

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(повне найменування вищого навчального закладу)

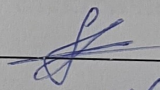
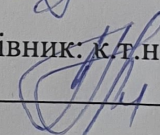
Факультет електроенергетики та електромеханіки
(повне найменування факультету)

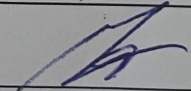
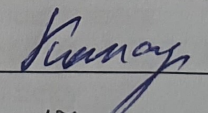
Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного
(повна назва кафедри)
менеджменту

Бакалаврська дипломна робота на тему:

**РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЩОДО ЗНИЖЕННЯ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В
СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «БАРЛІНЕК ІНВЕСТ»**

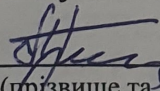
Виконав: студент 4-го курсу, групи Е-22м
спеціальності 141 – Електроенергетика,
електротехніка та електромеханік
(шифр і назва спеціальності)

 Галушко І.В.
(прізвище та ініціали)
Керівник: к.т.н., доц. каф. ЕСЕЕМ
 Бабенко О.В.
(прізвище та ініціали)
« 15 » 05 2024 р.

Рецензент 
 Клиш, В.І. з.т.н. проф.
(прізвище та ініціали)
« 17 » 06 2024 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ЕСЕЕМ

 проф. Бурбело М.Й.
(прізвище та ініціали)
« 17 » 06 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
Галушку Івану Вікторовичу

Тема роботи Розробка заходів щодо зниження втрат електроенергії в системі електропостачання товариства з обмеженою відповідальністю «Барлінек Інвест»

1. Керівник роботи Бабенко Олексій Вікторович, к.т.н., доцент затверджені наказом по ВНТУ від « 11 » березня 2024 року, № 80

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

3. Вихідні дані: генплан підприємства; відомості про електричні навантаження цехів (Додаток Б, В); 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.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки

Анотація

Вступ

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО

- 1.1 Історична довідка про підприємство
- 1.2 Технічні характеристики про підприємств
- 1.3 Оцінка категорії з надійності електропостачання

2. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА

- 2.1 Розрахунок електричних навантажень цеху
- 2.2 Вибір схеми цехової мережі
- 2.3 Вибір комутаційно-захисної апаратури та провідників цехової мережі
- 2.4 Розрахунок навантажень підприємства
- 2.5 Вибір цехових ТП та їх розміщення
- 2.6 Вибір і розміщення ЦРП
- 2.7 Вибір схеми та основних елементів заводської мережі

3. АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРИЙНЯТТЯ ОПТИМАЛЬНО ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

- 3.1 Вплив компенсації реактивної потужності на підвищення енергоефективності підприємства

3.2 Визначення оптимальної потужності компенсувальних пристроїв 0,38 кВ за критерію мінімуму затрат в СЕП

3.3 Розрахунок втрат в трансформаторі до і після вирівнювання графіка електричних навантажень

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.

4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта

4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

4.3 Пожежна безпека

Висновки.

Список літератури.

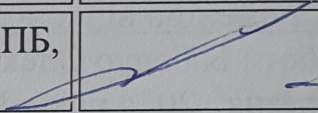
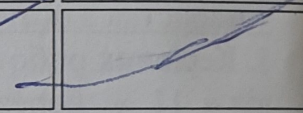
Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу

- Генплан підприємства

- Генплан цеху

6. Консультанти розділів роботи

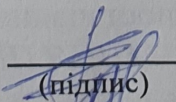
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Кобилянський О.В., зав. кафедри БЖДПБ, д.пед.н., професор		

7. Дата видачі завдання « 27 » 05 202_ року

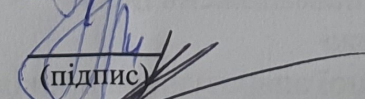
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Загальні відомості про підприємство	27.05-30.05	век
2	Розробка системи електропостачання підприємства	30.05-02.06	век
3	Автоматизація прийняття оптимально проєктних рішень	02.06-08.06	век
4	Охорона праці	08.06-11.06	век

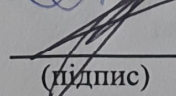
Студент


(підпис)

Керівник бакалаврської
дипломної роботи


(підпис)

Нормоконтроль


(підпис)

Галушко І.В.
(прізвище та ініціали)

Бабенко О.В.
(прізвище та ініціали)

Войтюк Ю.П.
(прізвище та ініціали)

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет електроенергетики та електромеханіки

(повне найменування факультету)

Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного

(повна назва кафедри)

менеджменту

Бакалаврська дипломна робота на тему:

**РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЩОДО ЗНИЖЕННЯ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В
СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «БАРЛІНЕК ІНВЕСТ»**

Виконав: студент 4-го курсу, групи Е-22мс
спеціальності 141 – Електроенергетика,
електротехніка та електромеханік

(шифр і назва спеціальності)

Галушко І.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. каф. ЕСЕМ

Бабенко О.В.

(прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2024 р.

Рецензент _____

(прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2024 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ЕСЕМ

проф. Бурбело М.Й.

