

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:

«УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ОСНОВНОГО
ВИРОБНИЦТВА ПРИВАТНОГО АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА
«КАЛИНІВСЬКИЙ МАШИНОБУДІВНИЙ ЗАВОД»»

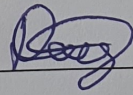
Виконав: студент 4-го курсу, групи Е-22мс

спеціальності 141 – Електроенергетика,

електротехніка та

електромеханіка

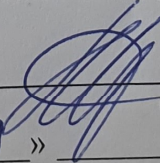
(шифр і назва спеціальності)



Слободянюка О.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. каф. ЕСЕЕМ



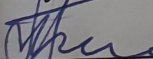
Кутіна М. В.

(прізвище та ініціали)

« 19 » 06 2024 р.

Допущено до захисту

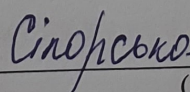
Завідувач кафедри ЕСЕЕМ

 проф. Бурбело М.Й.

(прізвище та ініціали)

« 18 » 06 2024 р.

Рецензент к.т.н., ст. вик. каф. ЕСС



Сінорська О.В.

(прізвище та ініціали)

« 19 » 06 2024 р.

Вінниця – 2024 року

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.

« 11 » 03 2024 р.

**ЗАВДАННЯ
НА БАКАЛАВРСЬКУ ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Слободянюку Олексію Олексійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Удосконалення системи електропостачання основного виробництва приватного акціонерного товариства «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 основного виробництва

- 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. Застосування сучасних засобів релейного захисту в системах електропостачання підприємства

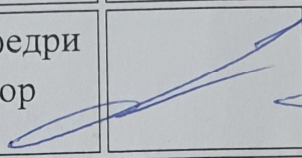
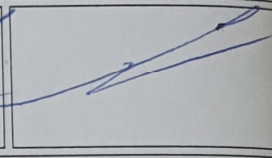
4. Безпека життєдіяльності

Висновки

Список використаних джерел

- План цеху. Розрахунково-монтажна таблиця.
- Деталь проєкту.

6. Консультанти розділів роботи

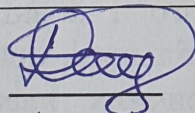
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Кобилянський О.В., зав. кафедри БЖДПБ, д.пед.н., професор		

7. Дата видачі завдання «22» 05 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

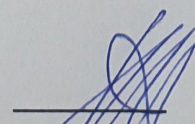
Студент


(підпис)

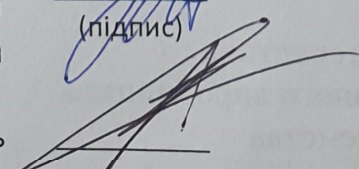
Слободянюк О.О

(прізвище та ініціали)

Керівник бакалаврської
дипломної роботи


(підпис)

Нормоконтроль


(підпис)

Кутіна М.В. .

(прізвище та ініціали)

Войтюк Ю. П.

(прізвище та ініціали)

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

Слободянюку Олексію Олексійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Удосконалення системи електропостачання основного виробництва приватного акціонерного товариства «Калинівський машинобудівний завод»
Керівник роботи Кутіна Марина Василівна, к.т.н.

затверджені наказом по ВНТУ від « ____ » _____ 2024 року, № _____

2. Термін подання студентом роботи « ____ » _____ 2024 року.

3. Вихідні дані до роботи: Генплан підприємства (об'єкта); план цеху (об'єкта, дільниці, приміщення) із розташуванням обладнання; відомості про особливості технологічних процесів та навантаження середовища (внутрішнього і зовнішнього); відомості про електричні навантаження підприємства (цеху, об'єкта, дільниці, 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 основного виробництва

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. Застосування сучасних засобів релейного захисту в системах електропостачання підприємства

4. Безпека життєдіяльності

Висновки

Список використаних джерел

5. Перелік графічного матеріалу

- Генплан підприємства. Однолінійна схема електропостачання підприємства.

- План цеху. Розрахунково-монтажна таблиця.
- Деталь проєкту.

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 «__» _____ 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)

Слободянюк О.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 70 сторінок формату А4, на яких є 12 рисунків, 19 таблиць, список використаних джерел містить 22 найменування.

Метою роботи є підвищення рівня надійності електропостачання приватного акціонерного товариства «Калинівський машинобудівний завод» шляхом вибору оптимальної структури системи електропостачання підприємства та застосування сучасних засобів релейного захисту.

В першому розділі наведено стислий огляд технологічних процесів, які використовуються на підприємстві та детальні інформацію про електроспоживачів підприємства.

В другому розділі проведено розрахунок електричних навантажень та розроблена система електропостачання товариства. Виконано вибір трансформаторних підстанцій, проводів і кабелів, комутаційних та захисних апаратів, розподільчих пристроїв. Обрано кількість та місця розташування підстанцій, розраховане силове навантаження цеху.

У четвертому розділі охорони праці розглянуто питання, пов'язані з причинами виникнення, впливом на організм людини та нормуванням шкідливих і небезпечних виробничих факторів у виробничих приміщеннях. Наведено рекомендації щодо покращення умов праці, а також розглянуто норми пожежної безпеки.

Ключові слова: система електропостачання, релейний захист, аварійні режими.

ANNOTATION

The bachelor's qualification work consists of 70 pages of A4 format, on which there are 12 drawings, 19 tables, the list of used sources contains 22 names.

The method of work is to increase the level of reliability of the power supply of the private joint-stock company "Kalynivsk Machine Building Plant" by choosing the optimal structure of the company's power supply system and using modern means of relay protection.

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

In the second section, the calculation of electrical loads was carried out and the company's power supply system was developed. The selection of transformer substations, wires and cables, switching and protective devices, distribution devices was made. The number and location of substations is selected, the power load on this one is calculated.

In the fourth section of labor protection, issues related to the causes of occurrence, impact on the human body, and regulation of harmful and dangerous production factors in production premises. Recommendations for improving working conditions are provided, as well as comments on fire safety standards.

Keywords: power supply system, relay protection, emergency modes.

ЗМІСТ

Вступ	3
1. Загальні відомості про підприємство.	5
1.1 Історія підприємства.	5
1.2 Короткий опис технологічних процесів.....	6
2. Розрахунок системи електропостачання основного виробництва.	13
2.1 Розрахунок електричних навантажень підприємства.....	13
2.2 Вибір та розміщення підстанцій.	16
2.3 Вибір та розрахунок схеми електропостачання підприємства.	23
2.3.1 Розрахункові струми КЗ заводської мережі.	24
2.4 Розрахунок схеми електропостачання цеху.	27
2.4.1 Вибір комутаційно-захисної апаратури та провідників	30
2.4.2 Розрахунок струмів КЗ.....	31
3. Застосування сучасних засобів релейного захисту в системах електропостачання підприємства.	34
4. Безпека життєдіяльності.	40
ВИСНОВКИ	51
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	52
ДОДАТКИ	55
ДОДАТОК А. Вихідні данні.....	56
ДОДАТОК Б. Графічна частина	60
ДОДАТОК В. Протокол перевірки навчальної (кваліфікаційної) роботи	68
ДОДАТОК Г. Ілюстративна частина.....	70

Вступ

Актуальність. Калинівський машинобудівний завод спеціалізується на виготовленні стратегічно важливого машинобудівного обладнання, яке використовується в різних галузях промисловості, в тому числі оборонну промисловість. Це робить підприємство важливим для національної безпеки та розвитку промислового потенціалу країни. Інноваційний розвиток: підприємство постійно впроваджує нові технології та розробки, що дозволяє йому залишатися конкурентоспроможним на ринку. Підприємство співпрацює з науковими установами та університетами, що дозволяє інтегрувати передові наукові досягнення у виробничий процес. Це сприяє розвитку науково-технічного потенціалу країни та підготовці висококваліфікованих кадрів. Надійне та ефективне електропостачання підприємства забезпечить безперебійне функціонування підприємства. Тому розробка економічної та надійної системи електропостачання підприємства є важливою та актуальною задачею.

Основними задачами при розрахунку системи електропостачання є: розрахунок системи електропостачання підприємства, розрахунок, вибору та розміщення трансформаторних підстанцій, а також розрахунок та вибір комутаційно-захисної апаратури, розрахунок схеми електропостачання підприємства та проектування електропостачання цеху, дослідження сучасних засобів релейного захисту.

Об'єкт дослідження – процес функціонування системи електропостачання з застосуванням сучасних засобів релейного захисту.

Предмет дослідження – удосконалення системи електропостачання основного виробництва приватного акціонерного товариства «Калинівський машинобудівний завод»

Короткий зміст роботи: перший розділ присвячений відомостям про підприємство та ознайомленню з його технологічними процесами, у другому розділ проводились розрахунки електричних навантажень підприємства на основі яких обирались та розраховувались трансформаторні підстанції та пристрої захисту і комутації, розраховувалась схема електропостачання

підприємства, та схема електропостачання цеху, у третьому розділі проводилось дослідження сучасних засобів релейного захисту для впровадження їх на підприємство, в четвертому розділі приділилась увага охороні безпеки працівників.

Практична цінність полягає у спроектованій за сучасними методами надійній системі електропостачання, для заводу що виготовляє машинобудівне обладнання, в тому числі для оборонної промисловості країни.

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО

1.1 Історія підприємства

Історія підприємства прат«Калинівський машинобудівний завод» почалася в 1873р. після вирішення недоцільності вводити в дію законсервований цукровий завод в 1934р. його було перетворено в самостійну калинівську машинотракторну майстерню.

З 1983р. при заводі почало функціонувати профтехучилище (теперішнє ПТУ-21).

1985р. організоване калинівське виробниче організування Харчомаш, де калинівський машинобудівний завод був головним.

В травні 1998р. створене АТЗТ “Калинівське”, яке перетворено в ТОВ “Калинівське”, генеральним директором якого був Олійник Василь Мефодійович з 01.12.1999-01.03.2001р.р.

2001р. реорганізовно назад на Калинівський машинобудвний завод.

З 2011р. завод змінив назву на прат «Калинівський машинобудівний завод». На сьогоднішній день підприємство експортує майже 70% продукції. Завод спеціалізується на поставках та інсталяції обладнання для молочної, цукрової, хлібопекарської промисловості, виготовлення автомобілерозвантажувальної техніки та ємностей.

1.2 Короткий опис технологічних процесів

Основні потужності Калинівського машинобудівного заводу зосередженні на виготовленні обладнання для харчової промисловості та промислової продукції технічного призначення. Технологічний проект готується з урахуванням побажань Замовника, базуючись на інформації про вихідну сировину, що підлягає переробці, вигляду готової продукції, обсягів переробки, наявному у замовника обладнанні, що може бути задіяне в технологічному процесі.

Під час розробки надається перевага новітнім технічним і технологічним досягненням в сфері переробки молока, впроваджуються технології безвідходної переробки сировини, устаткування і процеси з низьким споживанням енергоресурсів, що дозволяє досягти найбільш високої рентабельності виробництва.

Проектні рішення спрямовані на впровадження різних технологій виробництва молочних продуктів та їх похідних, а також технологій санітарної обробки обладнання, з урахуванням вимог НААСР та директив ЄС. Також акцент робиться на оптимізації виробничих процесів.

Під час проектування, паралельно з розробкою технологічної частини проекту, значна увага приділяється автоматизації технологічних процесів, враховуючи конструктивні особливості обладнання.

Проект включає в себе наступні розділи:

1. Аналіз існуючого виробництва (за наявності).
2. Детальне опрацювання технологій.
3. Приватні діаграми вироблення продуктів.
4. Розробка блок-схем підприємства.
5. Вибір обладнання та обґрунтування.
6. Специфікація технологічного обладнання.
7. Розробка апаратурно-технологічної схеми.
8. Графік технологічних процесів.

9. Опис технологічного процесу.
10. Плани приміщень.
11. Плани розміщення обладнання.
12. Плани обв'язок технологічного обладнання трубопроводами сервісних середовищ (теплоносій, холодоносій, холодна і гаряча вода, стиснене повітря).
13. План обв'язки технологічними трубопроводами і трубопроводами миючих розчинів в системі 3D моделювання.
14. Санітарна обробка технологічного обладнання.
15. Дані по водоспоживанню і водовідведенню для технологічного обладнання.

Розробка технологічного проекту забезпечує ефективну взаємодію між інженерами-проектувальниками, інженерами-розробниками обладнання, технологами та програмістами. Це дозволяє встановити терміни виробництва та комплектацію технологічного обладнання, а також допомагає замовнику визначити порядок і строки будівельно-монтажних робіт об'єкта. Відомості про електроспоживачів та їх характеристики

Згідно з ПУЕ приймачі електроенергії в промислових підприємств по степеню безперебійності, поділяються на три категорії:

I – приймачі, перерва в електропостачанні яких може потягти за собою небезпеку для життя та здоров'я людей або значні народогосподарські втрати, викликані пошкодженням обладнання, тривалим збоєм складного технологічного процесу, або масовим браком продукції.

II – приймачі, порушення електропостачання яких пов'язані тільки з масовим недовипуском продукції, простоєм людей, механізмів та промислового транспорту – прокатні стани, електричні дугові печі, металорізальні станки, преси та інше.

III – це всі інші приймачі, що не попадають під визначення I та II, наприклад приймачі допоміжних цехів, складів несерійного виробництва і подібні.

Таблиця 1.1 – Данні про потужності та категорії приміщень підприємства

№	Назва цеху	<u>P_д</u> 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 <u>ловушка</u>	2,4	2
16	Транспортна дільниця	18	2
17	Компресорна станція	28	2
18	Газорозподільний пункт	1,5	2

Таблиця 1.2 – Данні про потужності обладнання ливарного цеху.

№	Назва установки	кВт
1	Індукційна тигельна піч	550
2	Індукційна тигельна піч	550
3	Великий галтувальний барабан	35
4	Галтувальний барабан	12
5	Галтувальний барабан	12
6	Галтувальний барабан	12
7	Кран-балка	10

8	Конвеєр	5
9	Конвеєр для відходів	2
10	Конвеєр для відходів	2
11,12,13,14	Вентилятори вентиляції	1

Електроспоживачі, що використовуються на підприємстві, можна класифікувати за їхньою важливістю та роллю в технологічних процесах. Важливим аспектом є розуміння, як кожна з установок впливає на загальну ефективність виробництва та надійність системи електропостачання.

Як показано у Таблиці 1.1, підприємство має ряд цехів, кожен з яких відповідає за певний етап виробничого процесу. Наприклад, складальний цех, який має потужність 4300 кВт, належить до третьої категорії споживачів електроенергії. Це свідчить про те, що перерви в електропостачанні для цього цеху не призводять до значних втрат у виробництві, хоча вони можуть викликати короткострокові незручності. Заготівельний цех, адміністративно-побутовий корпус, будівля ЦТНС та інші приміщення, як наведено у таблиці, мають різні потужності та відносяться до різних категорій електроспоживачів. Такі відмінності підкреслюють важливість диференційованого підходу до планування та управління системою електропостачання підприємства.

Таблиця 1.2 надає детальну інформацію про потужності технологічного обладнання ливарного цеху. Тут можна побачити, що індукційні тигельні печі, які мають потужність по 550 кВт кожна, є найпотужнішими споживачами електроенергії в цьому цеху. Крім них, значну роль у процесі виробництва відіграють галтувальні барабани, кожен з яких має потужність 12 кВт.

Різні установки, такі як кран-балка, конвеєри для відходів та вентилятори вентиляції, також є важливими компонентами виробничої системи. Їх потужності варіюються від 1 до 35 кВт, що демонструє різноманітність технологічного обладнання, яке використовується для забезпечення ефективного виробничого процесу.

Узагальнюючи наведені дані, можна зробити висновок, що кожен елемент технологічного процесу ретельно підібраний і розрахований з урахуванням його специфічних вимог до електропостачання. Це дозволяє забезпечити стабільну роботу всіх цехів та дільниць підприємства, що є ключовим фактором для досягнення високої продуктивності та ефективності виробництва.

