

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет електроенергетики та електромеханіки

(повне найменування факультету)

Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного

(повна назва кафедри)

менеджменту

Бакалаврська дипломна робота на тему:

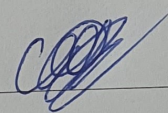
Розробка системи електропостачання товариства з обмеженою
відповідальністю "Виробниче підприємство "Маріо"

08-23.БДР.006.01.024 ПЗ

Виконав: студент 2-го курсу, групи E-206

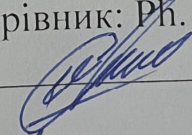
спеціальності 141 – Електроенергетика,
електротехніка та електромеханік

(шифр і назва спеціальності)

 Міщенко О. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник: Рн. Д., доц. каф. ЕСЕЕМ

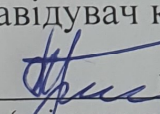
 Лобода Ю. В.

(прізвище та ініціали)

« 14 » сервіс 2024 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ЕСЕЕМ

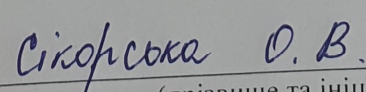
 проф. Бурбело М.Й.

(прізвище та ініціали)

« 14 » 06 2024 р.

Рецензент

к.т.н., ст. викл. каф. ЕСС

 Сікорська О. В.

(прізвище та ініціали)

« 14 » сервіс 2024 р.

Вінниця ВНТУ – 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

Освітньо-професійна програма - Електроенергетика та електротехніка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕСЕЕМ

д.т.н., проф. Бурбело М.Й.

« 11 » 03 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА БАКАЛАВРСЬКУ ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Міщенку Олександру Васильовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи електропостачання товариства з обмеженою відповідальністю "Виробниче підприємство "Маріо"

Керівник роботи Лобода Юрій Васильович, Ph. D., доц. каф. каф. ЕСЕЕМ

затверджені наказом по ВНТУ від 11.03.2024 року, №80

2. Термін подання студентом роботи «07» червня 2024 року.

3. Вихідні дані до роботи: генплан підприємства; план цеху із розташуванням обладнання; відомості про особливості технологічних процесів та навколишнього середовища (внутрішнього та зовнішнього); відомості про електричні навантаження підприємства; відомості про джерела живлення, їх віддаленість; графіки електричних навантажень; основні техніко-економічні показники (Додаток А).

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки.

Анотація.

Вступ.

1 Загальні відомості про підприємство

2 Розрахунок електропостачання підприємства

3 Компенсація реактивної потужності на підприємстві

4 Охорона праці

Висновки

Література

5. Перелік графічного матеріалу.

– Генплан підприємства із картограмою навантажень і розподільною мережею

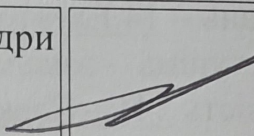
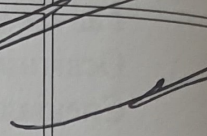
– План цеху і силової мережі

– Розрахунково-монтажна таблиця

– Однолінійна схема електропостачання підприємства

– Креслення із спецпитання

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання «27» травня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва та зміст етапу	Термін виконання		Призначення
		початок	закінчення	
1	Аналіз системи електропостачання підприємства	16.05	20.05	
2	Дослідження з актуальної для підприємства тематики	23.05	27.05	
3	Охорона праці	30.05	03.06	
4	Графічна частина роботи	06.06	07.06	

Студент

(підпис)

Міщенко О. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник

бакалаврської
дипломної роботи

(підпис)

Лобода Ю. В.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

(прізвище та ініціали)

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет електроенергетики та електромеханіки

(повне найменування факультету)

Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного

(повна назва кафедри)

менеджменту

Бакалаврська дипломна робота на тему:

Розробка системи електропостачання товариства з обмеженою
відповідальністю "Виробниче підприємство "Маріо"

Виконав: студент 4-го курсу, групи E-206

спеціальності 141 – Електроенергетика, _____
електротехніка та електромеханік

(шифр і назва спеціальності)

Міщенко О. В.
(прізвище та ініціали)

Керівник: Ph. D., доц. каф. ЕСЕМ

Лобода Ю. В.
(прізвище та ініціали)

« _____ » _____ 2024 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ЕСЕМ

проф. Бурбело М.Й.
(прізвище та ініціали)

« _____ » _____ 2024 р.

Рецензент

(прізвище та ініціали)
« _____ » _____ 2024 р.

Вінниця ВНТУ – 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

Освітньо-професійна програма - Електроенергетика та електротехніка

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

«___» _____ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ
НА БАКАЛАВРСЬКУ ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Міщенко Олександр Васильовичу

_(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи електропостачання товариства з обмеженою відповідальністю "Виробниче підприємство "Маріо"

Керівник роботи Лобода Юрій Васильович, Ph. D., доц. каф. каф. ЕСЕЕМ
затверджені наказом по ВНТУ від 11.03.2024 року, №80

2. Термін подання студентом роботи «07» червня 2024 року.

3. Вихідні дані до роботи: генплан підприємства; план цеху із розташуванням обладнання; відомості про особливості технологічних процесів та навколишнього середовища (внутрішнього та зовнішнього); відомості про електричні навантаження підприємства; відомості про джерела живлення, їх віддаленість; графіки електричних навантажень; основні техніко-економічні показники (Додаток А).

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки.

Анотація.

Вступ.

1 Загальні відомості про підприємство

2 Розрахунок електропостачання підприємства

3 Компенсація реактивної потужності на підприємстві

4 Охорона праці

Висновки

Література

5. Перелік графічного матеріалу.

– Генплан підприємства із картограмою навантажень і розподільною мережею

– План цеху і силової мережі

– Розрахунково-монтажна таблиця

– Однолінійна схема електропостачання підприємства

– Креслення із спецпитання

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання «27» травня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва та зміст етапу	Термін виконання		Примітка
		початок	закінчення	
1	Аналіз системи електропостачання підприємства	16.05	20.05	
2	Дослідження з актуальної для підприємства тематики	23.05	27.05	
3	Охорона праці	30.05	03.06	
4	Графічна частина роботи	06.06	07.06	

Студент _____
(підпис)

Міщенко О. В.
(прізвище та ініціали)

Керівник
бакалаврської
дипломної роботи _____
(підпис)

Лобода Ю. В.
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____
(підпис)

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Міщенко О. В. Розробка системи електропостачання товариства з обмеженою відповідальністю "Виробниче підприємство "Маріо" Бакалаврська дипломна робота. Вінниця. ВНТУ, 2023, 63 с. Іл.16: , Табл: 19.

В бакалаврській дипломній роботі розроблена система електропостачання товариства з обмеженою відповідальністю "Виробниче підприємство "Маріо".

В спеціальній частині роботи було розглянуто питання компенсації реактивної потужності на підприємстві.

Ключові слова: система електропостачання, компенсації реактивної потужності.

ANNOTATION

Mishchenko O. V. Development of the power supply system of the limited liability company "Manufacturing enterprise "Mario" Bachelor's thesis. Vinnytsia. VNTU, 2023, 63 p. Ill. 16: , Table: 19.

In the bachelor's thesis, the power supply system of the limited liability company "Manufacturing enterprise "Mario" was developed.

In a special part of the work, the issue of reactive power compensation at enterprises arose.

Keywords: power supply system, reactive power compensation.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО	9
1.1 Історія підприємства	9
1.2 Потужності підприємства.....	10
1.3 Відомості про електроспоживачів та їх характеристика.....	11
1.4 Короткий опис технологічних процесів ТОВ «Маріо»	15
2 РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ	17
2.1 Розрахунок електричних навантажень.....	17
2.2 Визначення потужності трансформаторів ТП і місці їх встановлення	21
2.3 Вибір елементів заводської мережі	26
2.4 Розрахунок схеми електропостачання цеху	29
2.4.1 Схема електропостачання 0,4 кВ	29
2.4.2 Визначення розрахункових електричних навантажень цехової мережі ...	30
2.4.3 Вибір провідників та комутаційно-захисної апаратури в мережах 0,4 кВ	33
3 КОМПЕНСАЦІЯ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ НА ПІДПРИЄМСТВІ	37
3.1 Основи компенсації реактивної потужності	37
3.2 Розрахунок плати за реактивну енергію	40
3.3 Регулятор реактивної потужності PFC	42
3.4 Регулятор реактивної потужності PFC - 6DA / 8DB / 12DB.....	45
3.4 Розрахунок річних втрат електроенергії в мережах підприємства	47
3.5 Термін окупності та вибір оптимальної КУ	50
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	52
4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту	52
4.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць.....	52
4.1.2 Електробезпека	54
4.2. Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії	56
4.2.1 Мікроклімат	56
4.2.2 Склад повітря робочої зони.....	56

4.3 Виробниче освітлення.....	57
4.4 Виробничий шум	58
4.5 Пожежна безпека.....	59
Висновок	62
Література	64
Додатки.....	67
Додаток А – Вихідні дані.....	68
Додаток Б – Картограма навантажень підприємства	71
Додаток В – Однолінійна схема підприємства	72
Додаток Г – План цеху.....	73
Додаток Д – Розрахунково-монтажна таблиця	74
Додаток Е – Схема приєднання регулятора PFC	75
Додаток Є – Схема приєднання регулятора PFC 6DA / 8DB / 12DB.....	76
Додаток Ж – Протокол перевірки роботи на наявність текстових запозичень	77
Додаток З – Презентаційні матеріали	78

ВСТУП

Актуальність роботи.

Ефективне і надійне електропостачання є критично важливим фактором для забезпечення безперебійної роботи будь-якого виробничого підприємства. У сучасних умовах виробництва, що постійно розвивається, підприємства стикаються з необхідністю впровадження нових технологій та обладнання, які потребують стабільного і безпечного електропостачання. ТОВ "Виробниче підприємство "Маріо" є провідним вітчизняним виробником рушникосушарок і дизайн-радіаторів з нержавіючої сталі, яке використовує високотехнологічне обладнання та сучасні технології для забезпечення високої якості своєї продукції. З метою підвищення ефективності виробничих процесів та забезпечення стабільної роботи підприємства, актуальним є розробка оптимальної системи електропостачання.

Актуальність теми даної дипломної роботи обумовлена кількома факторами:

Забезпечення надійності та безпеки виробництва: Ефективна система електропостачання є ключовою для забезпечення безперебійної роботи обладнання, що використовується у виробничих процесах підприємства "Маріо". Високий рівень автоматизації та використання сучасних технологій вимагає стабільного та безпечного електроживлення.

Енергозбереження та економічна ефективність: Оптимізація системи електропостачання дозволяє зменшити енергетичні витрати підприємства, що веде до зниження собівартості продукції та підвищення конкурентоспроможності на ринку.

Відповідність сучасним стандартам та нормам: Виробниче підприємство "Маріо" орієнтується на європейські стандарти якості, що вимагає відповідності системи електропостачання сучасним нормативам та стандартам безпеки.

Можливість подальшого розвитку: Правильно спроектована система електропостачання забезпечує можливість масштабування виробництва та впровадження нових технологічних рішень без значних додаткових витрат.

Таким чином, розробка сучасної та ефективної системи електропостачання для ТОВ "Виробниче підприємство "Маріо" є важливим завданням, яке має значний вплив на економічну ефективність та стабільність роботи підприємства.

Метою даної бакалаврської роботи є розробка ефективної та надійної системи електропостачання для ТОВ "Виробниче підприємство "Маріо", яка забезпечить безперебійне, безпечне та економічно ефективне електроживлення виробничих процесів, відповідно до сучасних нормативних вимог та стандартів.

Об'єктом даної роботи є система електропостачання ТОВ "Виробниче підприємство "Маріо".

Предметом дослідження даної дипломної роботи є система електропостачання ТОВ "Виробниче підприємство "Маріо", включаючи її проектування, вибір обладнання, розрахунок електричних навантажень, а також заходи з підвищення надійності, безпеки та енергоефективності.

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО

1.1 Історія підприємства

У 1998 році батько з двома синами створили першу рушникосушарку з нержавіючої труби, тим самим поклавши початок сучасному підприємству. Виробництво найпростіших виробів М-подібного типу «змійка»[1].

У 2002 році на невеликому виробництві було задіяно 12 робітників, які не покладаючи рук та зусиль працювали в цеху площею 200 м², розташованому в с. Зарванці, створюючи і вдосконалюючи електричні і водяні рушникосушарки для ванної кімнати.

А вже в 2004 році виробничі сили перемістилися в смт. Літин, де був капітально відремонтований і добудований завод, який став високотехнологічним і сучасним підприємством з виробництва дизайн-радіаторів і рушникосушарок різного типу.

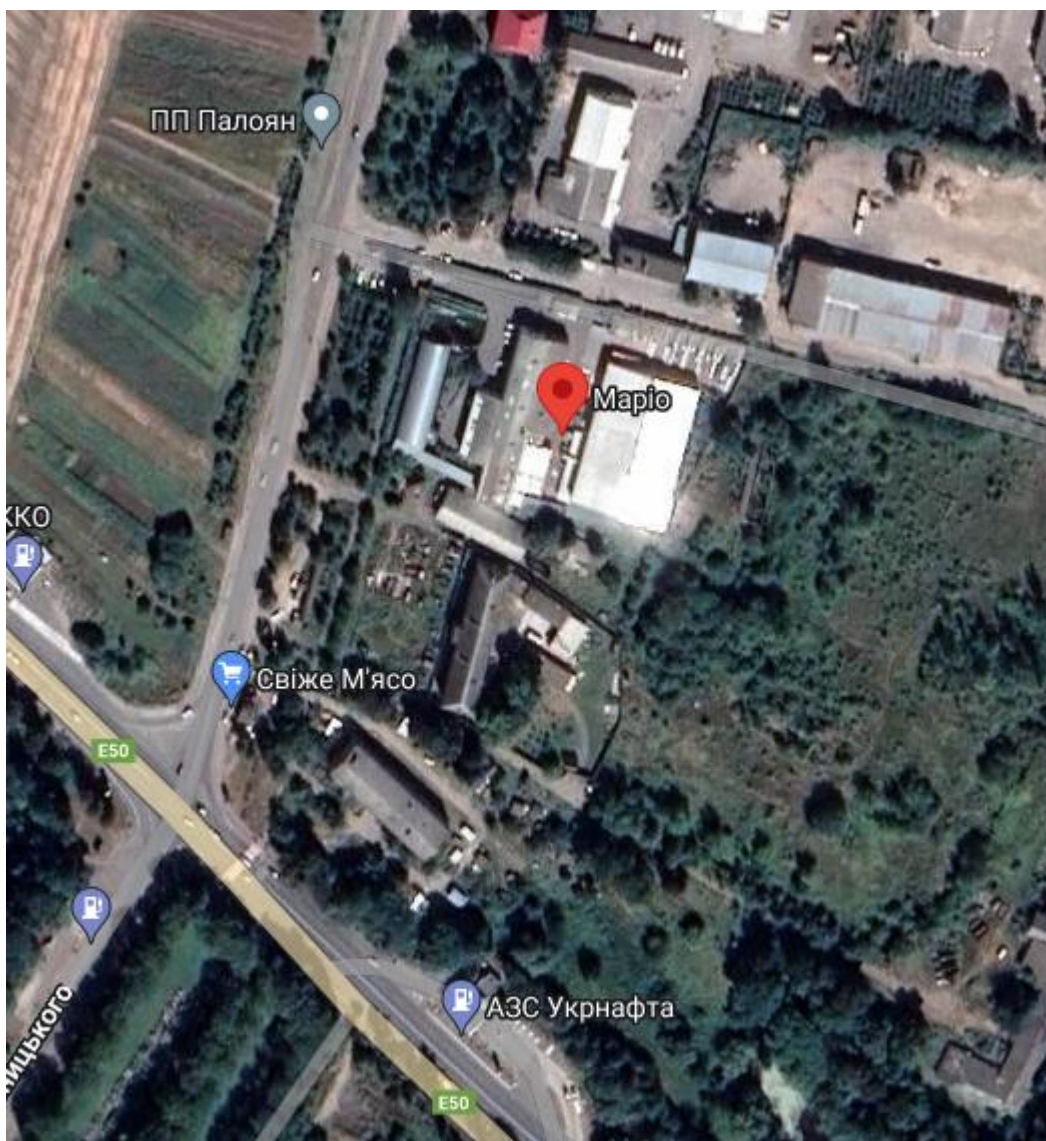


Рисунок 1.1 – Розташування підприємства

У 2015 році запущений новий цех. Все виробництво перебудовано на потоково конвеєрного типу, що дозволило істотно прискорити випуск продукції, при цьому якість її суттєво зросла. В даний момент компанія Маріо випускає понад 80-т моделей водяних і електричних рушникосушорок. Ми стали першою компанією з позиттєвою гарантією на водяні рушникосушки.

1.2 Потужності підприємства

На сьогоднішній день ТМ "Маріо" займає площу близько 10 000 квадратних метрів. Підприємство оснащено високоточним спеціалізованим обладнанням, яке програмується кваліфікованим персоналом. Великий

складський комплекс та високий рівень постійного контролю якості всіх виробів на виробництві забезпечують ефективну роботу та задоволення потреб клієнтів.

Сировина і технології

Для виробництва продукції використовується нержавіюча труба від європейських постачальників, таких як OUTOKUMPU (Фінляндія) та ACERINOX (Іспанія). Ці матеріали відзначаються високою міцністю, стійкістю до корозії та високих температур. Виробничий процес включає використання високоякісних зварних швів, зокрема технологій TIG ("тіговий шов") та лазерного шва, а також контактного зварювання. Це забезпечує міцність швів на рівні основного матеріалу труби.

Норми і стандарти

Продукція "Маріо" відповідає європейським стандартам EN 442. Кожен готовий виріб перед упаковкою проходить випробування: водяні вироби – тиском 22 Атм, електричні – напругою 1500В. Всі вироби маркуються фірмовим знаком для захисту від підробок.

Умови праці

Підприємство створило комфортні умови праці та можливості для професійного зростання персоналу, що сприяє побудові злагодженої та ефективної роботи команди, орієнтованої на високий результат.