(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
Галушку Івану Вікторовичу

Тема роботи Розробка заходів щодо зниження втрат електроенергії в системі електропостачання товариства з обмеженою відповідальністю «Барлінек Інвест»

1. Керівник роботи Бабенко Олексій Вікторович, к.т.н., доцент затверджені наказом по ВНТУ від « 11 » березня 2024 року, № 80

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

3. Вихідні дані: генплан підприємства; відомості про електричні навантаження цехів (Додаток Б, В); 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.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки

Анотація

Вступ

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО

1.1 Історична довідка про підприємство

1.2 Технічні характеристики про підприємств

1.3 Оцінка категорії з надійності електропостачання

2. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА

2.1 Розрахунок електричних навантажень цеху

2.2 Вибір схеми цехової мережі

2.3 Вибір комутаційно-захисної апаратури та провідників цехової мережі

2.4 Розрахунок навантажень підприємства

2.5 Вибір цехових ТП та їх розміщення

2.6 Вибір і розміщення ЦРП

2.7 Вибір схеми та основних елементів заводської мережі

3. АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРИЙНЯТТЯ ОПТИМАЛЬНО ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

3.1 Вплив компенсації реактивної потужності на підвищення енергоефективності підприємства

3.2 Визначення оптимальної потужності компенсувальних пристроїв 0,38 кВ за критерієм мінімуму затрат в СЕП

3.3 Розрахунок втрат в трансформаторі до і після вирівнювання графіка електричних навантажень

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.

4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта

4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

4.3 Пожежна безпека

Висновки.

Список літератури.

Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу

- Генплан підприємства

- Генплан цеху

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання « 27 » 05 202_ року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Загальні відомості про підприємство	27.05-30.05	
2	Розробка системи електропостачання підприємства	30.05-02.06	
3	Автоматизація прийняття оптимально проєктних рішень	02.06-08.06	
4	Охорона праці	08.06-11.06	

Студент

_____ (підпис)

Керівник бакалаврської
дипломної роботи

_____ (підпис)

Нормоконтроль

_____ (підпис)

Галушко І.В.

(прізвище та ініціали)

Бабенко О.В.

(прізвище та ініціали)

Войтюк Ю.П.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Галушко І.В. Розробка заходів щодо зниження втрат електроенергії в системі електропостачання товариства з обмеженою відповідальністю «Барлінек Інвест». Бакалаврська робота. 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. ФЕЕМ. Кафедра ЕСЕМ – Вінниця: ВНТУ, 2024.

Бакалаврська дипломна робота містить 66 сторінок формату А4, 9 рисунків та 18 таблиць.

Метою роботи є розробка заходів для зменшення втрат електроенергії в системі електропостачання, вибір та перевірка комутаційно-захисної апаратури, проводників цехової і заводської мереж, а також визначення місць розташування трансформаторних підстанцій. У загальній частині роботи представлено інформацію про підприємство, а також виконано розрахунок електричних навантажень, визначено потужність і місця розташування цехових трансформаторних підстанцій, обрано параметри ліній, а також захисних апаратів. У науковій частині досліджено процес компенсації реактивної потужності (КРП) в системі електропостачання підприємства і розраховано зниження втрат активної потужності в лініях та трансформаторах після КРП. Четвертий розділ присвячено заходам з охорони праці на підприємстві. Вирішено питання безпечної експлуатації об'єкта, гігієни праці та виробничої санітарії, а також вжито заходів щодо пожежної безпеки.

Ключові слова: трансформаторна підстанція, кабельна лінія, комплектна конденсаторна установка.

ABSTRACT

Galushko I.V. Development of measures to reduce electricity losses in the power supply system of the limited liability company "Barlinek Invest". Bachelor work. 141 – Power engineering, electrical engineering and electromechanics. FEEEM. ESEEM Department - Vinnytsia: VNTU, 2024. The bachelor thesis contains 66 pages of A4 format, 9 figures and 18 tables.

The purpose of the work is to develop measures to reduce electricity losses in the power supply system, select and check switching and protective equipment, conductors of shop and factory networks, as well as determine the locations of transformer substations. In the general part of the work, information about the enterprise is presented, the calculation of electrical loads is performed, the power and locations of the workshop transformer substations are determined, and the parameters of lines and protective devices are selected. In the scientific part, the process of compensation of reactive power (KRP) in the power supply system of the enterprise was investigated and the reduction of active power losses in lines and transformers after KRP was calculated. The fourth section is devoted to occupational health and safety measures at the enterprise. The issue of safe operation of the facility, occupational hygiene and industrial sanitation was resolved, and fire safety measures were taken.

Keywords: transformer substation, cable line, complete capacitor unit.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО.....	6
1.1 Загальні відомості про підприємство	6
1.2 Технічні характеристики про підприємство.....	7
1.3 Оцінка категорії з надійності електропостачання.....	9
РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА.....	12
2.1 Розрахунок електропостачання цеху.....	12
2.2 Вибір схеми цехової мережі	16
2.3 Вибір комутаційно-захисної апаратури та провідників цехової мережі.....	16
2.4 Розрахунок навантажень підприємства	19
2.5 Вибір цехових ТП та їх розміщення.....	22
2.6 Вибір і розміщення ЦРП.....	23
2.7 Вибір схеми та основних елементів заводської мережі.....	27
2.8 Висновки до розділу.....	29
РОЗДІЛ 3 ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА.....	30
3.1 Вплив компенсації реактивної потужності на підвищення енергоефективності підприємства	30
3.2 Види КРП.....	31
3.3 Балансова задача КРП	35
3.4 Розрахунок компенсації реактивної потужності в мережах ТОВ «Барлінек Інвест».....	36
3.5 Зниження втрат електроенергії в системі електропостачання внаслідок компенсації реактивної потужності	38
3.6 Висновки до розділу.....	42
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	43
4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта.....	43

