.

Під час роботи на трансформаторах струму або в колах, підключених до їх вторинних обмоток, слід виконувати такі заходи безпеки: зажими вторинних обмоток до закінчення монтажу кіл, що до них підключаються, мають бути замкнені накоротко. Після приєднання змонтованих кіл до трансформатора струму закоротку слід переносити на найближчу збірку затискачів і знімати тільки після повного закінчення монтажу та перевірки правильності приєднання змонтованих кіл; під час перевірки полярності до подавання імпульсів струму в первинну обмотку прилади слід приєднувати до затискачів вторинної обмотки. Забороняється використовувати шини первинних обмоток як струмопровідні під час монтажних та зварювальних робіт.

Робота в колах пристроїв релейного захисту, електроавтоматики і телемеханіки (РЗАіТ) проводиться за виконавчими схемами. Під час робіт в пристроях РЗАіТ слід користуватися слюсарно-монтажним інструментом з ізолювальними рукоятками.

Під час перевірки кіл вимірювання, сигналізації, керування і захисту за необхідності в приміщенні електроустановок напругою понад 1000 В дозволяється залишатися одному члену бригади за умовами роботи (наприклад, регулювання вимикачів, перевірка ізоляції); працівник, який перебуває окремо від керівника робіт, повинен мати групу III. Під час робіт в колах трансформаторів напруги з подачею напруги від стороннього джерела знімаються запобіжники з боку вищої і нижчої напруги, а також відключаються автомати від вторинних обмоток.

За необхідності проведення будь-яких робіт в колах чи на апаратурі РЗАіТ за умови ввімкненого основного обладнання слід вжити додаткових заходів щодо запобігання його випадковому відключенню. Забороняється на панелях або поблизу місця розміщення релейної апаратури провадити роботи, які викликають сильний струс релейної апаратури, що може спричинити до помилкових дій реле.

Перемикання, вмикання і вимикання вимикачів, роз'єднувачів та іншої комутаційної апаратури, пускання і зупинення агрегатів, регулювання режиму їх роботи, необхідні під час налагодження або перевірки пристроїв РЗАіТ, провадять тільки оперативні працівники.

Записувати покази електролічильників та інших вимірювальних приладів, встановлених на щитах керування і в РУ, дозволяється:

- одноособово працівникам з групою II за наявності місцевих оперативних працівників (з чергуванням двох осіб) і з групою III — без місцевих оперативних працівників;
- працівникам інших організацій з групою III у супроводі місцевого оперативного працівника.

Встановлення і зняття електролічильників та інших вимірювальних приладів, підключених до вимірювальних трансформаторів, повинні провадити за нарядом зі зняттям напруги два працівники, один з яких повинен мати групу IV, а другий — групу III. За наявності в колах електролічильників контактів (блоків), що дозволяють працювати без розмикання кіл, підключених до вторинних обмоток трансформатора струму, ці роботи можна виконувати за розпорядженням, не знімаючи напруги зі схеми електролічильника. За відсутності вказаних контактів

напругу і струм в колах електролічильника слід відключити.

Приєднання вимірювальних приладів, встановлення і зняття електролічильників, підключених до вимірювальних трансформаторів, за наявності випробувальних блоків або спеціальних затискачів, що дають змогу безпечно закорочувати кола струму, виконуються без зняття навантаження і напруги. Встановлення і зняття електролічильників безпосереднього ввімкнення допускається проводити за розпорядженням одному працівнику з групою III. Встановлення і зняття електролічильників, а також приєднання вимірювальних приладів виконуються зі зняттям напруги.

Роботи з електролічильниками на різних приєднаннях, розміщених в одному приміщенні, можна виконувати за одним нарядом (розпорядженням). Оформлення в наряді переходу з одного робочого місця на інше не вимагається.

4.1.2 Електробезпека

Технічні рішення щодо запобігання електротравмам:

1) Для запобігання електротравм від контакту з нормально-струмовідними елементами електроустаткування, потрібно: розміщувати неізольовані струмопровідні елементи в окремих приміщеннях з обмеженим доступом, у металевих шафах; використовувати засоби орієнтації в електроустаткуванні - написи, таблички, попереджувальні знаки; підвід кабелів до споживачів здійснювати у закритих конструкціях підлоги.

2) При живленні однофазних споживачів струму від трипровідної мережі при напрузі до 1000 В використовується нульовий захисний провідник. При його використанні пробій на корпус призводить до КЗ. Спрацьовує захист від КЗ і пошкоджений споживач відключається від мережі.

3) Електрозахисні засоби захисту. Персонал, який обслуговує електроустановки, повинен бути забезпечений випробуваними засобами захисту. Перед застосуванням засобів захисту персонал зобов'язаний перевірити їх справність, відсутність зовнішніх пошкоджень, очистити і протерти від пилу, перевірити за штампом дату наступної перевірки. Користуватися засобами захисту, термін придатності яких вийшов, забороняється.

Використовуються основні та допоміжні електрозахисні засоби. Основними електрозахисними засобами називаються засоби, ізоляція яких тривалий час витримує робочу напругу, що дозволяє дотикатися до струмопровідних частин, які знаходяться під напругою. До них відносяться (до 1000В): ізолювальні штанги; ізолювальні та струмовимірювальні кліщі; покажчики напруги; діелектричні рукавиці; слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками. Додатковими електрозахисними засобами називаються засоби, які захищають персонал від напруги дотику, напруги кроку та попереджають персонал про можливість помилкових дій. До них відносяться (до 1000 В): діелектричні калоші; діелектричні килимки; переносні заземлення; ізолювальні накладки і підставки; захисні пристрої; плакати і знаки безпеки.

Електрифікований інструмент, що використовується персоналом, за умовами безпеки поділяється на такі класи:

I – електроінструмент, у якого всі деталі, що перебувають під напругою, ізольовані і штепсельна вилка має заземлювальний контакт. У електроінструмента класу I всі деталі, що перебувають під напругою, можуть бути з основною, а окремі деталі – з подвійною або посиленою ізоляцією;

II – електроінструмент, у якого всі деталі, що перебувають під напругою, мають подвійну або посилену ізоляцію, Цей електроінструмент не має пристроїв для заземлення. Номінальна напруга для електроінструмента класів I і II має бути не більше 220 В для електроінструмента постійного струму; 380 В – для електроінструмента змінного струму;

III – електроінструмент на номінальну напругу не вище 42 В, у якого ні внутрішні, ні зовнішні кола не перебувають під іншою напругою. Електроінструмент класу III призначений для живлення від безпечної наднизької напруги.

Для приєднання однофазного електроінструмента шланговий кабель повинен мати три жили: дві – для живлення, одну – для заземлення. Для приєднання трифазного електроінструмента застосовується чотирижильний кабель, одна жила якого слугує для заземлення. Ці вимоги стосуються тільки електроінструмента із

таким корпусом, який слід заземлювати. Доступні для доторкання металеві деталі електроінструмента класу I, які можуть опинитись під напругою, у випадку пошкодження ізоляції, повинні бути з'єднані із заземлювальним затискачем. Електроінструмент класів II і III не заземлюють.