1.3 Відомості про електроспоживачів та їх характеристика

Підприємство відноситься до II категорії з надійності електропостачання.

Відомості про електричні навантаження цехів, а також їх площа наведені в таблиці 1.1.

В табл. 1.1 показано відомості про електричні навантаження ТОВ «Маріо».

Таблиця 1.1 – Відомості про електричні навантаження ТОВ «Маріо»

№	Цех	Рн, кВт
1	Виробничий цех	700
2	Склади	130
3	Пакувальний цех	30
4	Інструментальний цех	35
5	Зварювальний цех	270
6	Адміністративний корпус	100
7	Прохідна	10
8	Ремонтно-механічний цех	230
9	Заготівельний цех	220
10	Склади	90

Генплан заводу представлений на рисунку 1.2.

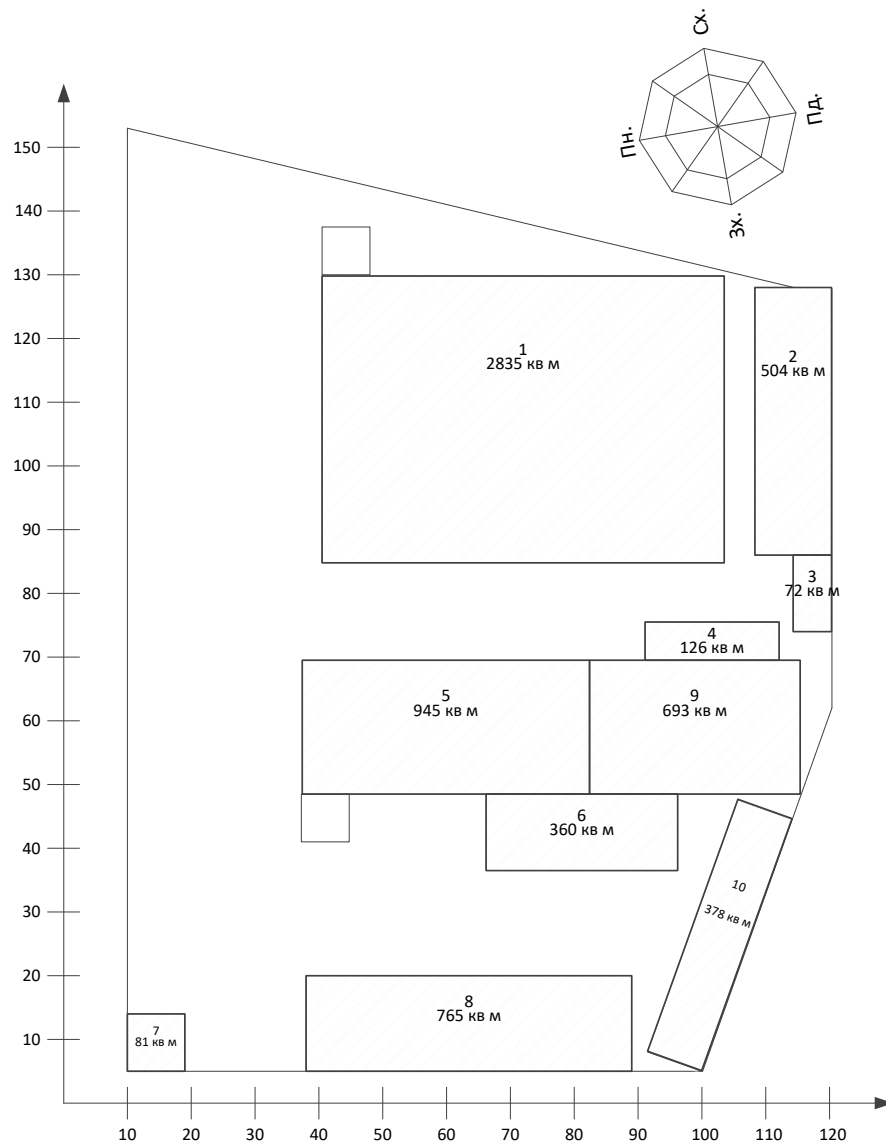


Рисунок 1.2 – Генеральний план ТОВ «Маріо»

На рис. 1.2 зображено план цеху, а у табл. 1.2 відповідні відомості про електричні навантаження цеху.

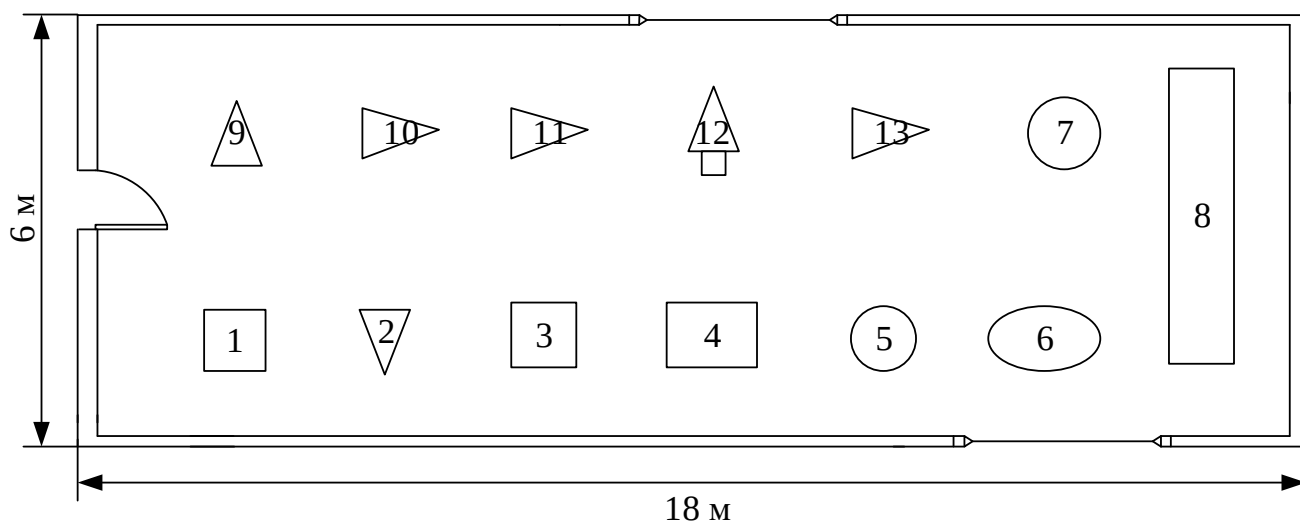


Рисунок 1.3 – План цеху

Таблиця 1.2 – Відомості про електричне навантаження цеху

№	Найменування ЕП	Р _н , кВт
1	Кривошипний прес	20
2	Вертикально-сверлильний станок	10
3	Кривошипний прес	15
4	Гідропрес	15
5	Горизонтально-фрезерний станок	10
6	Фрезерний станок	10
7	Станок горизонтально фрезерний	10
8	Токарно-револьверний станок	10
9	Шліфувальна лінія	70
10	Токарно-гвинторізний станок	15
11	Станок токарно-гвинторізний	5
12	Станок токарний з ЧПУ	15
13	Універсальний заточний станок	15

1.4 Короткий опис технологічних процесів ТОВ «Маріо»

Рушникосушарки виготовляють з нержавіючої сталі. Труби з нержавіючої сталі мають значні переваги завдяки високим антикорозійним якостям, міцності і вогнестійкості. Термін експлуатації труб з нержавіючої сталі практично необмежений. У виробництві зварних труб з нержавіючої сталі застосовуються наступні методи зварювання:

- TIG (Tungset Inert Gas, вольфрамовим електродом в інертному газі, без присадного металу, так званий тиговий шов);
- Плазмова зварка (у поєднанні з TIG);
- HF (струмами високої частоти);
- Laser (лазерне яке гарантує високий рівень якості, не дивлячись на значні первинні капіталовкладення, отримує все більш широке використання);
- Electron beam (електронно-променеве застосовується нерегулярно унаслідок складності технологічного процесу, який припускає наявність установок глибокого вакууму в процесі всього циклу зварки).

У технології зварки нержавіючих труб ТОВ «Маріо» для рушникосушарок використовується метод TIG. Цей метод дозволяє досягти коефіцієнта міцності і герметичності зварювального шва рівний одиниці. В процесі виготовлення труби обов'язково проводиться ультразвукове сканування шва, після чого кожна окремо виготовлена труба проходить перевірку випробувальним тиском понад 150 атмосфер. Дана продукція підходить для систем водопостачання з агресивним хімічним складом води і різкими перепадами тиску.

Рушникосушарки виготовляються відповідно до стандарту якості ТУ У 28.7-33801896-001:2006 [1, 2, 3].

Трубна нарізка на рушникосушарках виконується згідно ГОСТу 6357, клас точності В, метрична – згідно ГОСТу 9150 і ГОСТу 24705.

Для поліпшення своїх споживчих якостей на останньому етапі рушникосушарки проходять перевірку випробувальним тиском 2.2 Мпа (22 атм.)

Рушникосушарка «Маріо» – це зварна конструкція із нержавіючих труб, що складається з двох стояків (вертикальні елементи) і різьбою G ½ для підключення до системи опалення, та ребер (горизонтальні елементи), які з'єднанні між собою зварюванням згідно ГОСТ 14771-76.

Переваги рушникосушарок «Маріо»: легкість установки і низька кількість спожитої електроенергії, що не перевищує вартості використання електричної лампочки розжарювання.

Основні характеристики продукції ТОВ «Маріо» показано в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Параметри та розміри рушникосушарок

Параметр	Од. вим.	Норма		
		Виконання I	Виконання II	Виконання III
1. Висота (Н)	мм	700	900	1200
2. Ширина по центрам	мм	400	400	500
3. Ширина, не більше	мм	530	530	630
4. Об'єм заповнюваної рідини	дм ³	1,76	2,26	3,31
5. Площа бічної поверхні	дм ³	34,7	48,8	71,0
6. Маса, не більше	кг	3,42	4,36	6,33
7. Теплова потужність при 90/70/20	Вт	281	366	533

В табл.1.4. показано матеріали та сировина, що використовується при виготовленні продукції ТОВ «Маріо».

Таблиця 1.4 – Опис сировини та матеріалів, які використовуються при виготовленні рушникосушарок «Маріо»

Деталь	Матеріал
Стояк	Труба Ø 30x1,5 ГОСТ 11068-81
Ребро	Труба Ø 20x1,0 Сталь 08x18Н10 ГОСТ 5632-72
Гільза	Труба Ø 14x1,5 Сталь 08x18Н10 ГОСТ 5632-72
Ніжка	Труба Ø 10x1,0 Сталь 08x18Н10 ГОСТ 11068-81

2 РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

2.1 Розрахунок електричних навантажень

Навантаження підприємства в цілому виконаємо методом коефіцієнта попиту[2].

Метод коефіцієнту попиту (K_p) використовується для визначення розрахункових навантажень в системах електропостачання, щоб врахувати варіативність споживання електроенергії різними споживачами.

Основні кроки:

1. Визначення максимальної встановленої потужності (P_n). Сумарна потужність всіх електричних пристроїв та обладнання, встановлених на об'єкті.

2. Визначення коефіцієнту попиту (K_p). Коефіцієнт попиту характеризує відношення максимального фактичного навантаження до встановленої потужності і враховує ймовірність одночасної роботи обладнання. Значення коефіцієнту попиту залежать від типу та особливостей об'єкта і беруться з відповідних нормативних документів або визначаються на основі статистичних даних.

3. Розрахунок розрахункового навантаження (P_p). Розрахункове навантаження визначається як добуток максимальної встановленої потужності та коефіцієнту попиту.

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

$$P_p = 0,7 \cdot 700 = 490 \text{ (кВт)}$$

Для освітлення цехів приймаємо світильники типу ДРЛ, тоді навантаження освітлювальної мережі можна розрахувати за формулою:

$$P_p^0 = P_{пит} \cdot K_{пра} \cdot K_{по} \cdot F, \quad (2.2)$$

$$P_p^0 = 0,015 \cdot 2835 \cdot 1,2 \cdot 0,8 = 40,8 (\text{кВт})$$

$$Q_p^0 = P_p^0 \cdot \operatorname{tg} \phi, \quad (2.3)$$

$$Q_p^0 = 40,8 \cdot \operatorname{tg}(\arccos(0,8)) = 30,6 (\text{кВАр}),$$

Повна потужність силового навантаження визначається:

$$S_p = \sqrt{P_{p\Sigma}^2 + Q_{p\Sigma}^2}, \quad (2.4)$$

де $P_{p\Sigma}$ - сумарна розрахункова активна потужність цеху, кВт;

$$P_{p\Sigma} = P_{pc\Sigma} + P_{po\Sigma} = 499,9 + 40,82 = 530,82 (\text{кВт})$$

$Q_{p\Sigma}$ - сумарна розрахункова реактивна потужність цеху, кВАр.

$$Q_{p\Sigma} = Q_{pc\Sigma} + Q_{po\Sigma} = 499,9 + 30,6 = 530,5 (\text{кВАр})$$

$$S_p = \sqrt{530,82^2 + 530,5^2} = 729,16 (\text{кВА})$$

Ці розрахунки є типовими, тому для всіх інших цехів запишемо тільки результати розрахунків та зведемо їх в таблицю 2.1.

Розрахункова активна потужність всього підприємства визначиться як[2]:

$$P_{p\Sigma} = K_0 \cdot P_p + P_p^0, \quad (2.5)$$

$$P_{p\Sigma} = 0,95 \cdot 1002 + 107,97 = 1059 (\text{кВт})$$

Реактивна потужність всього підприємства визначається аналогічно:

$$Q_{p\Sigma} = K_0 \cdot Q_p + Q_p^0, \quad (2.6)$$

Розрахункове повне навантаження всього підприємства буде:

$$S_{p\Sigma} = \sqrt{1059^2 + 1027^2} = 1446.09 \text{ (кВА)}.$$

Таблиця 2.1 – Інформація до розрахунку електричних навантажень підприємства

№	Назва цеху	Силове навантаження						Освітлювальне навантаження					Сумарне навантаження			
		РН. кВт	К _П	cosφ	tgφ	РС. кВт	QC. квар	F.м2	Р _{ПІТ.О} кВт/ м2	К _{ПО}	К _{ПРА}	РО. кВт	Рр. кВт	Qр. квар	Sp. кВА	СПІТ. кВт/ м2
1	Виробничий цех	700	0.7	0.7	1.02	490	499.90	2835	0.015	0.8	1.2	40.82	530.82	499.90	729.16	0.26
2	Склади	130	0.3	0.7	1.02	39	39.79	504	0.012	0.4	1.2	2.90	41.90	39.79	57.78	0.11
3	Пакувальний цех	30	0.5	0.8	0.75	15	11.25	72	0.02	0.8	1.2	1.38	16.38	11.25	19.87	0.28
4	Інструментальний цех	35	0.4	0.6	1.33	14	18.67	126	0.02	0.8	1.2	2.42	16.42	18.67	24.86	0.20
5	Зварювальний цех	270	0.8	0.6	1.33	216	288.00	945	0.02	0.8	1.2	18.14	234.14	288.00	371.17	0.39
6	Адміністративний корпус	100	0.4	0.85	0.62	40	24.79	360	0.016	0.6	1.2	4.15	44.15	24.79	50.63	0.14
7	Прохідна	10	0.3	0.85	0.62	3	1.86	693	0.016	0.6	1.2	7.98	10.98	1.86	11.14	0.02
8	Ремонтно-механічний цех	230	0.4	0.7	1.02	92	93.86	765	0.02	0.8	1.2	14.69	106.69	93.86	142.10	0.19
9	Заготівельний цех	220	0.3	0.7	1.02	66	67.33	693	0.02	0.8	1.2	13.31	79.31	67.33	104.03	0.15
10	Склади	90	0.3	0.6	1.33	27	36.00	378	0.012	0.4	1.2	2.18	29.18	36.00	46.34	0.12
	Всього по підприємству	1815				1002	1081.446	7371				107.974	1059.8741	1027.3736	1476.09	0.20

2.2 Визначення потужності трансформаторів ТП і місці їх встановлення

Потужність трансформаторів підстанцій (ТП) визначається враховуючи потужність споживачів, які підключені до цієї підстанції. Основною метою є забезпечення стабільного та безперебійного електропостачання всіх споживачів.

Основні кроки визначення потужності трансформаторів:

Аналіз потреб споживачів. Оцінка потужності та електричних навантажень, які будуть підключені до ТП. Це включає врахування сумарної потужності всіх споживачів, які будуть обслуговуватися ТП.

Вибір потужності трансформаторів. Вибір потужності трансформаторів залежить від потужності споживачів та можливостей мережі. Зазвичай використовуються трансформатори потужністю, що більше сумарної потужності споживачів з урахуванням запасу.

Врахування зростання потреб. При виборі потужності трансформаторів також важливо враховувати можливе зростання потреб у майбутньому для запобігання нестачі електропостачання.

Відповідно до методики наведеної [2] потужність трансформаторних підстанцій можна визначити методом густини навантаження. Для цього визначимо повну розрахункову потужність і площу цехів:

$$S_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n S_i, \quad (2.7)$$

де S_i – повна розрахункова потужність i -го цеху, кВА.

$$S_{\Sigma} = 1476 \text{ (кВА)}.$$

Загальна площа цехів:

$$F_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n F_i, \quad (2.8)$$

де F_i – площа i -го цеху, м^2 .

$$F_{\Sigma} = 7371 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Визначемо економічну густину навантаження:

$$S_{\text{пит}} = \frac{S_{\Sigma}}{F_{\Sigma}}, \quad (2.9)$$

$$S_{\text{пит}} = \frac{1476}{7371} = 0,2 \text{ (кВА/м}^2\text{)}.$$

Відповідно до даної густини навантаження в [2] рекомендовано використовувати трансформаторні підстанції з трансформаторами 630 кВА.