4.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць в пожежонебезпечних зонах	43
4.1.2 Електробезпека.....	46
4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії.....	47
4.2.1 Мікроклімат.....	47
4.2.2 Склад повітря робочої зони.....	48
4.2.3 Виробниче освітлення.....	49
4.2.4 Виробничий шум.....	49
4.3 Пожежна безпека.....	50
ВИСНОВКИ.....	54
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	55
ДОДАТКИ.....	58
Додаток А Вихідні дані.....	59
Додаток Б Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень	62
Додаток В Графічна частина.....	63

ВСТУП

Актуальність теми: Проєктні рішення на ТОВ «Барлінек Інвест» повинні відповідати вимогам надійності, економічності, зручності та безпеки експлуатації, а також забезпечувати відповідну якість електричної енергії (рівень напруги, стабільність частоти тощо). Надійність електропостачання гарантується вибором найбільш досконалих електричних апаратів, а також силових трансформаторів, кабельно-провідникової продукції та відповідністю електричних навантажень у нормальних і аварійних режимах номінальним навантаженням цих елементів, застосуванням структурного резервування, пристроїв автоматики та релейного захисту [1].

Мета роботи: Розробити заходи щодо зниження втрат електроенергії в системі електропостачання підприємства, здійснити вибір та перевірку комутаційно-захисної апаратури, проводників цехової і заводської мереж, а також вибір і розташування трансформаторних підстанцій.

Об'єкт дослідження: Система електропостачання ТОВ «Барлінек Інвест».

Предмет дослідження: Втрати активної потужності в системі електропостачання ТОВ «Барлінек Інвест».

Завдання наукового дослідження: Основними завданнями при виконанні роботи є розробка технічних рішень для підвищення ефективності електропостачання на підприємстві.

Методи розрахунку. У бакалаврській роботі було застосовано новітні методи проектування систем електропостачання, а також фундаментальні закони фізики, електротехніки і методи математичного аналізу.

Практична цінність: Обґрунтовано ефективність впровадження компенсації реактивної потужності в системі електропостачання підприємства для зниження втрат активної енергії в її елементах.

Апробація результатів бакалаврської дипломної роботи: Основні теоретичні положення та найвагоміші практичні результати роботи було опубліковано в тезах доповіді [2].

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО

1.1 Загальні відомості про підприємство Барлінек Інвест

Barlinek Invest — це дочірнє підприємство польської компанії Barlinek S.A., одного з найбільших європейських виробників дерев'яних підлогових покриттів. Основний завод Barlinek Invest розташований у Вінниці, Україна, і був заснований для розширення виробничих потужностей групи Barlinek та обслуговування ринків Східної Європи та інших регіонів.

Історія та розташування

1. Заснування та розвиток: Barlinek S.A. має багаторічний досвід у виробництві дерев'яних підлог. Завод у Вінниці був відкритий у 2007 році як стратегічний крок для розширення виробництва і зменшення витрат на логістику.

2. Інвестиції та інновації: Від початку роботи в Україні компанія інвестувала значні кошти в модернізацію виробництва, впровадження сучасних технологій та забезпечення високих стандартів екологічності та якості продукції.



Рисунок 1.1 – Фото головного виробничого корпусу

Виробництво та продукція

Асортимент продукції: Barlinek виробляє широкий спектр дерев'яних підлогових покриттів, включаючи багатошарові паркетні дошки (інженерний

паркет), масивну дошку та ламіновані підлоги. Продукція відома своєю високою якістю, довговічністю та екологічністю.

Технологічні процеси: Завод використовує сучасні технології для виробництва дерев'яних підлог, включаючи автоматизовані лінії обробки деревини, системи контролю якості та екологічно чисті методи обробки. Виробничий процес включає кілька етапів: підготовку сировини, обробку деревини, складання багат шарових дощок, фінішну обробку та пакування.

Екологічність та сертифікація

Екологічна відповідальність: Barlinek приділяє велику увагу екологічній відповідальності. Підприємство використовує деревину з сертифікованих лісів та впроваджує практики стійкого лісокористування. Всі відходи виробництва також максимально переробляються або використовуються для виробництва енергії.

Сертифікати якості: Продукція Barlinek має міжнародні сертифікати якості, включаючи FSC (Forest Stewardship Council), що підтверджує відповідність високим стандартам екологічності та стійкості.

1.2 Технічні характеристики про підприємство

Живлення здійснюється від ПС 35/10 що знаходиться на відстані 1,5 км від підприємства.