4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

4.2.1 Мікроклімат

Мікроклімат приміщення – це сукупність фізичних параметрів повітря в виробничому приміщенні, які діють на людину в процесі праці на її робочому місці, в робочій зоні.

Параметри мікроклімату характеризуються такими показниками: температурою повітря і відносною вологістю повітря, швидкістю його переміщення, потужністю теплових випромінювань. При цьому слід розрізняти оптимальні та допустимі мікрокліматичні умови. Допустимі величини показників мікроклімату встановлюють тоді, коли за технологічними умовами, технічними і економічними причинами не забезпечуються оптимальні норми [6].

Нормуються параметри мікроклімату в виробничих приміщеннях та гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони. Тяжкість роботи розділяється на категорії залежно від загальних енерговитрат організму, ккал/с (Вт). Параметри мікроклімату наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – 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 необхідних за нормативами параметрів мікроклімату на робочому місці оперативного персоналу передбачається [7]:

- в холодну пору року – використання калорифера;
- в літню пору – застосування кондиціонерів та вентиляторів обдуву.

4.2.2 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується концентраціями (ГДК) в мг/м. В умовах роботи на граничнодопустимих концентраціях можливими забруднювачами повітря робочої зони можуть бути пил та шкідливі гази, їх ГДК [6] наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимально	Середньо добова	
Вуглецю оксид (CO)	3	1	4
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4

Для підтримки допустимих значень шкідливих речовин потрібно передбачати [7] установки або прилади зволоження та/або штучної іонізації, кондиціонування повітря.

4.2.3 Виробниче освітлення

Природне освітлення

В залежності від джерела світла промислове освітлення поділяється на: природне освітлення – освітленість приміщень світлом неба (прямого або відображеного), яке проникає в приміщення через світлові пройми в зовнішніх огорожуючих конструкціях. По своєму спектральному складу воно є найбільш сприятливим. Ті місця, що освітлюється тільки бічним світлом, нормується мінімальне значення КЕО в межах робочої зони, що повинно бути забезпечене в точках, найбільше віддалених від вікна.

Штучне освітлення.

Штучне освітлення використовується двох систем: загальне або комбіноване. Загальне освітлення – освітлення, при якому світильники розміщуються у верхній зоні приміщення рівномірно або пристосовуються до розташування обладнання. Комбіноване освітлення – це додаткове освітлення, при якому до загального

освітлення додається ще й місцеве. Місцеве освітлення – освітлення, яке створюється світильниками, що концентрують світловий потік безпосередньо на робочих місцях.

Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 [8], роботи з обслуговування електричного обладнання потребують освітлення, яке характеризується розрядом зорової роботи III, підрозряд «в».

Для забезпечення достатнього освітлення здійснюють систематичне очищення скла та світильників від пилу (не рідше двох разів на рік), використовують жалюзі. В разі нестачі природного освітлення, використовують загальне штучне освітлення, що створюється за допомогою світлодіодних ламп E27 LED 15W NW A60 "SG". Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 2,5 метра.

Нормовані значення штучного, природного та суміщеного освітлення наведені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Вимоги до освітлення приміщень, що будуються

Харак-ка зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природне Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Високої точності	Від 0,3 до 0,5 включно	III	в	малий середній великий	світлий середній темний	600	200	-	3,0

Для загального освітлення приміщень рекомендується використовувати головним чином, світлодіодні лампи, що обумовлюється наступними перевагами: високою світловою віддачею (до 75 лм/Вт і більше); довгим часом використання (до 10000 годин); малою яскравістю поверхні, що світиться; спектральним складом випромінюючого світла (для деяких видів ламп цей склад є близьким до природного світла, що забезпечує гарну передачу кольорів). Разом з тим необхідно врахувати і недоліки цих ламп: висока пульсація світлого потоку та пов'язана з цим можливість стробоскопічного ефекту; для запалювання та горіння лампи необхідно

включення послідовно з ним пускорегулюючих апаратів; працездатність ламп залежить від температури оточуючого середовища, до кінця часу роботи світловий потік зменшується більш ніж на половину від номінального.

Світильники з світлодіодними лампами розміщують рядами; що дозволяє здійснювати їх послідовне включення (відключення) в залежності від величини природної освітленості.

4.2.4 Виробничий шум

Шум вище гранично допустимих рівнів несприятливо діє на людину. Шум у приміщеннях широкосмуговий. Нормуємо шум на робочому місці. Рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях, де використовується будівельна техніка, мають відповідати вимогам СН 3223 [9] і наведені в табл. 5.5.

Таблиця 4.5 – Допустимі рівні звуку, еквівалентні рівні звуку і рівні звукового тиску в октавних смугах частот

Вид трудової діяльності, робочі місця	Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах із середньо геометричними частотами, Гц								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Виконання усіх видів робіт на постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях та на території підприємства	107	95	87	82	78	75	73	71	69

Для забезпечення допустимих рівнів шуму на робочих місцях потрібно застосовувати засоби звукопоглинання, вибір яких має обґрунтовуватись спеціальними інженерно-акустичними розрахунками: ширми, екрани зі звукопоглинаючих матеріалів, використання сертифікованого будівельного інструменту та індивідуальних засобів захисту.

4.3 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 ПАТ «Калинівський машинобудівний завод» за вибухонебезпекою та пожежонебезпекою відноситься до категорії Д – негорючі речовини і матеріали в холодному стані з зонами П-ІІІ (місця, де зберігаються тверді горючі речовини). Будівля, в якій розташовані ці приміщення, характеризується ІІ ступенем вогнестійкості.

До ІІ ступеня вогнестійкості відносяться будівлі з несучими і огорожувальними конструкціями з природних та штучних кам'яних матеріалів, бетону або залізобетону із застосуванням листових та плиткових негорючих матеріалів. В покриттях будівель допускається застосовувати незахищені сталеві конструкції. Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у хвиликах) та максимальні межі поширення вогню по них (см) за ДБН В.1.1.7-2016 [15] наведено в таблиці 5.6.

Таблиця 4.6 – Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій та максимальні межі поширення вогню по них

Ступінь вогнестійкості і будинків	Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у хвиликах) і максимальні межі поширення вогню по них (см)								
	стіни				коло-ни	сходові площадки, костури, сходи, балки, марші сходових кліток	пере-криття між поверхові (у т.ч. горищні та над підвалами)	елементи суміщених покриттів	
	несучі та сходових кліток	само-несучі	зовнішні не-несучі	внутрішні не-несучі (перегородки)				плити, насти-ли, прого-ни	балки, ферми, арки, рами
ІІ	REI 120 M0	REI 60 M0	E 15 M0	E1 15 M0	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M0	RE 15 M0	R 30 M0

Протипожежні перешкоди і мінімальні межі їх вогнестійкості за ДБН В.1.1.7-2016 [15] наведено в таблиці 4.7.