Визначимо кількість трансформаторних підстанцій:

$$N_{\text{ек}} = \frac{S_{\Sigma}}{S_{\text{ном.ТР}} \cdot K_3}, \quad (2.10)$$

де $K_3 = 0,7 \div 0,8$ - коефіцієнт завантаження трансформаторів двох трансформаторної підстанції.

$$N_{\text{ек}} = \frac{1476}{2 \times 630 \times (0,7 \div 0,8)} = 1,37 \div 1,67 \text{ (шт)}.$$

Виходячи із розташування і потужності цехів розподілимо їх між двома підстанціями.

Таблиця 2.2 – Розподіл цехів підприємства між ТП

№ ТП	№ цеху	Назва цеху	Рр. кВт	Qp. кВАр	Sp. кВА	Ст. кВА	N. шт.	Кз.
ТП1	1	Виробничий цех	530.82	499.90	729.16			
	2	Склади	41.90	39.79	57.78			
	3	Пакувальний цех	16.38	11.25	19.87			
	4	Інструментальний цех	16.42	18.67	24.86			
		Всього по ТП1	605.53	569.60	831.33	630	2	
ТП2	5	Зварювальний цех	234.14	288.00	371.17			
	6	Адміністративний корпус	44.15	24.79	50.63			
	7	Прохідна	10.98	1.86	11.14			
	8	Ремонтно-механічний цех	106.69	93.86	142.10			
	9	Заготівельний цех	79.31	67.33	104.03			
	10	Склади	29.18	36.00	46.34			
		Всього по ТП2	504.45	511.84	718.64	630	2	

Для визначення місць встановлення ТП побудуємо картограму електричних навантажень. Картаграма являє собою графічне відображення навантаження цехів радіус круга пропорційне величині навантаження цеху[2]:

$$P_p = m_p \times \pi \times r^2, \quad (2.11)$$

Визначимо масштаб побудови картограми:

$$m_p = \frac{P_p}{\pi \times r^2}, \quad (2.12)$$

де P_p – розрахункова активна потужність цеха, кВт;

r – радіус круга, що прийняли, м.

Тоді масштаб картограми для інструментального цеху буде:

$$m_p = \frac{530}{\pi \times 15^2} = 0,3 (\text{кВт/м}^2).$$

Приймаємо $m_p = 0,3 \text{ кВт/м}^2$ і визначимо радіус круга при вже знайденому масштабі:

$$r_1 = \sqrt{\frac{P_{p1}}{\pi \times m_p}} = \sqrt{\frac{530}{3,14 \times 0,3}} = 23,74 \text{ (м)}. \quad (2.13)$$

Сектор освітлювального навантаження для цеху складає:

$$\alpha_1 = \frac{360^\circ \times P_{mo}}{P_{p1}} = \frac{360^\circ \times 40,8}{530} = 27,7^\circ. \quad (2.14)$$

Подібні розрахунки виконуємо для кожного з цехів, результати зведені до таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Результати визначення координат цехів для побудови картограми навантажень

№	Цех	Х.м	У.м	Рр. кВт	Ро. кВт	г. м	α°
1	Виробничий цех	144	186	530.82	40.82	23.74	27.7
2	Склади	188	189	41.90	2.90	6.67	24.9
3	Пакувальний цех	219	200	16.38	1.38	4.17	30.4
4	Інструментальний цех	219	155	16.42	2.42	4.17	53.0
5	Зварювальний цех	86	138	234.14	18.14	15.77	27.9
6	Адміністративний корпус	168	127	44.15	4.15	6.85	33.8
7	Прохідна	273	140	10.98	7.98	3.41	261.7
8	Ремонтно-механічний цех	62	69	106.69	14.69	10.64	49.6
9	Заготівельний цех	114	56	79.31	13.31	9.18	60.4
10	Склади	174	38	29.18	2.18	5.57	26.9

Визначаємо координати центру навантажень:

$$X = \frac{\sum_{i=1}^{12} P_{p,i} \times X_i}{\sum_{i=1}^{12} P_{p,i}} = 73,76 \text{ (м)}, \quad (2.15)$$

де $P_{p,i}$ – значення розрахункової активної потужності окремого цеху, кВт;

X_i – координата окремого цеху по осі абсцис, м.

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^{12} P_{p,i} \times Y_i}{\sum_{i=1}^{12} P_{p,i}} = 76,72 \text{ (м)}, \quad (2.16)$$

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

Отже, координати центру електричних навантажень становлять:

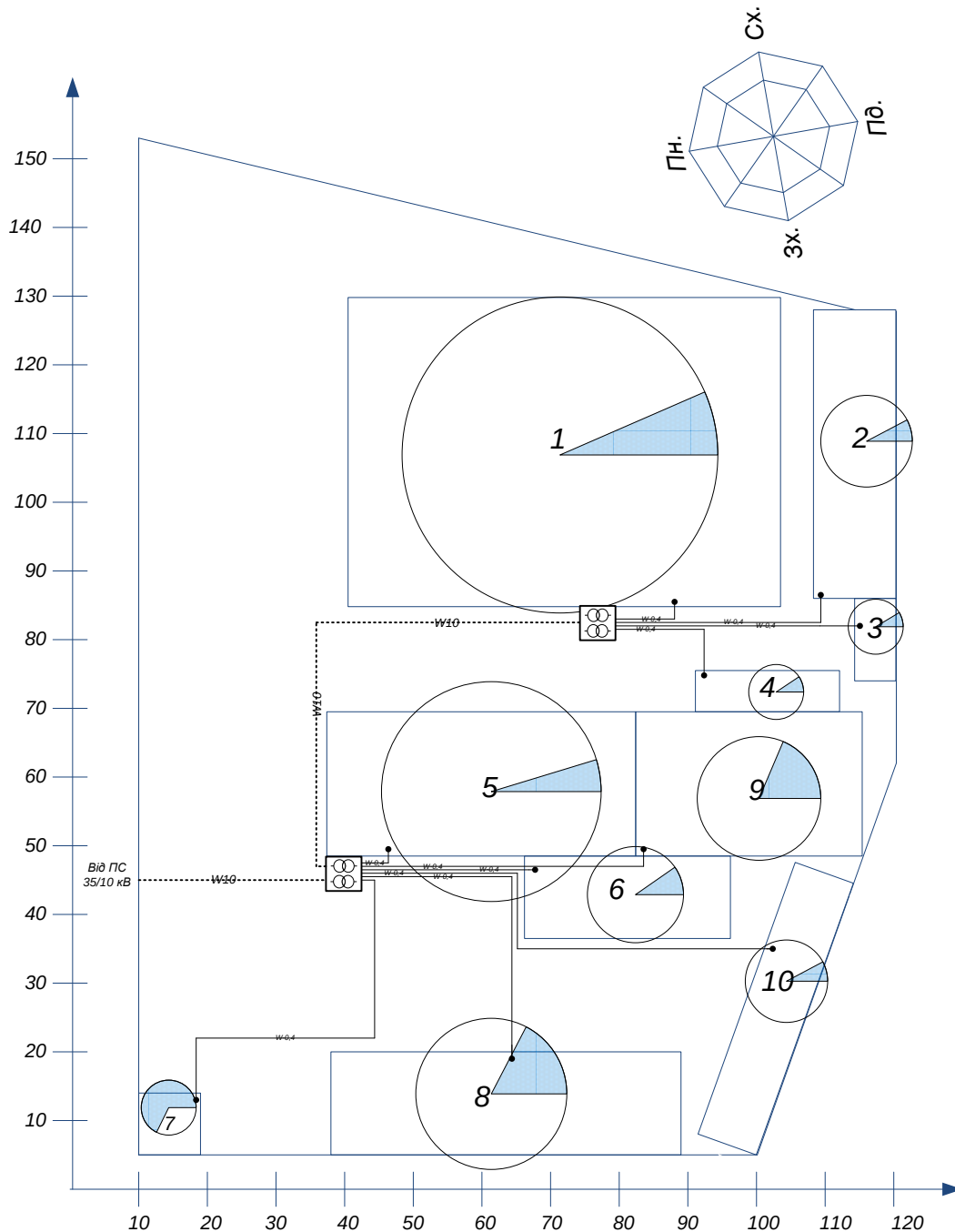
$X=73,76$ м,

$Y=76,72$ м.

Для розташування ЦТП розрахуємо ЦЕН для кожної групи цехів.

Таблиця 2.5 – Результати визначення координат ТП

№	Цех	ТП	Рр. кВт	Х. м	У. м	Рр*Х. кВт*м	Рр*У. кВт*м
1	Виробничий цех	1	530.82	71	106	37688.50	56267.34
2	Склади	1	41.90	115	108	4818.85	4525.53
3	Пакувальний цех	1	16.38	117	81	1916.74	1326.97
4	Інструментальний цех	1	16.42	102	72	1674.76	1182.18
5	Зварювальний цех	2	234.14	61	58	14282.78	13580.35
6	Адміністративний корпус	2	44.15	82	42	3620.07	1854.18
7	Прохідна	2	10.98	14	11	153.77	120.82
8	Ремонтно-механічний цех	2	106.69	61	13	6507.97	1386.94
9	Заготівельний цех	2	79.31	100	56	7930.56	4441.11
10	Склади	2	29.18	102	16	2976.08	466.84
			Σ Рр. кВт	Σ Рр*Х/ Σ Рр	Σ Рр*У/ Σ Рр	Σ Рр*Х. кВт*м	Σ Рр*У. кВт*м
	Сумарно по ТП1		605.53	76.13	104.54	46098.85	63302.03
	Сумарно по ТП2		504.45	70.32	43.32	35471.23	21850.25
	Координати ЦЕН		1109.97	73.49	76.72	81570.08	85152.27



Рис

унок 2.1 – Картограма навантажень з розташування інженерних мереж

2.3 Вибір елементів заводської мережі

Підприємство живиться від ПС «Літин» 110/10 кВ.

Відстань від ПС до території заводу 2 км.

Вимикачі, згідно [9], вибираються за $U_{\text{ном}}$ та $I_{\text{ном.в}}$:

$$U_{\text{ном.в}} \leq U_{\text{ном. мережі}}, \quad (2.17)$$

$$I_{\text{ном.в}} \leq I_{\text{м.ав}}, \quad (2.18)$$

Розрахуємо струм для живлячої лінії:

$$I_{\text{м}} = \frac{S_{\text{м}}}{\sqrt{3}U_{\text{ном}}} = \frac{1476}{\sqrt{3} \cdot 10} = 85 \text{ (A)};$$

На основі цього в живлячій лінії 10 кВ приймаємо до встановлення вимикач ВРС-10-20/630 У2 з $I_{\text{ном.в}} = 630 \text{ А} > I_{\text{м.ав}}$ та часом спрацювання 0,04с.

Зовнішню лінію живлення виконаємо кабелем силові з алюмінієвими струмопровідними жилами, з просоченою паперовою ізоляцією, в алюмінієвій оболонці, броньовані сталевими стрічками [9].



Рисунок 2.3 – Будова та характеристики кабеля

Визначаємо розрахунковий допустимий струм кабеля для живлення ЦРП2:

$$I_{\text{розр.}} \leq k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \cdot I_{\text{доп}} ; \quad (2.19)$$

$$143 \leq 1,04 \times 0,97 \times 1,18 \times 0,8 \times 1 \times 162$$

$$85(\text{А}) \leq 143(\text{А}) .$$

Вибираємо кабель ААБл-10 перерізом 3х70 мм² з $I_{\text{доп}}=143 \text{ А}$.

Для живлення ЦТП1 використаємо аналогічний кабель.

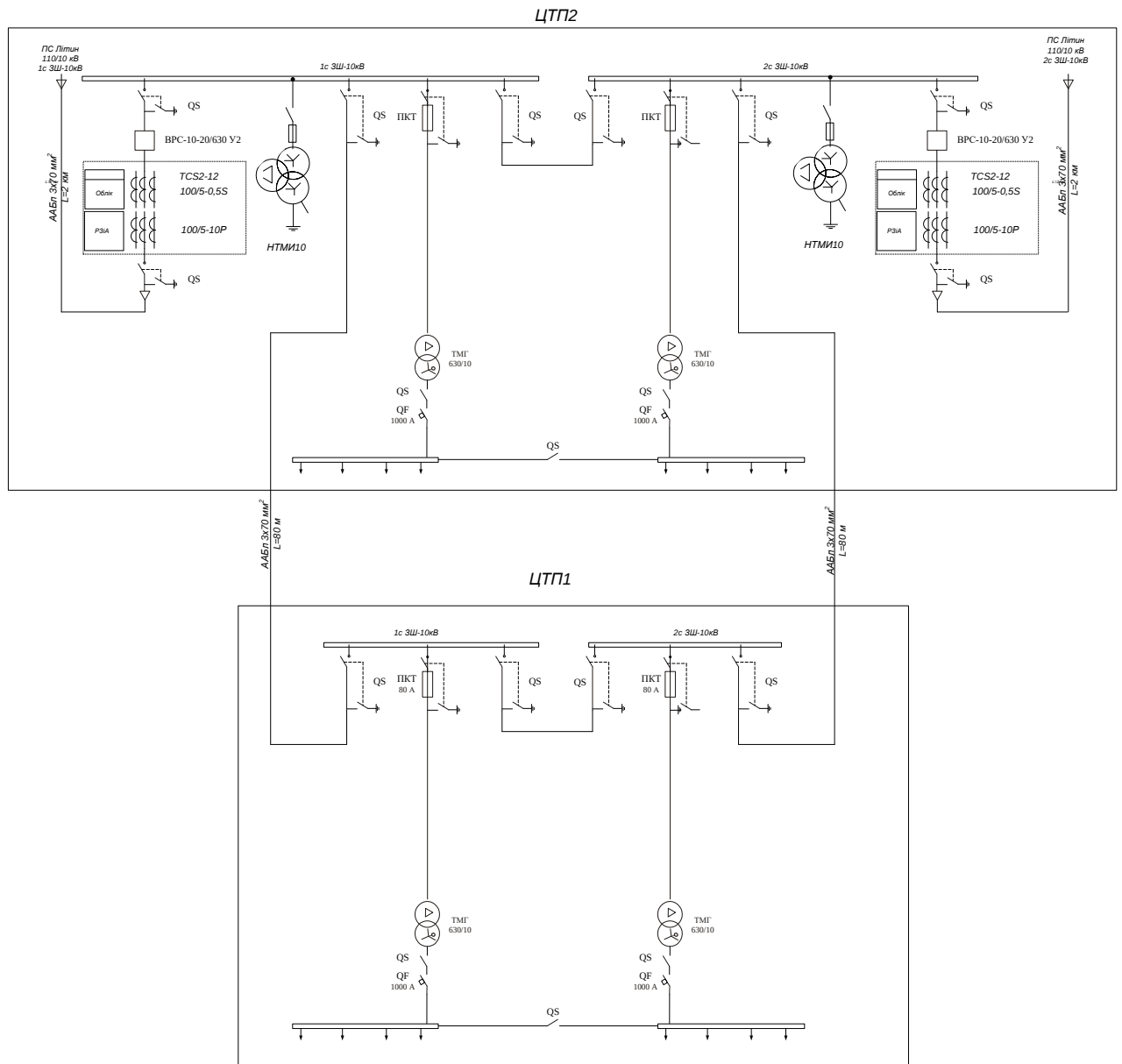


Рисунок 2.4 – Однолінійна схема підприємства

2.4 Розрахунок схеми електропостачання цеху

2.4.1 Схема електропостачання 0,4 кВ

Для живлення електроприймачів цеху приймаємо радіальну схему.

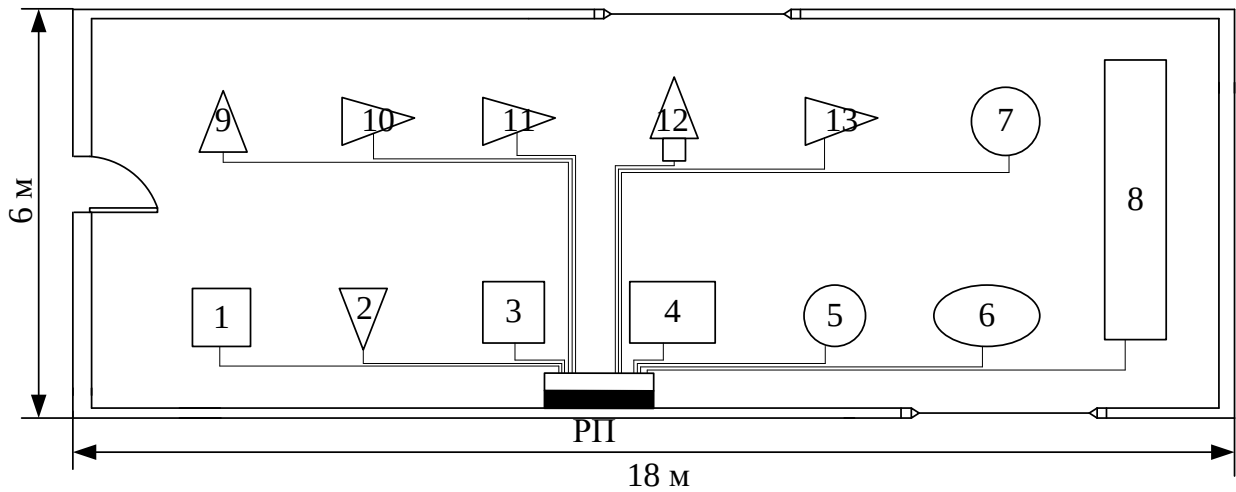


Рисунок 2.5 - План інструментального цеху з схемою електропостачання.

2.4.2 Визначення розрахункових електричних навантажень цехової мережі

Проведемо розрахунок навантажень цеху методом упорядкованих діаграм. [2].