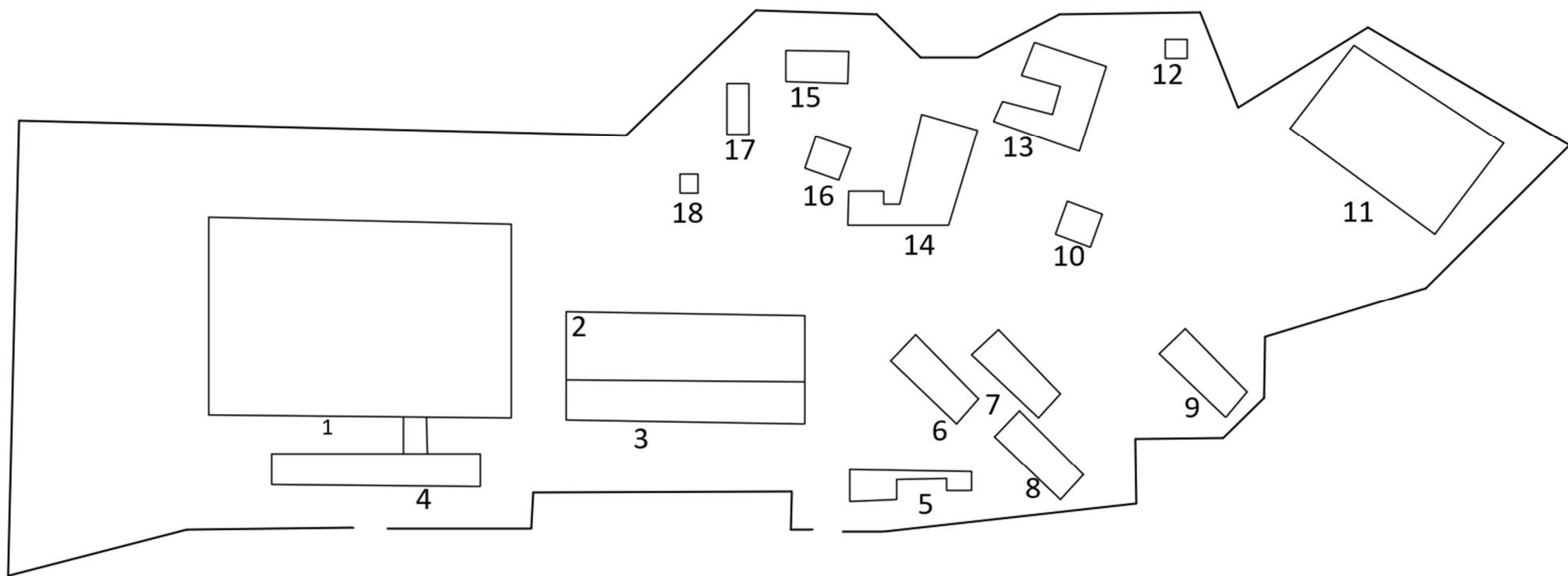


Рисунок 1.1 – Генплан підприємства

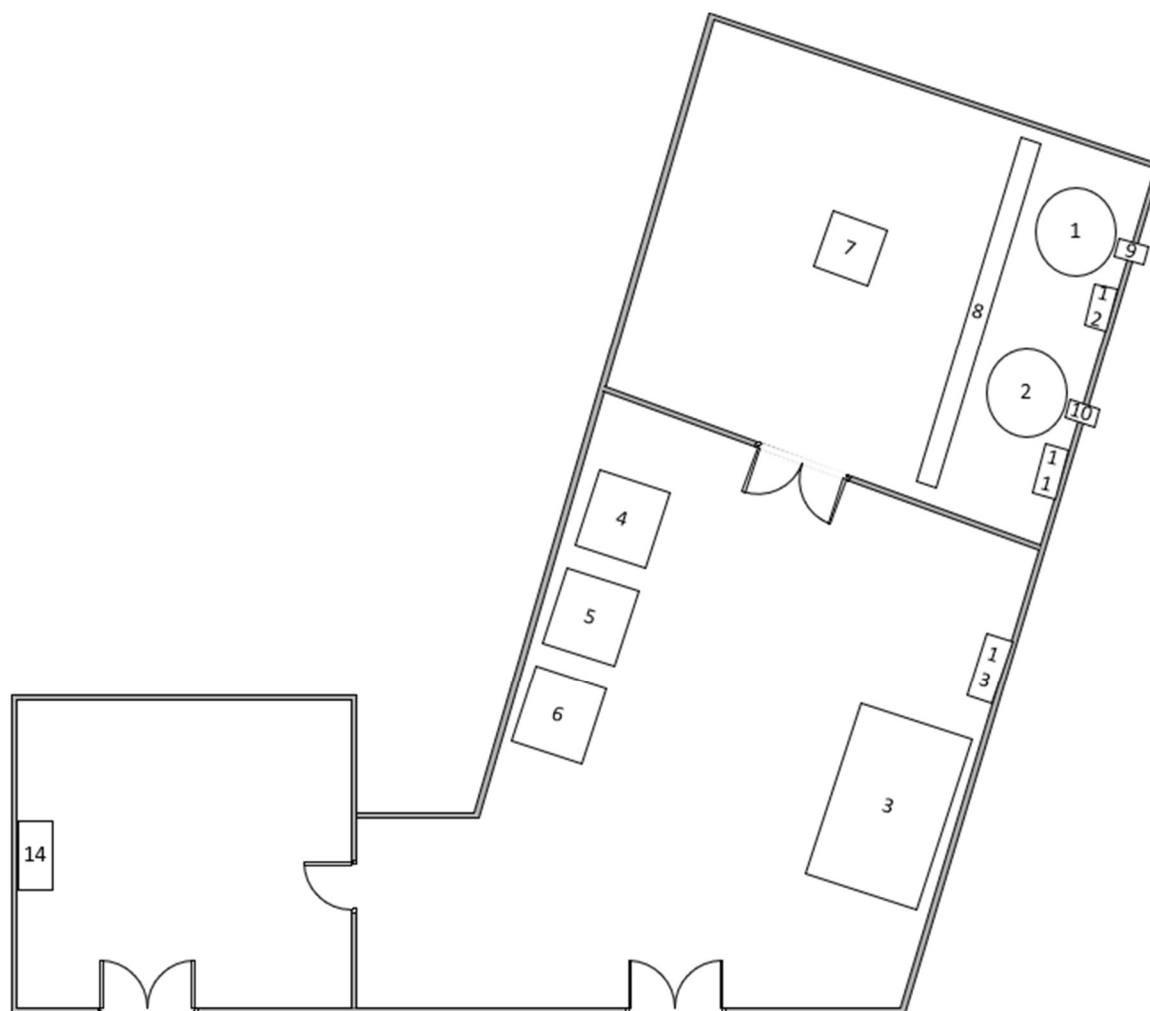


Рисунок 1.2 – План ливарного цеху

2 РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

2.1 Розрахунок навантажень підприємства

Щоб визначити навантаження всього заводу, необхідно провести розрахунок силового та освітлювального навантаження кожного окремого цеху підприємства.

Для прикладу розрахунку силового навантаження цеху, візьмемо складальний цех Калинівського машинобудівного заводу.

Розрахунок активної потужності цеху, виконаємо формулою:

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

де K_p – коефіцієнт попиту;

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

Підставивши данні маємо:

$$P_{mc} = 0,4 \cdot 4300 = 1720 \text{ (кВт)}$$

Розрахунки активної потужності виконуємо по формулі:

$$\begin{aligned} Q_{mc} &= P_{mc} \cdot \operatorname{tg} \phi \\ Q_{mc} &= 1720 \cdot 1,02 = 1754,4 \end{aligned} \quad (2.2)$$

Розрахункова потужність освітлення визначається, як відношення густини освітлювального навантаження на 1 м^2 корисної площі. В якості приладів для освітлення пропонується використовувати люмінесцентні лампи, ДРЛ чи лампи розжарювання.

В якості освітлювальних приладів цеху обираємо ДРЛ лампи.

Розрахунок потужностей освітлення проводиться за наступними формулами.

Для активної потужності:

$$\begin{aligned} P_{mo} &= P_{пит.о} \cdot K_{пра} \cdot K_{по} \cdot F, \\ P_{mo} &= 0,016 \cdot 1,2 \cdot 0,95 \cdot 26638 = 458,87 \text{ (кВт)} \end{aligned} \quad (2.3)$$

Для реактивної потужності:

$$\begin{aligned} Q_{mo} &= P_{mo} \cdot \operatorname{tg} \phi, \\ Q_{mo} &= 458,87 \cdot 1,02 = 468,05 \text{ (кВАр)}, \end{aligned} \quad (2.4)$$

де P_{mo} та Q_{mo} – розрахункова реактивна та розрахункова активна потужності освітлення дільниці, кВт;

$P_{п.о}$ – питома густина для навантаження освітлення, кВт/м²;

$K_{по}$ – коефіцієнт попиту для освітлювального навантаження ;

F – площа цеху, що визначається за генпланом, м²

Повна потужність цеху визначається формулою:

$$S_M = \sqrt{P_M^2 + Q_M^2}, \quad (2.5)$$

Де P_M^2 – сума активних потужностей цеху, кВт;

$$P_M = P_{мс} + P_{мо} = 1720 + 485,87 = 2205,88 \text{ (кВт)}$$

Q_M^2 – сума реактивних потужностей цеху, кВАр;

$$Q_M = Q_{мс} + Q_{мо} = 1754,4 + 495,8 = 2250 \text{ (кВАр)}$$

Тоді повна потужність:

$$S_p = \sqrt{2205,9^2 + 2250^2} = 3150,9 \text{ (кВА)}$$

Для інших цехів розрахунки виконуються аналогічно, результати розрахунків заносимо в таблицю 2.1.

Сумарна розрахункова активна потужність заводу розраховується формулою:

$$P_M = K_0 \cdot (P_{МК} + P_{МО}),$$

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

де $P_{МК}$ - активна потужність заводу, кВт;

$P_{МО}$ – активна освітлювальна потужність на заводі, кВт;

K_0 – коефіцієнт одночасності максимумів навантаження, обирається рівним 0,95, якщо кількість приєднань на стороні 10 кВ $n=2$ та коефіцієнті використання $0,3 \leq KB < 0,5$;

Сумарна розрахункова реактивна потужність заводу визначається:

$$Q_M = K_0 \cdot (Q_{МК} + Q_{МО}),$$

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

де $Q_{МК}$ - реактивна потужність заводу (кВАр)

$Q_{МО}$ – реактивна потужність освітлення на заводі (кВАр)

Сумарне повне навантаження заводу визначається:

$$S = \sqrt{7104,24^2 + 6031,5^2} = 9319,33 \text{ (кВА)}.$$

Таблиця 2.1 Результати розрахунку 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	495,594662	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	83,5611336	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	37,2002976	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	50,9772432	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	35,4560976	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	12,4483968	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	16,0579584	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	988,363916	7104,24	6031,56	9319,33

2.2 Вибір та розміщення підстанцій

Так як все обладнання заводу живиться напругою 0,4кВ, повна сумарна розрахункова потужність береться з таблиці 2.1:

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

Загальна площа цехів $F(\text{м}^2)$, відповідно:

$$F = 67345 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Для визначення економічного ступеня потужності трансформаторів від навантажувальної густини, використаємо формулу:

$$S_{\text{пит}} = \frac{S_{\text{сум}}}{F_{\text{сум}}} = \frac{9319,3}{67345} = 0,14 \text{ (кВА/м}^2\text{)}. \quad (2.6)$$

За такої питомої потужності пропонується обрати трансформатори потужністю до 1600 кВА для використання на заводі.

Оскільки калинівський машинобудівний завод відноситься до II категорії з надійності електропостачання, будемо розглядати 2 варіанти спорудження двотрансформаторних підстанцій з $S_{\text{номТР}} = 1000 \text{ кВА}$ та $S_{\text{номТР}} = 1600 \text{ кВА}$:

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

Визначення економічного числа підстанцій:

$$N_{\text{ек}} = \frac{S_{\text{з}}}{S_{\text{ном.ТР}} \cdot K_{\text{з}}}, \quad (2.7)$$

де $k 0,8 \div 0,85$ - коефіцієнт завантаження трансформаторів двотрансформаторної підстанції якщо переважають споживачі II та III категорій надійності.

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

Отже, необхідно встановити 5-6 трансформаторних підстанцій.

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

$$N_{\text{ек}} = \frac{9529,85}{2 \cdot 1600 \cdot (0,8 \div 0,85)} = 3,4 \div 3,6 \text{ (шт)}$$

Отже необхідно встановити 3-4 трансформаторних підстанцій.

Для розподілення трансформаторних підстанцій визначимо їх фактичний коефіцієнт завантаження для різних варіантів цехів.

Результати розрахунку занесемо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 Розподіл трансформаторних підстанцій

Варіант 1				Варіант 2			
№ На генплані	Sp, кВА	SномТП = 2500 кВА		№ На генплані	Sp, кВА	SномТП = 1600 кВА	
		N, шт	K3			N, шт	K3
1,8,9,10,11,12,13, 15,16	4554,67	2	0,9109346	1	3150,931584	2	0,98466612
				2	2712,9805	2	0,84780641
2,4,5,,14,3,6,7,17, 18	4429	2	0,885799	3-9	2593,430984	2	0,81044718
				10-18	1414,694498	2	0,44209203

З таблиці 2.2 видно що коефіцієнт завантаження першої трансформаторної підстанції складає 0,98, що означає що ТП1 буде працювати постійно на номінальну потужність, щоб запобігти цьому запозичимо для першого цеху 600кВА потужності ТП4, тоді коефіцієнти завантажень будуть складати:

Для ТП1: 0,79

Для ТП4: 0,62

Таблиця 2.3 Характеристики трансформаторів

Трансформатор	Sn.тр, кВА	Un.т, кВ	ΔPxx, кВт	ΔPк, кВт	Ixx%	Uк%
ТМ-2500-10/0.4 У1	2500	10	2,8	28	0,9	6
ТМ-1600-10/0.4 У1	1600	10	2,6	17	0,9	6

Розрахуємо втрати трансформаторів для обох варіантів, данні беремо з таблиці 2.3.

Проводимо розрахунок активних втрат:

$$\Delta P_{\text{тр}} = n \cdot \Delta P_{\text{xx}} + \frac{1}{n} \Delta P_{\text{к}} \left(\frac{S_{\text{p}}}{S_{\text{н.тр}}} \right)^2 \quad (2.8)$$

Розрахунок реактивних втрат:

$$\Delta Q_{\text{тр}} = n \frac{\Delta I_{x\%}}{100} S_{\text{н.тр}} + \frac{1}{n} \frac{\Delta U_{\text{к}}}{100} \left(\frac{S_{\text{р}}}{S_{\text{н.тр}}} \right)^2 \quad (2.9)$$

Данні розрахунків заносимо в таблицю 2.4

Таблиця 2.4 Розрахункові втрати трансформаторів

Цех	Кількість	S _{ном}	Kз	ΔP	ΔQ
1,8,9,10,11,12,13,15,16	2	2500	0,91093	27,8395485	45,0995762
2,4,5,14,3,6,7,17,18	2	2500	0,8858	49,5398326	45,0941568
Всього	4			77,3793811	90,193733
1	2	1600	0,79	38,1652905	28,9163481
2	2	1600	0,84	29,6383739	28,8862531
3-9	2	1600	0,81	16,3660188	28,878819
10-18	2	1600	0,62	11,8451424	28,8234534
Всього	8			96,0148256	115,504874

Маючи розрахунок втрат трансформаторів, можемо розрахувати потужність заводу з врахуванням втрат

Для першого варіанту:

$$P_{\text{м1}} = P_{\text{м3}} + \sum_{i=1}^7 \Delta P_{\text{три}} = 7104,24 + 77,37 = 7181,61 \text{ (кВт)},$$

$$Q_{\text{м1}} = Q_{\text{м3}} + \sum_{i=1}^7 \Delta Q_{\text{три}} = 6031,56 + 90,19 = 6121,75 \text{ (квар)}.$$

Для другого варіанту:

$$P_{\text{м1}} = P_{\text{м3}} + \sum_{i=1}^7 \Delta P_{\text{три}} = 7104,24 + 96,01 = 7225 \text{ (кВт)},$$

$$Q_{\text{м1}} = Q_{\text{м3}} + \sum_{i=1}^7 \Delta Q_{\text{три}} = 6031,56 + 115,5 = 6147,05 \text{ (квар)}.$$

Розрахунок повної потужності з врахуванням втрат

Для першого варіанту:

$$S_{\text{м}} = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{7181,6^2 + 6121,75^2} = 9436.69 \text{ (кВА)}$$

Для другого варіанту:

$$S_M = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{7225^2 + 6147,05^2} = 9486,13(\text{кВАр})$$

Занесемо капітальні затрати на спорудження мережі в таблицю 2.5

Таблиця 2.5 Капітальні затрати на спорудження внутрішньо-заводської мережі

Варіант 1								
ТП	тип тр-ра	шт	Ціна	вартість	кабель	довжина	ціна	вартість
1	ТМ-2500-10/0.4 У1	4	1174000	4696000	ААБл-10 3х50	2х25	986,00	49300
2	ТМ-2500-10/0.4 У1	4	1174000	4696000	ААБл-10 3х50	2х75	986,00	147900
Всього				9392000				197200
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	758 700	1517400	ААБл-10 3х50	2х400	986,00	788800
3	ТМ-1600-10/0.4 У1	2	758 700	1517400	ААБл-10 3х50	2х980	986,00	1932560
4	ТМ-1600-10/0.4 У1	2	758 700	1517400	ААБл-10 3х50	2х981	987,00	1934520
Всього				4552200				2888980

Високовольтні вимикачі: **ВВ/TEL 10-20/630 - 67 880 грн.**

Для першого варіанту:

$$K_B = n_1 \cdot C_{BB} = 8 \cdot 60000 = 480000$$

Для другого варіанту:

$$K_B = n_1 \cdot C_{BB} = 8 \cdot 60000 = 480000$$

З метою економії коштів приймаємо другий варіант для майбутніх розрахунків.

Для визначення місця розташування ЦРП побудуємо картограму та визначимо центр електричних навантажень. Картограма навантажень цехів будується на кресленні генплану, де кругом зображається площа що пропорційна активній потужності:

$$P_p = m_p \cdot \pi \cdot r^2, \quad (2.10)$$

де m_p – масштаб побудови який повинен бути кратним 1,2,5.

Радіус круга навантаження першого цеху прийемо за 300м, і визначимо масштаб побудови за формулою:

$$m_p = \frac{P_p}{\pi \cdot r^2} \quad (2.11)$$

де P_p – розрахована активна потужність (кВт);

r – радіус круга навантаження, м.