Протипожежні відстані між житловими, громадськими, адміністративно-побутовими будинками промислових підприємств, гаражами слід приймати за таблицею 4.8 (чисельник). 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 5.8. Протипожежні відстані від житлових, громадських, адміністративно-побутових будинків промислових підприємств, гаражів до виробничих, складських споруд слід приймати за таблицею 5.8 (знаменник).

Таблиця 4.7 – 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

Таблиця 4.8

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

Ступінь вогнестійкості будинку	Відстані при ступені вогнестійкості будинків, м		
	I, II	III	IIIa, IIIб, IV, IVa, V
II	6/9	8/9	10/12

На території підприємства встановлено 45 вогнегасників ВП-5 [16].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бурбело М.Й. Проектування систем електропостачання. Приклади розрахунків. Навчальний посібник з дисципліни «Електропостачання». – Вінниця: ВДТУ. 2005. 140с.
2. Правила улаштування електроустановок. Міненерговугілля України, 2017. 617 с.
3. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів. Форт, 2013. 410 с.
4. Малиновський А.А. Основи електропостачання : навч. посібник / А.А. Малиновський, Б.К. Хохулін. Львів : Львівська політехніка, 2005. 324 с.
5. Рябенко І.С., Мейта О.В. Проектування електропостачання та електрообладнання машин і установок енергоємних виробництв : Курсове та дипломне проектування виробництв: підручник для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / І.С. Рябенко, О.В. Мейта. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 244 с.
6. Голота А.Д. Автоматика в електроенергетичних системах. Навчальний посібник / А.Д. Голота. К. : Вища школа, 2006. 367 с.
8. Офіційна сторінка машинобудівного заводу. МПМЗ : веб-сайт. URL: <https://mpmz.ua/uk> (дата звернення 01.06.2024)
9. Сегеда, М. С. Електричні мережі та системи : підручник / М.С. Сегеда. Львів: Львів. політехніка, 2007. 488 с.
10. Романюк, Ю. Ф. Електричні системи та мережі : навч. посіб. / Ю. Ф. Романюк. К. : Знання, 2007. 292 с.
11. ДСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014.
12. 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. 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->.

13. НПАОП 40.1-1.21-98 (ДНАОП 0.00-1.21-98) Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=48644.

14. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с.

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

16. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>.

17. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 149 с.

18. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885

19. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>.

20. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>.

21. НАПБ А.01.001-14. Правила пожежної безпеки в Україні. К. : МВС України, 2014. 47 с.

22. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення. URL: <https://dwg.ru/dnl/15125>.

23. ДСТУ 8829:2019 Пожежовибухонебезпечність речовин і матеріалів. Номенклатура показників і методи їхнього визначення. Класифікація. URL: <https://www.alutal.com.ua/wp-content/uploads/2021/02/dstu-8829-2019-1.pdf>.

24. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та

зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпек. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759.

25. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. URL: http://www.poliplast.ua/doc/dbn_v.1.1-7-2002.pdf.

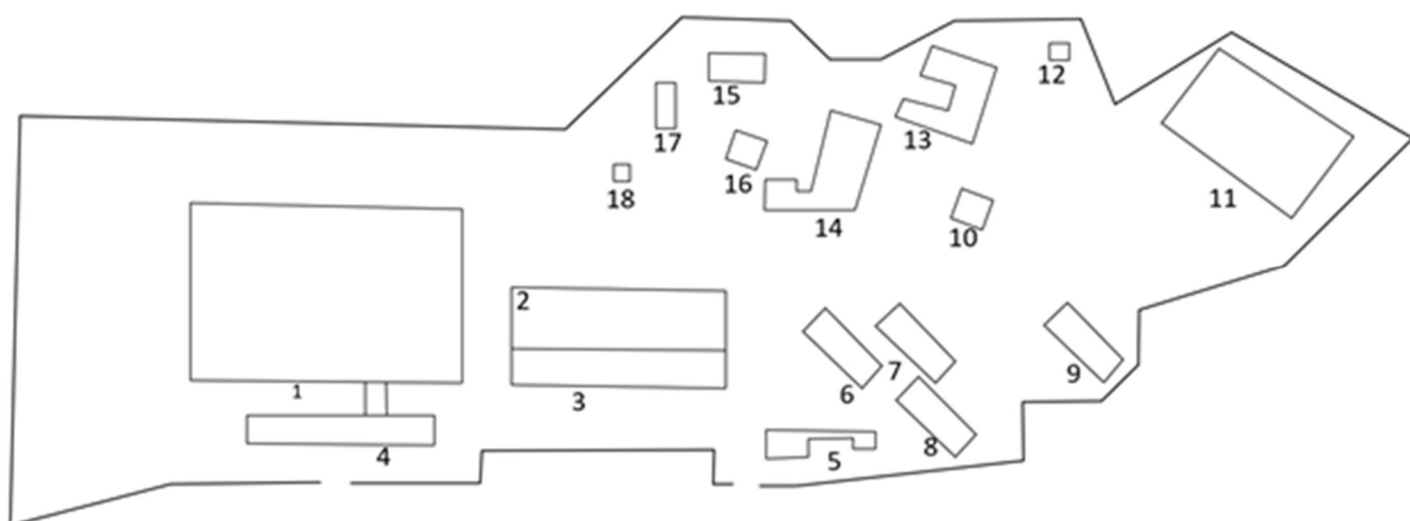
26. Наказ Міністерства внутрішніх справ України «Про затвердження Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0225-18#Text>.

ДОДАТКИ

Додаток А ВИХІДНІ ДАННІ

**РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРИВАТНЕ АКЦІОНЕРНЕ
ТОВАРИСТВО “КАЛИНІВСЬКИЙ МАШИНОБУДІВНИЙ ЗАВОД”**