Визначимо потужність електроприймача №1(ЕП-1):

$$P_n = n \cdot p_n \quad (2.20)$$

$$P_n = 1 \cdot 20 = 20 (\text{кВт})$$

Визначимо середні потужності ЕП:

$$P_{cmi} = k_{bi} \cdot P_{ni} = 0,4 \times 20 = 7,8 (\text{кВт}); \quad (2.21)$$

$$Q_{cmi} = P_{cmi} \times \text{tg} \varphi = 7,8 \cdot 0,9 = 7,02 (\text{квар}); \quad (2.22)$$

Визначимо коефіцієнт використання для групи електроприймачів.:

$$K_b = \frac{\sum_{i=1}^n k_{bi} \times P_{ni}}{\sum_{i=1}^n P_{ni}} = \frac{87}{200} = 0,44; \quad (2.23)$$

$$n_e = \frac{\left(\sum_{i=1}^n P_{hi} \right)^2}{\sum_{i=1}^n n \times P_{hi}^2} = \frac{87^2}{4550} = 8,35 \text{ приймаємо } n_e = 8. \quad (2.24)$$

Відповідно до розрахованих значень з таблиці яка приведена в [2] коефіцієнт розрахункового максимуму становить 1,1.

Визначимо розрахункові потужності:

$$P_M = K_M \cdot \sum P_{CMi} = 1,1 \times 87 = 95,7 \text{ (кВт)}; \quad (2.25)$$

$$Q_M = 1,1 \cdot \sum Q_{CMi} = 1,1 \cdot 46,72 = 51,39 \text{ (кВар)}.$$

Тоді повна потужність складе:

$$S_M = \sqrt{P_M^2 + Q_M^2} = \sqrt{95,7^2 + 51,39^2} = 108,62 \text{ (кВА)}; \quad (2.26)$$

Розрахуємо розрахункове значення струму для РП1:

$$I_M = \frac{S_M}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = \frac{108,62}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 165,04 \text{ (А)}. \quad (2.27)$$

Наступні розрахунки проводимо аналогічно та заносимо в таблицю 2.7.

Таблиця 2.7 – Розрахунок навантажень інструментального цеху

	Вихідні дані							Розрахункові величини			n _e	K _p	Розрахункові навантаження			
	Завдання технологів				Довідкові дані			n×K _B ×P _H	Q _H	n×P ² _H			P _p , кВт	Q _p , квар	S _p , кВА	I _p , А
	Найменування ЕП	n	P _H , кВт	n×P _H , кВт	K _B	cosφ	tgφ									
	1	2	3	4	5	6		7	8	9	10	11	12	13	14	15
	РП 1															
1	Кривошипний прес	1	20	20	0.4	0.9	0.484322	8.00	3.87	400.00						
2	Вертикально-сверлильний станок	1	10	10	0.6	0.9	0.484322	6.00	2.91	100.00						
3	Кривошипний прес	1	15	15	0.4	0.86	0.593365	6.00	3.56	225.00						
4	Гідропрес	1	15	15	0.4	0.9	0.484322	6.00	2.91	225.00						
5	Горизонтально-сверлильний станок	1	10	10	0.6	0.9	0.484322	6.00	2.91	100.00						
6	Фрезерний станок	1	10	10	0.4	0.86	0.593365	4.00	2.37	100.00						
7	Станок горизонтально-фрезерний	1	10	10	0.4	0.9	0.484322	4.00	1.94	100.00						
8	Токарно-револьверний станок	1	10	10	0.6	0.9	0.484322	6.00	2.91	100.00						
9	Шліфувальна лінія	1	50	50	0.4	0.86	0.593365	20.00	11.87	2500.00						
10	Токарно-гвинторізний станок	1	15	15	0.4	0.9	0.484322	6.00	2.91	225.00						
11	Станок токарно-гвинторізний	1	5	5	0.6	0.9	0.484322	3.00	1.45	25.00						
12	Станок токарний ЧПУ	1	15	15	0.4	0.86	0.593365	6.00	3.56	225.00						
13	Універсальний заточний станок	1	15	15	0.4	0.86	0.593365	6.00	3.56	225.00						
	Всього РП 1	13		200	0.44			87.00	46.72	4550.00	8	1.1	95.70	51.39	108.62	165.04

2.4.3 Вибір провідників та комутаційно-захисної апаратури в мережах 0,4 кВ

Відповідно до умов вибору автоматичних вимикачі:

$$I_{н.розч} \leq K_{відс} \cdot I_p \quad (2.28)$$

$$I_{с.в} = K_n \cdot I_{п} \quad (2.29)$$

Продемонструємо порядок розрахунку та вибору комутаційного апарату – автомату, що буде використаний для захисту ЕП:

Використовуючи дані з таблиці 2.7 визначимо величину струму споживача:

$$I_M = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos\varphi \cdot \eta} \quad (2.30)$$

$$I_M \frac{20}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,4} = 33,8(A).$$

Струм для пуску електродвигуна визначається за типом останнього і для асинхронного двигуна буде складати:

$$I_{п} = 5 \cdot I_M = 5 \cdot 33,8 = 165 (A). \quad (2.31)$$

Використаємо автоматичні вимикачі компанії ЕТІ:

$$I_{н.розчп} \geq 1 \cdot 33,8 = 33,8 (A);$$

$$I_{с.відс} \geq 2,1 \cdot 33,8 = 70,9(A).$$

Відповідно до отриманих результатів встановлено автомат серії ЕВ 100/3L 40А Зр [10], номінальний струм 40 А, струмом розчеплювача 40 А та струму відсічки (400 А).

Для захисту лінії ТП-РП1 приймаємо селективний автоматичний вимикач ЕВ 250/3Е 180А Зр з напівпровідниковим розчеплювачем, струм розчіплювача становить 180 А.

Проведемо вибір кабельно-провідникової продукції. Кабель повинен виконувати такі умови[3]:

$$I_{\text{доп}} \geq \begin{cases} I_{\text{М}} - \text{нормальні приміщення;} \\ 1,25 \times I_{\text{М}} - \text{вибухонебезпечні приміщення.} \end{cases}$$

За значенням $I_{\text{М}}=33,8$ А (струм, що протікає по лінії РП-1 – ЕП-1) вибираємо кабель АВВГ перерізом $4 \times 16 \text{ мм}^2$ з допустим струмом з $I_{\text{доп}}=55$ А.

Дані вибору автоматичних вимикачів та ліній живлення цеху наводимо в таблиці 2.8. Розрахунково монтажна таблиця рисунок 2.6.

Таблиця 2.8 – Вибір провідникового матеріалу

Найменування ЕП	P_H , кВт	$\cos\varphi$	I_p , А	Тип АВ	$I_{розч}$, А	$I_{св}$, А	Тип кабеля	$I_{доп}$, А
Кривошипний прес	20	0.9	33.8032	ЕВ 100/3L 40А 3р	40	400	АВВГ 4х16	55
Вертикально-сверлильний станок	10	0.9	16.9016	ЕВ 100/3L 20А 3р	20	200	АВВГ 4х4	23
Кривошипний прес	15	0.86	26.5316	ЕВ 100/3L 32А 3р	32	320	АВВГ 4х10	39
Гідропрес	15	0.9	25.3524	ЕВ 100/3L 32А 3р	32	320	АВВГ 4х10	39
Горизонтально-сверлильний станок	10	0.9	16.9016	ЕВ 100/3L 20А 3р	20	200	АВВГ 4х4	23
Фрезерний станок	10	0.86	17.6877	ЕВ 100/3L 20А 3р	20	200	АВВГ 4х4	23
Станок горизонтально-фрезерний	10	0.9	16.9016	ЕВ 100/3L 20А 3р	20	200	АВВГ 4х4	23
Токарно-револьверний станок	10	0.9	16.9016	ЕВ 100/3L 20А 3р	20	200	АВВГ 4х4	23
Шліфувальна лінія	50	0.86	88.4386	ЕВ 100/3L 100 3р	100	1000	АВВГ 4х2.5	21
Токарно-гвинторізний станок	15	0.9	25.3524	ЕВ 100/3L 32А 3р	32	320	АВВГ 4х10	39
Станок токарно-гвинторізний	5	0.9	8.4508	ЕВ 100/3L 16А 3р	16	160	АВВГ 4х4	23
Універсальний заточний станок	15	0.86	26.5316	ЕВ 100/3L 32А 3р	32	320	АВВГ 4х10	39
РП1	95.70	0.8810214	165.233	ЕВ 250/3Е 180А 3р	180	1800	АВВГ 4х120	200

ТП	Захист				Розподільча лінія				Захист				Розподільча лінія			ЕП		
	Тип АВ	Ін, А	Ін. розч., А	Іс.в., А	Ім, А	Прокладання	доп, А		Тип АВ	Ін, А	Ін. розч., А	Іс.в., А	Ім, А	Прокладання	доп, А	Р, кВт	Ім, А	
	ЕВ 250/3Е 180А 3р	180	180	1800	165.2326158	в землі	200	РП1	ЕВ 100/3Л 40А 3р	40	40	400	33.8032	в повітрі	55	20	33.8032	Кривошипний прес
									ЕВ 100/3Л 20А 3р	20	20	200	16.9016	в повітрі	23	10	16.9016	Вертикально-сверлильний станок
									ЕВ 100/3Л 32А 3р	32	32	320	26.53158	в повітрі	39	15	26.53158	Кривошипний прес
									ЕВ 100/3Л 32А 3р	32	32	320	25.3524	в повітрі	39	15	25.3524	Гідропрес
									ЕВ 100/3Л 20А 3р	20	20	200	16.9016	в повітрі	23	10	16.9016	Горизонтально-сверлильний станок
									ЕВ 100/3Л 20А 3р	20	20	200	17.68772	в повітрі	23	10	17.68772	Фрезерний станок
									ЕВ 100/3Л 20А 3р	20	20	200	16.9016	в повітрі	23	10	16.9016	Станок горизонтально-фрезерний
									ЕВ 100/3Л 20А 3р	20	20	200	16.9016	в повітрі	23	10	16.9016	Токарно-револьверний станок
									ЕВ 100/3Л 100 3р	100	100	1000	88.4386	в повітрі	21	50	88.4386	Шліфувальна лінія
									ЕВ 100/3Л 32А 3р	32	32	320	25.3524	в повітрі	39	15	25.3524	Токарно-гвинторізний станок
									ЕВ 100/3Л 16А 3р	16	16	160	8.450799	в повітрі	23	5	8.450799	Станок токарно-гвинторізний

Рисунок 2.6 – Розрахунково-монтажна таблиця

3 КОМПЕНСАЦІЯ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ НА ПІДПРИЄМСТВІ

Реактивна потужність є невід'ємною складовою електричних систем, яка виникає внаслідок споживання електричної енергії індуктивними або ємнісними навантаженнями. У промислових підприємствах, таких як ТОВ "Виробниче підприємство "Маріо"", значна частина обладнання має індуктивний характер, що спричиняє споживання реактивної потужності. Це призводить до ряду негативних наслідків, включаючи зниження коефіцієнта потужності, збільшення втрат енергії, зменшення ефективності використання електричних мереж та підвищення витрат на електроенергію.

Компенсація реактивної потужності є важливим заходом, спрямованим на покращення якості електропостачання та оптимізацію роботи електричних мереж підприємства. Основна мета компенсації полягає у зменшенні обсягів реактивної потужності, що циркулює в мережі, за рахунок застосування спеціальних технічних засобів, таких як конденсаторні установки, синхронні компенсатори або активні фільтри. Це дозволяє знизити навантаження на джерела електропостачання, підвищити коефіцієнт потужності та зменшити втрати енергії.

У цьому розділі буде розглянуто теоретичні основи та практичні аспекти компенсації реактивної потужності на прикладі ТОВ "Виробниче підприємство "Маріо"". Особлива увага приділятиметься аналізу поточного стану електричних мереж підприємства, вибору оптимальних засобів компенсації та їх впровадженню. Результати цього дослідження сприятимуть покращенню енергетичної ефективності підприємства, зниженню витрат на електроенергію та підвищенню надійності електропостачання.

3.1 Основи компенсації реактивної потужності

Одним з основних питань, що з підвищенням якості електроенергії у мережах, розв'язуваних як у стадії проектування, і на стадії експлуатації

систем промислового електропостачання, є питання компенсації реактивної потужності, до складу якого входять: вибір доцільних джерел, розрахунок і регулювання їх потужності, розміщення джерел у системі електропостачання.

Компенсація реактивної потужності – це вкрай необхідна річ в електроенергетиці, коли реактивна потужність енергія погіршують показники роботи енергосистеми, тобто завантаження реактивними струмами генераторів електростанцій збільшує витрату енергоресурсів; збільшуються втрати в мережах і електроприймачах; збільшується спад напруги в мережах.

Основні споживачі реактивної потужності асинхронні електродвигуни, електричні печі; перетворювачі; трансформатори всіх ступенів трансформації; лінії електропередач.

Реактивний струм додатково навантажує лінії електропередачі, що приводить до збільшення перерізів проводів і кабелів і відповідно до збільшення капітальних витрат на зовнішні і внутрішні мережі. Реактивна потужність разом з активною потужністю обліковується постачальником електроенергії, а отже, підлягає оплаті по діючих тарифах, тому складає значну частину рахунку за електроенергію.

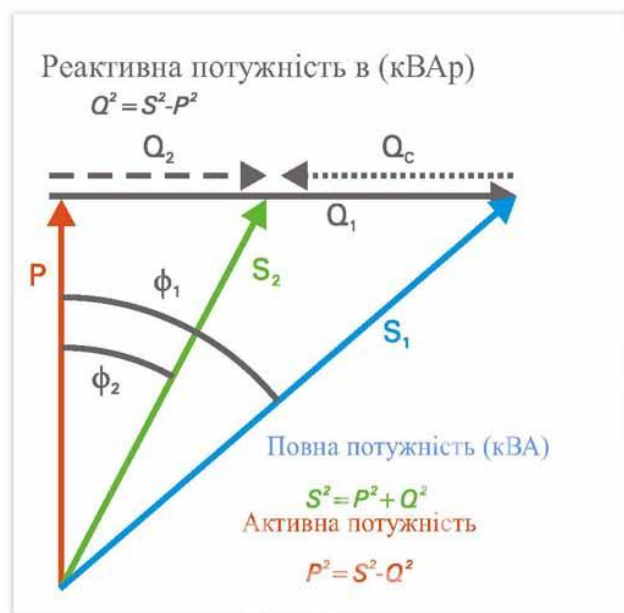


Рисунок 3.1 – Трикутник потужностей

Активна енергія перетвориться в корисну — механічну, теплову та ін. енергії. Реактивна енергія не пов'язана з виконанням корисної роботи, а витрачається на створення електромагнітних полів в електродвигунах, трансформаторах, індукційних печах, зварювальних трансформаторах, дроселях і освітлювальних приладах.

Найбільш дієвим і ефективним способом зниження споживаної з мережі реактивної потужності є застосування установок компенсації реактивній потужності (конденсаторних установок). Використання конденсаторних установок дозволяє:

- розвантажити живлячі лінії електропередачі, трансформатори і розподільні пристрої;
- зменшити витрати на оплату електроенергії; при використанні певного типу установок знизити рівень вищих гармонік;
- подавити мережеві перешкоди, понизити несиметрію фаз;
- зробити розподільні мережі надійнішими і економічнішими.

Конденсаторною установкою називається електроустановка, що складається з конденсаторів, допоміжного електроустаткування (вимикачів, роз'єднувачів, розрядних резисторів, пристроїв регулювання, захисту тощо), що належать до них.

Конденсаторна установка може складатися з однієї чи декількох конденсаторних батарей або з одного або декількох окремо встановлених одиничних конденсаторів, приєднаних до мережі через комутаційні апарати.

Режим роботи конденсаторних установок повинен виключати можливість роботи підприємств із випереджальним коефіцієнтом потужності. У зв'язку із цим найдоцільнішим є застосування автоматичного регулювання потужності конденсаторних установок за напругою, за часом доби і за іншими параметрами.

Для розрахунку параметрів компенсаторної установки в мережі знімають характерні добові графіки навантаження і поточне значення $\cos\varphi$, за якими

визначають середнє значення коефіцієнта потужності за період. Знаючи фактичний і потрібний (за умовами компенсації) коефіцієнт потужності, а також споживання активної електроенергії, можна розрахувати потрібну потужність конденсаторної установки.

В даному розділі будемо розглядати не керуючі і автоматичні конденсаторні установки. Автоматичні конденсаторні установки комплектують мікропроцесорним регулятором (контролером), який відслідковує зміну споживання навантаження реактивної потужності і автоматично підключає необхідну потужність компенсації. Таким чином процес компенсації реактивної потужності повністю автоматичний і не потребує втручання обслуговуючого персоналу.

Отже, компенсація реактивної потужності розв'язує ряд проблем:

1. Зменшує втрати активної енергії:

$$\Delta P = 3 \cdot I^2 \cdot R = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} \cdot R \quad (3.1)$$

2. Зменшує втрати напруги:

$$\Delta U = \frac{P \cdot R + Q \cdot X}{U} \quad (3.2)$$

3. Розвантажує струмоведучі частини СЕП

$$I = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{U} \quad (3.3)$$

3.2 Розрахунок плати за реактивну енергію

Плата за споживання і генерацію реактивної електроенергії визначається трьома складовими:

$$\Pi = \Pi_1 + \Pi_2 - \Pi_3, \quad (3.4)$$

де Π_1 – основна за споживання і генерацію реактивної електроенергії;

Π_2 – надбавка за недостатнє оснащення електричної мережі споживача засобами компенсації реактивної потужності (КРП);

Π_3 – знижка плати за споживання і генерацію реактивної електроенергії у разі участі споживача в оптимальному добовому регулюванні режимів мережі енергопостачальної організації в розрахунковий період.

Основна плата за спожиту і генеровану реактивну електроенергію визначається за формулою (3.2):

$$\Pi_1 = (WQ_{\text{СП}} + K \cdot WQ_{\text{Г}}) \cdot D \cdot m_0, \quad (3.5)$$

де $WQ_{\text{СП}}$ – споживання реактивної енергії в точці обліку за розрахунковий період;

$WQ_{\text{Г}}$ – генерування реактивної енергії в мережу енергопостачальної організації в точці обліку за розрахунковий період;

$K = 3$ – нормативний коефіцієнт врахування збитків енергопостачальної організації від генерації реактивної електроенергії з мережі споживача;

$D = 0,05$ – економічний еквівалент реактивної потужності (ЕЕРП), що характеризує вплив реактивного перетоку в точці обліку на втрати активної потужності в розрахунковому режимі, кВт/квар;

$m_0 = 563,5$ коп/кВт – середня вартість активної електроенергії за розрахунковий період.