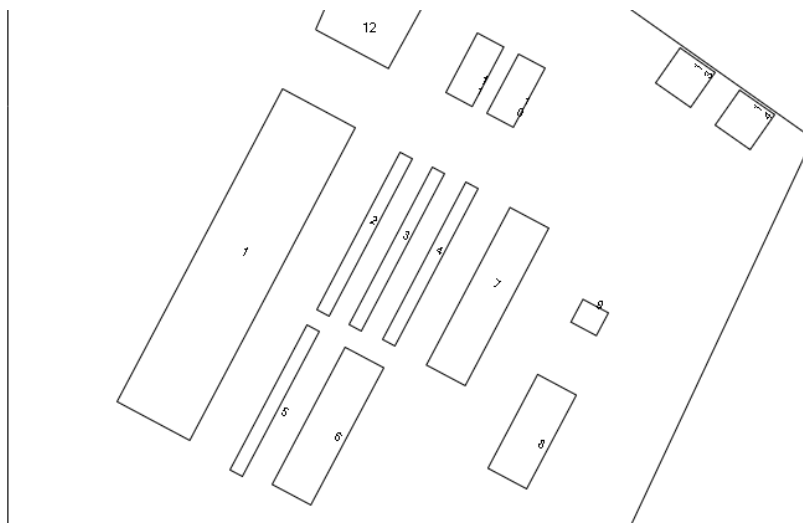


Рисунок 1.2 - Генплан підприємства

Таблиця 1.1 - Вхідні дані про електричні навантаження заводу

Номер	Споживачі	Р _н кВт
1	Головний виробничий корпус	650
2	Блок 8-ми сушильних камер № 1	300
3	Блок 8-ми сушильних камер № 2	300
4	Блок 8-ми сушильних камер № 3	300
5	Блок 8-ми сушильних камер № 4	300
6	Склад проміжного зберігання № 1	10
7	Склад проміжного зберігання № 2	10
8	Адміністративний корпус	16
9	Млин	90
10	Склад палива для котельні	10
11	Котельня	110
12	Розпилочний цех	120
13	Деревообробний цех	130
14	Столярний цех	140

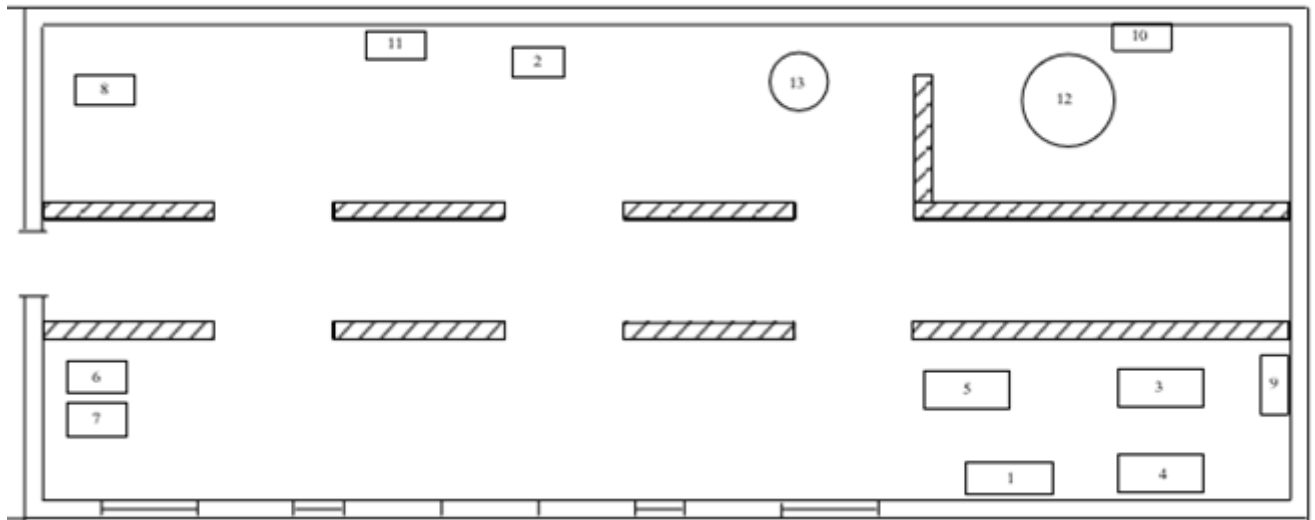


Рисунок 1.3 - План столярного цеху

Таблиця 1.2 – Відомості про електричні навантаження цеху

№ на плані	Назва обладнання	P_n , кВт
1	Станок фугувальний	4
2	Станок ударний	2
3,4,5	Станок круглопильний	4
6,7	Станок свердлильний	1,5
8	Станок шліфувальний	4
9,10	Витяжка	22
11	Станок вертикальний	4
12	Сушильна камера	12
13	Компресор фарбувальний	3

1.3 Оцінка категорії з надійності електропостачання

Основною вимогою проектування ЕПС є забезпечення надійності електропостачання споживачів [2]. Надійність електропостачання досягається за рахунок відповідних умов навколишнього середовища, вибору сучасного електрообладнання, силових трансформаторів, кабельно-провідникової продукції, відповідності електричних навантажень номінальним значенням у нормальному та аварійному режимах, використання структурного резервування, засобів автоматизації та релейного захисту [1].

Існують два підходи до оцінки надійності ЕПС. Перший базується на вимогах Правил улаштування електроустановок (ПУЕ), а другий - на теоретичному аналізі. Ці підходи взаємопов'язані, оскільки практичні рекомендації ПУЕ ґрунтуються на висновках теоретичних досліджень.

Надійність визначається як здатність ЕПС виконувати задану функцію, зберігаючи при цьому експлуатаційні характеристики в межах, встановлених нормативними документами. Для простих об'єктів надійність визначається

інтуїтивно на основі досвіду, тоді як для складних ЕПС такої суб'єктивної оцінки недостатньо.