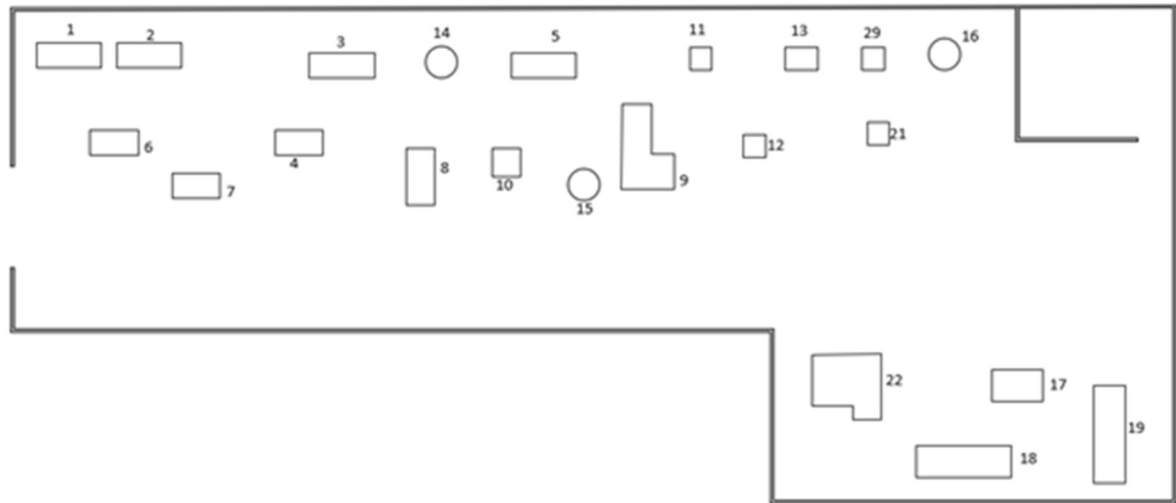
Рисунок А.1– Генплан підприємства



Таблиця А.1 – Відомості про електричні навантаження підприємства

№	Назва цеху	P_n , кВт	Категорія
1	Складальний цех	4300	3
2	Механічний цех	5000	2
3	Заготівельний цех	900	2
4	Адміністративно-побутовий корпус	80	3
5	Будівля ЦТНС	23	3
6	Ковальсько – пресова дільниця	780	3
7	Інструментальний цех	600	3
8	Гальванічна дільниця	250	2
9	Експериментальний цех	160	2
10	Котельня	40	2
11	Цех товарів народного споживання	300	2
12	Насосна станція	12	2
13	Відділ головного механіка	214	3
14	Ливарний цех	1190	2
15	Нафтова ловушка	2,4	2
16	Транспортна дільниця	18	2
17	Компресорна станція	28	2
18	Газорозподільний пункт	1,5	2

Рисунок А.2 – План відділу головного механіка



Таблиця А.2 – Відомості про електричні навантаження цеху

№	Найменування	Р _н , кВт
1-3,5	Радіально-свердлильний верстат	4,5
4	Радіально-свердлильний верстат	1
6	Вертикально-свердлильний верстат	1.625
7	Настільно-свердлильний верстат	0.6
8	Кругошліфувальний верстат	10
9	Плоскошліфувальний верстат	15
10	Точильно-шліфувальний верстат	2.8
11	Стенд заточки різців	1.3
12	Стенд шліфування станини	1.3
13	Зубозакруглюючий верстат	1.7
20,21	Кран-укосина	0.85
14-16	Вентилятори	2.5
17	Зубофрейзерний верстат	4.5
18,19	Токарно-гвинторізний верстат	12
22	Вертикально фрейзерний верстат	16

Додаток Б ГРАФІЧНА ЧАСТИА

**РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРИВАТНЕ АКЦІОНЕРНЕ
ТОВАРИСТВО “КАЛИНІВСЬКИЙ МАШИНОБУДІВНИЙ ЗАВОД”**