Надбавка за недостатнє оснащення електричної мережі споживача засобами компенсації реактивної потужності визначається за формулою (3.5):

$$\Pi_2 = \Pi_1 \cdot C_{\text{БАЗ}} \cdot (\operatorname{tg}(\varphi) - 0,25)^2 \quad (3.6)$$

де $C_{\text{БАЗ}} = 1,0$ – нормативне базове значення коефіцієнта стимулювання капітальних вкладень в засоби КРП в електричних мережах споживача;

Розрахуємо споживання реактивної енергії на періодах (3.6):

$$W_{\text{cn}} = Q_{\text{cn}} \cdot T_m \quad (3.7)$$

T_m – час максимального навантаження ($T_m = 3700$ год для підприємства з двома робочими змінами);

$$W_{\text{cn}} = 1027 \cdot 3700 = 3801282 \text{ (квар} \cdot \text{год/рік)}$$

Знайдемо плату за споживання РЕ:

$$\text{П1} = 3801282 \cdot 0,05 \cdot 5,635 = 1071 \text{ (т. грн);}$$

$$\text{П2} = 1071 \cdot 1,0 \cdot (0,98 - 0,25)^2 = 570,7 \text{ (т. грн);}$$

$$\text{П} = \text{П1} + \text{П2} = 1641,7 \text{ (т. грн).}$$

3.3 Регулятор реактивної потужності PFC

Регулятор коефіцієнта потужності оцифровує лінійну напругу, яка вимірюється між двома фазами, і струм в третій фазі. Потім, виходячи з цих значень, прилад обчислює коефіцієнт потужності, ефективні значення напруги і струму, гармонійне спотворення по напрузі і струму. Розрахунок необхідної потужності для компенсації проводиться за допомогою заданого необхідного значення коефіцієнта реактивної потужності в приладі. На підставі цих значень регулятор підключає або відключає конденсаторні ступені. [11]

Опис:

- У межах кожного рівня потужності для забезпечення рівномірного ресурсу конденсаторних банок, регулятор використовує метод кільцевого перемикування, при якому для забезпечення необхідного рівня потужності підключається ступінь, який був найдовше відключений. Це робиться з метою

забезпечення оптимального рівня компенсації за один цикл регулювання з мінімальною кількістю підключених ступенів.

- Оптимізація кількості циклів: оптимальне регулювання досягається в одному циклі з мінімальною кількістю ступенів, що перемикаються. Контролер заздалегідь визначає необхідну потужність компенсації і відразу може підключити або відключити кілька ступенів у одному циклі.

Переваги:

- контроль параметрів: U , I , P , Q , S , $\cos \phi$, THDU, THDI, гармонік (до 19-го порядку), t° ;
- три методи регулювання (APFR за замовчуванням);
- автоматичне або ручне налаштування параметрів;
- автоматичне або ручне визначення підключених ступенів конденсаторів;
- універсальний вхід для підключення вторинної обмотки т.т. $.. / 1A$ і $.. / 5A$;
- внутрішній датчик температури;
- різні рівні t° для управління вентилятором і відключення ступенів установки;
- контроль операцій перемикання і часу роботи;
- налаштування розряду конденсаторів і мінімального часу реакції для кожного ступіня;
- пам'ять для мінімальних і максимальних значень;
- останній ступінь регулятора може бути використаний як аварійний вихід;
- програмовані вихідні контакти аварійної сигналізації (тільки PFC 12 RS)/



Технічні характеристики:

Напруга живлення	400 VAC (+10%, -15%), 50 Hz / 60 Hz
Споживана потужність	<3,2 VA
Діапазон струму	5mA - 6A
Точність вимірів струму	± 0,2%
Точність вимірів напруги	± 0,5%
Точність вимірів THDU і THDI	(U>10%UN) ±5% / (I>10%IN) ±5%
Точність вимірів зсуву фаз при I>3%In	± 3° (інакше ±1°)
Потужність комутації аварійного сигнального виходу	250 V AC / 5 A
Діапазон налаштування коефіцієнта потужності	0,8 інд. ÷ 0,8 ємн.
Затримка часу при відключенні конденсаторних ступенів	5 ÷ 900 сек.
Час розряду конденсатора	5 ÷ 900 сек.
Діапазон потужності ступіня	999 kVAr інд. ÷ 999 kVAr ємн.
Розпізнавання конденсаторних ступенів	ручне / автоматичне
Порт зв'язку	RS485 (Modbus RTU)
Робочий діапазон температур	від -40°C до +70°C
Ступінь захисту	IP20 клемне підключення / IP54 фронт. панель
Глибина	55 мм
Відповідність стандартам	EN 61010-1, EN50081-1, EN50082-1

Тип	Кількість ступенів	Un	Розмір передньої панелі	Отвір у щитку	Код	Вага (кг)	Пакування (шт)
PFC-6 RS	до 6	400 V AC (+10%, -15%)	97x97мм	91x91мм	4656905	0,65	1
PFC-8 RS	до 8		97x97мм	91x91мм	4656906	0,65	1
PFC-12 RS	до 12		144x144мм	138x138мм	4656907	1,2	1

Рисунок 3.2 – Зовнішній вигляд та технічні характеристики регуляторів реактивної потужності PFC

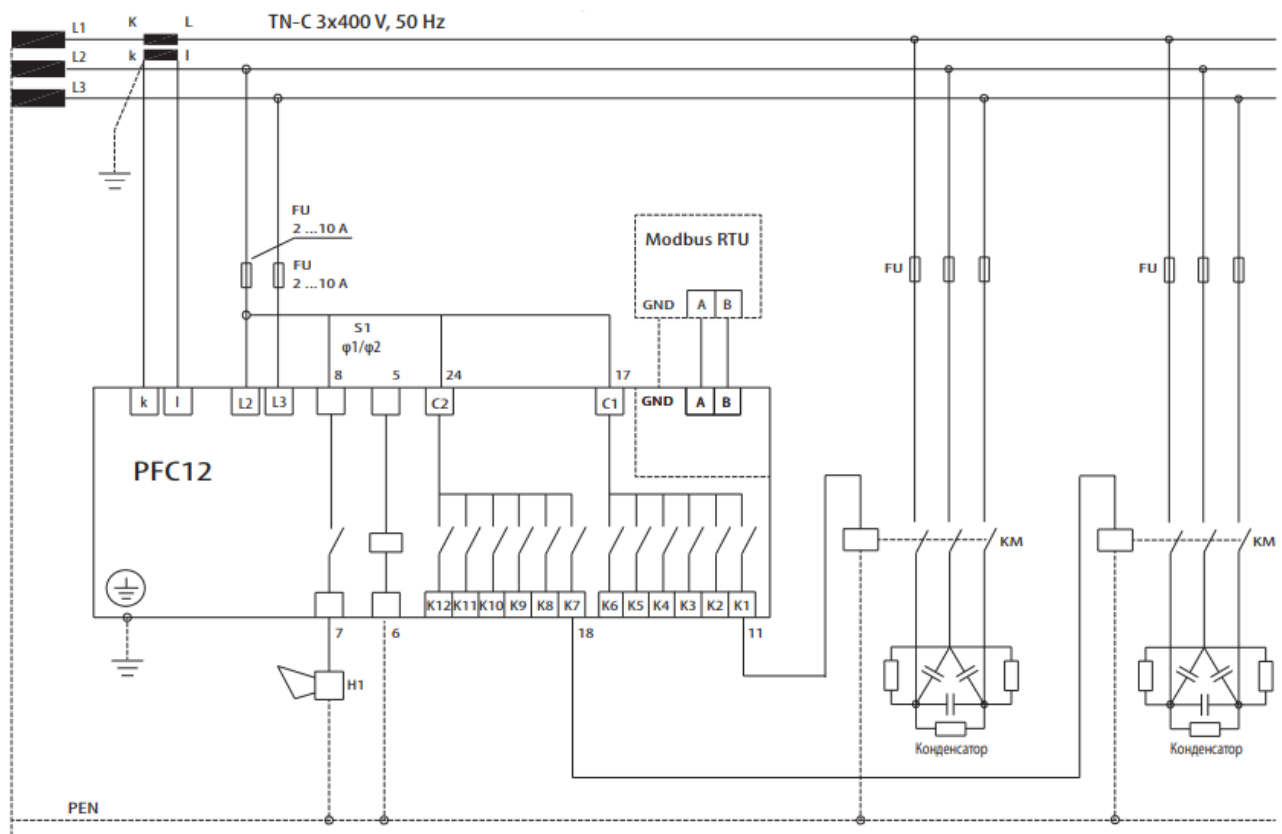


Рисунок 3.3 – Схема приєднання регулятора PFC

3.4 Регулятор реактивної потужності PFC - 6DA / 8DB / 12DB

Основною відмінністю регуляторів модифікацій PFC - 6DA / 8DB / 12DB є вимірювання реактивної потужності здійснюється по 4 квадрантам, що забезпечує максимальний рівень компенсації споживаної енергії.

Технічні характеристики:	PFC - 6DA / 8DB / 12DB	PFC - 6DB3 / 12DB3
Одночасні виміри	по одній фазі	по трьом фазам
Напруга живлення	230 - 415 VAC; +10%-15%; 50 - 60 Hz	230 VAC; +10%-15%; 50 - 60 Hz
Максимальна споживана потужність	6/8 ступенів - 5,8 VA 12 ступенів - 6,1 VA	6 ступенів - 6,0 VA 12 ступенів - 6,5 VA
Номинальний струм In	5 (A)	
Робочий діапазон по струму	0,125 ... 5,5A	
Діапазон виміру напруги	195 ... 460 VAC	
Діапазон виміру струму	0.125 ... 5.5A	
Регулювання коефіцієнта потужності	0.85 індукт. ... 0.95 ємнісне	0.85 індукт. ... 0.90 ємнісне
Релейний вихід	8A – 250VAC (AC1)	
Максимальне навантаження основних контактів	10 A	12 A
Максимальна комутована напруга	250 VAC	230 VAC
Електричний ресурс	20 x 10 ⁶ циклів	
Механічний ресурс	100 x 10 ³ циклів	
Відповідність стандартам	IEC 60255-5, IEC 60255-6, IEC 60068-2-61, IEC 60068-2-6, EN50081-1, EN50082-2	
Робочий діапазон температур	від -10 °C до +50 °C	
Ступінь захисту	IP20	

Тип	Номинальна напруга Un	Код	In (A)	Кількість ступенів	Розмір (мм)	Потужність
PFC - 6 DA	230-415 V (+10%; -15%)	4656570	5 A	до 6	96x96x74	5.8 VA
PFC - 8 DB		4656572		до 8	144x144x60	6.1 VA
PFC - 12 DB		4656571		до 12		6.1 VA
PFC - 6 DB3	230V (фаза-нейтраль) (+10%; -15%)	4656575	5 A	до 6	144x144x60	6.0 VA
PFC - 12 DB3		4656576		до 12		6.5 VA



PFC - 6DA



PFC - 8DB



PFC - 12DB

Рисунок 3.4 – Зовнішній вигляд та технічні характеристики регуляторів реактивної потужності PFC - 6DA / 8DB / 12DB

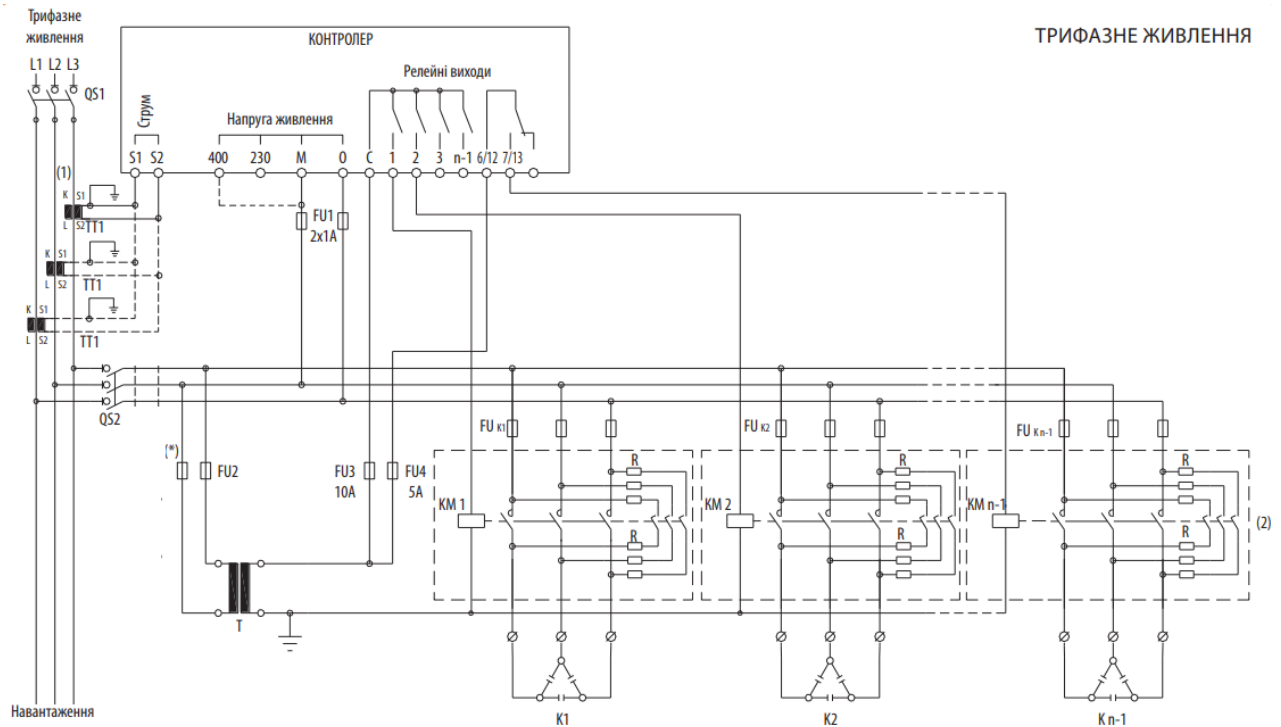


Рисунок 3.3 – Схема приєднання регулятора PFC 6DA / 8DB / 12DB

3.4 Розрахунок річних втрат електроенергії в мережах підприємства

Об'єм втраченої електроенергії визначається за формулою:

$$\Delta W = \Delta P_m \tau, \quad (3.8)$$

де ΔP_m – максимальна втрати потужності.

Час максимальних втрат може бути розраховані за наближеними формулами

$$\tau \approx \left(0,124 + \frac{T_m}{10000} \right)^2 \cdot 8760; \quad (3.9)$$

де T_m – час використання максимального навантаження ($T_m = 3700$ для підприємств з двома робочими змінами).

Втрати активної потужності в максимальному режимі навантаження ЛЕП

$$\Delta P_{\text{м.л}} = 3I_p^2 R_0 \cdot l \cdot 10^{-3}, \text{ кВт}, \quad (3.10)$$

де I_p – розрахункове значення струму навантаження, А; R_0 – питоме значення активного опору проводу (жили) лінії електропередавання, Ом/км; l – довжина ЛЕП, км.

Втрати активної потужності в трансформаторі розраховують за виразом

$$\Delta P_T = \Delta P_{\text{хх}} + \Delta P_{\text{кз}} \left(\frac{S_e}{S_{\text{нт}}} \right)^2 \text{ кВт}, \quad (3.11)$$

де $\Delta P_{\text{хх}}$ – потужність холостого ходу трансформатора, кВт;

$\Delta P_{\text{кз}}$ – потужність короткого замикання трансформатора, кВт;

S_e – ефективне значення повної потужності навантаження, кВ·А;

$S_{\text{нт}}$ – номінальна потужність трансформатора, кВ·А.

Втрати активної потужності в трансформаторі:

Таблиця 3.1 - Номінальні параметри трансформаторів

Марка	S_H , кВА	U_{BH} , кВ	U_{HH} , кВ	$\Delta P_{\text{хх}}$, кВт	ΔP_K , кВт	$I_{\text{хх}}$, %	U_K , %
ТМ-630/10	630	10	0,4	1,31	8,5	2	5,5

$$\Delta P_T = 1,31 + 8,5 \left(\frac{831}{1260} \right)^2 = 10,02 \text{ кВт},$$

Втрати активної потужності в максимальному режимі навантаження зовнішньої ЛЕП:

$$\Delta P_{\text{м.л}} = 3 \cdot 42,7^2 \cdot 0,443 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 9,67 \text{ кВт},$$

Час максимальних втрат може бути розраховані за наближеними формулами

$$\tau \approx \left(0,124 + \frac{3700}{10000} \right)^2 \cdot 8760 = 2137;$$

Отже об'єм втраченої електроенергії:

$$\Delta W = 9,67 \cdot 2137 = 20675 \text{ кВт год.}$$

Визначимо втрати активної потужності до та після встановлення конденсаторних установок аналогічним чином і заносимо в таблицю 3.2

Таблиця 3.2 – Визначення зменшення втрат активної потужності в трансформаторних підстанціях

	Марка ТП	Ст. кВА	п. шт.	Sn. кВА	Кз. %	ΔР. кВт	ΔW. кВт*год/рік
До встановлення КУ							
ТП 1	ТМ-630/10	2	630	831.33288	0.757819182	10.02044342	21413.6876
ТП 2	ТМ-630/10	2	630	718.64224	0.876653176	8.150104126	17416.77
Загалом							38830.46
Після встановлення КУ							
ТП 1	ТМ-630/10	2	630	605	0.52	6.54	13974.68
ТП 2	ТМ-630/10	2	630	504	0.63	5.34	11411.58
Загалом, кВт*год/рік							25386.26
Різниця, кВт*год/рік							13444.20
Різниця, тис.грн/рік							75,758

Відповідно до розрахунків при встановленні КУ спостерігається зменшення втрат активної потужності в трансформаторних підстанціях на 13 тис. кВт*год / рік, що в еквіваленті 75 тис. грн/рік.