Визначаємо масштаб побудови для складального цеху 1 – 300м

$$m_p = \frac{2205,9}{\pi \cdot 300^2} = 0.0078$$

Прийmemo $m_p = 0,008$ кВт/м². Визначим радіус круга з розрахованим масштабом:

$$r_1 = \sqrt{\frac{P_{p1}}{\pi \cdot m_p}} \quad (2.12)$$

$$r_1 = \sqrt{\frac{2205.88}{3.14 \cdot 0.008}} = 296$$

Сектор освітлювального навантаження складає:

$$\alpha_1 = \frac{360^\circ \cdot P_{mo}}{P_{p1}} \quad (2.13)$$

$$\alpha = \frac{360 \cdot 485.87}{2205.88} = 79.2$$

Проводимо аналогічні розрахунки інших цехів та заносимо данні в таблицю 2.6
Визначення координати центру навантажень:

$$X = \frac{\sum_{i=1}^{12} P_{p.i} \cdot X_i}{\sum_{i=1}^{12} P_{p.i}} \quad (2.14)$$

$$X = 231.88$$

де $P_{p.i}$ – розрахована активна потужність і-того цеху (кВт);

X_i – координати абсциси і-го цеха, м.

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^{12} P_{p.i} \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^{12} P_{p.i}} \quad (2.15)$$

$Y = 180.42$

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

Таблиця 2.6 - Дані для побудови картограми

№	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 ЦТНС	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

Безпосередньо в центрі навантажень розташувати ЦРП немає можливості. Тому встановимо ЦРП, зсунувши його в сторону живильної підстанції.

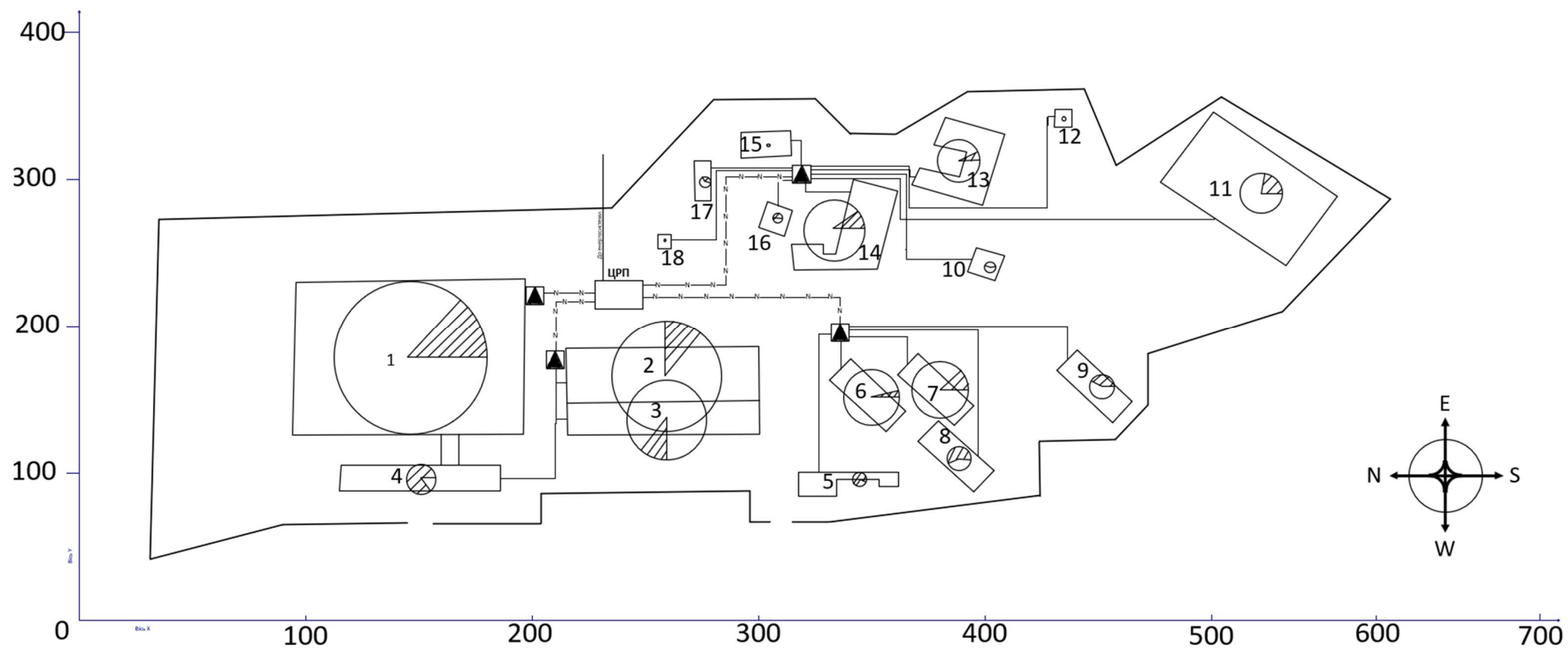


Рисунок 2.1 - Картограма навантажень з розташуванням ТП та ЦРП

2.3 Вибір та розрахунок схеми електропостачання підприємства.

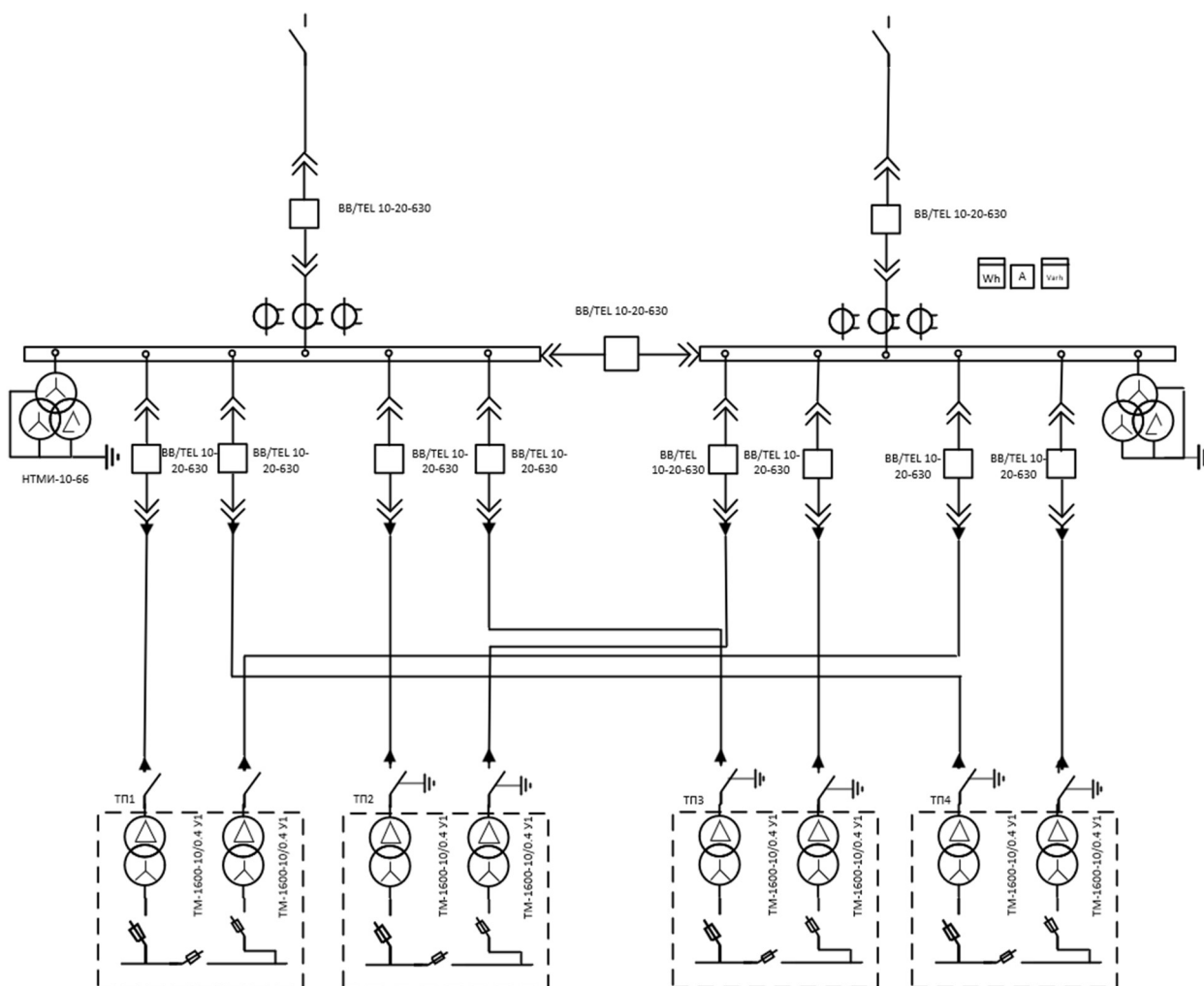


Рисунок 2.2 - Однолінійна схема живлення підприємства

Високовольтні вимикачі обираємо опираючись на номінальну напругу і розрахунковий струм. Враховуємо після аварійні режими та можливі нерівномірності розподілу струмів.

$$U_{\text{ном.б}} \geq U_{\text{ном. мережі}},$$

$$I_{\text{ном.б}} \geq I_{\text{м.ав}},$$

Розраховуємо струм живлячої лінії ТП1:

$$I_m = \frac{3150,93}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 90,9(A)$$

Для ТП2:

$$I_m = \frac{3759,84}{3 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 72,35(A)$$

Розраховуємо струм післяаварійного режиму:

$$I_{м.ав} = \frac{1,3 \cdot S_m}{\sqrt{3} U_{ном}} = \frac{1,3 \cdot 1600}{\sqrt{3} \cdot 10} = 120(A) \quad (2.16)$$

Вимикачі для сторони 10кВ обираємо: **ВВ/TEL 10-20/630**, чий номінальний струм $I_{ном.в} = 630 \text{ A} > I_{м.ав}$, з власним часом відключення 0,015.

Кабелі для високовольтної мережі обираємо ААБ, броньовані алюмінієвою оболонкою, прокладання буде виконано в траншеї.

Щоб визначити необхідний переріз провідників використаємо формулу:

$$S_{ек} = \frac{I_m}{j_{ек}} \quad (2.17)$$

Де $J_{ек} = 1,4 \text{ A/мм}^2$ при $T_m = 2500$ год. для кабелів з паперовою ізоляцією.

$$S_{ек} = \frac{76,8}{1,4} = 54,85 (\text{мм}^2)$$

Обираємо кабель ААБл-10 3х70 мм², результати заносимо в таблицю

Таблиця 2.7 - Вибір вимикачів та кабелів

Лінія	I_m, A	$I_{па}, \text{A}$	Вимикач	$I_{ном}, \text{A}$	Провідник	$S, \text{мм}^2$	$I_{доп}, \text{A}$
ЦРП-ТП-1	90,96	120	ВВ/TEL 10-20/630	1000	ААБл-10	3х70	162
ЦРП-ТП-2	78,317	120	ВВ/TEL 10-20/630	1000	ААБл-10	3х70	162
ЦРП-ТП-3	74,866	120	ВВ/TEL 10-20/630	1000	ААБл-10	3х70	162
ЦРП-ТП-4	40,839	120	ВВ/TEL 10-20/630	1000	ААБл-10	3х70	162

2.3.1 Розрахункові струми КЗ заводської мережі

Приймаємо базисну потужність $S_{\delta} = 1000 \text{ МВА}$, а базисну напругу $U_{сер}$ в точці виникнення КЗ. Базисний струм визначаємо по формулі:

$$I_{\delta} = \frac{S_{\delta}}{\sqrt{3} \cdot U_{сер}} \quad (2.18)$$

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

Накреслимо схему заміщення на рисунку 2.3.

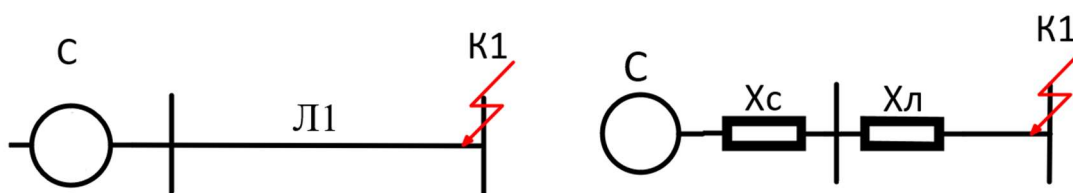


Рисунок 2.3 - Схема заміщення для розрахунку струмів КЗ

Проведемо розрахунок базисного струму та опору системи:

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

$$x_c = \frac{S_6}{S_k} = \frac{1000}{50} = 20 \text{ (в. о.)}$$
(2.19)

Визначення опору лінії проводиться по формулі:

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

$$X_l = 0,065 \cdot 0,9 \cdot \frac{1000}{10^2} = 0,585 \text{ (в. о.)}$$
(2.20)

Результуючий опір складає:

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

Діючи початковий струм КЗ:

$$I_n = \frac{E_c}{X_p} \cdot I_6,$$

$$I_n = \frac{1}{20,585} \cdot 57 = 2,76 \text{ (кА)}.$$
(2.21)

Обрахунок аперіодичної складової проводимо по формулі:

$$i_{a.r.c} = \sqrt{2} I_{n.o.c} e^{-t/T_{a.c}}$$
(2.22)

де $\tau = t_{\text{пз.min}} + t_{\text{е.е.}} = 0,01 + 0,09 = 0,1, \text{ с};$

$T_{a.c.} = 0,03$ - 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 залишається:

$$I_{n.r.c} = I_{n.o.c} = 2,76 \text{ (кА)}.$$

Ударний струм:

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

Перевірка високовольтних вимикачів ВВ/TEL 10-20/630 на динамічну стійкість проводимо за умовою:

$$\begin{cases} i_{дин} \geq i_{уд}, \\ I_{дин} \geq I_{но}, \end{cases}$$

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

Отже вимикач ВВ/TEL 10-20/630 пройшов перевірку на динамічну стійкість.

Здійснимо перевірку комутаційної здатності вимикача ВВ/TEL 10-20/630:

$$\begin{cases} I_{н.сідкл} \geq I_{нт.с}, \\ \sqrt{2}I_{н.сідкл} \geq \sqrt{2}I_{нт.с} + i_{ат.с}, \end{cases}$$

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

Умови перевірки ВВ/TEL 10-20/630 на термічну здатність виконуються.

Визначемо тепловий імпульс:

$$B_K = I_{п.о.с}^2 (t_{сідкл} + T_{a.c.}) \quad (2.23)$$

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

Умова для перевірки термічної дії струму КЗ:

$$B_K \leq I_{тер}^2 t_{тер},$$

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

Умова виконується, що показує, що вимикач ВВ/TEL 10-20/630 здатен забезпечити надійну комунікацію.

Перевірку термічної стійкості кабелів до дії струмів КЗ проводимо за формулами:

$$S_{\min} = \frac{I_{\text{н.о.с.}}^{(3)} \cdot \sqrt{t_{\text{відкл.}}}}{C_m} \cdot 1000, \quad (2.23)$$

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

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

2.4 Розрахунок схеми електропостачання цеху.

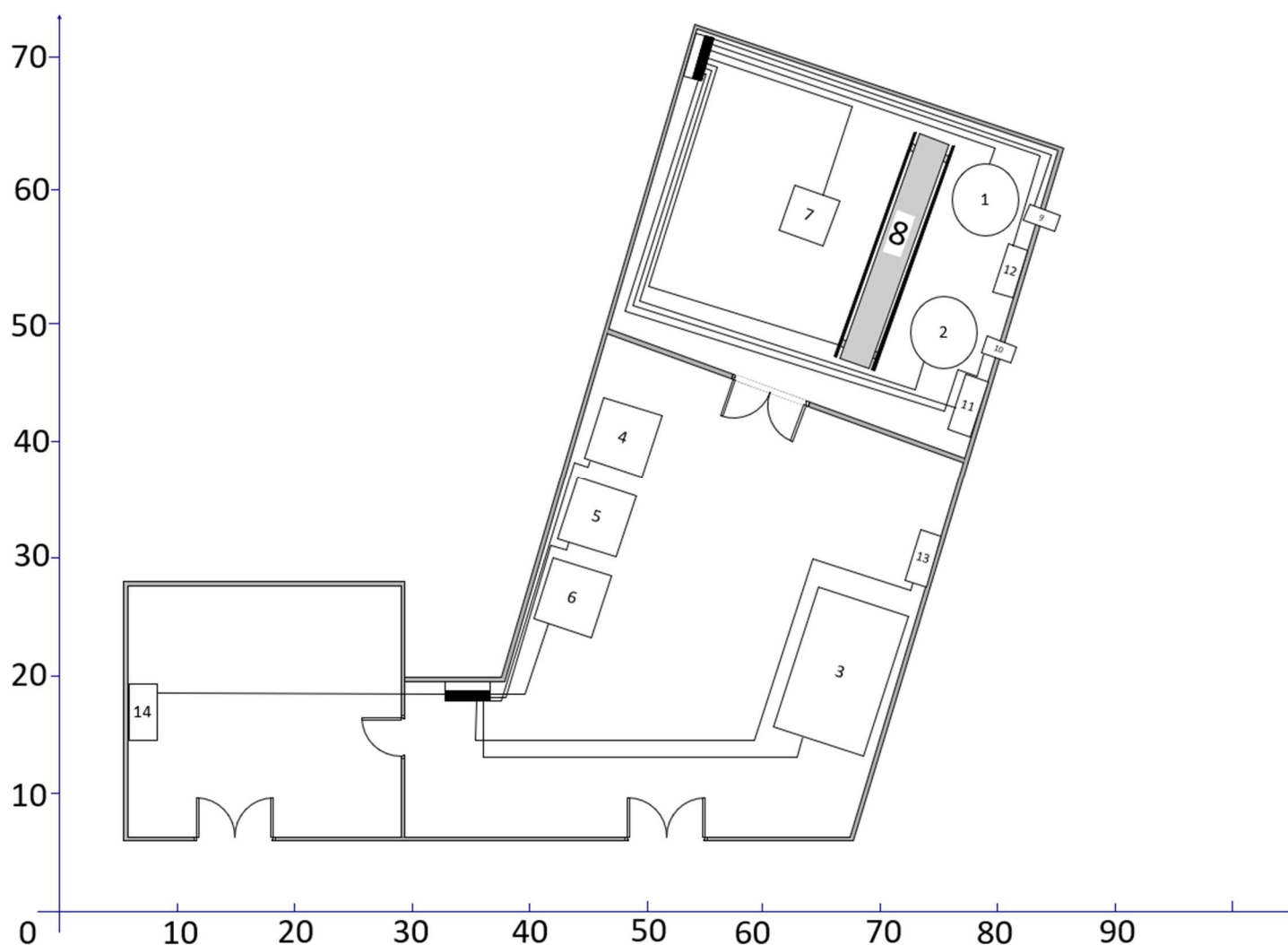


Рисунок 2.4 - План електропостачання цеху

Розрахуємо середні активні та реактивні потужності цеху:

$$n \cdot P_H \cdot K_B \text{ (кВт)} \quad (2.24)$$

$$n \cdot P_H \cdot K_B \cdot \text{tnf} \text{ (квар)} \quad (2.25)$$

Так як усі електроприймачі в цехові мають змінний графік навантажень,
 $K_B < 0,65$.