Рисунок Б.1 – Рисунок генплан підприємства

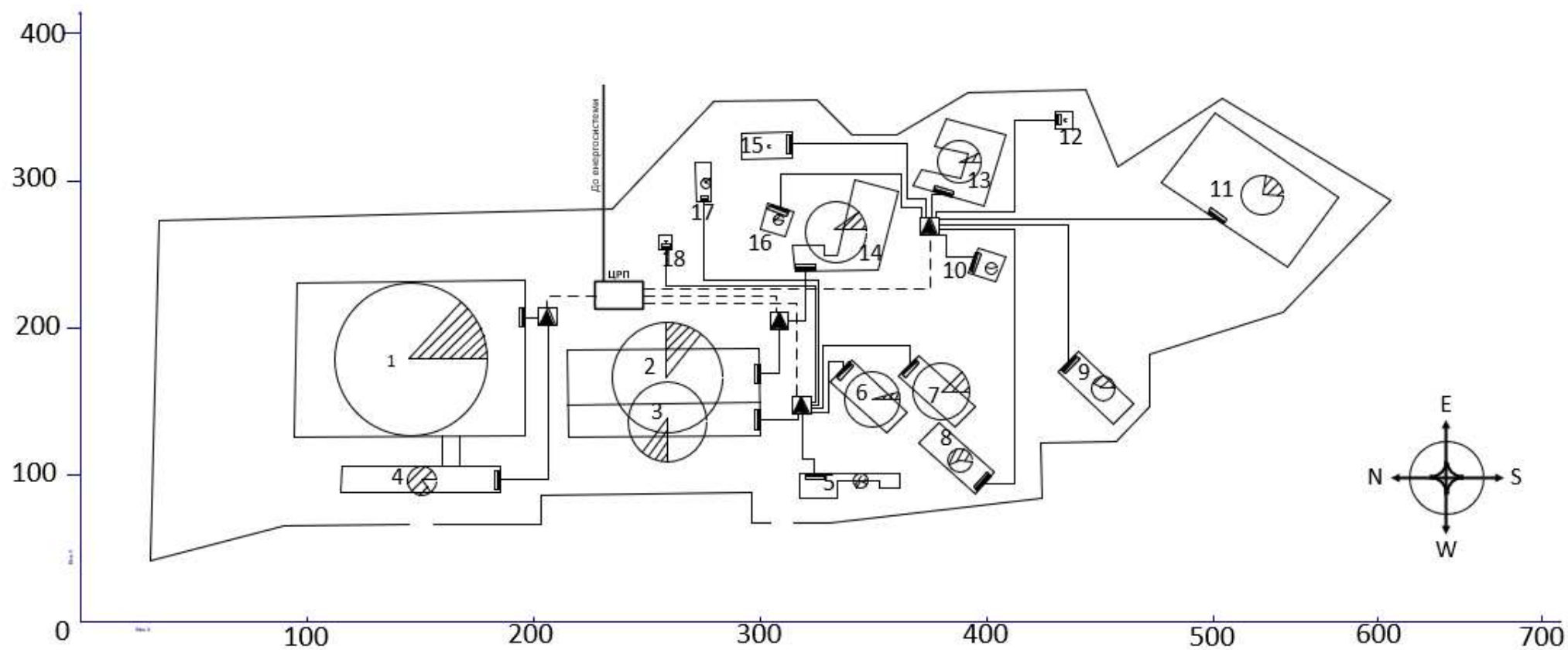


Рисунок Б.2 – Однолінійна схема електропостачання підприємства

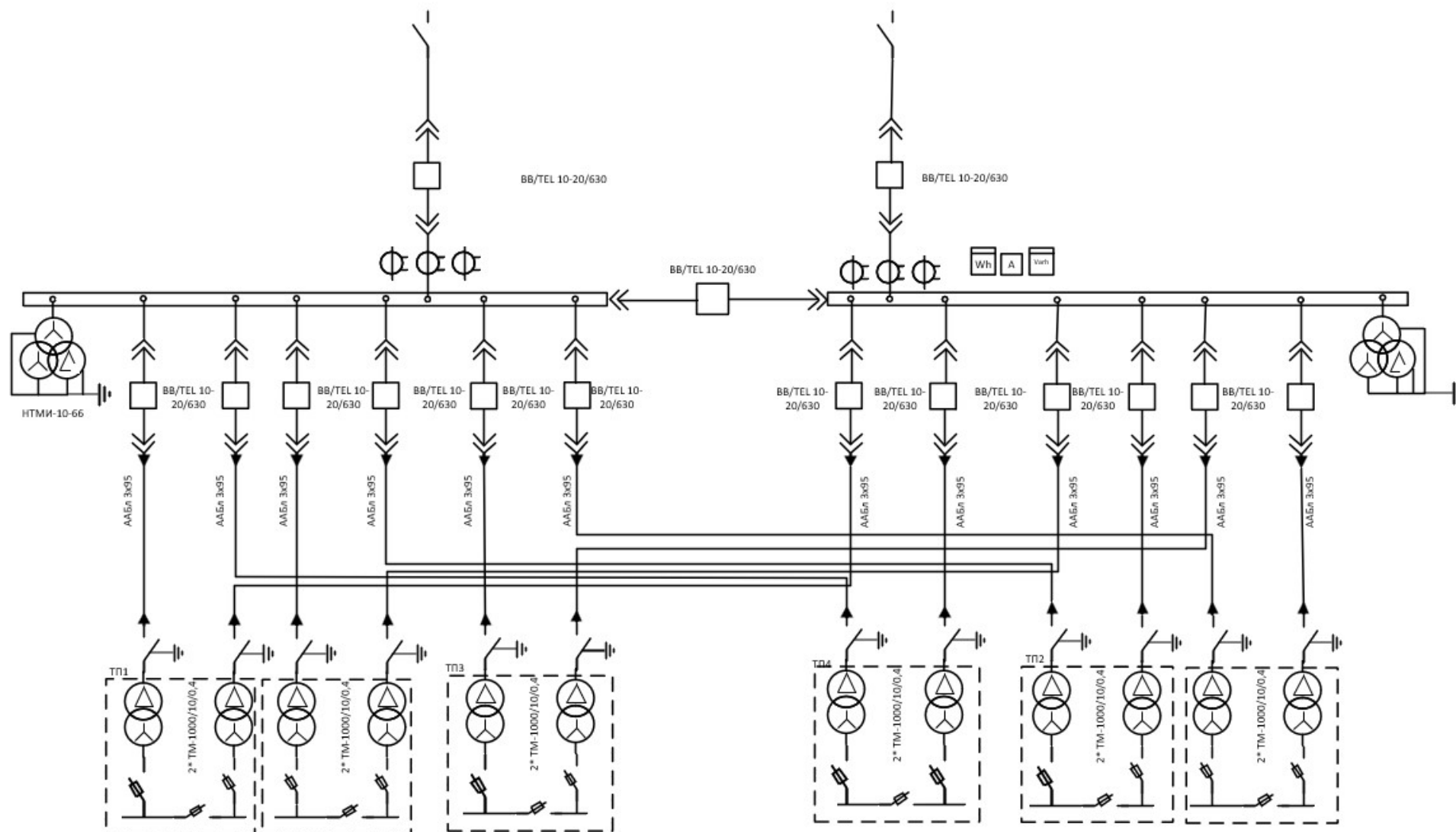


Рисунок Б.3 – План цеху і силової мережі

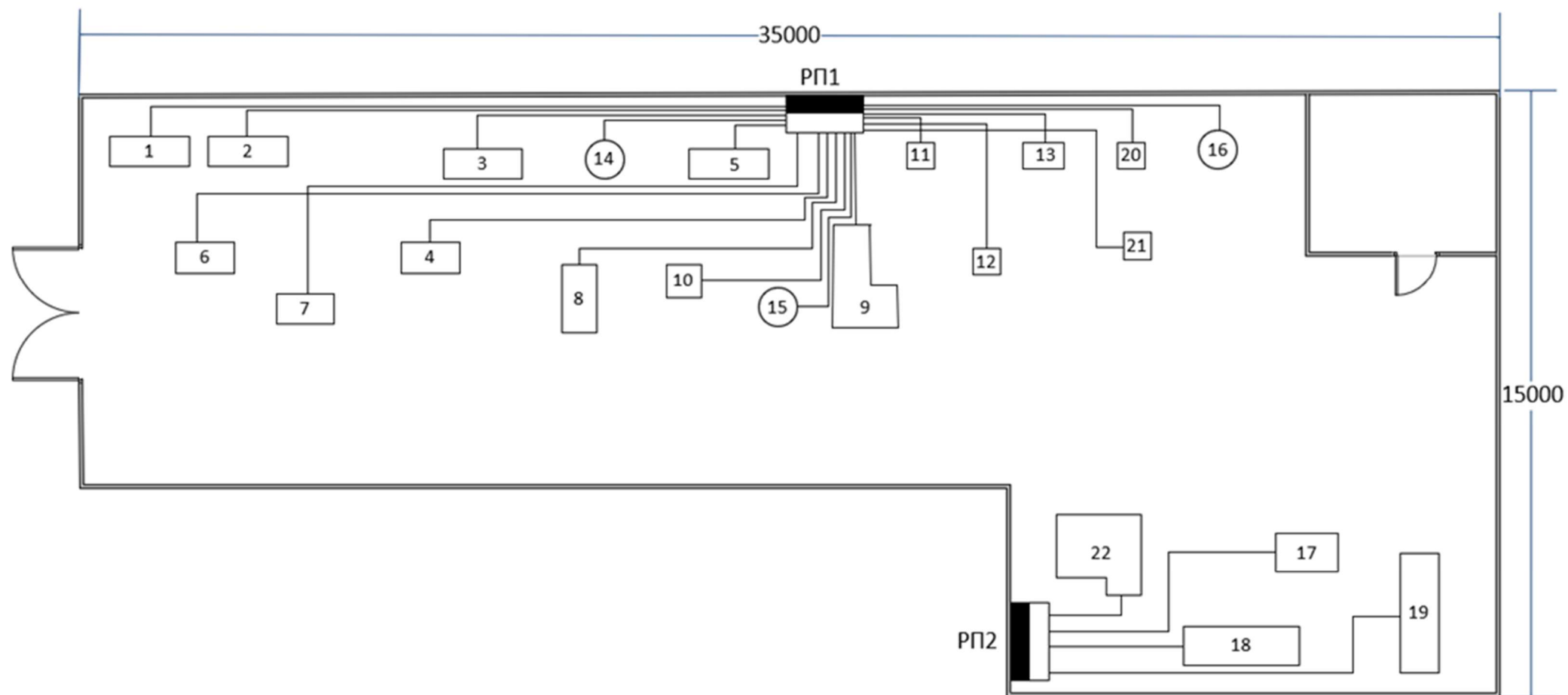
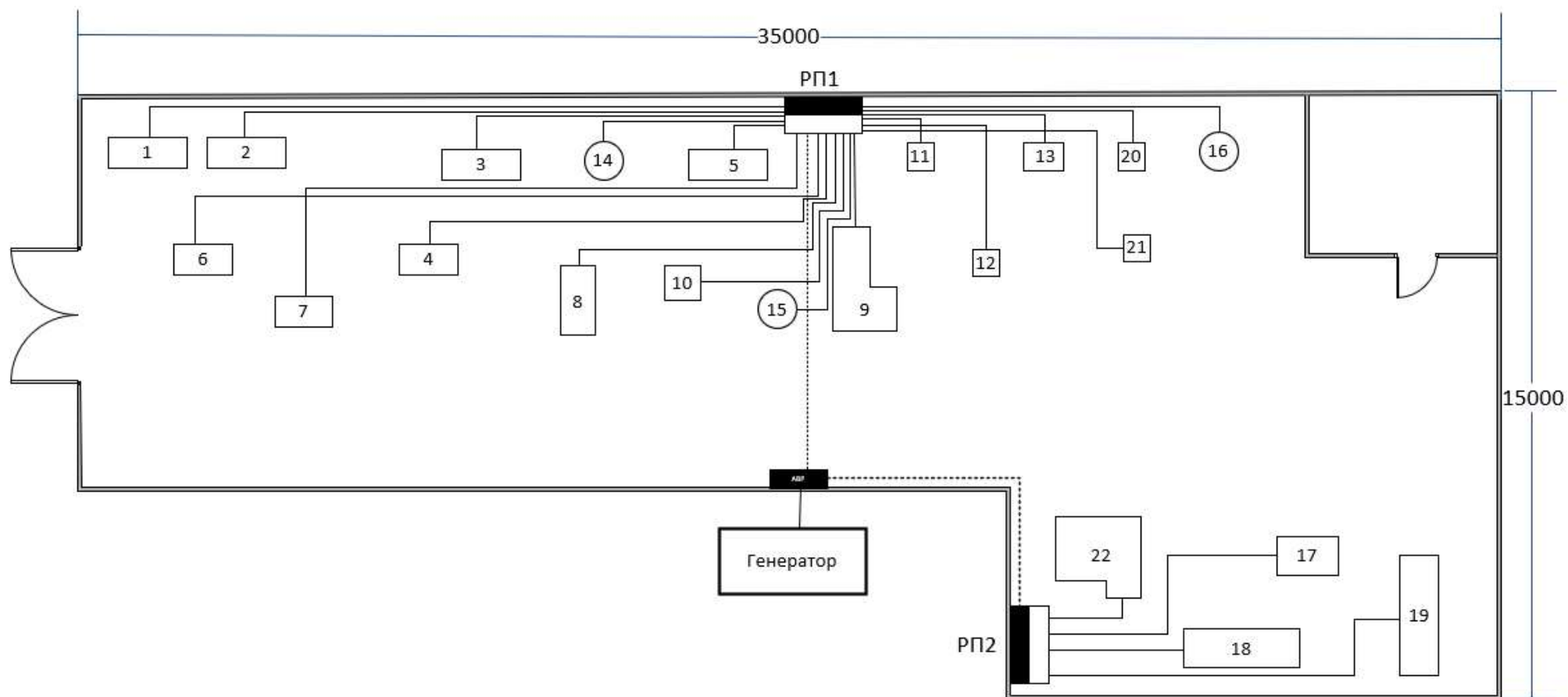