Відмова - це втрата працездатності частини або елемента системи. Відмови можуть бути повними або частковими, раптовими або поступовими, стабільними або нестабільними, явними або прихованими, конструктивними, технічними або експлуатаційними. Відновлення - це заходи, спрямовані на підвищення рівня працездатності шляхом ремонту або заміни обладнання.

Основні причини виходу з ладу силових трансформаторів містять: порушення ізоляції обмоток через зовнішні або внутрішні перенапруги, старіння, короткі замикання, виробничі дефекти, перевантаження, пошкодження регулятора, контактних з'єднань, входу трансформатора через перекриття ізоляції, зниження рівня масла.

Основні причини несправності вимикачів містять: несправність приводу, перегорання контактів, знос дугогасильних камер, заводські дефекти, неправильні дії персоналу при перемиканнях. Однофазні замикання на землю в мережах напругою 6-35 кВ супроводжуються електричною дугою, що призводить до перенапруг, пробою діелектрика та виходу з ладу ізоляторів.

Техніко-економічне порівняння варіантів передбачає однаковість технічних показників, наприклад, надійності електропостачання. Якщо показники відрізняються, варіант повинен бути приведений до однакового технічного ефекту (правило "ідентичності ефекту").

Порівняння варіантів надійності за правилом "ідентичності ефекту" здійснюється двома способами:

а) прямий метод - визначення додаткових витрат на досягнення значень технічних показників іншого варіанту і включення їх у капітальні або ж річні витрати базового варіанту;

б) непрямий метод - визначення можливих втрат через недостатні технічні показники.

Для аналізу ефективності ЕПС з використанням різних показників надійності зазвичай застосовується другий підхід.

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА

2.1 Розрахунок електропостачання цеху

Електроприймачі столярного цеху (ЕП) живиться від 2 розподільних пунктів РП 1,2. РП підключений до підстанції ТР (рисунок 2.1).

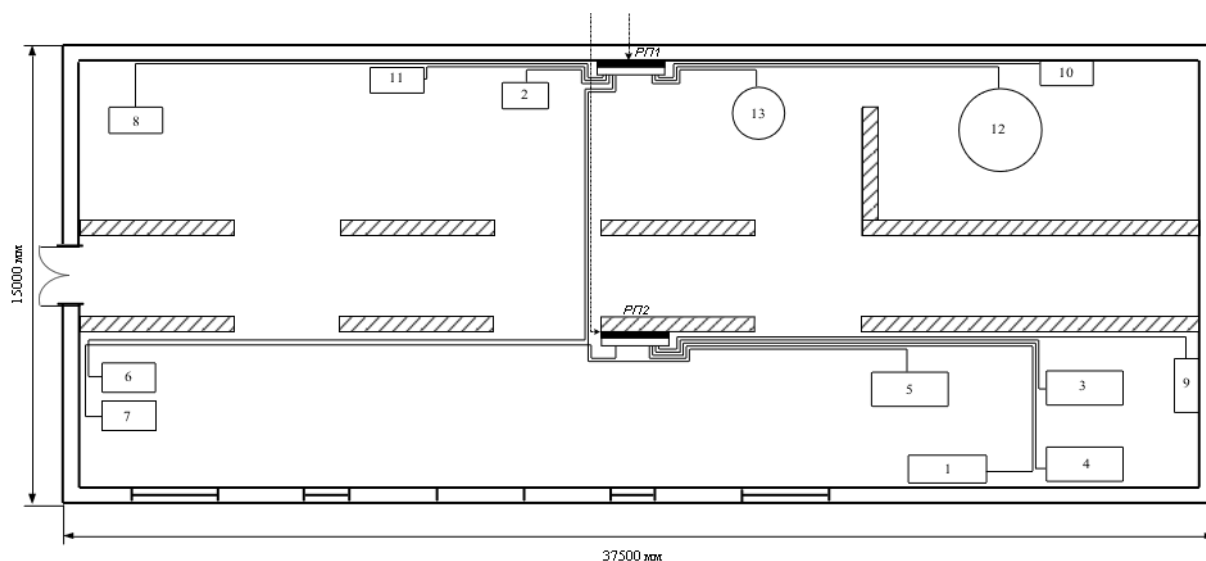


Рисунок 2.1 – План електропостачання цеху

Розрахунок зробимо в табличній формі (форма Ф636-92) згідно з РТМ 36.18.32.4-92.

Розрахункові навантаження електроприймачів (ЕП) або ліній, від яких живляться два чи три ЕП (І рівень), приймаються рівними номінальним [1]:

$$P_p = P_n, \quad Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg} \varphi_n; \quad (2.1)$$

де P_n - активна номінальна потужність ЕП, кВт;

$\operatorname{tg} \varphi_n$ - значення номінального коефіцієнта реактивної потужності.

Номінальні величини встановлюються відповідно до паспортних даних електроприймачів (ЕП). Якщо паспортні дані не доступні, використовують

коефіцієнт $\operatorname{tg}\varphi_H = 0,75$ - для ЕП тривалого режиму роботи і $\operatorname{tg}\varphi_H = 0,87$ - для ЕП повторно-короткочасного.