Для прикладу проведемо розрахунок індукційних печей:

$$2 \cdot 550 \cdot 0,4 = 444,2 \text{ (кВт)}$$

$$2 \cdot 550 \cdot 0,4 \cdot 0,75 = 333,9 \text{ (кВАр)}$$

Для визначення розрахункових навантажень РП1 скористаємось формулами:

$$K_B = \frac{\sum n \cdot P_n \cdot k_B}{\sum n \cdot P_n} \quad (2.26)$$

$$n_e = \frac{(\sum n \cdot P_n)^2}{\sum n \cdot P_n^2} \quad (2.27)$$

Дані розрахунків заносимо в таблицю 2.8

Обчислюємо розрахункові потужності:

$$P_p = K_p \cdot K_B \cdot \sum n \cdot P_n = 0,44 \cdot 0,3 \cdot 1121 = 133,26 \text{ (кВт)}$$

$$Q_p = 1,1 \cdot \sum K_B \cdot P_n \cdot \tan \phi = 184,7 \text{ (кВАр)}$$

Так як ефективне число електроприймачів менше за 10, реактивну потужність рахуємо з коефіцієнтом 1,1.

Визначимо S_M для РП1:

$$S_M = \sqrt{P_M^2 + Q_M^2} = \sqrt{149.76^2 + 207.42^2} = 227,78$$

Аналогічні розрахунки проводимо для РП2, результати заносимо в таблицю 2.8

Таблиця 2.8 - Розрахунок навантажень цеху.

Вихідні данні						Розрахункові величини			ne	Kp	Розрахункові навантаження			
Завданні технологів				Довідкові данні		n * P _н * K _в , кВт	n * P _н * K _в * tgφ, кВАр	n * P ² _н			P _p , кВт	Q _p , кВАр	S _p , кВА	I _p , А
Найменування ЕП	n	P _н	n x P _н	K _в	tgφ									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Індукційна тигельна піч 1-2	2	550	1100	0,4	0,75	440	330	605000						
Кран-балка 7	1	10	10	0,2	0,87	2	1,74	100						
Конвеєр 8	1	5	5	0,2	0,75	1	0,75	25						
Конвеєр для відходів 9-10	2	2	4	0,1	0,75	0,4	0,3	8						
Вентилятори 11-12	2	1	2	0,4	0,75	0,8	0,6	2						
Всього РП -1			1121	0,30		444,2	333,39	605135	2,08	0,396253345	133,26	184,734	227,783	328,776
Великий галтувальний барабан 3	1	35	35	0,3	0,75	10,5	7,875	1225						
Галтувальний барабан 4-6	3	12	36	0,3	0,75	10,8	8,1	432						
Вентилятори 13-14	2	1	2	0,2	0,75	0,4	0,3	2						
Всього РП - 2			73	0,30		21,7	16,275	1659	3,21	0,297260274	6,45055	11,7975	13,4458	19,4074
Всього по цеху			1194	0,30		465,9	349,665	606794	2,35	0,390201005	139,711	196,532	241,13	348,041

2.4.2 Вибір комутаційно-захисної апаратури та провідників

Обираємо наступні способи прокладки ліній:

Від ТП до РП1 та 2 – АВВГ прокладений в кабельних каналах.

Від РП-1 до ЕП-1,2,7-12, та до ЕП-3-6,13-14 алюмінієвими проводами АПВ в сталевих рукавах.

Від ТП до РП-1 вибираємо переріз дроту за умовою:

$$I_{\text{доп}} \geq I_M = 327$$

Обираємо кабель АВВГ перерізом 4х240, допустимий струм якого складає 337А при прокладці в кабельканалах.

Від РП-1 до ЕП-1 обираємо кабель перерізом:

$$I_{\text{доп}} \geq I_M = 161$$

Обираємо кабель АПВ 4х150, з $I_{\text{доп}} = 250\text{А}$.

Аналогічно обираємо переріз решти АПВ провідників.

Результати розрахунків заносимо в таблицю 2.9

Лінія	I_M , А	Тип провідника	Спосіб прокладки	S, мм ²	$I_{\text{доп}}$, А
ТП - РП-1	328,776	АВВГ	в кабель-каналах	4х240	337
ТП - РП-2	19,4	АВВГ	в кабель-каналах	4х16	71
РП1-ЕП1	161,5	АПВ	в сталевих рукавах	4х150	250
РП1-ЕП2	161,5	АПВ	в сталевих рукавах	4х150	250
РП1-ЕП7	2,8	АПВ	в сталевих рукавах	4х4	23
РП1-ЕП8	1,2	АПВ	в сталевих рукавах	4х4	23
РП1-ЕП9	0,24	АПВ	в сталевих рукавах	4х4	23
РП1-ЕП10	0,24	АПВ	в сталевих рукавах	4х4	23
РП1-ЕП11	0,66	АПВ	в сталевих рукавах	4х4	23
РП1-ЕП12	0,66	АПВ	в сталевих рукавах	4х4	23
РП2-ЕП3	13,3	АПВ	в сталевих рукавах	4х6	30
РП2-ЕП4	6,3	АПВ	в сталевих рукавах	4х4	23
РП2-ЕП5	6,3	АПВ	в сталевих рукавах	4х4	23
РП2-ЕП6	6,3	АПВ	в сталевих рукавах	4х4	23
РП2-ЕП13	0,24	АПВ	в сталевих рукавах	4х4	23
РП2-ЕП14	0,24	АПВ	в сталевих рукавах	4х4	23

2.4.3 Розрахунок струмів КЗ

Розрахуємо струми короткого замикання на ділянці ТП4-РП1-ЕП1, для цього складемо схему:

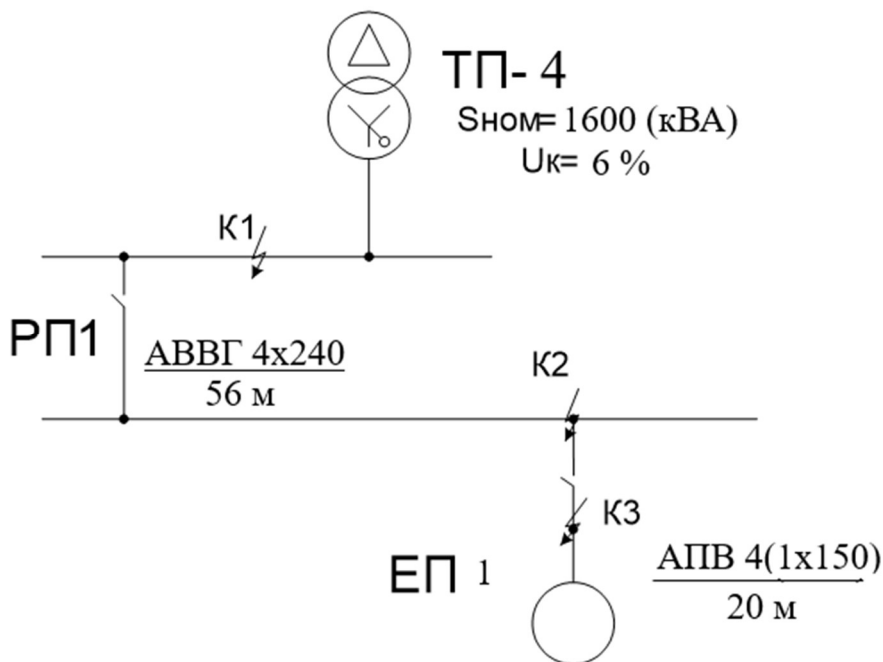


Рисунок 2.5 – Розрахункова схема

$$S_{\text{ном.т}} = 1600 \text{ (кВА)}$$

$R_{\text{т}} = 4,5 \text{ (мОм)}$, $X_{\text{т}} = 15,4 \text{ (мОм)}$, де Z_{Σ} - повний опір трансформатора визначаємо:

$$Z_{\Sigma} = \sqrt{4,5^2 + 15,4^2} = 16,04 \text{ (мОм)}$$

$$r_{\text{пит}} \text{ лінії ТП4-РП1} = 0,132 \quad x_{\text{пит}} = 0,0588$$

Маючи ці данні можемо розрахувати струм трифазного КЗ.

$$I_{K1\max}^{(3)} = \frac{1,05 \cdot U_{\text{н}}}{\sqrt{3} \cdot Z_{\Sigma}} \quad (2.28)$$

Для точки К1:

$$I_{K1\max} = \frac{1,5 \cdot 380}{\sqrt{3} \cdot 16,04} = 20,5 \text{ (кА)}$$

Для точки К2:

$$I_{K1\max} = \frac{1,5 \cdot 380}{\sqrt{3} \cdot 7,2 + 16,04} = 19,4 \text{ (кА)}$$

Для точки К3:

$$I_{K1max} = \frac{1,5 \cdot 380}{\sqrt{3} \cdot 7,2 + 16,04 + 1,5} = 18,4 \text{ (кА)}$$

Отже, обрані нами вимикачі для установки на ТП, відповідають умовам комутаційної здатності, оскільки:

Для точки K1:

$$I_{н.відк} = 50\text{кА} > I_{K1max} = 20,5 \text{ кА}$$

Для точки K2:

$$I_{н.відк} = 25\text{кА} > I_{K1max} = 19,4 \text{ кА}$$

Таблиця 2.10 Розрахунково монтажна таблиця.

Тип вимикача	I _н , А	I _{н.розч.} , А	I _{св} ,А	I _м , А	Кабель	Ідоп, А	РП	Тип вимикача	I _н , А	I _{н.розч.} , А	I _{св} ,А	I _м , А	I _п , А	Кабель	Спосіб прокладання	Ідоп, А		№	К-сть
SCHNEIDER ELECTRIC 3P3D 36KA 400A	400	580	2900	328,7	АВВГ 4х240	337		E.NEXT UKM 250SL	175	253,7	1268	161,5	807	АПВ 4х150	В кабель- каналах	250		1	1
								E.NEXT UKM 250SL	175	253,7	1268	161,5	807	АПВ 4х150	В кабель- каналах	250		2	1
								SCHNEIDER EASY9	6	8,7	43,5	2,8	14	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30		7	1
								SCHNEIDER EASY9	6	8,7	43,5	1,2	6	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30		8	1
								SCHNEIDER EASY9	6	8,7	43,5	0,24	1,2	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30		9	1
								SCHNEIDER EASY9	6	8,7	43,5	0,24	1,2	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30		10	1
								SCHNEIDER EASY9	6	8,7	43,5	0,66	3,3	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30		11	1
								SCHNEIDER EASY9	6	8,7	43,5	0,66	3,3	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30		12	1
SCHNEIDER ELECTRIC BA63 3П 20А	20	29	145	19,4	АВВГ 4х240	337		SCHNEIDER EASY 9	16	23	115	13,3	66,5	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30		3	1
								SCHNEIDER EASY 9	10	14,5	72,5	6,3	31,5	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30		4	1
								SCHNEIDER EASY 9	10	14,5	72,5	6,3	31,5	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30		5	1
								SCHNEIDER EASY 9	10	14,5	72,5	6,3	31,5	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30		6	1
								SCHNEIDER EASY9	6	8,7	43,5	0,24	1,2	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30		13	1
								SCHNEIDER EASY9	6	8,7	43,5	0,24	1,2	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30		14	1

3 Застосування сучасних засобів релейного захисту в системах електропостачання підприємства.

В рамках розвитку електричних мереж і промислових підприємств, виникає необхідність в надійному захисті та контролі струмопроводів. Система релейного захисту Siemens пропонує широкий спектр функцій для забезпечення безпеки та надійності електрообладнання. Її функціональні можливості включають захист від перевантажень, коротких замикань, відновлення електропостачання після переривань, та багато інших.

Одна з основних переваг цих реле - їхня адаптивність до різних умов експлуатації та типів електричних мереж, також можуть бути легко інтегровані в системи автоматизації, що дозволяє забезпечити ефективний контроль та управління електричними мережами.

Реле захисту SIPROTEC 5 також підтримує сучасні протоколи зв'язку, що дозволяє віддалене керування та моніторинг за допомогою комп'ютерів або інших пристроїв з підтримкою відповідних програмних інтерфейсів.

Таким чином, реле захисту Siemens є надійним та ефективним рішенням для забезпечення безпеки та надійності електрообладнання на промислових об'єктах.

Основні переваги цієї моделі:

Реле складається з окремих модулів, які можуть бути легко комбіновані та налаштовані відповідно до конкретних потреб користувача. Це дозволяє підібрати оптимальний набір функцій та параметрів для конкретної електричної мережі.

Широкий спектр захисту: підтримка різноманітних функцій захисту, наприклад захист від перевантажень, коротких замикань, захист генераторів, захист ліній передачі, трансформаторів.

Підтримка стандартів зв'язку такі як IEC 61850, що дозволяє легко інтегрувати його в системи керування та моніторингу.

Завдяки розширеним можливостям налаштування, користувачі можуть індивідуалізувати параметри реле відповідно до власних потреб.

Наявність графічного інтерфейсу, що спрощує роботу з реле.

Висока надійність дозволяє забезпечити безперебійну роботу електричних мереж протягом тривалого часу.

До недоліків можна віднести:

Складність налаштування – велика функціональність та гнучкість налаштувань вимагає ретельного ознайомлення з інструкцією реле, що впливає на час його встановлення.

Чутливість до зовнішнього середовища, реле повинно бути встановлене в спеціальну комірку, щоб зменшити вплив зовнішніх чинників.

Вимагає постійного оновлення програмного забезпечення для оптимальної та безпечної роботи.

Висока вартість.

Зважаючи на перераховані переваги даного реле є сенс впровадити його в систему живлення заводу встановивши на стороні 10кВ, що окрім захисту трансформаторів також дасть можливість постійного дистанційного моніторингу системи та швидкого реагування на виникнення аварійних режимів роботи системи.