Рисунок Б.4 – Розрахунково - монтажна таблиця

Тип вимикача	Ін, А	Ін.розч. А	Ісв, А	Ім, А	Кабель	Ідоп, А	РП	Тип вимикача	Ін, А	Ін.розч. А	Ісв, А	Ім, А	Іп, А	Кабель	Спосіб прокладання	Ідоп, А		№	К-сть		
ЕПІ КЗС-4М Зр+Н С 32/ 0,03	32	46,4	232	20,6	ААБл 3х95	195		ЕПІ КЗС-4М Зр+Н С 16/ 	16	23,2	116	1,9	9,5	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30		1-3,5	4		
								ЕПІ КЗС-4М Зр+Н С 16/ 	16	23,2	116	0,4	2	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30				4	1
								ЕПІ КЗС-4М Зр+Н С 16/ 	16	23,2	116	0,51	2,55	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30				6	1
								ЕПІ КЗС-4М Зр+Н С 16/ 	16	23,2	116	0,26	1,3	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30				7	1
								ЕПІ КЗС-4М Зр+Н С 16/ 	16	23,2	116	4,7	23,5	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30				8	1
								ЕПІ КЗС-4М Зр+Н С 16/ 	16	23,2	116	7,09	35,4	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30				9	1
								ЕПІ КЗС-4М Зр+Н С 16/ 	16	23,2	116	1,05	5,25	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30				10	1
								ЕПІ КЗС-4М Зр+Н С 16/ 	16	23,2	116	0,61	3,05	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30				11	1
								ЕПІ КЗС-4М Зр+Н С 16/ 	16	23,2	116	0,61	3,05	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30				12	1
								ЕПІ КЗС-4М Зр+Н С 16/ 	16	23,2	116	0,54	2,7	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30				13	1
								ЕПІ КЗС-4М Зр+Н С 16/ 	16	23,2	116	4,96	24,8	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30				14-16	3
									16	23,2	116	0,35	1,75	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30				20,21	2
ЕПІ КЗС-4М Зр+Н С 32/ 0,03	32	46,4	232	14,2	ААБл 3х95	195		ЕПІ КЗС-4М Зр+Н С 16/ 0,03 	16	23,2	116	1,96	9,8	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30		17	1		
								ЕПІ КЗС-4М Зр+Н С 16/ 	16	23,2	116	5,25	26,2	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30				18,19	2
								ЕПІ КЗС-4М Зр+Н С 16/ 	16	23,2	116	6,98	34,9	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30				22	1

Рисунок Б.5 – Схема підключення аварійного живлення до цеху



**Додаток В ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ НАВЧАЛЬНОЇ (КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ)
РОБОТИ**

**РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРИВАТНЕ АКЦІОНЕРНЕ
ТОВАРИСТВО “КАЛИНІВСЬКИЙ МАШИНОБУДІВНИЙ ЗАВОД”**

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: «Розробка системи електропостачання приватне акціонерне товариство “Калинівський машинобудівний завод”»

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 84,9% Схожість 15,1%

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	_____	_____
	(підпис)	(прізвище, ініціали)
Керівник роботи	_____	_____
	(підпис)	(прізвище, ініціали)

Додаток Г ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА

**РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРИВАТНЕ АКЦІОНЕРНЕ
ТОВАРИСТВО “КАЛИНІВСЬКИЙ МАШИНОБУДІВНИЙ ЗАВОД”**

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет електроенергетики та електромеханіки
Кафедра електротехнічних систем електропостачання та енергетичного менеджменту електротехнічних систем електропостачання та енергетичного

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до бакалаврської дипломної роботи
Бакалавр
«Розробка системи електропостачання приватне акціонерне товариство «Калинівський машинобудівний завод»»

Допущено до захисту
Завідувач кафедри ЕСЕМ
проф. Бурбело М.Й.

« » 2024 р.

Виконав: студент 4-го курсу, групи Е-22мс_

спеціальності 141 – Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка

Пацула В. О.

Керівник: к.т.н., доц. каф. ЕСЕМ

Кутіна М. В.

« » 2024 р.