Таблиця 3.3 – Визначення зменшення втрат активної потужності в КЛ-10 кВ

КЛ	Sn, кВА	Тип, переріз КЛ	п. шт.	Ip, А	R, ом/км	L, км	ΔР, кВт	ΔW, кВт*год/рік
До встановлення КУ								
Система-ЦТП2	1476.09	ААБл 3х70	2	42.6614	0.443	2	9.6751125	20675.71548
ЦТП2-ЦТП1	718.64	ААБл 3х70	2	20.77	0.443	0.08	0.0917314	196.0301019
Загалом, кВт*год/рік								20871.74558
До встановлення КУ								
Система-ЦТП2	1059.87	ААБл 3х70	2	30.6322	0.443	2	4.9881708	10659.72104
ЦТП2-ЦТП1	504.45	ААБл 3х70	2	14.5793	0.443	0.08	0.0451982	96.58855952
Загалом, кВт*год/рік								10756.3096
Різниця, кВт*год/рік								10115.43598
Різниця, тис.грн/рік								57

Відповідно до розрахунків при встановленні КУ спостерігається зменшення втрат активної потужності в КЛ 10 кВ на 10 тис. кВт*год / рік, що в еквіваленті 57 тис. грн/рік.

3.5 Термін окупності та вибір оптимальної КУ

Термін окупності (ТО) - кількість часу, необхідна для покриття витрат на той чи інший проект або для повернення коштів, вкладених підприємством за рахунок коштів, одержаних в результаті основної діяльності по даному проекту.

Приймаємо значення коефіцієнта потужності після встановлення КУ 0,99, тоді знайдемо річне споживання реактивної потужності:

$$WQ = \tan(\alpha \cos(0.99)) \cdot P \cdot T_M = 558778 \text{ квар*год/рік}$$

Розрахуємо плату за реактивну потужність:

$$\Pi = 558778 \cdot 0,05 \cdot 5,635 = 157,43 \text{ тис. грн/рік}$$

Оскільки значення коефіцієнта потужності після встановлення 0,99 плата за недостатню оснащення пристроями КРП не стагується.

$$П2 = 0$$

Для забезпечення оптимального значення компенсації реактивної потужності необхідно такі ККУ:

1с РУ-0,4 кВ КТП1: УКРМ 0.4-300/7-25 зі ступенями 25+25+50+50+50+50+50 (ETI+Novar);

2с РУ-0,4 кВ КТП1: УКРМ 0.4-300/7-25 зі ступенями 25+25+50+50+50+50+50 (ETI+Novar);

1с РУ-0,4 кВ КТП2: УКРМ 0.4-250/7-25 зі ступенями 25+25+25+25+50+50+50 (ETI+Novar);

2с РУ-0,4 кВ КТП2: УКРМ 0.4-250/7-25 зі ступенями 25+25+25+25+50+50+50 (ETI+Novar).

Відповідно до інтернет джерел [11] вартість даних установок з додатковими елементами для їх підключення становить 0,8 млн. грн. Відповідно до розрахунків загальний економічний ефект з урахуванням зменшення плати за реактивну потужність та зменшення втрат активної потужності в мережі підприємства становить 1,773 млн. грн./рік. Тоді термін окупності даного заходу становить 0,45 роки (5,4 місяці).

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

У цьому розділі випускної бакалаврської дипломної работ розробляються заходи з охорони праці під час експлуатації системи електропостачання ТОВ «ВП «Маріо». Відповідно, на оперативно-ремонтний персонал, що здійснює монтаж і експлуатацію системи електропостачання бази матеріально-технічного забезпечення, впливають такі шкідливі виробничі фактори [13, 14]: фізичні фактори: мікроклімат (температура, вологість, швидкість руху повітря, інфрачервоне випромінювання); виробничий шум, ультразвук, інфразвук; вібрація (локальна, загальна); освітлення: природне (недостатність), штучне (недостатня освітленість, прямий і відбитий сліпучий відблиск тощо); хімічні фактори: речовини хімічного походження, аерозолі фіброгенної дії (пил); фактори трудового процесу: важкість (тяжкість) праці; напруженість праці. Важкість праці характеризується рівнем загальних енергозатрат організму або фізичним динамічним навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальною кількістю стереотипних робочих рухів, величиною статичного навантаження, робочою позою, переміщенням у просторі. Напруженість праці характеризують: інтелектуальні, сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту

4.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Під час експлуатації системи електропостачання бази матеріально-технічного забезпечення виникає потреба у проведенні вимірювань електричних параметрів. Вимірювання електровимірювальними кліщами і вимірювальними штангами в установках напругою понад 1000 В мають проводити дві особи: одна з групою IV, інші — з групою III. Ремонтниками вимірювання проводиться за нарядом, оперативними працівниками — за

розпорядженням. В електроустановках напругою до 1000 В працювати з електро-вимірювальними кліщами може одна людина, що має групу III.

Для вимірювань слід застосовувати кліщі з амперметром, що встановлений на їх робочій частині. Використання кліщів з винесеним амперметром не допускається. Вимірювання в електроустановках напругою понад 1000 В необхідно проводити в діелектричних рукавичках і калошах (або стоячи на ізолювальній основі), в захисних окулярах. Кліщі необхідно тримати у висячому положенні. Забороняється нагинатися до амперметра під час відрахунку показників.

Під час проведення вимірювань забороняється торкатися приладів, проводів і вимірювальних трансформаторів. Вимірювання можна проводити лише на ділянках шин, конструктивне виконання яких, а також відстань між струмовідними частинами різних фаз і між ними та заземленими частинами виключають можливість електричного пробоя між фазами або на землю через зменшення ізоляційних відстаней за рахунок робочої частини кліщів.

На кабелях напругою понад 1000 В користуватися для вимірювання електровимірювальними кліщами дозволяється лише в тих випадках, коли жили кабелю ізолювані і відстань між ними не менша 250 мм. Вимірювання електровимірювальними кліщами на шинах напругою до 1000 В слід виконувати, стоячи на підлозі або на спеціальних підмостках.

Під час вимірювань струмів пофазно з допомогою кліщів в установках напругою до 1000 В у разі горизонтального розташування фаз необхідно перед проведенням вимірювань обгородити кожен фазу ізолювальною прокладкою. Вказані операції проводяться в діелектричних рукавичках.

Підніматися на конструкцію або телескопічну вежу для проведення робіт слід без штанги. Піднімати штангу необхідно за допомогою канату, утримуючи її в вертикальному положенні робочою частиною догори. Застосовувати металеві канати для піднімання штанги забороняється. Під час піднімання не допускається розгойдувати штангу і вдаряти нею об тверді

предмети. Під час піднімання на незначну висоту дозволяється передавати штанги з рук в руки. Забороняється проводити роботи з вимірювальними штангами під час грози, туману, дощу або мокрого снігу. Під час роботи з штангою слід витримувати нормовані відстані від струмопровідних частин до працівника.

Вимірювання на опорах ПЛ напругою до 1000 В може проводити одна особа, стоячи на кігтях (лазах) і надійно прикріпившись стропом запобіжного паска до опори. Забороняється виконувати вимірювання на ПЛ, стоячи на драбині. Забороняється проведення вимірювань на повітряних лініях з опор, які мають заземлювальні спуски.

4. 1.2 Електробезпека

Живлення силового обладнання заводу 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 – особливо небезпечні, так як роботи виконуються назовні приміщень.

Технічні рішення щодо запобігання електротравмам:

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

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

3) Електрозахисні засоби захисту. Персонал, який обслуговує

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

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

Експлуатація ручного електроінструменту дозволяється у разі дотримання таких вимог: перед кожною видачею інструменту в роботу повинна бути перевірена його комплектність та надійність кріплення деталей, справність захисного кожуху, кабелю (рукава); перед початком роботи повинна бути перевірена справність вимикача та машини на холостому ході; під час перерв у роботі, після закінчення роботи, під час змащування, очищення, заміни робочого елемента інструменту ручні машини необхідно вимкнути та від'єднати від електричної мережі; ручні машини, маса яких із розрахунку на руки працюючого, перевищує 10 кг, повинні мати пристрій для підвішування; під час роботи з ручними машинами на висоті необхідно використовувати засоби підмоцнування (помости); нагляд за експлуатацією

ручних машин необхідно доручати спеціально призначеній для цього особі.

4.2. Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

4.2.1 Мікроклімат

Тяжкість роботи розділяється на категорії залежно від загальних енерговитрат організму, ккал/с (Вт). Параметри мікроклімату в виробничому приміщенні, де встановлена лінія, наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Нормування параметрів мікроклімату на постійних робочих місцях

Період року	Категорія робіт	Температура, °C	Відносна вологість, %	Швидкість руху, м/с
Теплий	Пб	16-27	70 при 25°C	0,2-0,5
Холодний	Пб	15-21	не більш 75	не більш 0,4

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату на робочому місці технологічного персоналу передбачається:

- в холодну пору року використання калорифера;
- в літню пору застосування вентиляторів обдуву;
- провітрювання приміщення.

4.2.2 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується концентраціями (ГДК) в мг/м. В умовах роботи на граничнодопустимих концентраціях можливими забруднювачами повітря робочої зони можуть бути пил та цемент, який використовується на будівництві Дністровської ГЕС, їх ГДК наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 2.4 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньо добова	
Пил нетоксичний	0.5	0.15	4
Цемент	6		4

Для забезпечення складу повітря робочої зони передбачено:

- провітрювання приміщення;
- цілісність вікон для перешкоджання попадання пилу в приміщення під час роботи лінії;
- встановлення пиловловлюючих засобів.

4.3 Виробниче освітлення

Характеристика зорових робіт під час експлуатації електрообладнання – малої точності. Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 розряд зорової роботи IV, підрозряд «г» (таблиця 4.3).

Таблиця 4.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Х-ка зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Х-ка фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природне Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Малої точності	Від 1,0 до 5 включно	V	б	малий	середній	-	200	3	1,8

При експлуатації здійснюється контроль за рівнем напруги освітлювальної мережі, своєчасна заміна перегорілих ламп, забезпечується чистота повітря у приміщенні.

4.4 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» (таблиця 4).

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».

Таблиця 4.4 – Рівень звукового тиску

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц								
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Постійні робочі місця в промислових приміщеннях	107	95	87	82	78	75	73	71	69

Для зниження шуму в приміщенні, необхідно:

- безпосередньо біля джерел шуму використовувати звукопоглинаючі матеріали для покриття стелі, стін, застосовувати підвісні звукопоглиначі;
- для боротьби з вентиляційним шумом потрібно застосовувати мало шумові вентилятори.

4.5 Пожежна безпека

Пожежну безпеку промислових і інших об'єктів регламентують ССБТ «Пожежна безпека. Загальні вимоги». Типові правила пожежної безпеки для промислових підприємств і інструкції на окремих об'єктах.

Приміщення ТОВ «ВП «Маріо». за вибухонебезпекою та пожежонебезпекою відноситься до категорії Д – речовини і/або матеріали, що зазначені вище для категорій приміщень В (крім горючих газів, горючих пилу і/або волокон), а також негорючі речовини і/або матеріали в холодному стані (за температури навколишнього середовища), за умов, що приміщення, в яких знаходяться (зберігаються, переробляються, транспортуються) зазначені вище речовини і/або матеріали, не відносяться до категорій А, Б або В, з зонами П-ІІІ (місця, де зберігаються тверді горючі речовини). Будівля, в якій розташовані ці приміщення, характеризується ІІІ ступенем вогнестійкості.

До ІІІ ступеня вогнестійкості відносяться будинки з несучими та огорожувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону. Для перекриттів дозволяється застосовувати дерев'яні конструкції, захищені штукатуркою або негорючими листовими, плитними матеріалами, або матеріалами груп горючості Г1 (низької горючості), Г2 (помірної горючості). До елементів покриттів не висуваються вимоги щодо межі вогнестійкості, поширення вогню, при цьому елементи горищного покриття з деревини повинні мати вогнезахисну обробку. Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у хвилинах) та максимальні межі поширення вогню по них (см) за ДБН В.1.1.7-2002 наведено в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій та максимальні межі поширення вогню по них

Сту- пінь вог- не- стій- кост і бу- дин- ків	Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у хвиликах) і максимальні межі поширення вогню по них (см)								
	стіни				коло- ни	сходові площад- ки, костури, сходи, балки, марші сходових кліток	пере- криття між по- верхові (у т.ч. горищні та над підва- лами	елементи суміщених покриттів	
	несучі та сходо- вих кліток	само- несучі	зов- ніш- ні не- несу- чі	внут- рішні не- несучі (пере- город- ки				пли- ти, насти- ли, прого- ни	балки, ферми, арки, рами
III	REI 120 M0	REI 60 M0	E 15 M0	E1 15 M1	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M1	Не нормуються	

Протипожежні перешкоди і мінімальні межі їх вогнестійкості за ДБН В.1.1.7-2002 наведено в таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Протипожежні перешкоди та мінімальні межі їх вогнестійкості

Протипожежні перешкоди	Типи проти-пожежних перешкод або їх елементів	Мінімальна межа вогнестійкості протипожежної перешкоди (у хвиликах)	Тип заповненн-я прорізів, не нижче	Тип протипожежного тамбур-шлюзу, не нижче
Стіни	2	REI 60	2	1
Перегородки	2	EI 15	3	2
Перекриття	2	REI 60	2	1

Протипожежні відстані від житлових, громадських, адміністративно-побутових будинків промислових підприємств, гаражів до виробничих, складських будинків і споруд слід приймати за таблицею 4.7 (знаменник).

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

Ступінь вогнестійкості будинку	Відстані при ступені вогнестійкості будинків, м		
	I, II	III	IV, V
III	8/9	8/12	10/15

Найбільшу відстань до евакуаційного виходу визначаємо за об'ємом приміщення та ступені вогнестійкості будівлі.

В проектуваному приміщенні, відстань при щільності людського потоку в загальному проході, чол/м² наступна: до 1 – 100 м².

На території ТОВ «ВП «Маріо» встановлено 56 вогнегасників ВП-5.

ВИСНОВОК

У ході виконання бакалаврської дипломної роботи було вирішено ряд завдань, спрямованих на розробку ефективної та надійної системи електропостачання ТОВ "Виробниче підприємство "Маріо"". У роботі розглянуто наступні аспекти:

У першому розділі було наведено детальний опис основних характеристик підприємства, включаючи обсяг виробництва, типи продукції та специфіку технологічного процесу. Було проаналізовано енергетичні потреби підприємства з урахуванням режимів роботи обладнання та графіків навантаження.

У другому розділі виконано проектування системи електропостачання підприємства. Було обрано двоколову кабельну лінію 10 кВ марки ААБл 3х70 для живлення заводу. Також було визначено необхідність встановлення двох двотрансформаторних підстанцій з трансформаторами 630 кВА, одна з яких є прохідного типу, а інша — тупикового типу. Розроблено схеми підключення та розташування обладнання, враховуючи вимоги до надійності та безпеки електропостачання.

У третьому розділі проведено аналіз та розрахунок компенсації реактивної потужності на підприємстві. Було визначено величину плати за споживання реактивної потужності та розраховано втрати активної потужності, що виникають через перетоки реактивної потужності. Розроблено рекомендації щодо оптимізації системи компенсації для зменшення витрат електроенергії.

У четвертому розділі розглянуто заходи щодо забезпечення охорони праці на підприємстві. Було проаналізовано потенційні ризики, пов'язані з експлуатацією електроустановок, та розроблено комплекс заходів для їх мінімізації. Особливу увагу приділено навчанню персоналу, розробці інструкцій з техніки безпеки та забезпеченню належних умов праці.

У результаті виконання дипломної роботи було розроблено комплексну систему електропостачання ТОВ "Виробниче підприємство "Маріо"", яка відповідає сучасним вимогам енергоефективності, надійності та безпеки. Запропоновані заходи дозволяють оптимізувати витрати на електроенергію та забезпечити безперебійну роботу підприємства.

Література

- [1] Інтернет джерело: Офіційна сторінка ТОВ "Виробниче підприємство "Маріо", Точка доступу: <https://mario.com.ua> (07.06.2024).
- [2] Бурбело М.Й. Проектування систем електропостачання. Приклади розрахунків : Навчальний посібник з дисципліни “Електропостачання”. – Вінниця : ВДТУ, 2002. – 140 с.
- [3] Бурбело М.Й. Розрахунок систем електропостачання. Вінниця: ВНТУ, 2017. 193 с.
- [4] Бурбело М. Й., Бірюков О. О., Мельничук Л. М. Системи електропостачання. Елементи теорії та приклади розрахунків : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2011. 204 с.
- [5] ДБН В.1.2-14:2018. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об’єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд.
- [6] ДБН А.2.5-23:2010. Проектування електрообладнання об’єктів цивільного призначення.
- [7] ПУЕ 2017. Правила улаштування електроустановок.
- [8] НПАОП 40.1-1.01:1997 Правила безпечної експлуатації електроустановок.
- [9] Інтернет джерело: Офіційна сторінка ПАТ «Південкабель», Точка доступу: <https://yuzhcable.com.ua/about-company-ukr/> (07.06.2024).
- [10] Інтернет джерело: Рівненський завод високовольної апаратури, Точка доступу: <http://www.rzva.ua> (07.06.2024).
- [11] Інтернет джерело: Сайт виробника комутаційної апаратури, Точка доступу: <https://www.eti.ua> (07.06.2024).
- [12] ДСТУ ISO 9001: 2001. Системи управління якістю. [Чинний від 2001-06-27]. Київ, 2001. 24 с. (Інформація та документація).

[13] ДСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014.

[14] 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->.

[15] ДБН А.3.2-2-2009. ССБП. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_a322_2009/1-1-0-945.

[16] 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.

[17] НПАОП 40.1-1.32-01 (ДНАОП 0.00-1.32-01) Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок (Правила устройства электроустановок. Электрооборудование специальных установок). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text>.

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

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

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

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

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

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

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

[25] 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>.