Рисунок 3.1- Пристрій для релейного захисту SIPROTEC 5

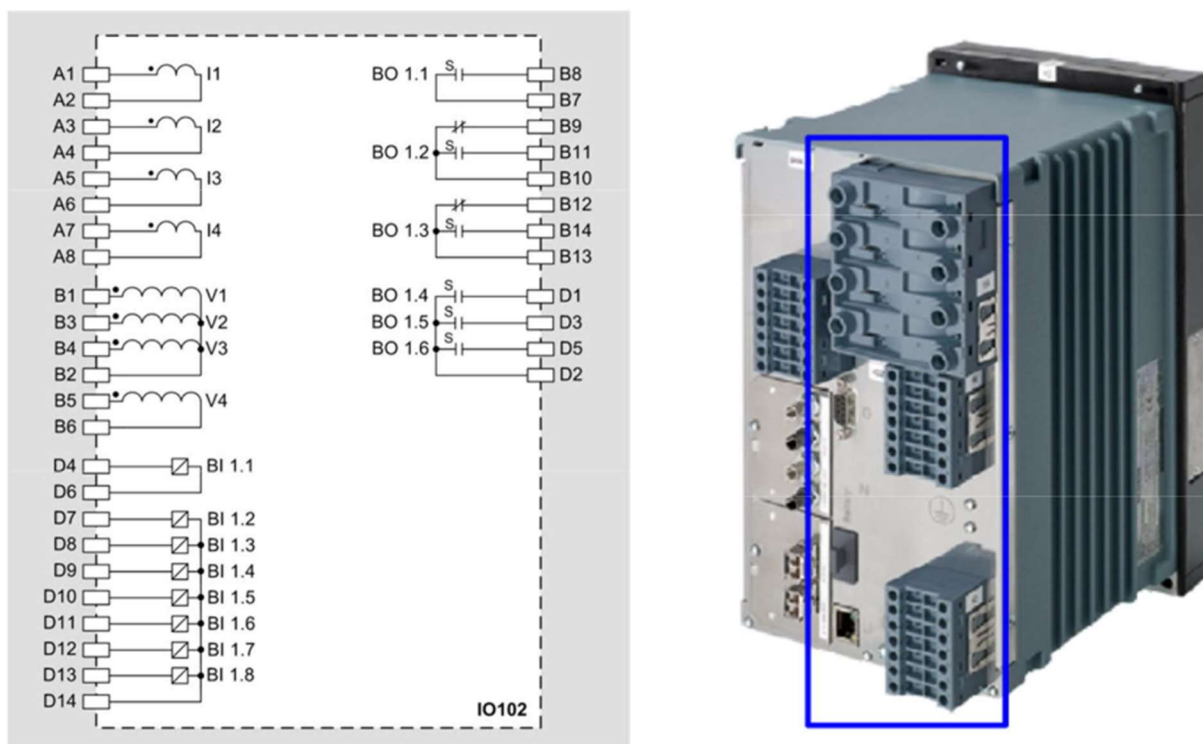


Рисунок 3.2 -Зображення задньої панелі реле з позначенням клем

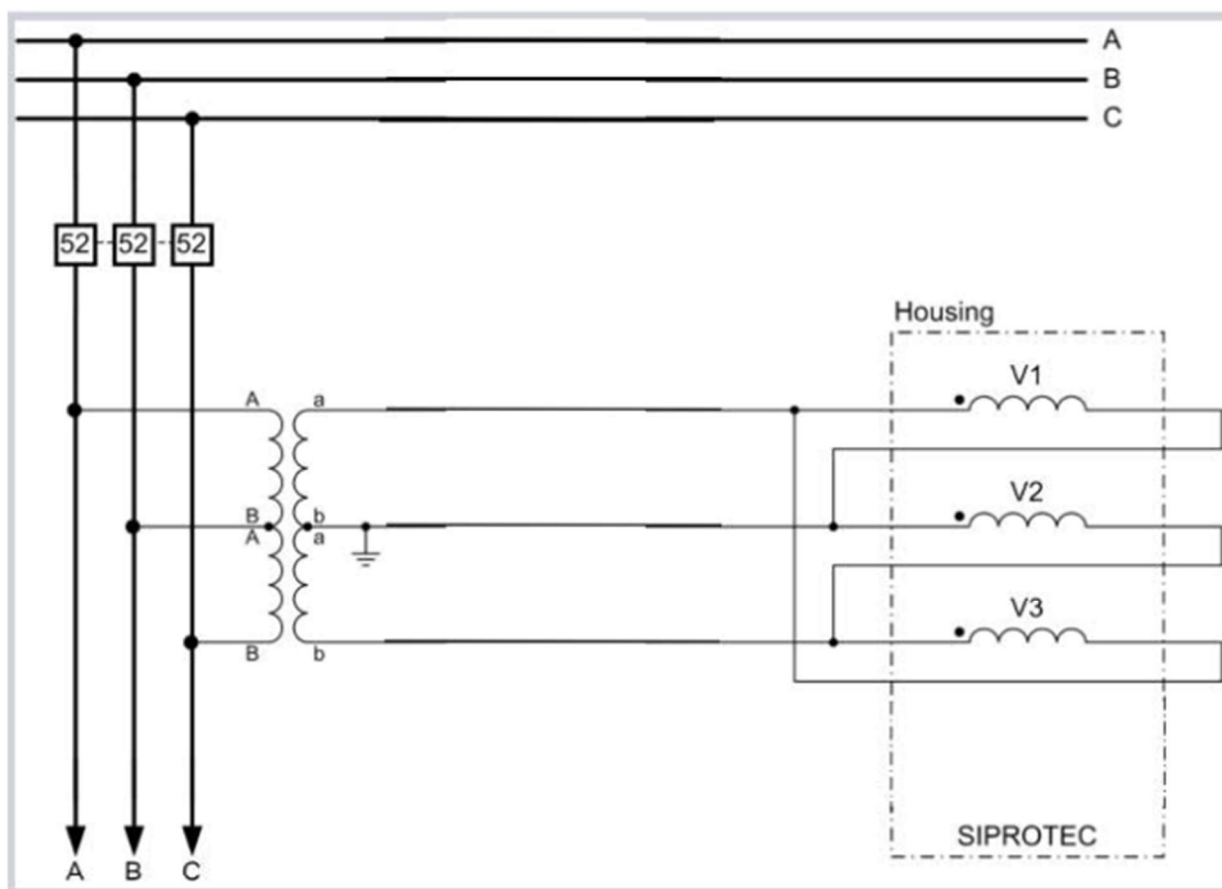


Рисунок 3.3 - схема підключення реле до трансформатора напруги

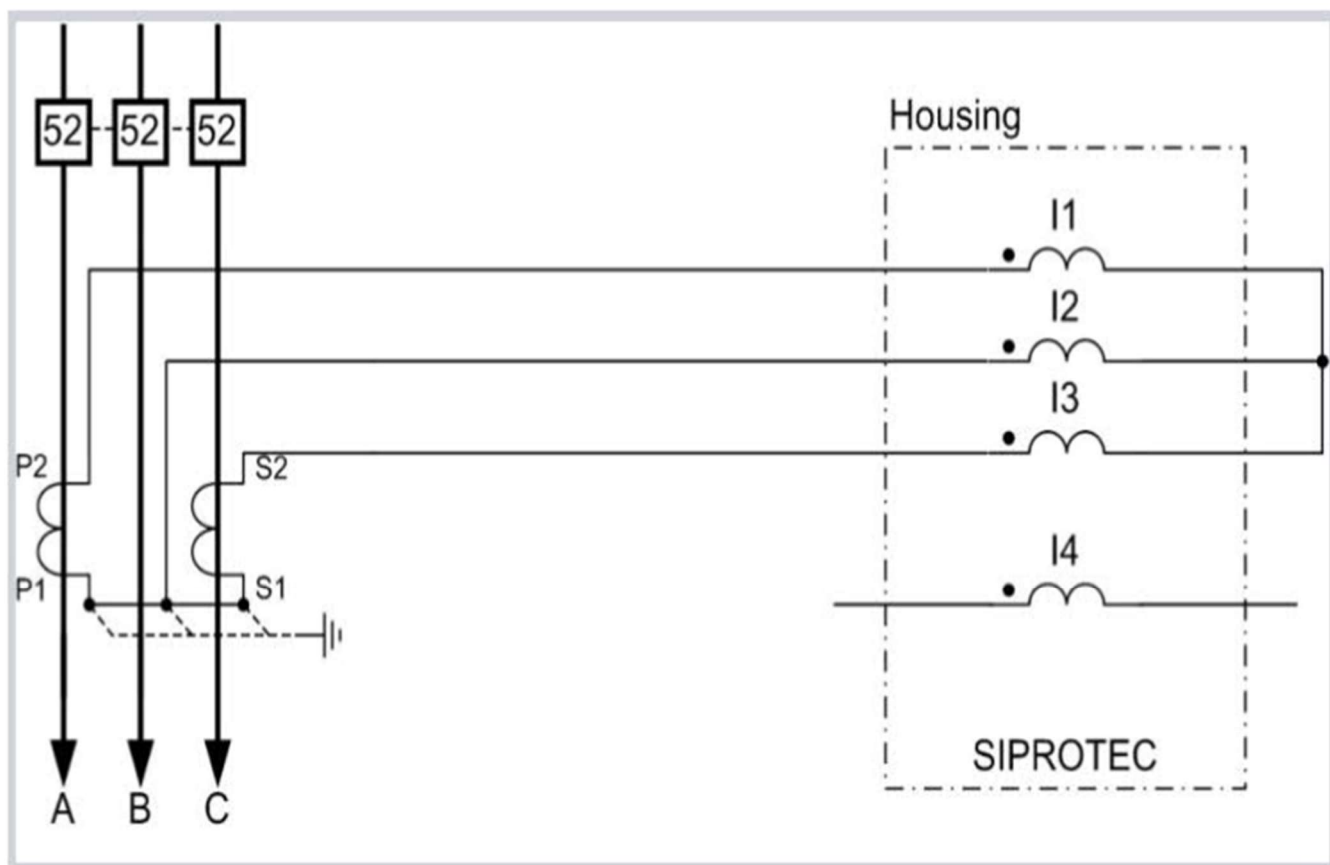


Рисунок 3.4 - Схема підключення реле до трансформатора струму

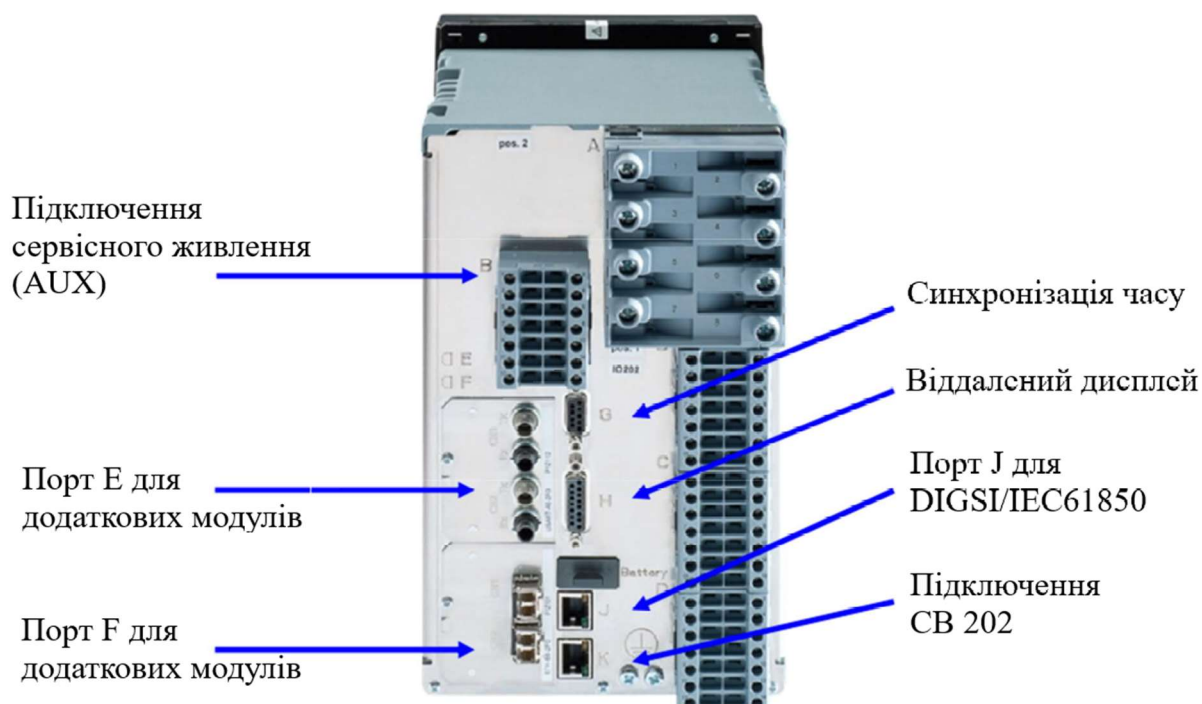


Рисунок 3.5 - Зображення дискретних та аналогових комунікаційних та допоміжних портів

На рисунку 3.5 зображено порти для підключення допоміжних та комунікаційних пристроїв:

Синхронізація часу для запису точного часу всіх подій що відбулися в системі в тому числі аварій та вимірювань, окрім того служить додатковою гарантією того, що всі захисні функції працюватимуть синхронно. Синхронізація часу може відбуватись за допомогою супутникового GPS сигналу, за допомогою Ethernet по протоколу PTP чи NTP.

Порт для віддаленого дисплею призначений для підключення до реле будь якого зовнішнього екрану на якому буде відображатись необхідна інформація.

Порти J та K використовуються для підключення реле до глобальної чи внутрішньо-заводської інтернет мережі, для комунікації з іншими її користувачами. DIGSI це програмне забезпечення спеціально розроблене для налаштування, моніторингу та діагностики пристроїв релейного захисту від Siemens. IEC61850 це стандарт зв'язку для звітності, через який може здійснювати передачу даних між пристроями захисту, управління та автоматизації, які підтримують цей стандарт.

CB 202 це серія автоматичних вимикачів від Siemens, які доступні в різних варіантах (теплові та магнітні роз'єднувачі), серія цих вимикачів як і реле має модульну конструкцію, що дозволяє інтегрувати різноманітні функції такі як: дистанційне управління, моніторинг стану вимикача.

Порти E та F використовуються для підключення додаткових модулів, якщо приєднати їх до безпосередньо в конструкцію реле немає змоги чи якщо самими модулями це не передбачено.

Вхід AUX використовується для підключення живлення до реле під час сервісного обслуговування.

Отже встановлення таких релейних засобів як SIPROTEC 5 сприяє надійному захисту системи електропостачання та електрообладнання завдяки широкому спектру функцій захисту, а велика кількість підтримуваних стандартів зв'язку дозволяє налагодити комунікацію реле з різними системами контролю

електроенергії, наприклад таких як система АСКОЕ(автоматизована система комерційного обліку електроенергії), що дозволяє оптимізувати споживання електроенергії та зменшити витрати підприємства і більш детально спостерігати за роботою системи.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

В цьому розділі розглянуті заходи та засоби з охорони праці під час здійснення досліджень щодо розробки дослідного зразка для дослідження механічних властивостей у біотехнічних системах. Науково-технічний прогрес в машинобудування визначає якісні і кількісні зміни технології виробництва сучасного обладнання та автоматизованих систем управління для нього, дозволяє значно покращити умови праці.

Аналіз причин смертності в Україні свідчить, що саме нещасні випадки у виробничій та невиробничій сферах є головною причиною смерті чоловіків у працездатному віці. Тому питання охорони праці та здоров'я громадян у процесі їх трудової та будь-якої іншої діяльності повинні стати пріоритетними та увійти до розряду найвищого державного рівня, оскільки саме люди, їх життя та здоров'я є найбільшим багатством будь-якої держави. Окрім соціального, охорона праці має, безперечно, важливе економічне значення. Це й висока продуктивність праці, зниження витрат на оплату лікарняних, компенсацій за важкі та шкідливі умови праці тощо. Незадовільний стан охорони праці важким тягарем лягає на економіку держави.

Умови та безпека праці, їх стан та покращення – самостійна та важлива задача соціальної політики будь-якої сучасної промислово розвинутої держави, яку вирішує така невід'ємна складова БЖД, як охорона праці.

Розробка проєкту з удосконалення системи електропостачання ПАТ «Калинівський машинобудівний завод» здійснюється в приміщені, яке обладнане комп'ютеризованими робочими місцями. На інженера-проєктувальника мають вплив такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори [1]:

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 щодо безпечного виконання роботи

4.1.1 Технічні рішення щодо безпечної організації робочого місця

Живлення силового обладнання дослідної лабораторії 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 – без підвищеної небезпеки.

Робоче місце для дослідження призначене для роботи з комп'ютером, комплектується одномісним столом і стільцем, які виконані з дотриманням нормативних вимог. Робоче місце – це зона простору, що оснащена необхідним устаткуванням, де відбувається трудова діяльність одного працівника чи групи працівників.

Стіл дослідника має дві різновисотні горизонтальні поверхні – робочу і додаткову. Ширина і глибина робочої поверхні столу та додаткової поверхні забезпечує виконання роботи у межах моторного поля і становить 750 х 600 мм та 750 х 350 мм відповідно. Обидві поверхні повинні регулюються по висоті у межах 460 – 760 мм. Стіл дослідника, який використовується для обладнання комп'ютеризованого робочого місця має кріплення до підлоги.

Під час розміщення робочого місця було дотримано такі основні вимоги:

відстань від стін з вікнами становить 1 м, від інших стін – 0,5 м; відстань

між бічними поверхнями відеомоніторів – не менше 1,2 м [1].

При роботі з ПК важливу роль відіграє дотримання правильного режиму праці і відпочинку. Інакше у персоналу виникає напруга зорового апарату з появою скарг на незадоволеність роботою, головні болі, дратівливість, порушення сну, утомленість і хворобливі відчуття в очах, в поясниці, в області шиї і руках.

Положення екрану визначається:

- відстанню прочитування (0,6-0,7м);
- кутом прочитування, напрямом погляду на 20 нижче горизонталі до центру екрану, причому екран перпендикулярний цьому напрямку.

Повинна також передбачатися можливість регулювання екрану:

- по висоті +3 см;
- по нахилу від -10 до +20 щодо вертикалі;
- в лівому і правому напрямках.

Істотне значення для продуктивної і якісної роботи на комп'ютері мають розміри знаків, густину їх розміщення, контраст і співвідношення яскравості символів і фону екрану. Якщо відстань від очей оператора до екрану дисплея становить 60-80 см, то висота знака повинна бути не менше 3мм, оптимальне співвідношення ширини і висоти знака становить 3:4, а відстань між знаками – 15-20% їх висоти. Співвідношення яскравості фону екрану і символів – від 1:2 до 1:15.

4.1.2. Електробезпека

Електробезпека – система організаційних і технічних заходів та засобів, що забезпечують захист людей від шкідливої і небезпечної дії електричного струму, електричної дуги, електричного поля і статичної електрики [4, 5].

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.

Для запобігання електротравмам у приміщенні здійснюються:

1) Технічні рішення із запобігання електротравм від контакту з нормально струмоведучими елементами електроустаткування – ізоляція нормально струмоведучих елементів електроустаткування відповідно з вимогами нормативів.

2) Технічні рішення щодо запобігання електротравмам при переході напруги на нормально неструмовідні елементи електроустаткування – захисне заземлення із використанням природних заземлювачів.

3) Використовувати засоби орієнтації в електроустаткуванні - написи, таблички, попереджувальні знаки.

4) 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.

5) Використання основних електрозахисних засобів. 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.

6) Використання додаткових електрозахисних засобів. 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.