Рецензент

« » 2024 р.

Вінниця – 2024 року

ВСТУП

ПрАТ «Калинівський машинобудівний завод» здійснює широкий спектр виробничої, комерційної та науково-дослідної діяльності, спрямованої на задоволення потреб ринку та отримання прибутку. Підприємство спеціалізується на виготовленні обладнання для харчової промисловості, продукції промислово-технічного призначення та товарів народного споживання. Високий попит на цю продукцію обумовлений її високою якістю та інноваційними підходами, які застосовуються в процесі виробництва. Завод постійно працює над удосконаленням своїх технологій і методів, що дозволяє йому залишатися конкурентоспроможним на ринку та ефективно використовувати свої сировинні, енергетичні, трудові та фінансові ресурси.

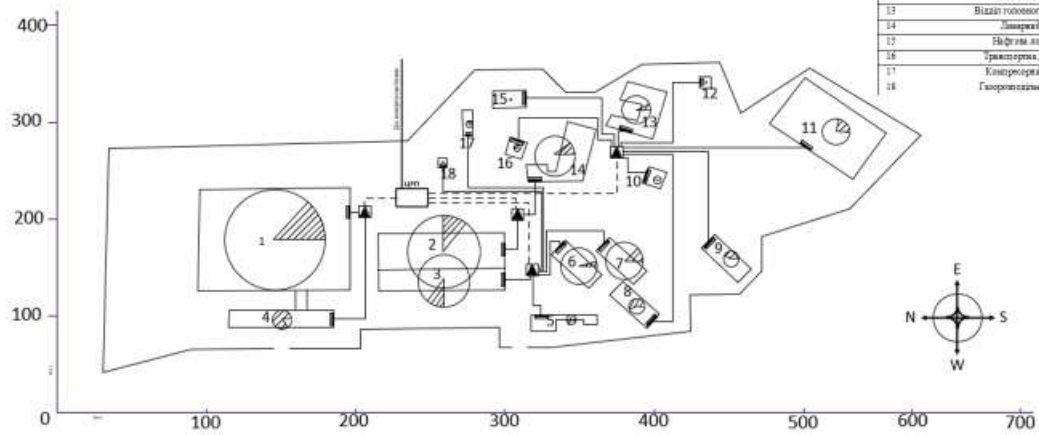
У рамках дипломної роботи на тему "Розробка системи електропостачання приватного акціонерного товариства «Калинівський машинобудівний завод»" буде досліджено та запропоновано ефективні рішення для забезпечення стабільного та надійного електропостачання підприємства. Основна мета роботи – розробка комплексної системи електропостачання, яка враховуватиме специфіку виробничих процесів заводу, його енергетичні потреби та потенційні можливості для модернізації.

Дослідження включатиме аналіз існуючої системи електропостачання, оцінку енергетичних потреб заводу, розробку рекомендацій щодо модернізації обладнання.

Крім того, дипломна робота передбачатиме економічний аналіз запропонованих рішень, що дозволить оцінити потенційні витрати на модернізацію та економії, яка може бути досягнута.

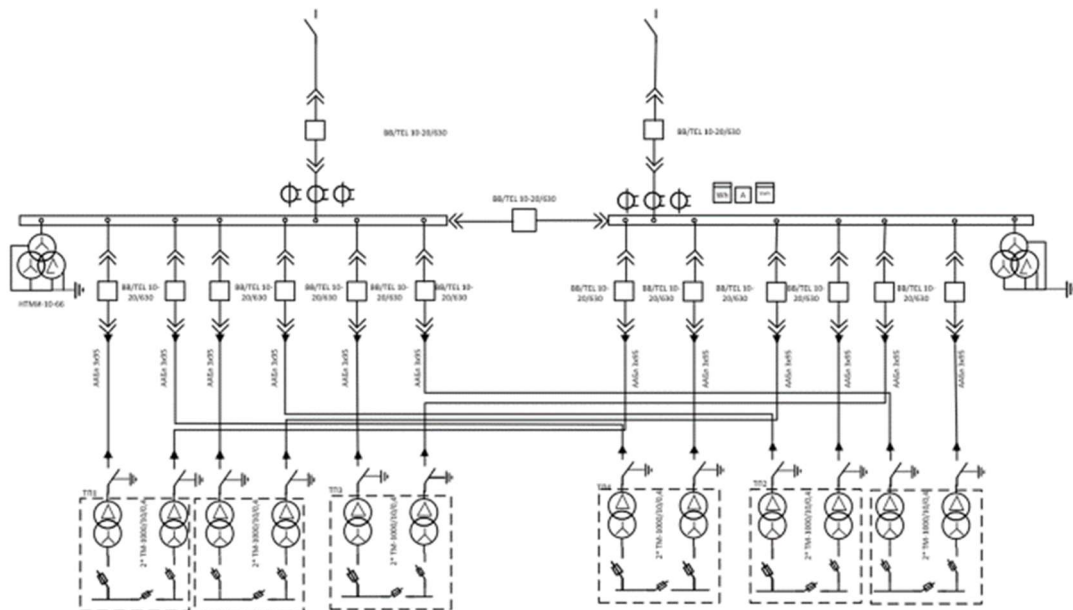
Таким чином, запропоновані рішення сприятимуть підвищенню енергоефективності заводу, зниженню витрат на електроенергію та забезпеченню безперебійної роботи виробничих процесів, що є ключовими аспектами для успішного функціонування ПрАТ «Калинівський машинобудівний завод».

Генплан та карта навантажень підприємства

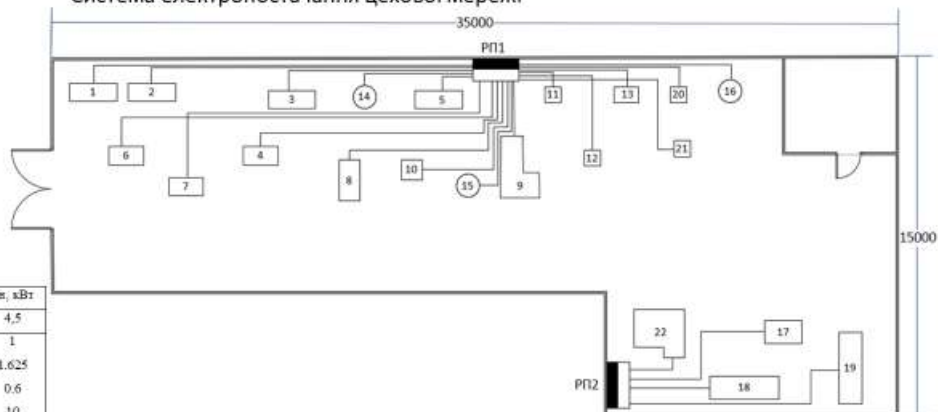


№	Назва навант.	P, кВт	Категор.
1	Складський цех	4500	3
2	Механічний цех	5000	2
3	Зварювальний цех	960	2
4	Адміністративно-обслуговувальний корпус	80	3
5	Вулиця П/НС	25	3
6	Комп'ютерна-пресова дільниця	780	3
7	Інструментальний цех	800	3
8	Головний цех	250	2
9	Електроінструментальний цех	160	1
10	Котельня	40	2
11	Цех товарів народного споживання	360	2
12	Напісна установка	12	2
13	Вихід головного цеху	234	3
14	Давильний цех	1100	2
15	Напісна установка	2,4	2
16	Трансформаторна дільниця	18	2
17	Конструкторська станція	28	2
18	Газопостачальний пункт	1,5	2