Для ЕП повторно-короткочасного режиму потужність визначається як потужність у тривалому режимі роботи.:

$$P_H = P_{\text{пасп.}} \cdot \sqrt{T_{\text{ПВ.пасп}}} ; \quad (2.2)$$

де $P_{\text{пасп.}}$, $T_{\text{ПВ.пасп}}$ - паспортні номінальна потужність та відносна тривалість повторного ввімкнення відповідно, кВт, с.

Розрахункові навантаження для мереж живлення напругою до 1 кВ визначають за формулами вказаними нижче:

$$P_P = K_P \cdot \sum_{i=1}^n k_{Bi} \cdot P_{Hi} ; \quad (2.3)$$

$$Q_P = \begin{cases} 1,1 \cdot \sum_{i=1}^n k_{Bi} \cdot P_{Hi} \operatorname{tg}\varphi_{Ci}, & \text{при } n_e \leq 10, \\ \sum_{i=1}^n k_{Bi} \cdot P_{Hi} \operatorname{tg}\varphi_{Ci}, & \text{при } n_e > 10; \end{cases} \quad (2.4)$$

Для магістральних шинопроводів:

$$P_P = K_P \cdot \sum_{i=1}^n k_{Bi} \cdot P_{Hi} ;$$

$$Q_P = K_P \cdot \sum_{i=1}^n k_{Bi} \cdot P_{Hi} \operatorname{tg}\varphi_{Ci} ; \quad (2.5)$$

де K_P - коефіцієнт розрахункового максимуму активної потужності;

n_a - ефективне число ЕП;

$\operatorname{tg}\varphi_C$ - усереднені значення $\operatorname{tg}\varphi$ для даного типу ЕП.

Значення K_P можна визначити із [1].

Груповий коефіцієнт використання і ефективне число ЕП визначаються за формулами (2.6) (2.7):

$$K_B = \frac{\sum_{i=1}^n k_{Bi} \cdot P_{Hi}}{\sum_{i=1}^n P_{Hi}} ; \quad (2.6)$$

$$n_e = \frac{\left(\sum_{i=1}^n P_{Hi} \right)^2}{\sum_{i=1}^n P_{Hi}^2} ; \quad (2.7)$$

Розрахункове значення n_e округляється до найближчого меншого цілого числа.

За [6] таблицею 1 визначаємо коефіцієнт максимуму $K_p = f(K_B; n_e)$.

Знаходимо значення розрахункової повної потужності:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} ; \quad (2.9)$$

Знаходимо розрахунковий струм:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3}U_H}. \quad (2.10)$$

де U_H – номінальна напруга, кВ.

Розрахункові навантаження:

Усі розрахунки електричних навантажень цехової мережі заносимо у таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 - Розрахунок електричних навантажень цехової мережі

Найменування ЕП	п, шт	P _н , кВт	п·P _н , кВт	K _в	cos φ	tg φ	P _с , кВт	Q _с , квар	п·P _н ²	пe	K _р	P _р , кВт	Q _р , кВАр	S _р , кВА	I _р , А
РП1															
Станок ударний (2)	1	2	2	0,2	0,7	1,02	0,4	0,41	4						4,93
Станок кругло пильний (5)	1	4	4	0,45	0,6	1,33	1,8	2,39	16						12,20
Станок свердильний (6)	1	1,5	1,5	0,2	0,7	1,02	0,3	0,31	2,25						4,07
Станок шліфувальний (8)	1	4	4	0,45	0,6	1,33	1,8	2,39	16						11,25
Витяжка (10)	1	22	22	0,57	0,76	0,86	12,54	10,78	484						47,81
Станок вертикальний (11)	1	4	4	0,3	0,8	0,75	1,2	0,90	16						8,73
Сушильна камера (12)	1	12	12	0,8	0,9	0,48	9,6	4,61	144						22,26
Компресор фарбувальний (13)	1	3	3	0,5	0,8	0,75	1,5	1,13	9						6,26
всього РП-1	8		52,5	0,56			29,14	22,92	691,25	4	1,156	33,69	25,21	42,08	63,93
РП2															
Станок фугувальний (1)	1	4	4	0,2	0,7	1,02	0,8	0,82	16						9,65
Станок кругло пильний (3,4)	2	4	8	0,45	0,6	1,33	3,6	4,79	32						12,20
Станок свердильний (7)	1	1,5	1,5	0,2	0,7	1,02	0,3	0,31	2,25						4,07
Витяжка (9)	1	22	22	0,57	0,76	0,86	12,54	10,78	484						47,81
всього РП-2	5		35,5	0,49			17,24	16,69	534,25	2	1,638	28,24	18,36	33,68	51,18
Всього навантаження цеху	13		88	0,53			46,38	39,61	1225,5	6	1,109	51,44	43,58	67,41	102,42

2.2 Вибір схеми цехової мережі

Оскільки радіальні схеми забезпечують високу надійність електропостачання, обираємо радіальну схему цехової мережі, як це показано на рисунку 2.1. Розподільний пункт (РП) столярного цеху підключається до трансформаторної підстанції (ТП) за допомогою кабелів типу АВВГ, прокладених у землі. Приєднання під РП до електричного приймача (ЕП) здійснюється провідником типу АПВ, розміщеним у трубі.