4.2 Технічні рішення з виробничої санітарії

4.2.1. Мікроклімат

До параметрів мікроклімату, що нормуються відносяться температура ($t^{\circ}\text{C}$) і відносна вологість повітря (W , %), швидкість його переміщення (м/с), потужність теплових випромінювань (Вт/м^2). Нормується мікроклімат на робочому місці дослідника згідно ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» [6].

Робота з дослідження гідросистеми маніпулятора для мобільної робочої машини за енерговитратами відноситься до категорії Ia [6].

Допустимі мікрокліматичні умови – поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину можуть викликати зміни теплового стану організму, що швидко минають і нормалізуються та супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції в межах фізіологічної адаптації. При цьому не виникає ушкоджень або порушень стану здоров'я, але можуть спостерігатися дискомфортні тепловідчуття, погіршення самопочуття та зниження працездатності. Допустимі величини мікрокліматичних умов встановлюються у випадках, коли на робочих місцях не можна забезпечити оптимальні величини мікроклімату за технологічними вимогами виробництва, технічною недосяжністю та економічно обґрунтованою недоцільністю.

Допустимі параметри мікроклімату для категорії Ia відповідно до [7] наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Допустимі параметри мікроклімату

Період року	Допустимі		
	$t, ^{\circ}\text{C}$	W , %	V , м/с
Теплий	22 - 28	55 при 28°C	0,1-0,2
Холодний	21 - 25	Не більше 75	Не більше 0,1

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату проєктом передбачено [7]:

1. У холодний період року для обігріву будівлі використовується

централізована система опалення.

2. Забезпечення допустимих метеорологічних умов праці в приміщенні здійснюється за допомогою системи припливно-витяжної вентиляції та регулярного провітрювання.

4.2.2. Склад повітря робочої зони

В приміщенні, де здійснюється дослідження гідросистеми маніпулятора для мобільної робочої машини, можливими шкідливими речовинами у повітрі є пил та озон від комп'ютерного обладнання, яке використовується для моделювання. Забруднення повітря робочої зони регламентується гранично допустимими концентраціями (ГДК) в мг/м³ [6].

Вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони не повинен перевищувати гранично допустимі концентрації (ГДК). ГДК шкідливих речовин у повітрі робочої зони наведені у табл. 4.2

Таблиця 4.2 – ГДК шкідливих речовин у повітрі

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимальна разова	Середньо добова	
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4
Озон	0,16	0,03	4

Для забезпечення складу повітря робочої зони відповідно до [7] проектом передбачені такі рішення:

1. Вентиляцію дослідницьких приміщень;
2. Вентиляцію окремих робочих місць, для відвернення отруєння працюючих;
3. Технічні перерви для працюючих.

4.2.3. Виробниче освітлення

У приміщенні для проведення досліджень використовується штучне та природне освітлення.

В залежності від джерела світла промислове освітлення поділяється на:

природне освітлення – освітленість приміщень світлом неба (прямого або відображеного), яке проникає через світлові пройми в зовнішніх огорожених конструкціях. По своєму спектральному складу воно є найбільш сприятливим. Природне освітлення характеризується коефіцієнтом природної освітленості КПО (e_n). КПО – відношення природного освітлення, яке створюється в деякій точці заданої площини всередині приміщення світлом неба, до значення зовнішньої горизонтальної освітленості.

Основною величиною для розрахунку і нормування природного освітлення є коефіцієнт природної освітленості (КПО). Прийняте роздільне нормування КЕО для бічного і верхнього освітлення.

Штучне освітлення використовується двох систем: загальне або комбіноване. Загальне освітлення - освітлення, при якому світильники розміщуються у верхній зоні приміщення рівномірно або пристосоване до розташування обладнання. Комбіноване освітлення - додаткове освітлення, при якому до загального освітлення додається ще й місцеве. Місьцеве освітлення - освітлення, яке створюється світильниками, які концентрують світловий потік безпосередньо на робочих місцях.

Характеристика зорових робіт – Високої точності. Розряд зорової роботи – III, Підрозряд зорової роботи – а [8].

Таблиця 4.3 – Нормовані значення виробничого освітлення

Харак-ка зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкту з фоном	Характеристика фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природне $E_{н пр}$	Суміщене $E_{н сум}$
						всього	у т. ч. від загального		
Високої точності	Від 0,3 до 0,5	III	а	Малий	Темний	2000	200	3,0	1,2

Для забезпечення нормативного значення комбінованого освітлення передбачено:

1. Використання світлодіодних ламп, для забезпечення достатнього освітлення кожного робочого місця;
2. Наявність в виробничому приміщенні достатньої кількості вікон, для загального освітлення приміщень.
3. Систематичне очищення скла від бруду – не рідше двох разів на рік.

4.2.4. Виробничий шум

Для відносної логарифмічної шкали в якості нульових рівнів обрані показники, що характеризують мінімальний поріг сприйняття звуку людським вухом на частоті 1000 Гц. Нормативним документом, який регламентує рівні шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є «ССБТ. Шум Загальні вимоги безпеки» [9].

Таблиця 4.4 – Допустимі рівні звукового тиску

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах зі середньгеометричними частинами (Гц)							
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000
Основні виробничі приміщення	86	71	61	54	49	45	42	40

Засоби боротьби із шумом в залежності від числа осіб, для яких вони призначені, поділяються на засоби індивідуального захисту і на засоби колективного захисту - «ССБТ. Засоби індивідуального захисту органів слуху. Загальні технічні умови і методи випробувань» і «Засоби і методи захисту від шуму. Класифікація».

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

1. Своєчасне проведення профілактичних робіт обладнання;
2. Зниження аеродинамічного шуму, причиною якого є робота системи вентиляції, здійснюється шляхом звукової ізоляції джерела;
3. Розміщення на шляху поширення звукових хвиль звукоізолюючого огороження у вигляді стін та перегородок.

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

Пожежо- вибухонебезпечність речовин і матеріалів – сукупність властивостей, що характеризують їхню здатність до виникнення і поширення горіння. Наслідком горіння, залежно від його швидкості та умов протікання, можуть бути пожежа або вибух. Пожежо- вибухонебезпечність речовин і матеріалів визначають показниками, вибір яких залежить від агрегатного стану речовини (матеріалу), та умов їхнього застосування.

Будівля, в якій розташовані ці приміщення, характеризується II ступенем вогнестійкості.

До II ступеня вогнестійкості відносяться будинки з несучими та огорожувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону із застосуванням листових і плитних негорючих матеріалів. 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 4.5.

Протипожежні перешкоди і мінімальні межі їх вогнестійкості за ДБН В.1.1.7-2016 [15] наведено в таблиці 4.6.

Таблиця 4.5 – 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	перекрыття 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
II	REI 120 M0	REI 60 M0	E 15 M0	EI 15 M0	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M0	RE 15 M0	R 30 M0

Таблиця 4.6 – Протипожежні перешкоди та мінімальні межі їх вогнестійкості

Протипожежні перешкоди	Типи протипожежних перешкод або їх елементів	Мінімальна межа вогнестійкості протипожежної перешкоди (у хвиликах)	Тип заповнення прорізів, не нижче	Тип протипожежного тамбуршлюзу, не нижче
Стіни	3	REI 45	2	2
Перегородки	2	EI 15	3	2
Перекриття	3	REI 45	2	1

Протипожежні відстані між житловими, громадськими, адміністративно-побутовими будинками промислових підприємств, гаражами слід приймати за таблицею 4.7 (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 4.7. Протипожежні відстані від житлових, громадських, адміністративно-побутових будинків промислових підприємств, гаражів до виробничих, складських будинків і споруд слід приймати за таблицею 4.7 (знаменник) [15].

Таблиця 4.7 – Протипожежні відстані між житловими, громадськими, адміністративно-побутовими будинками промислових підприємств, гаражами, а також до виробничих будинків, будівель і споруд

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

На території ПАТ «Калинівський машинобудівний завод» встановлено 51 вогнегасник ВВП-8 (ВП-5) [16].

Висновки

У бакалаврській роботі, було виконано проектування системи електропостачання приватного акціонерного товариства «Калинівський машинобудівний завод». Під час виконання були запровадженні важливі складові сучасної системи електропостачання.

На основі проведених розрахунків, було вирішено встановити чотири трансформаторних підстанції, з трансформаторами ТМ-1600-10/0.4 для забезпечення живлення споживачів.

Створено картограму на генеральному плані заводу та обраховано місце встановлення центрального розподільчого пункту, а також трансформаторних підстанцій.

На основі проведених розрахунків був здійснений вибір комутаційно-захисної апаратури та кабелів. Високовольтні вимикачі на стороні 10кВ були обрані - ВВ/TEL 10-20/630, кабелі – ААБл-10 з перерізом 3х70мм² та допустимим струмом 162А.

Також з метою забезпечення надійного електропостачання запропоновано встановлення сучасного захисного обладнання, з можливістю дистанційного моніторингу стану ліній, що дасть можливість своєчасно реагувати на виникнення аварійних режимів та можливість зручного контролю параметрів нормального режиму.

В роботі розглянуті питання з охорони праці та безпеці працівників від небезпечних технологічних процесів виготовлення великих металевих агрегатів.

Список використаних джерел

1. Бурбело М.Й. Проектування систем електропостачання. Приклади розрахунків. Навчальний посібник з дисципліни «Електропостачання». – Вінниця: ВДТУ. 2005.
2. Малиновський А.А. Основи електропостачання : навч. посібник / А.А. Малиновський, Б.К. Хохулін. Львів : Львівська політехніка, 2005.
3. 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.
4. Романюк, Ю. Ф. Електричні системи та мережі : навч. посіб. / Ю. Ф. Романюк. К. : Знання, 2007.
5. Офіційна сторінка калинівського машинобудівного заводу. URL: <https://www.kmbp.com.ua>
6. Правила улаштування електроустановок. Міненерговугілля України, 2017.
7. ДСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014.
8. 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->.
9. 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.

10. 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.

11. 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>.

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

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

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

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

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

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

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

19. 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>.

20. 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.

21. 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.

22. 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>.

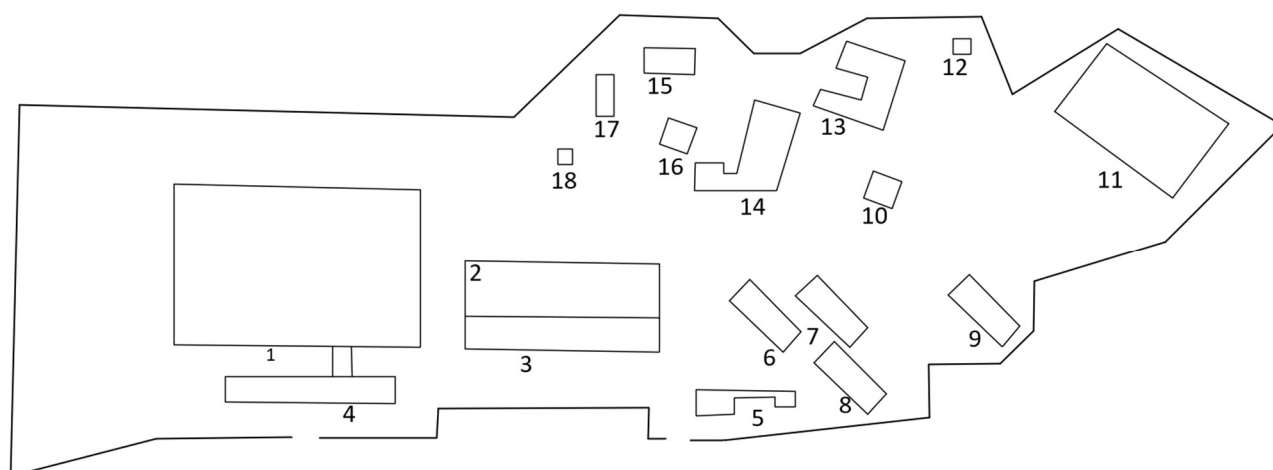
ДОДАТКИ

Додаток А

ВИХІДНІ ДАННІ

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ОСНОВНОГО
ВИРОБНИЦТВА ПРИВАТНОГО АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА
«КАЛИНІВСЬКИЙ МАШИНОБУДІВНИЙ ЗАВОД»

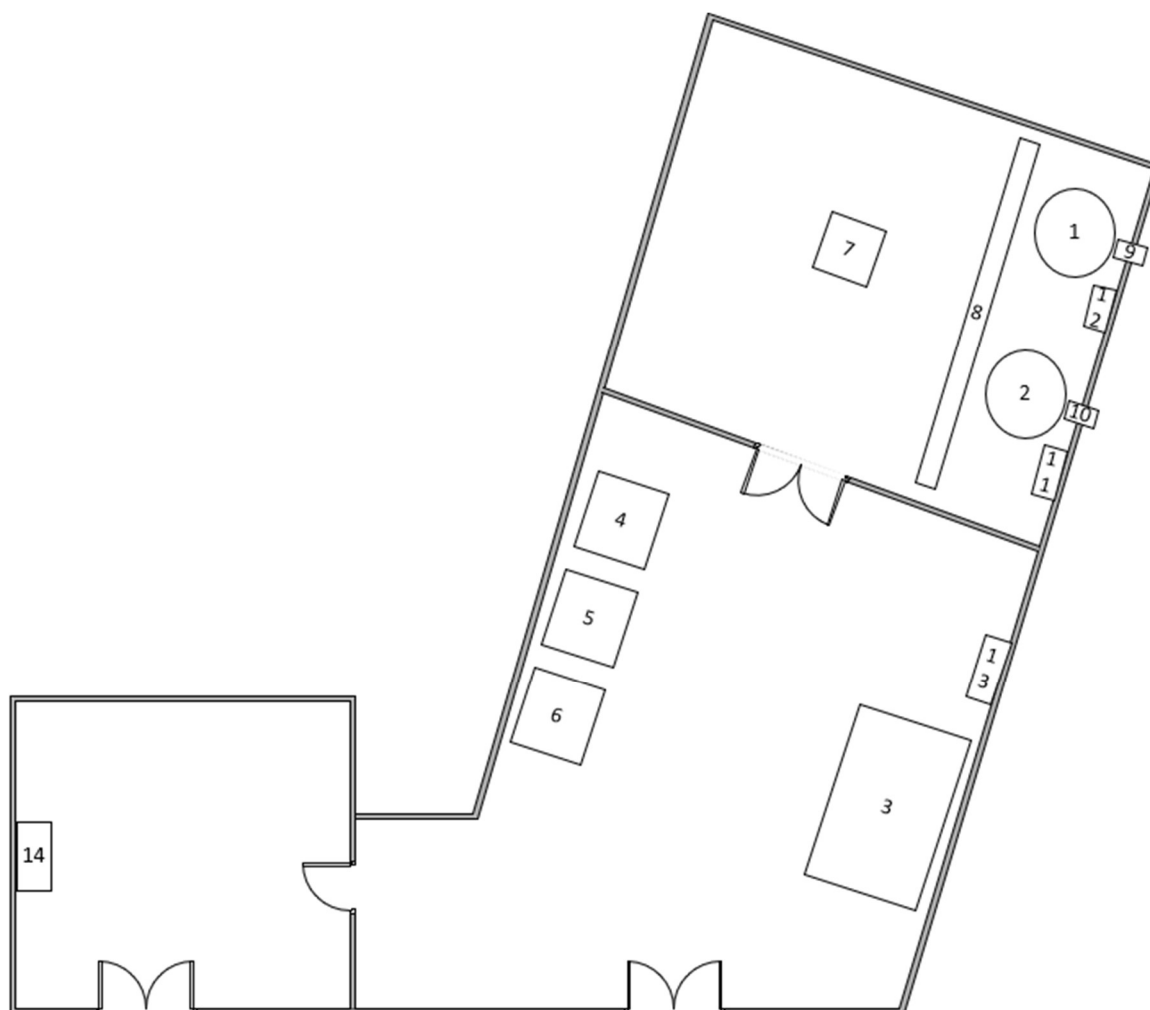
Рисунок А.1 – Генплан підприємства



Таблиця А.1 – Відомості про електричні навантаження підприємства

№	Назва цеху	<u>P_д</u> , 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 <u>ловушка</u>	2,4	2
16	Транспортна дільниця	18	2
17	Компресорна станція	28	2
18	Газорозподільний пункт	1,5	2

Рисунок А.2 – План ливарного цеху



Таблиця А.2 – Відомості про електричні навантаження цеху

№	Назва установки	кВт
1	Індукційна тигельна піч	550
2	Індукційна тигельна піч	550
3	Великий галтувальний барабан	35
4	Галтувальний барабан	12
5	Галтувальний барабан	12
6	Галтувальний барабан	12
7	Кран-балка	10
8	Конвеєр	5
9	Конвеєр для відходів	2
10	Конвеєр для відходів	2
11,12,13,14	Вентилятори вентиляції	1

Додаток Б

ГРАФІЧНА ЧАСТИНА

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ОСНОВНОГО
ВИРОБНИЦТВА ПРИВАТНОГО АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА
«КАЛИНІВСЬКИЙ МАШИНОБУДІВНИЙ ЗАВОД»

Таблиця Б.1 – результати розрахунку навантажень

№	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	495,594662	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	83,5611336	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	37,2002976	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	50,9772432	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	35,4560976	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	12,4483968	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	16,0579584	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	988,363916	7104,24	6031,56	9319,33