[26] 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.

[27] 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.

[28] 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 – Вихідна дані

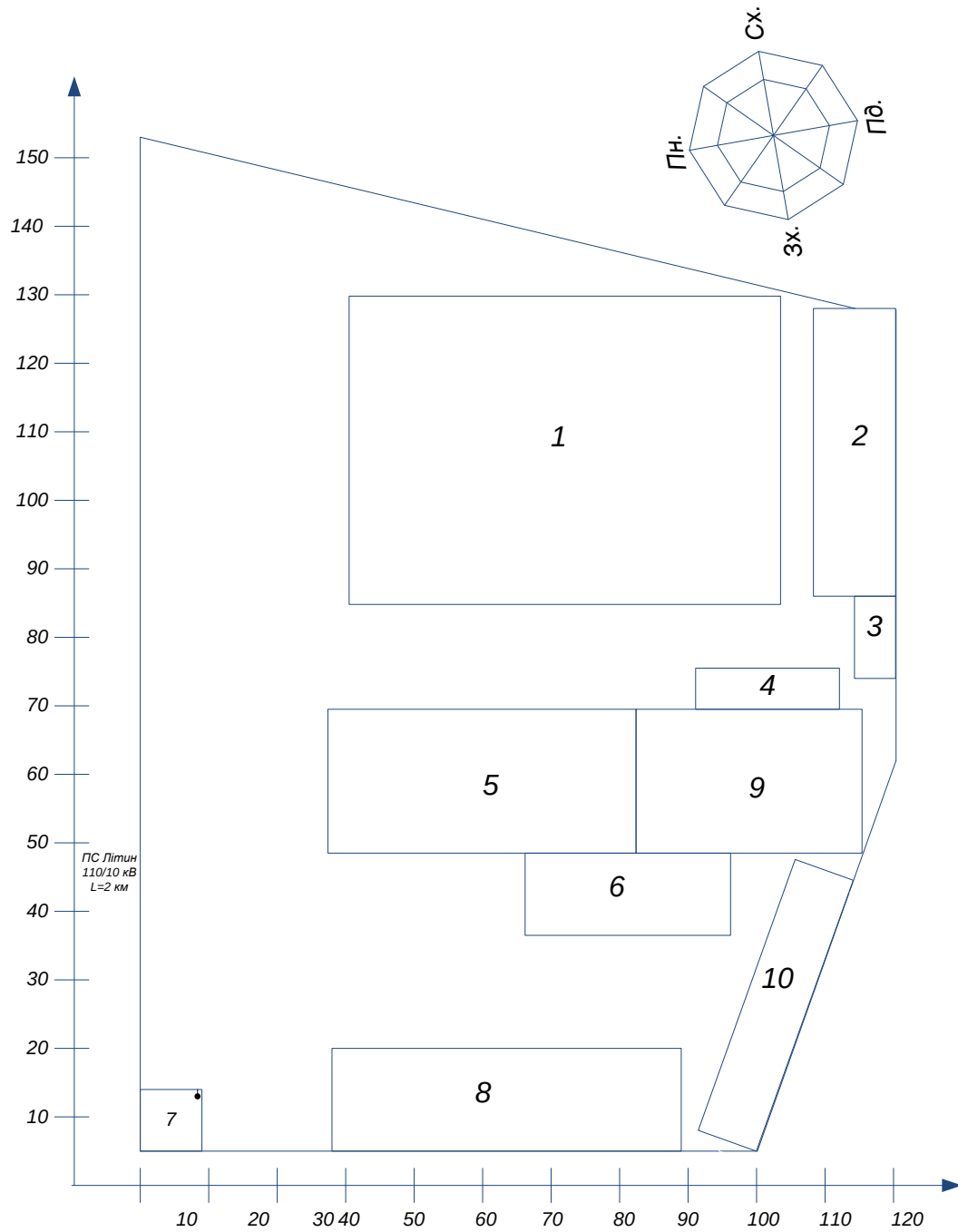


Рисунок А.1 - Генплан ТОВ "Виробниче підприємство "Маріо"

Таблиця А.1- Відомості про електричні навантаження підприємства

№	Цех	Р _н , кВт
1	Виробничий цех	700
2	Склади	130
3	Пакувальний цех	30
4	Інструментальний цех	35
5	Зварювальний цех	270
6	Адміністративний корпус	100
7	Прохідна	10
8	Ремонтно-механічний цех	230
9	Заготівельний цех	220
10	Склади	90

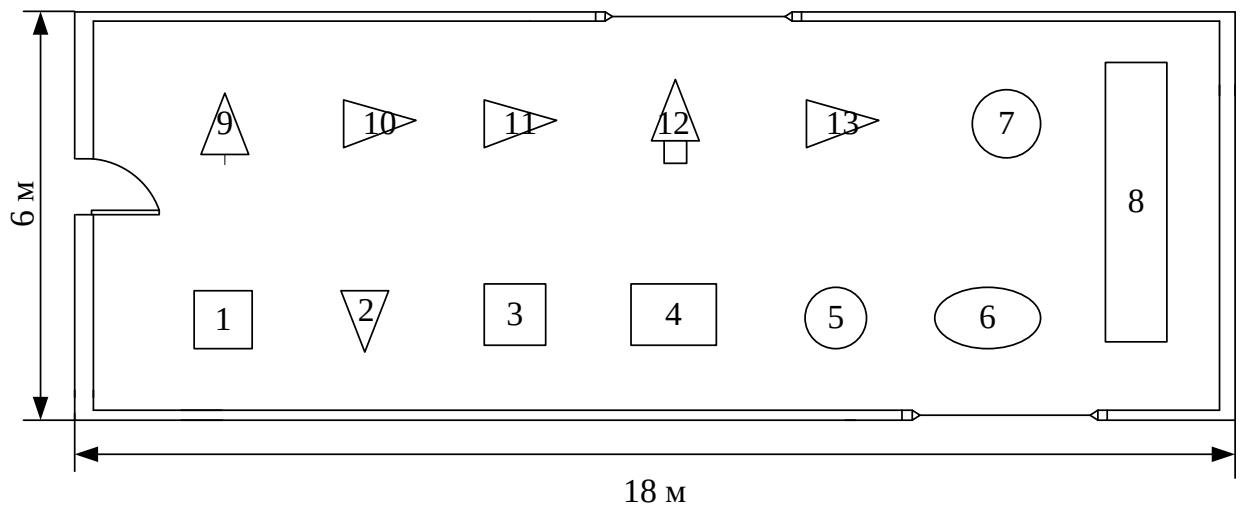
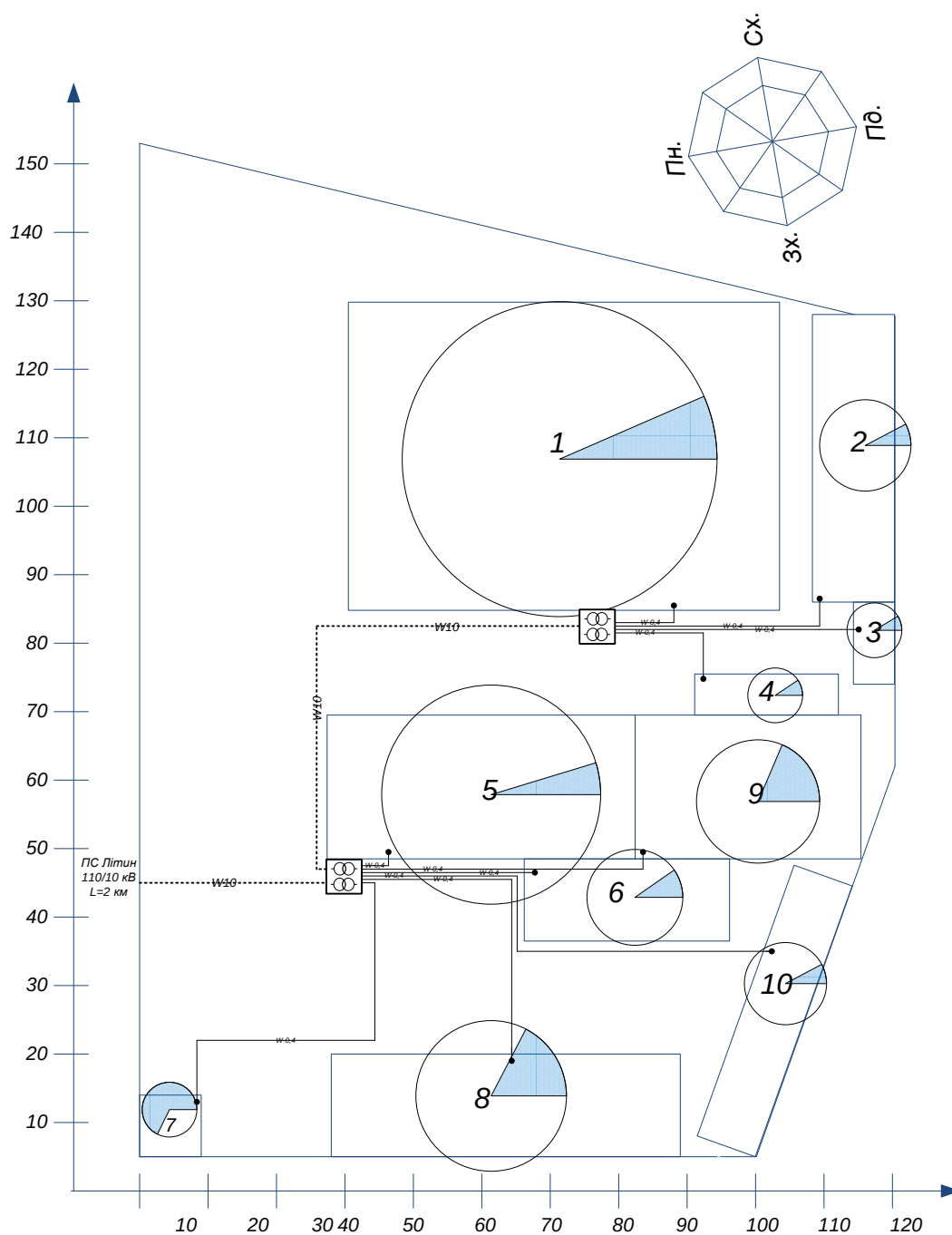


Рисунок А.2 – План інструментального цеху

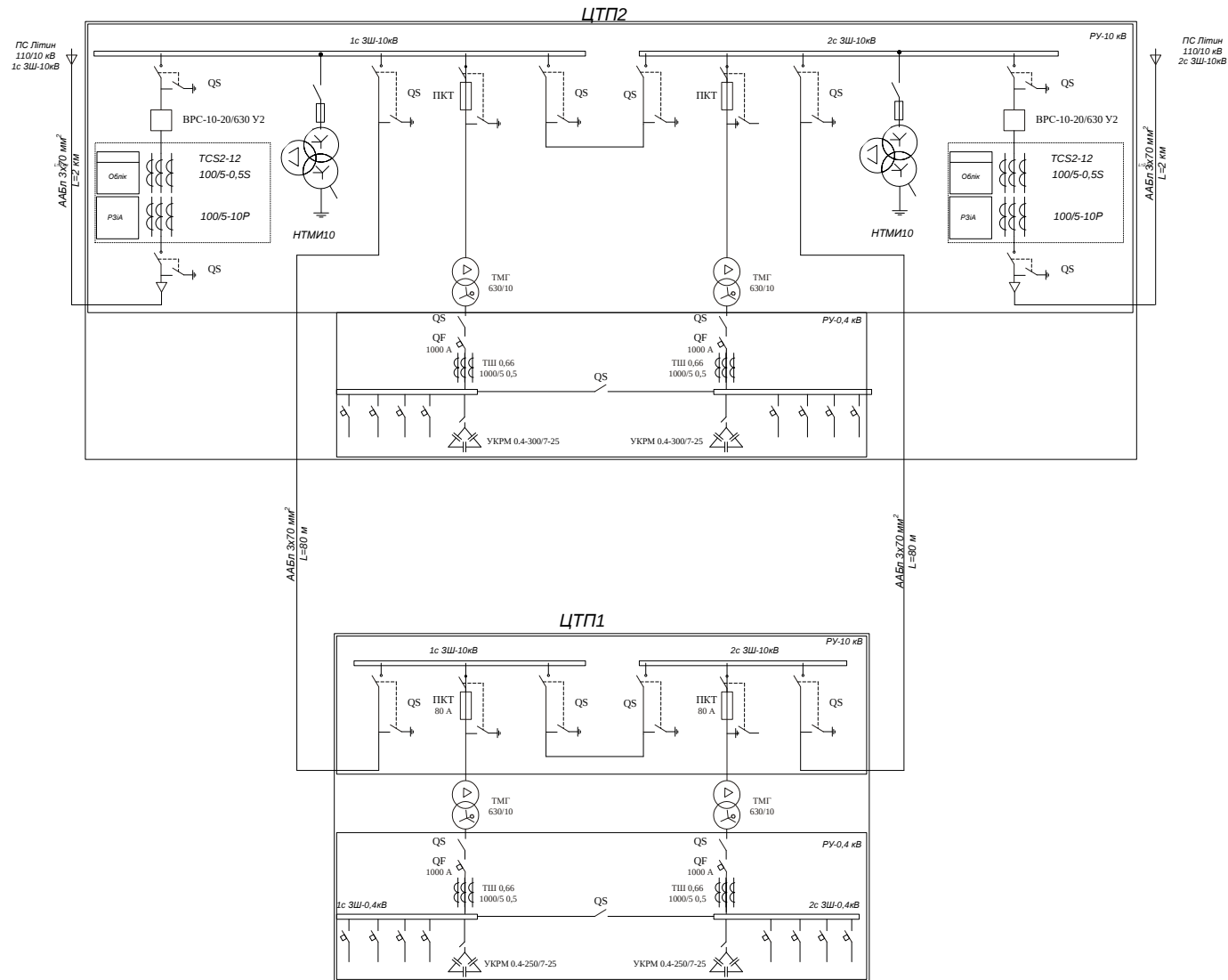
Таблиця А.2 – Відомості про електричні навантаження цеху

№	Найменування ЕП	Рн, кВт
1	Кривошипний прес	20
2	Вертикально-сверлильний станок	10
3	Кривошипний прес	15
4	Гідропрес	15
5	Горизонтально-фрезерний станок	10
6	Фрезерний станок	10
7	Станок горизонтально фрезерний	10
8	Токарно-револьверний станок	10
9	Шліфувальна лінія	70
10	Токарно-гвинторізний станок	15
11	Станок токарно-гвинторізний	5
12	Станок токарний з ЧПУ	15
13	Універсальний заточний станок	15

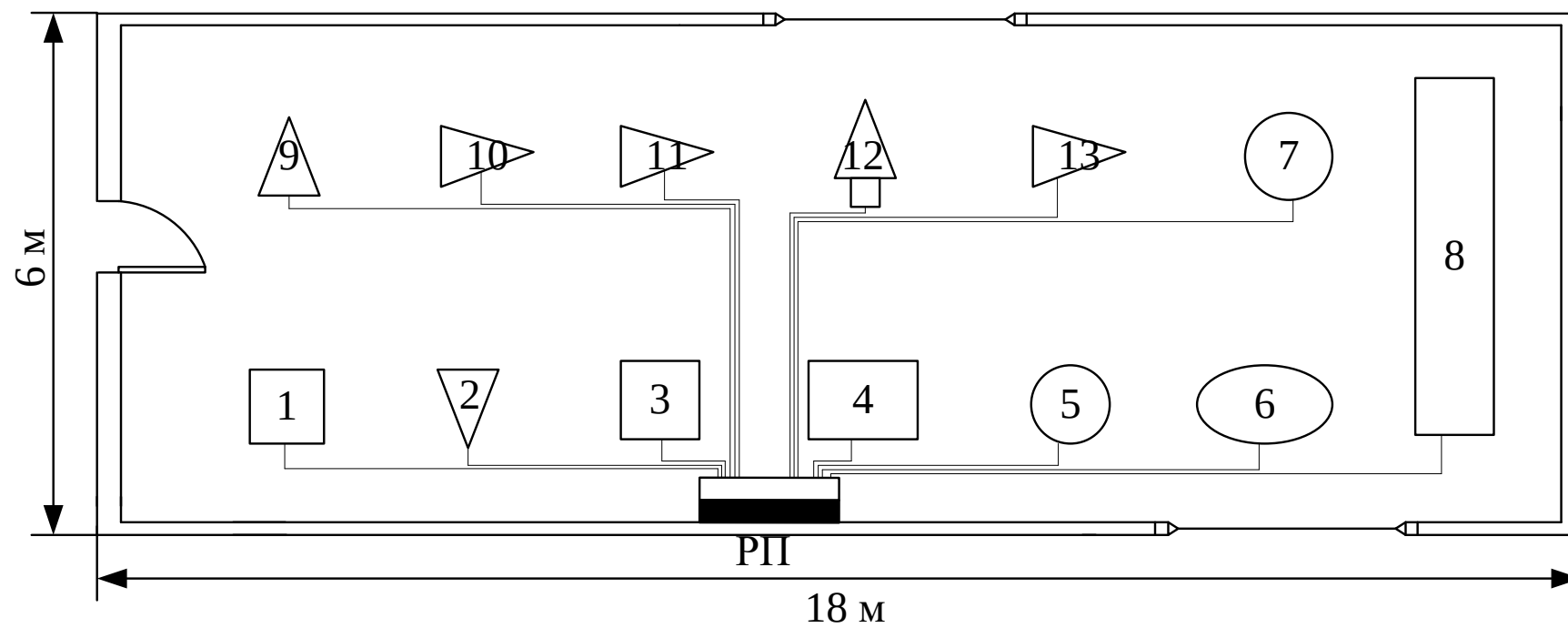
Додаток Б – Картограма навантажень підприємства