Однолінійна схема живлення підприємства



Система електропостачання цехової мережі



№	Найменування	Р _н , кВт
1-3,5	Радіально-свердильний верстат	4,5
4	Радіально-свердильний верстат	1
6	Вертикально-свердильний верстат	1,625
7	Настільно-свердильний верстат	0,6
8	Кругошліфувальний верстат	10
9	Плоскошліфувальний верстат	15
10	Точильно-шліфувальний верстат	2,8
11	Стенд заточка різців	1,3
12	Стенд шліфування станини	1,3
13	Зубозакруглюючий верстат	1,7
20,21	Кран-укосна	0,85
14-16	Вентилятори	2,5
17	Зубофрезерний верстат	4,5
18,19	Токарно-гвинторізний верстат	12
22	Вертикально фрезерний верстат	16

Електромонтажна таблиця цеху

Тип вимикача	Ін, А	Ін, А	Ін, А	Ін, А	Кабель	Ідоп, А	РП	Тип вимикача	Ін, А	Ін, А	Ін, А	Ін, А	Ін, А	Кабель	Спосіб прокладання	Ідоп, А	№	К-сть
ETI K25-4M 3p+N C 32/ 0,03	32	46,4	232	20,6	ABBГ 4x10	50	РП1	ETI K25-4M 3p+N C 16/ 0,03	16	23,2	116	1,9	9,5	ABBГ 4x6	В сталених рукавах	30	1-3,5	4
								ETI K25-4M 3p+N C 16/ 0,03	16	23,2	116	0,4	2	ABBГ 4x6	В сталених рукавах	30	4	1
								ETI K25-4M 3p+N C 16/ 0,03	16	23,2	116	0,51	2,55	ABBГ 4x6	В сталених рукавах	30	6	1
								ETI K25-4M 3p+N C 16/ 0,03	16	23,2	116	0,26	1,3	ABBГ 4x6	В сталених рукавах	30	7	1
								ETI K25-4M 3p+N C 16/ 0,03	16	23,2	116	4,7	23,5	ABBГ 4x6	В сталених рукавах	30	8	1
								ETI K25-4M 3p+N C 16/ 0,03	16	23,2	116	7,09	35,4	ABBГ 4x6	В сталених рукавах	30	9	1
								ETI K25-4M 3p+N C 16/ 0,03	16	23,2	116	1,05	5,25	ABBГ 4x6	В сталених рукавах	30	10	1
								ETI K25-4M 3p+N C 16/ 0,03	16	23,2	116	0,61	3,05	ABBГ 4x6	В сталених рукавах	30	11	1
								ETI K25-4M 3p+N C 16/ 0,03	16	23,2	116	0,61	3,05	ABBГ 4x6	В сталених рукавах	30	12	1
								ETI K25-4M 3p+N C 16/ 0,03	16	23,2	116	0,54	2,7	ABBГ 4x6	В сталених рукавах	30	13	1
								ETI K25-4M 3p+N C 16/ 0,03	16	23,2	116	4,96	24,8	ABBГ 4x6	В сталених рукавах	30	14-16	3
								ETI K25-4M 3p+N C 16/ 0,03	16	23,2	116	0,35	1,75	ABBГ 4x6	В сталених рукавах	30	20,21	2
ETI K25-4M 3p+N C 32/ 0,03	32	46,4	232	14,2	ABBГ 4x10	50	РП2	ETI K25-4M 3p+N C 16/ 0,03	16	23,2	116	1,96	9,8	ABBГ 4x6	В сталених рукавах	30	17	1
								ETI K25-4M 3p+N C 16/ 0,03	16	23,2	116	5,25	26,2	ABBГ 4x6	В сталених рукавах	30	18,19	2
								ETI K25-4M 3p+N C 16/ 0,03	16	23,2	116	5,98	34,9	ABBГ 4x6	В сталених рукавах	30	22	1

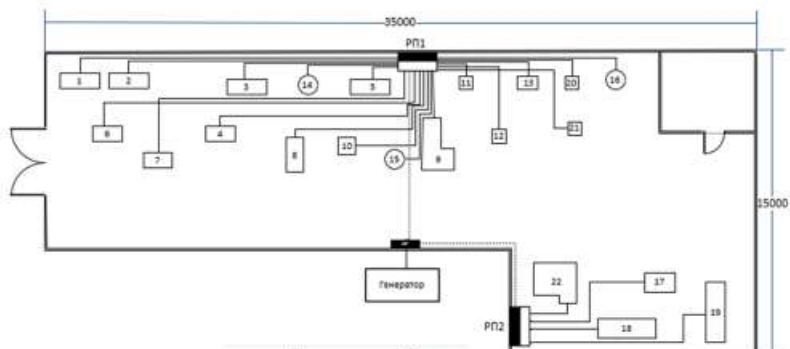
Розробка аварійного живлення для відділу головного механіка

$$P_{\text{ген}} \geq P_{\text{ном}} \quad P_{\text{ном}} = 214 \text{ кВт}$$

$$U_{\text{ген}} = U_{\text{ном}} \quad U_{\text{ном}} = 380 \text{ В}$$

$$I_{\text{ном}} = 34,8 \text{ А}$$

$$I_{\text{пуск}} = 5 \cdot I_{\text{ном}} = 5 \cdot 34,8 = 174 \text{ А}$$



На даний час ця тема є актуальною через постійні перепади живлення, а також погодинні відключення електроенергії по всій Україні, тому тема аварійного живлення стоїть на слуху, є різні види живлення не від системи, а завдяки власного генерування



Висновок

Під час розробки та розрахунку енергосистеми ПрАТ «Калинівський машинобудівний завод» було розраховано впроваджено нові та сучасні установки та способи їх встановлення. За розрахунками було обрано живлення від 10кВ а також розміщено 2 трансформаторних підстанції сумарною кількістю 4 трансформатора моделі ТМ-2500-10/04, а також проведено розрахунок капіталовкладень, з яких стало зрозуміло вигідність даного варіанту.

Було розроблено однолінійну схему для даного підприємства, а також побудовано картограму навантажень із розміщенням та підключенням ТП і ЦРП, розраховано стійкість до КЗ даної схеми.

У науково дослідній частині було запропоновано та впроваджено систему аварійного живлення яка є досить актуальною на даний момент. Розраховано та обрано дизельний генератор DALGAKIRAN DJ293BD. Який повністю відповідає номінальним потужностям цеху, а також обрано автоматичний вимикач та АВР, які забезпечують швидке увімкнення генератора до живильної системи цеху.