2.3 Вибір комутаційно-захисної апаратури та провідників цехової мережі

При виборі автоматичних вимикачів повинні виконуватись такі умови:

$$I_{H.RO3Ч} \geq K_{BIDC} I_P; \quad (2.11)$$

$$I_{H.BIDK} \geq I_{K.max}^{(3)}; \quad (2.12)$$

$$I_{C.B} \geq K_H \cdot I_P; \quad (2.13)$$

де $I_{H.RO3Ч}$ - значення номінального струму розчіплювача, А;

$I_{C.B}$ - значення струму спрацювання відсічки, А;

K_{BIDC} - коефіцієнт відстроювання, який визначається з умов надійності відстроювання захисту від перевантажень та його неспрацювання (повернення) при (після) пуску або ж само запуску;

I_M - розрахункове значення струму окремого ЕП чи РП в цілому при $U_H = 0,38$ кВ;

K_H - коефіцієнт надійності для відстроювання струмової відсічки;

I_P - пусковий струм, А;

$I_{H.BIDK}$ - номінальне значення струму спрацювання відключення, А;

$I_{K.max}^{(3)}$ - струм трифазного КЗ, А.

Розрахунковий струм для лінії визначається за формулою:

$$I_{PEП} = \frac{S_{PEП}}{\sqrt{3}U_H};$$

Піковий струм визначаємо за формулою:

$$I_{II} = I_M - K_B I_{H.max} + I_{II.max}; \quad (2.14)$$

де $I_{H.max}$, $I_{II.max}$ - номінальний і піковий значення струмів найбільш потужного ЕП, А;

K_B - коефіцієнт використання для найбільш потужного ЕП.

$$I_{H.max} = \frac{P_{H.max}}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot \cos\varphi}; \quad (2.15)$$

$$I_{II.max} = 5 \cdot I_{H.max}; \quad (2.16)$$

Перевірка вимикачів за умовою $I_{H.ВІДК} \geq I_{K.max}^{(3)}$ буде здійснена далі у розділі розрахунку струмів КЗ в мережах з напругою до 1000 В.

Відповідно до вимог ПУЕ, обираємо такі способи прокладання кабельних ліній: від ТП до РП-1 та РП-2 прокладання кабелю з алюмінієвими жилами марки АВВГ у кабельних каналах.

Вибираємо переріз проводів з умови:

$$I_{доп} \geq \begin{cases} I_p - \text{для нормальних приміщень;} \\ 1,25 \cdot I_p - \text{для вибухонебезпечних приміщень.} \end{cases} \quad (2.17)$$

Перевіримо втрати напруги на найбільш віддаленому споживачу:

$$\Delta U = \frac{P_M R_{ПИТ} + Q_M X_{ПИТ}}{U_{НОМ}} \cdot l; \quad (2.18)$$

де $R_{\text{ПІТ}}$, $X_{\text{ПІТ}}$ - погонні опори ліній, які беруться з [1, таблиця Д.2]; l – довжина провідника від РП до ЕП.

Відхилення напруги провідників повинно не перевищувати 5-7,5%.

Обираємо переріз для всіх провідників. Результати розрахунків заносимо в таблицю 2.2. і 2.3

Таблиця 2.2 – Вибір комутаційно-захисної апаратури

Лінія	Розрахункові величини				Тип захистного апарата	Технічні дані автоматів		
	I_p, A	I_n, A	$I_n, \text{розч}, A$	$I_{\text{св}}$		$I_{\text{ном.в}}, A$	$I_n, \text{розч}, A$	$I_{\text{св}}, A$
ТП4-РП1	63,93	113,4	70,32	170,1	ЕВ 100/3L 160А 3р	160	100,8	302
РП1-ЕП 2	4,93	14,8	4,93	31,08	ЕВ 100/3L 25А 3р	25	16	44
РП1-ЕП 5	12,20	36,61	12,20	76,88	ЕВ 100/3L 25А 3р	25	16	87,5
РП1-ЕП 6	4,07	20,35	4,07	42,73	ЕВ 100/3L 25А 3р	25	16	44,1
РП1-ЕП 8	11,25	33,76	11,25	70,903	ЕВ 100/3L 25А 3р	25	16	87,5
РП1-ЕП 10	47,81	76,71	47,81	161,09	ЕВ 100/3L 100А 3р	100	50	350
РП1-ЕП 11	8,73	43,66	8,73	91,68	ЕВ 100/3L 25А 3р	25	16	100
РП1-ЕП 12	22,26	66,78	22,26	140,25	ЕВ 100/3L 25А 3р	25	25	175
РП1-ЕП 13	6,26	31,31	6,26	65,74	ЕВ 100/3L 25А 3р	25	8	80
ТП4-РП2	51,18	100,64	56,30	150,96	ЕВ 100/3S 160А 3р	160	100,8	302
РП2-ЕП 1	9,65	48,23	9,65	101,29	ЕВ 100/3S 25А 3р	25	16	125
РП2-ЕП 3,4	12,20	36,61	12,20	76,882	ЕВ 100/3S 25А 3р	25	16	87,5
РП2-ЕП 7	4,07	20,35	4,07	42,732	ЕВ 100/3S 25А 3р	25	16	44,1
РП2-ЕП 9	47,81	76,71	47,81	161,09	ЕВ 100/3S 100А 3р	100	50	350