Рисунок Б.1 – Генплан з картограмою навантажень підприємства

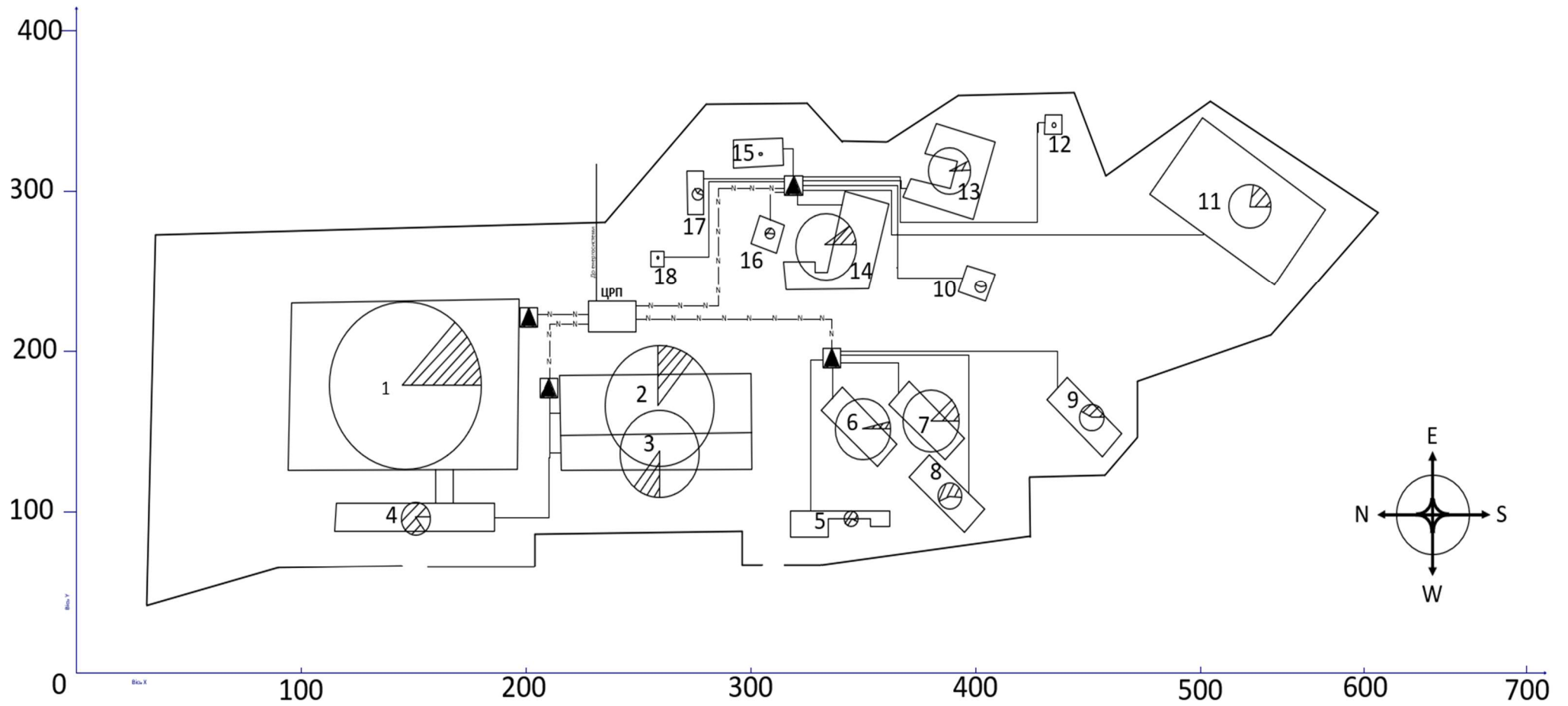


Рисунок Б.2 – однолінійна схема електропостачання підприємства

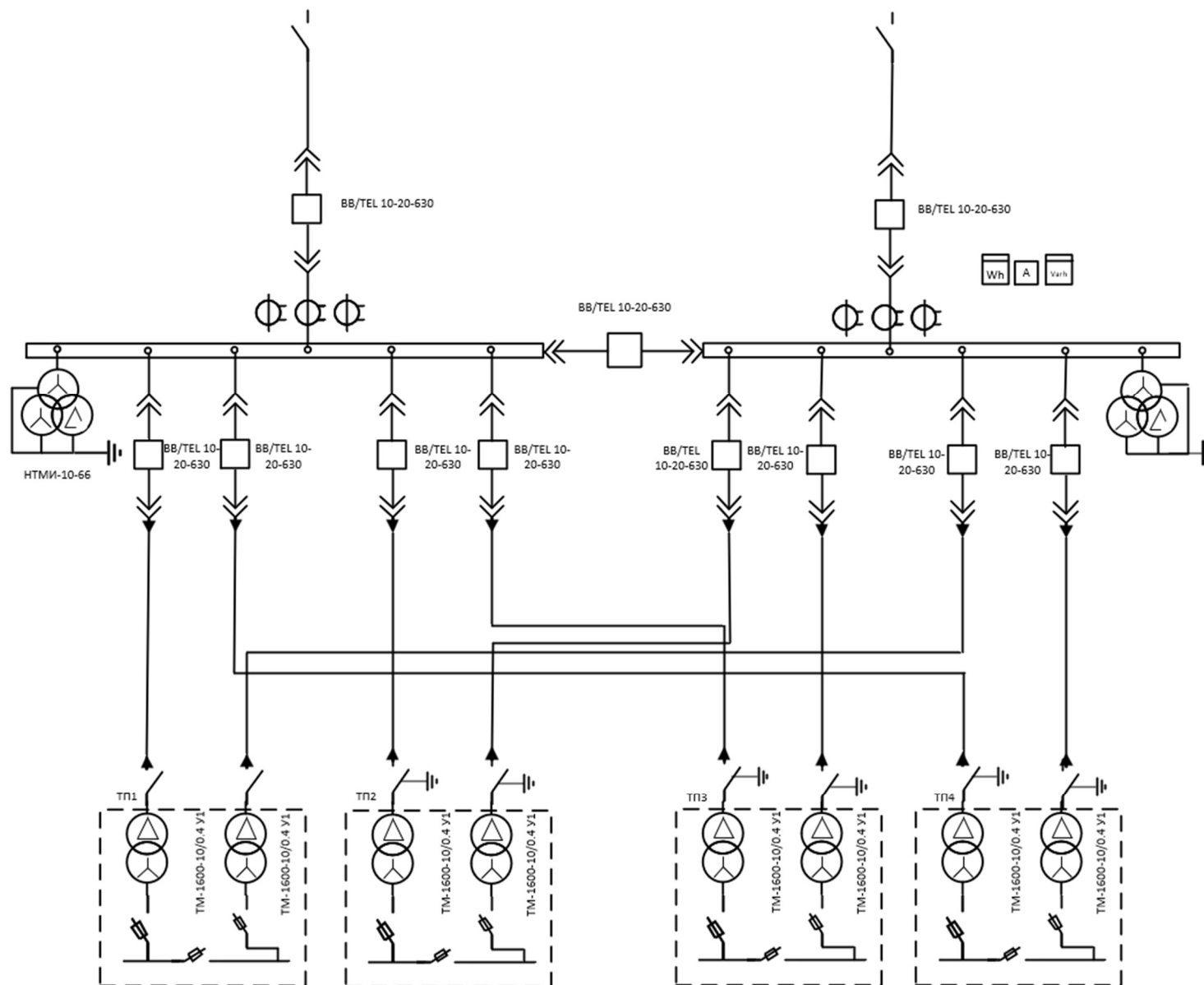
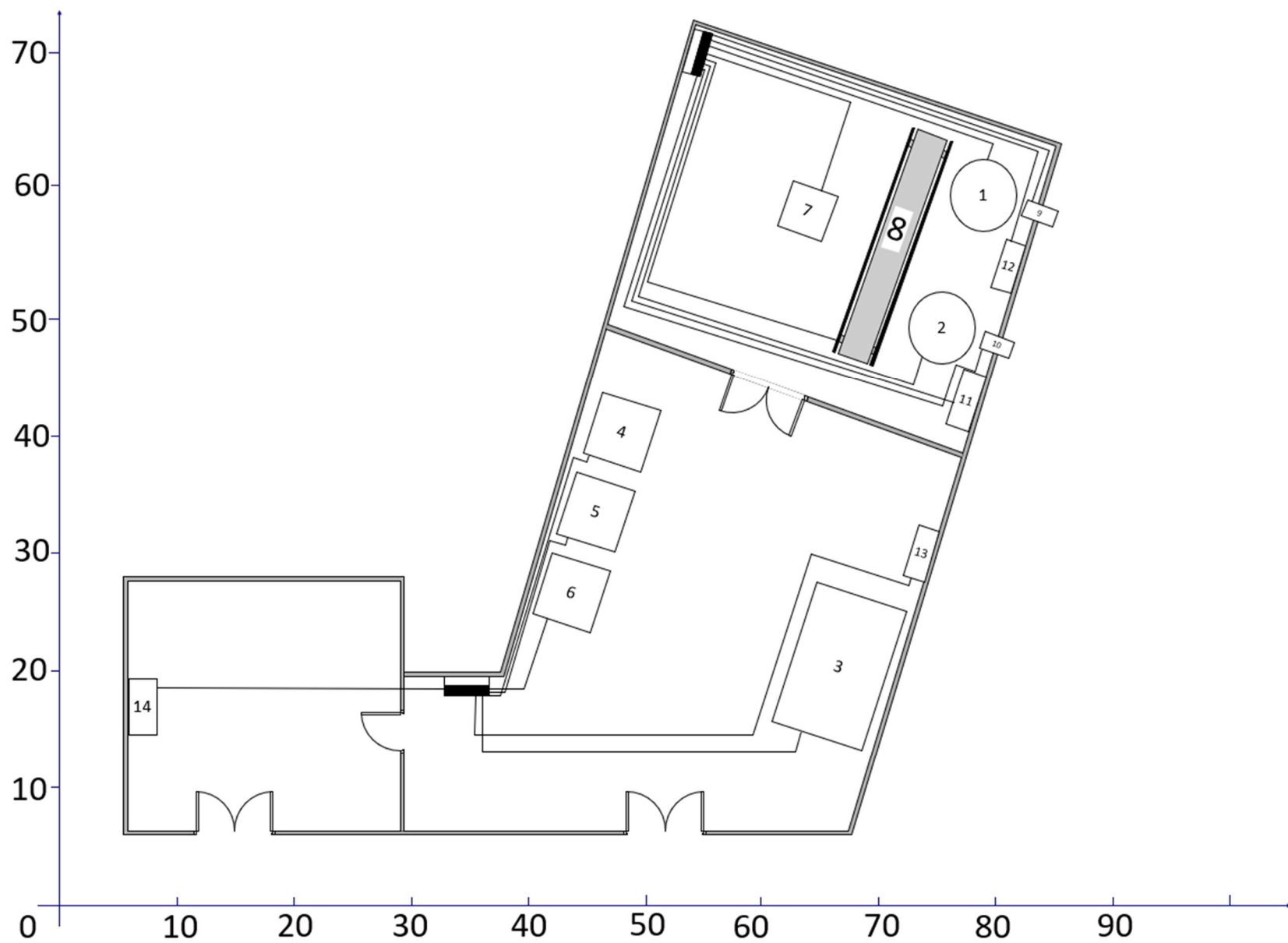


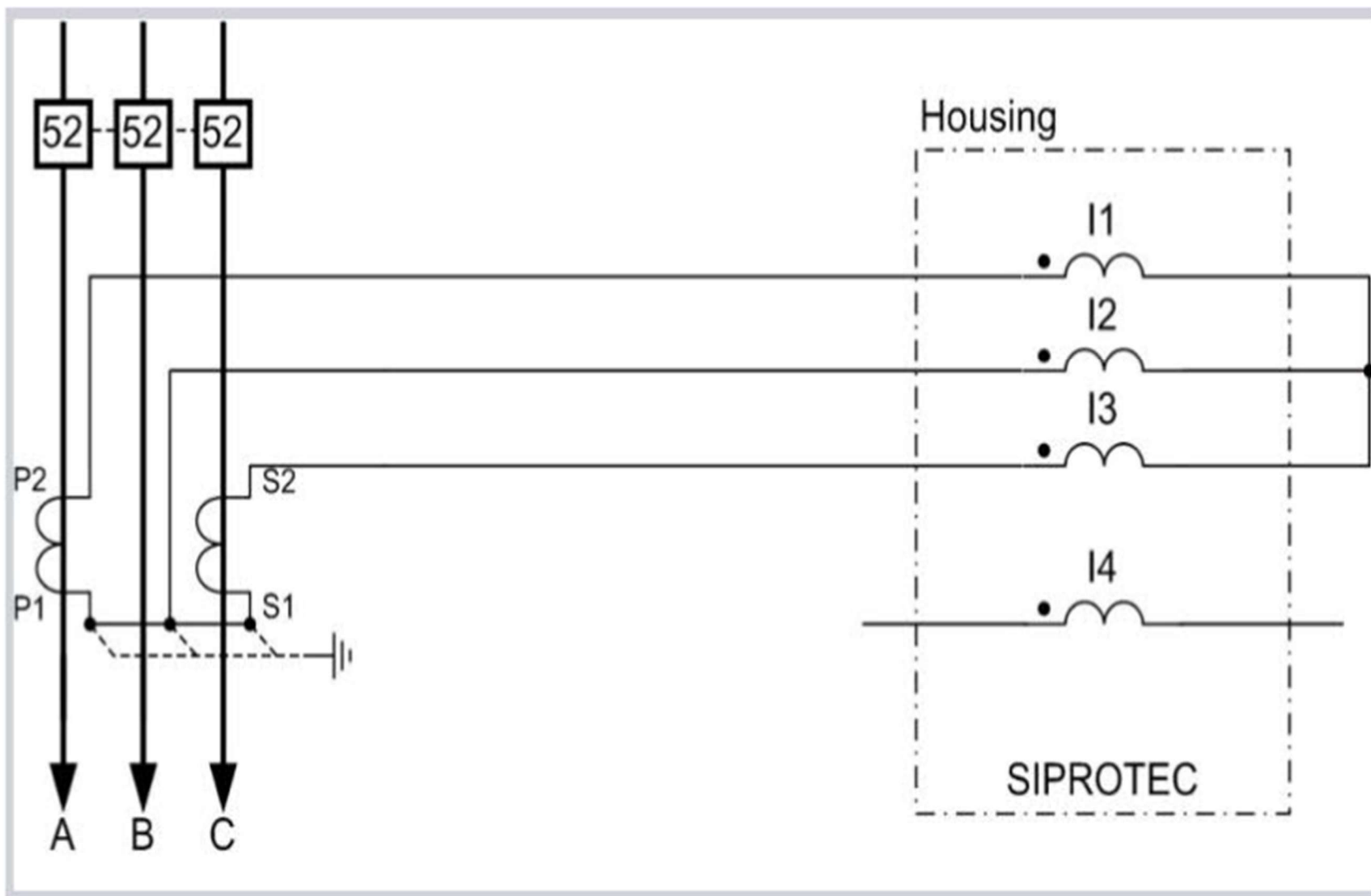
Рисунок Б.3 – План цеху і силової мережі



Таблиця Б.2 – Розрахунок силового навантаження цеху

Вихідні данні						Розрахункові величини			pe	Kp	Розрахункові навантаження			
Завданні технологів				Довідкові данні		n * Pн * Kв, кВт	n * Pн * Kв * tgφ, кВАр	n * P^2н			Pp, кВт	Qp, кВАр	Sp, кВА	Ip, А
Найменування ЕП	n	Pн	n x Pн	Kв	tgφ									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Індукційна тигельна піч 1-2	2	550	1100	0,4	0,75	440	330	605000						
Кран-балка 7	1	10	10	0,2	0,87	2	1,74	100						
Конвеєр 8	1	5	5	0,2	0,75	1	0,75	25						
Конвеєр для відходів 9-10	2	2	4	0,1	0,75	0,4	0,3	8						
Вентилятори 11-12	2	1	2	0,4	0,75	0,8	0,6	2						
Всього РП -1			1121	0,30		444,2	333,39	605135	2,08	0,396253345	133,26	184,734	227,783	328,776
Великий галтувальний барабан 3	1	35	35	0,3	0,75	10,5	7,875	1225						
Галтувальний барабан 4-6	3	12	36	0,3	0,75	10,8	8,1	432						
Вентилятори 13-14	2	1	2	0,2	0,75	0,4	0,3	2						
Всього РП - 2			73	0,30		21,7	16,275	1659	3,21	0,297260274	6,45055	11,7975	13,4458	19,4074
Всього по цеху			1194	0,30		465,9	349,665	606794	2,35	0,390201005	139,711	196,532	241,13	348,041

Рисунок Б.3 – Схема підключення реле до трансформаторів струму



Додаток В

**ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ НАВЧАЛЬНОЇ (КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ)
РОБОТИ**

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ОСНОВНОГО
ВИРОБНИЦТВА ПРИВАТНОГО АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА
«КАЛИНІВСЬКИЙ МАШИНОБУДІВНИЙ ЗАВОД»

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Удосконалення системи електропостачання основного виробництва приватного акціонерного товариства «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 Unichesk

Оригінальність	89,7%	Схожість	10,3%
----------------	-------	----------	-------

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 Unichack щодо роботи.