Додаток В – Однолінійна схема підприємства



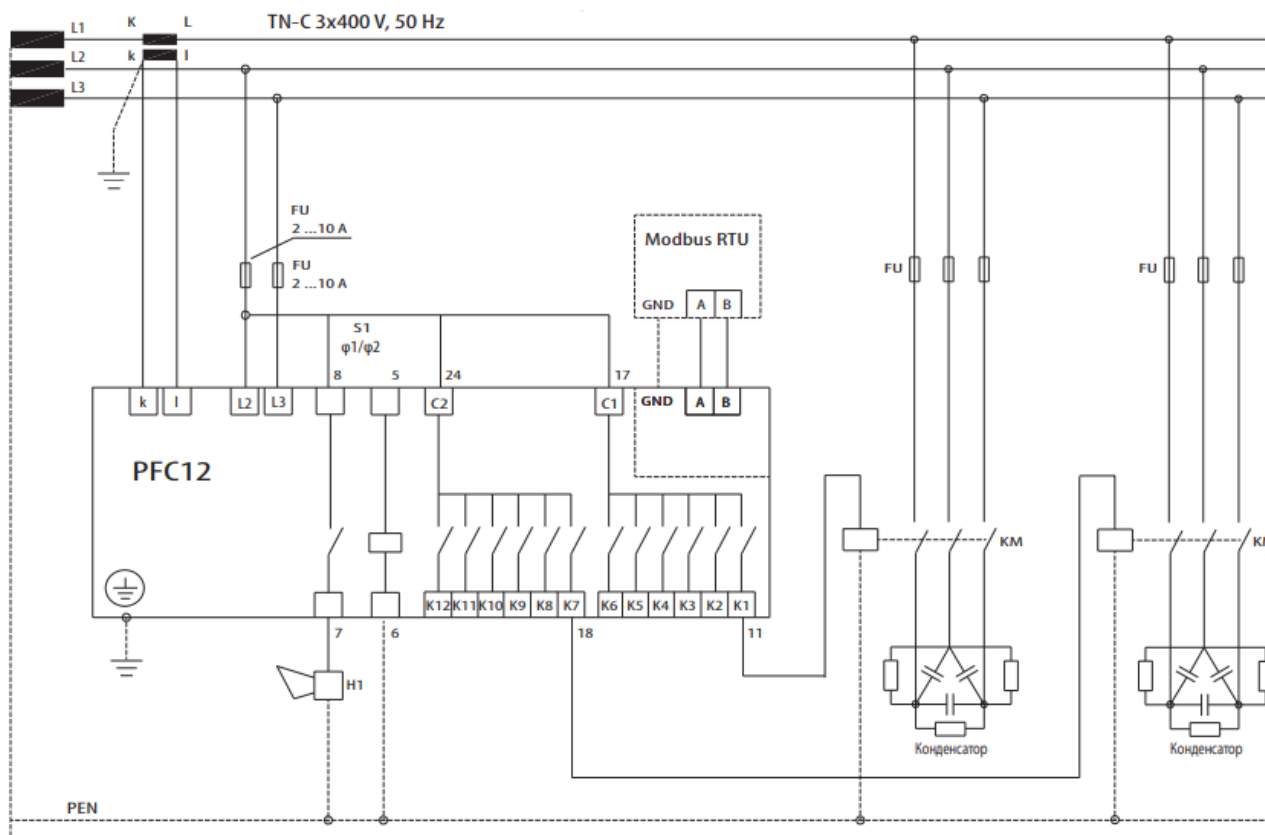
Додаток Г – План цеху



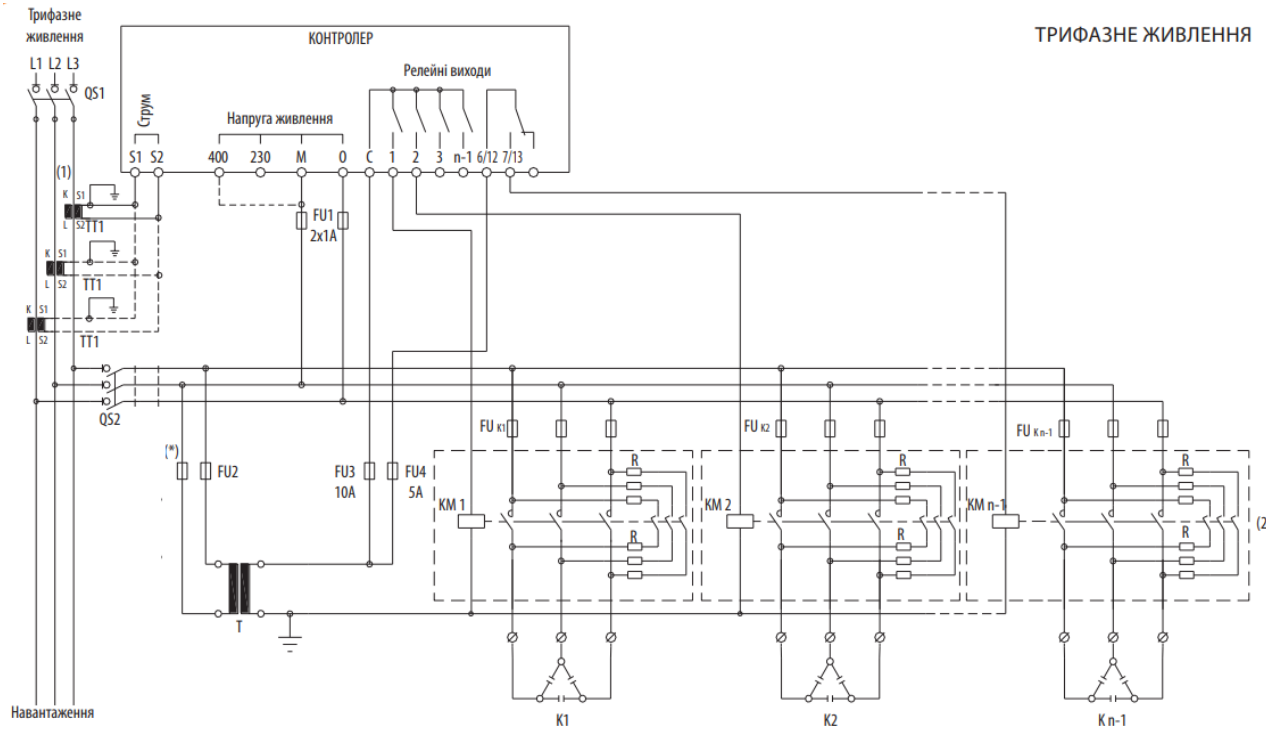
Додаток Д – Розрахунково-монтажна таблиця

ТП	Захист				Розподільча лінія			РП1	Захист				Розподільча лінія			ЕП		
	Тип АВ	Ін, А	Ін. розч., А	Іс.в., А	Ім, А	Прокладання	І доп, А		Тип АВ	Ін, А	Ін. розч., А	Іс.в., А	Ім, А	Прокладання	І доп, А	Р, кВт	Ім, А	
●	ЕВ 250/3Е 180А 3р	180	180	1800	165.2326158	в землі	200		ЕВ 100/3Л 40А 3р	40	40	400	33.8032	в повітрі	55	20	33.8032	Кривошипний прес
									ЕВ 100/3Л 20А 3р	20	20	200	16.9016	в повітрі	23	10	16.9016	Вертикально-сверлильний станок
									ЕВ 100/3Л 32А 3р	32	32	320	26.53158	в повітрі	39	15	26.53158	Кривошипний прес
									ЕВ 100/3Л 32А 3р	32	32	320	25.3524	в повітрі	39	15	25.3524	Гідропрес
									ЕВ 100/3Л 20А 3р	20	20	200	16.9016	в повітрі	23	10	16.9016	Горизонтально-сверлильний станок
									ЕВ 100/3Л 20А 3р	20	20	200	17.68772	в повітрі	23	10	17.68772	Фрезерний станок
									ЕВ 100/3Л 20А 3р	20	20	200	16.9016	в повітрі	23	10	16.9016	Станок горизонтально-фрезерний
									ЕВ 100/3Л 20А 3р	20	20	200	16.9016	в повітрі	23	10	16.9016	Токарно-револьверний станок
									ЕВ 100/3Л 100 3р	100	100	1000	88.4386	в повітрі	21	50	88.4386	Шліфувальна лінія
									ЕВ 100/3Л 32А 3р	32	32	320	25.3524	в повітрі	39	15	25.3524	Токарно-гвинторізний станок
									ЕВ 100/3Л 16А 3р	16	16	160	8.450799	в повітрі	23	5	8.450799	Станок токарно-гвинторізний

Додаток Е – Схема приєднання регулятора PFC



Додаток Є – Схема приєднання регулятора PFC 6DA / 8DB / 12DB



PFC - 6DB3 / 12DB3

Додаток Ж – Протокол перевірки роботи на наявність текстових
запозичень

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Розробка системи електропостачання товариства з обмеженою відповідальністю "Виробниче підприємство "Маріо"

Тип роботи: бакалаврська дипломна робота
(БДР, МКР)

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

Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 87,7% Схожість 12,3%

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 Unicheck щодо роботи.

Автор роботи _____ Міщенко О. В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник роботи _____ Лобода Ю. В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Додаток 3 – Презентаційні матеріали

Вінницький національний технічний університет
Факультет електроенергетики та електромеханіки
Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту

Доповідь
до бакалаврської дипломної роботи

Бакалавр
(освітньо-професійний рівень)

на тему: РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТОВАРИСТВА З
ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "ВІННИЦЬКИЙ ЗАВОД "ПНЕВМАТИКА"

Виконав: студент _2_ курсу, групи Е-206
Спеціальність 141 «Електроенергетика,
електротехніка
та електромеханіка»
Освітня програма "Електроенергетика та
електротехніка»

Міщенко О. В.

Керівник

Лобода Ю. В.

Вінниця – 2024 року

Актуальність роботи. Ефективне і надійне електропостачання є критично важливим фактором для забезпечення безперебійної роботи будь-якого виробничого підприємства. У сучасних умовах виробництва, що постійно розвивається, підприємства стикаються з необхідністю впровадження нових технологій та обладнання, які потребують стабільного і безпечного електропостачання. ТОВ "Виробниче підприємство "Маріо" є провідним вітчизняним виробником рушникосушарок і дизайн-радіаторів з нержавіючої сталі, яке використовує високотехнологічне обладнання та сучасні технології для забезпечення високої якості своєї продукції. З метою підвищення ефективності виробничих процесів та забезпечення стабільної роботи підприємства, актуальним є розробка оптимальної системи електропостачання.

Метою даної бакалаврської роботи є розробка ефективної та надійної системи електропостачання для ТОВ "Виробниче підприємство "Маріо", яка забезпечить безперебійне, безпечне та економічно ефективне електроживлення виробничих процесів, відповідно до сучасних нормативних вимог та стандартів.

Об'єктом даної роботи є система електропостачання ТОВ "Виробниче підприємство "Маріо".

Предметом дослідження даної дипломної роботи є система електропостачання ТОВ "Виробниче підприємство "Маріо", включаючи її проектування, вибір обладнання, розрахунок електричних навантажень, а також заходи з підвищення надійності, безпеки та енергоефективності.

Актуальність роботи. Ефективне і надійне електропостачання є критично важливим фактором для забезпечення безперебійної роботи будь-якого виробничого підприємства. У сучасних умовах виробництва, що постійно розвивається, підприємства стикаються з необхідністю впровадження нових технологій та обладнання, які потребують стабільного і безпечного електропостачання. ТОВ "Виробниче підприємство "Маріо" є провідним вітчизняним виробником рушникосушарок і дизайн-радіаторів з нержавіючої сталі, яке використовує високотехнологічне обладнання та сучасні технології для забезпечення високої якості своєї продукції. З метою підвищення ефективності виробничих процесів та забезпечення стабільної роботи підприємства, актуальним є розробка оптимальної системи електропостачання.

Метою даної бакалаврської роботи є розробка ефективної та надійної системи електропостачання для ТОВ "Виробниче підприємство "Маріо", яка забезпечить безперебійне, безпечне та економічно ефективне електроживлення виробничих процесів, відповідно до сучасних нормативних вимог та стандартів.

Об'єктом даної роботи є система електропостачання ТОВ "Виробниче підприємство "Маріо".

Предметом дослідження даної дипломної роботи є система електропостачання ТОВ "Виробниче підприємство "Маріо", включаючи її проектування, вибір обладнання, розрахунок електричних навантажень, а також заходи з підвищення надійності, безпеки та енергоефективності.

Однолінійна схема підприємства

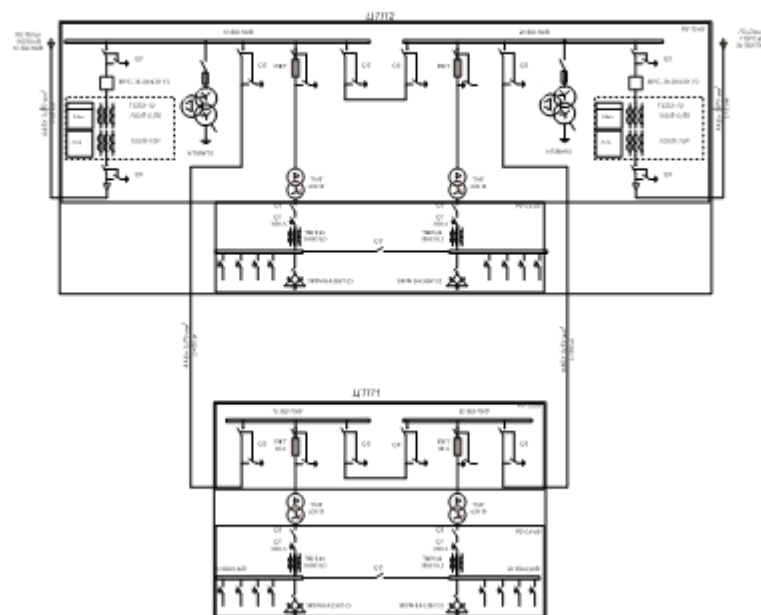


Схема приєднання регулятора PFC

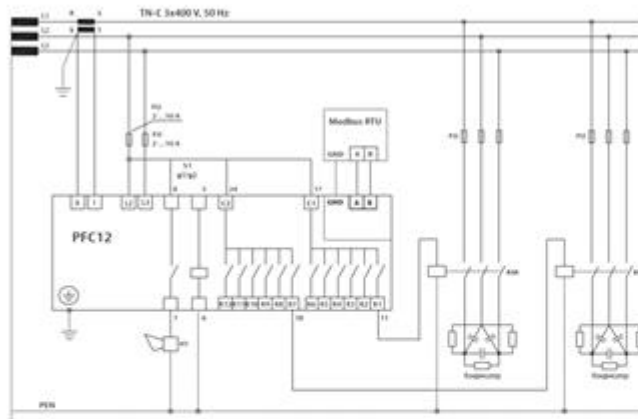
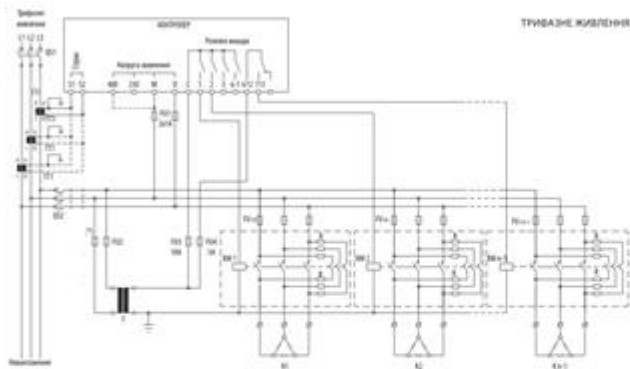


Схема приєднання регулятора PFC 6DA / 8DB / 12DB



PFC - 6DB3 / 12DB3

Зменшення втрат електроенергії в кабельних лініях за рахунок компенсації реактивної потужності

$$\Delta P_{\text{м.л}} = 3I_p^2 R_0 \cdot l \cdot 10^{-3}$$

КЛ	Sn, кВА	Тип, переріз КЛ	п. шт.	Ip, А	R, ом/км	L, км	ΔP, кВт	ΔW, кВт*год/рік
До встановлення КУ								
Система-ЦТП2	1476.09	ААБл 3х70	2	42.6614	0.443	2	9.6751125	20675.71548
ЦТП2-ЦТП1	718.64	ААБл 3х70	2	20.77	0.443	0.08	0.0917314	196.0301019
Загалом, кВт*год/рік								20871.74558
До встановлення КУ								
Система-ЦТП2	1059.87	ААБл 3х70	2	30.6322	0.443	2	4.9881708	10659.72104
ЦТП2-ЦТП1	504.45	ААБл 3х70	2	14.5793	0.443	0.08	0.0451982	96.58855952
Загалом, кВт*год/рік								10756.3096
Різниця, кВт*год/рік								10115.43598
Різниця, тис.грн/рік								57

Висновки

У ході виконання бакалаврської дипломної роботи було вирішено ряд завдань, спрямованих на розробку ефективної та надійної системи електропостачання ТОВ "Виробниче підприємство "Маріо". У роботі розглянуто наступні аспекти:

У першому розділі було наведено детальний опис основних характеристик підприємства, включаючи обсяг виробництва, типи продукції та специфіку технологічного процесу. Було проаналізовано енергетичні потреби підприємства з урахуванням режимів роботи обладнання та графіків навантаження.

У другому розділі виконано проектування системи електропостачання підприємства. Було обрано двофазову кабельну лінію 10 кВ марки ААБл 3х70 для живлення заводу. Також було визначено необхідність встановлення двох двотрансформаторних підстанцій з трансформаторами 630 кВА, одна з яких є прохідного типу, а інша — тупикового типу. Розроблено схеми підключення та розташування обладнання, враховуючи вимоги до надійності та безпеки електропостачання.

У третьому розділі проведено аналіз та розрахунок компенсації реактивної потужності на підприємстві. Було визначено величину плати за споживання реактивної потужності та розраховано втрати активної потужності, що виникають через перетоки реактивної потужності. Розроблено рекомендації щодо оптимізації системи компенсації для зменшення витрат електроенергії.

У четвертому розділі розглянуто заходи щодо забезпечення охорони праці на підприємстві