Автор роботи		
	(підпис)	Слободянюк О.О (прізвище, ініціали)
Керівник роботи		
	(підпис)	Кутіна М. В. (прізвище, ініціали)

Додаток Г

ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ОСНОВНОГО
ВИРОБНИЦТВА ПРИВАТНОГО АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА
«КАЛИНІВСЬКИЙ МАШИНОБУДІВНИЙ ЗАВОД»

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

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до бакалаврської дипломної роботи
Бакалавр
«Удосконалення системи електропостачання основного виробництва приватного акціонерного товариства «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

_____ Слободянюк О.О. _____)
Керівник: к.т.н., доц. каф. ЕСЕМ
_____ Кутіна М. В. _____)
«__» _____ 2024 р.
Рецензент _____
«__» _____ 2024 р.

Вінниця – 2024 року

АКТУАЛЬНІСТЬ

Калинівський машинобудівний завод спеціалізується на виготовленні стратегічно важливого машинобудівного обладнання, яке використовується в різних галузях промисловості, в тому числі оборонну промисловість. Це робить підприємство важливим для національної безпеки та розвитку промислового потенціалу країни. Інноваційний розвиток: підприємство постійно впроваджує нові технології та розробки, що дозволяє йому залишатися конкурентоспроможним на ринку. Підприємство співпрацює з науковими установами та університетами, що дозволяє інтегрувати передові наукові досягнення у виробничий процес. Це сприяє розвитку науково-технічного потенціалу країни та підготовці висококваліфікованих кадрів. Надійне та ефективне електропостачання підприємства забезпечить безперебійне функціонування підприємства. Тому розробка економічної та надійної системи електропостачання підприємства є важливою та актуальною задачею.

Метою роботи є підвищення рівня надійності електропостачання приватного акціонерного товариства «Калинівський машинобудівний завод» шляхом вибору оптимальної структури системи електропостачання підприємства та застосування сучасних засобів релейного захисту. Основними задачами при розрахунку системи електропостачання є: розрахунок системи електропостачання підприємства, розрахунок, вибір та розміщення трансформаторних підстанцій, а також розрахунок та вибір комутаційно-захисної апаратури, розрахунок схеми електропостачання підприємства та проектування електропостачання цеху, дослідження сучасних засобів релейного захисту.

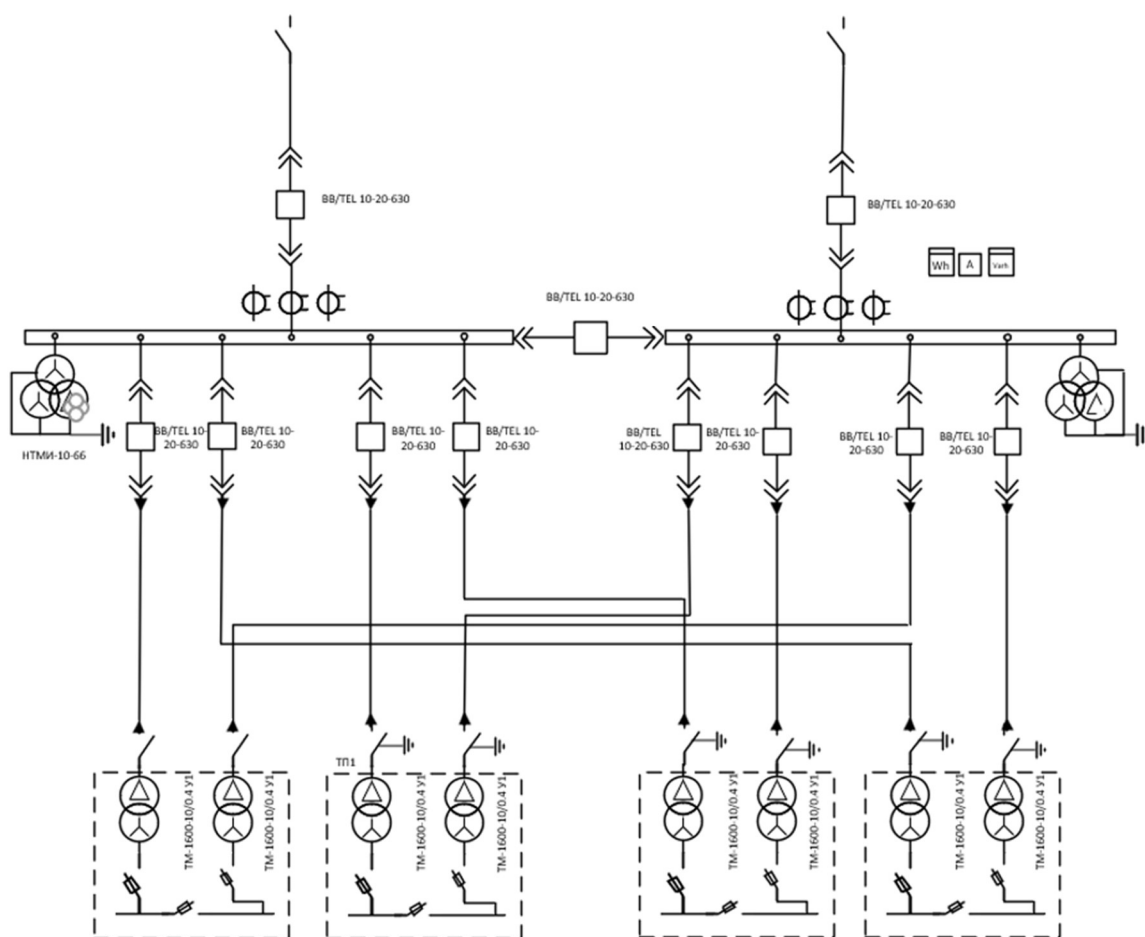
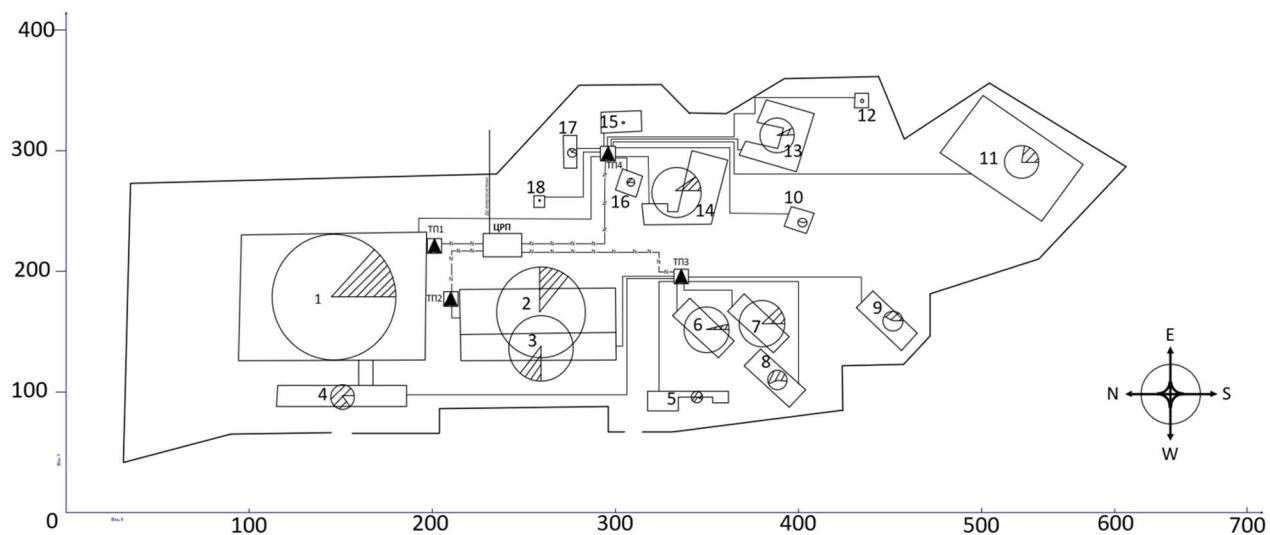
Об'єкт дослідження – процес функціонування системи електропостачання з застосуванням сучасних засобів релейного захисту.
Предмет дослідження – удосконалення системи електропостачання основного виробництва приватного акціонерного товариства «Калинівський машинобудівний завод»

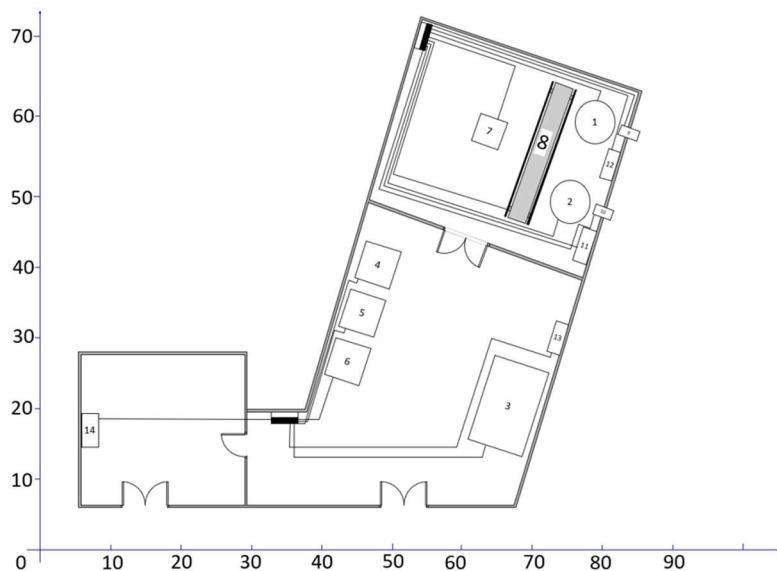
Методи. В роботі використано теоретичні та експериментальні методи, серед них методи визначення електричних силових навантажень (упорядкованих діаграм, коефіцієнту попиту), освітлювальних навантажень (питомої потужності).

Короткий зміст роботи: перший розділ присвячений відомостям про підприємство та ознайомленню з його технологічними процесами, у другому розділ проводились розрахунки електричних навантажень підприємства на основі яких обирались та розраховувались трансформаторні підстанції та пристрої захисту і комутації, розраховувалась схема електропостачання підприємства, та схема електропостачання цеху, у третьому розділі проводилось дослідження сучасних засобів релейного захисту для впровадження їх на підприємство, в четвертому розділі приділилась увага охороні безпеки працівників.

Новизна. Полягає в застосуванні сучасних методичних рекомендацій з проектування систем електропостачання, що забезпечують надійне живлення підприємства.

Практична цінність полягає у спроектованій за сучасними методами надійній системі електропостачання, для заводу що виготовляє машинобудівне обладнання, в тому числі для оборонної промисловості країни.





№	Назва установки	кВт
1	Індукційна тигельна піч	550
2	Індукційна тигельна піч	550
3	Великий галтувальний барабан	35
4	Галтувальний барабан	12
5	Галтувальний барабан	12
6	Галтувальний барабан	12
7	Кран-балка	10
8	Конвеєр	5
9	Конвеєр для відходів	2
10	Конвеєр для відходів	2
11,12,13,14	Вентилятори вентиляції	1

Тип вимикача	In, A	In. розч. A	Icn, A	Im, A	Кабель	Idоп, A	РП	Тип вимикача	In, A	In. розч. A	Icn, A	Im, A	In, A	Кабель	Спосіб прокладання	Idоп, A	№	К-сть
SCHNEIDER ELECTRIC 3P3D 36КА 400А	400	580	2900	328,7	АВВГ 4х240	337		E NEXT UNIM 250SL	175	253,7	1268	161,5	807	АПВ 4х150	В кабель- каналах	250	1	1
								E NEXT UNIM 250SL	175	253,7	1268	161,5	807	АПВ 4х150	В кабель- каналах	250	2	1
								SCHNEIDER EASY9	6	8,7	43,5	2,8	14	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30	7	1
								SCHNEIDER EASY9	6	8,7	43,5	1,2	6	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30	8	1
								SCHNEIDER EASY9	6	8,7	43,5	0,24	1,2	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30	9	1
								SCHNEIDER EASY9	6	8,7	43,5	0,24	1,2	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30	10	1
								SCHNEIDER EASY9	6	8,7	43,5	0,66	3,3	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30	11	1
								SCHNEIDER EASY9	6	8,7	43,5	0,66	3,3	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30	12	1
								SCHNEIDER EASY 9	16	23	115	13,3	66,5	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30	3	1
								SCHNEIDER EASY 9	10	14,5	72,5	6,3	31,5	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30	4	1
								SCHNEIDER EASY 9	10	14,5	72,5	6,3	31,5	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30	5	1
								SCHNEIDER EASY 9	10	14,5	72,5	6,3	31,5	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30	6	1
SCHNEIDER ELECTRIC BA63 3П 20А	20	29	145	19,4	АВВГ 4х240	337		SCHNEIDER EASY9	6	8,7	43,5	0,24	1,2	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30	13	1
								SCHNEIDER EASY9	6	8,7	43,5	0,24	1,2	АПВ 4х6	В стальних рукавах	30	14	1

Застосування сучасних засобів релейного захисту в системах електропостачання

В рамках розвитку електричних мереж і промислових підприємств, виникає необхідність в надійному захисті та контролі струмопроводів. Система релейного захисту Siemens пропонує широкий спектр функцій для забезпечення безпеки та надійності електрообладнання. Її функціональні можливості включають захист від перевантажень, коротких замикань, відновлення електропостачання після переривань, та багато інших.

Одна з основних переваг цих реле - їхня адаптивність до різних умов експлуатації та типів електричних мереж, також можуть бути легко інтегровані в системи автоматизації, що дозволяє забезпечити ефективний контроль та управління електричними мережами.

Реле захисту SIPROTEC 5 також підтримує сучасні протоколи зв'язку, що дозволяє віддалене керування та моніторинг за допомогою комп'ютерів або інших пристроїв з підтримкою відповідних програмних інтерфейсів.

Таким чином, реле захисту Siemens є надійним та ефективним рішенням для забезпечення безпеки та надійності електрообладнання на промислових об'єктах.

Основні переваги та недоліки використання реле

Основні переваги цієї моделі:

Реле складається з окремих модулів, які можуть бути легко комбіновані та налаштовані відповідно до конкретних потреб користувача. Це дозволяє підібрати оптимальний набір функцій та параметрів для конкретної електричної мережі.

Широкий спектр захисту: підтримка різноманітних функцій захисту, наприклад захист від перевантажень, коротких замикань, захист генераторів, захист ліній передачі, трансформаторів.

Підтримка стандартів зв'язку такі як IEC 61850, що дозволяє легко інтегрувати його в системи керування та моніторингу.

Завдяки розширеним можливостям налаштування, користувачі можуть індивідуалізувати параметри реле відповідно до власних потреб.

Наявність графічного інтерфейсу, що спрощує роботу з реле.

Висока надійність дозволяє забезпечити безперебійну роботу електричних мереж протягом тривалого часу.

До недоліків можна віднести:

Складність налаштування – велика функціональність та гнучкість налаштувань вимагає ретельного ознайомлення з інструкцією реле, що впливає на час його встановлення.

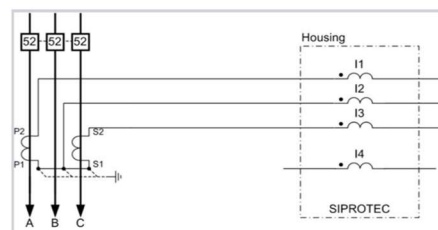
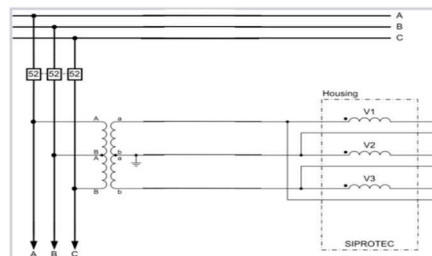
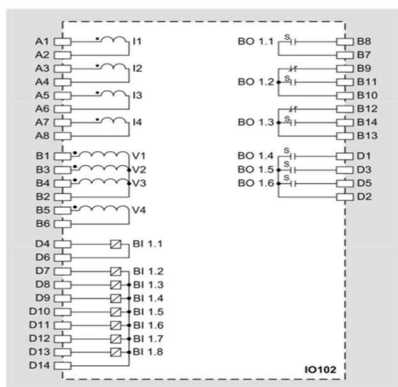
Чутливість до зовнішнього середовища, реле повинно бути встановлене в спеціальну комірку, щоб зменшити вплив зовнішніх чинників.

Вимагає постійного оновлення програмного забезпечення для оптимальної та безпечної роботи.

Висока вартість.



Підключення реле до трансформаторів струму та напруги



Висновки

У бакалаврській роботі, було виконано проектування системи електропостачання приватного акціонерного товариства «Калинівський машинобудівний завод». Під час виконання були запровадженні важливі складові сучасної системи електропостачання.

На основі проведених розрахунків, було вирішено встановити чотири трансформаторних підстанції, з трансформаторами ТМ-1600-10/0.4 У1 для забезпечення живлення споживачів.

Створено картограму на генеральному плані заводу та обраховано місце встановлення центрального розподільчого пункту, а також трансформаторних підстанцій.

На основі проведених розрахунків був здійснений вибір комутаційно-захисної апаратури та кабелів. Високовольтні вимикачі на стороні 10кВ були обрані - ВВ/TEL 10-20/630, кабелі – ААБл-10 з перерізом $3 \times 70 \text{ мм}^2$ та допустимим струмом 162А.

Також з метою забезпечення надійного електропостачання запропоновано встановлення сучасного захисного обладнання, з можливістю дистанційного моніторингу стану ліній, що дасть можливість своєчасно реагувати на виникнення аварійних режимів та можливість зручного контролю параметрів нормального режиму.

Велика увага приділялась питанням з охорони праці та безпеці працівників від небезпечних технологічних процесів виготовлення великих металевих агрегатів.