Таблиця 2.3 – Вибір провідників

Лінія	I_p , А	Тип провідника	Спосіб прокладки	S , мм ²	$I_{доп}$, А	L , м	ΔU , В	$R_{пит}$	$X_{пит}$
ТП4-РП1	63,93	АВВГ	В траншеї	4х35	128,8	79	8,06	1,1	0,068
РП1-ЕП 2	4,93	АПВ	В кабельному каналі	4(1х2,5)	19	4	0,04	9,61	0,098
РП1-ЕП 5	12,2	АПВ	В кабельному каналі	4(1х2,5)	24	26	1,20	9,61	0,098
РП1-ЕП 6	4,07	АПВ	В кабельному каналі	4(1х2,5)	19	27	0,21	9,61	0,098
РП1-ЕП 8	11,25	АПВ	В кабельному каналі	4(1х2,5)	19	17	0,78	9,61	0,098
РП1-ЕП 10	47,81	АПВ	В кабельному каналі	4(1х25)	70	13	0,69	1,54	0,072
РП1-ЕП 11	8,73	АПВ	В кабельному каналі	4(1х2,5)	19	6	0,18	9,61	0,098
РП1-ЕП 12	22,26	АПВ	В кабельному каналі	4(1х4)	32	11	2,68	9,61	0,098
РП1-ЕП 13	6,26	АПВ	В кабельному каналі	4(1х2,5)	19	3	0,11	9,61	0,098
ТП4-РП2	51,18	АВВГ	В траншеї	4х35	128,8	85	7,23	1,1	0,068
РП2-ЕП 1	9,65	АПВ	В кабельному каналі	4(1х2,5)	24	21	0,43	9,61	0,098
РП2-ЕП 3	12,2	АПВ	В кабельному каналі	4(1х2,5)	24	13	0,27	9,61	0,098
РП2-ЕП 4	12,2	АПВ	В кабельному каналі	4(1х2,5)	24	15	1,38	9,61	0,098
РП2-ЕП 7	4,07	АПВ	В кабельному каналі	4(1х2,5)	19	20	0,15	9,61	0,098
РП2-ЕП 9	47,81	АПВ	В кабельному каналі	4(1х16)	75	17	1,39	2, 4	0,084

2.4 Розрахунок навантажень підприємства

Розрахунки активної і реактивної потужності силових споживачів підприємства здійснюємо за методом коефіцієнта попиту такими формулами:

$$P_C = K_{\Pi} \cdot P_H, \quad Q_C = P_C \cdot \operatorname{tg} \varphi; \quad (2.19)$$

Метод коефіцієнта попиту також визначає розрахункове навантаження для освітлювальних установок. Приблизно номінальна потужність освітлення розраховується з використанням питомої потужності на 1 м² площі цеху. Загалом,

розрахункове значення потужності електричного освітлення визначається за формулою (2.20):

$$P_o = P_{\text{пит.о}} \cdot K_{\text{по}} \cdot K_{\text{пра}} \cdot F ; \quad (2.20)$$

$$Q_o = P_o \cdot \text{tg}\phi_o ; \quad (2.21)$$

де $P_{\text{пит.о}}$ - питома густина освітлювального навантаження знаходиться в діапазоні : 0,011-0,022 в залежності від приміщення;

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

$K_{\text{пра}}$ - значення коефіцієнта втрат потужності в пускорегулювальній апаратурі;

F - площа цеху, м^2 .

$$K_{\text{по}} = \begin{cases} 0,95 - \text{великі виробничі приміщення;} \\ 0,8 - \text{порівняно невеликі виробничі приміщення;} \\ 0,6 - \text{склади, підстанції;} \\ 1,0 - \text{аварійне освітлення.} \end{cases} ; \quad (2.22)$$

$$K_{\text{пра}} = \begin{cases} 1,1 - \text{ДРЛ;} \\ 1,2 - \text{люмінесцентні - стартерні;} \\ 1,3 - 1,35 - \text{люмінесцентні - безстартерні.} \end{cases} ; \quad (2.23)$$

Розрахункові потужності дорівнюють сумі розрахункових потужностей силового і освітлювального навантажень:

$$P_p = P_c + P_o , \quad Q_p = Q_c + Q_o ; \quad (2.24)$$

Сумарне навантаження для підприємства:

$$S_{\text{рз}} = \sqrt{P_{\text{рз}}^2 + Q_{\text{рз}}^2} \quad (\text{кВА}); \quad (2.25)$$

Використовуючи дані формули здійснюємо розрахунок навантажень підприємств. Результати зводимо у таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Розрахунок електричних навантажень підприємства

№ п/п	Споживачі	Силове навантаження							Освітлювальне навантаження							Всього		
		Р _н кВт	К _п	cos(φ)	tg(φ)	Р _{мс}	Q _{мс} квар	F м2	Р _{пит}	Р _{но}	К _{по}	К _{тра}	Р _{мо}	Q _{мо} квар	Р _м кВт	Q _м квар	S кВА	
1	Головний виробничий корпус	650	0,85	0,60	1,17	552,50	646,43	6232	0,017	105,9 4	0,80	1,20	101,71	48,82	626,58	662,92	912,18	
2	Блок 8-ми сушильних камер №1	300	0,80	0,64	0,75	240,00	180,00	492	0,015	7,38	0,85	1,20	7,53	3,61	235,53	174,61	293,19	
3	Блок 8-ми сушильних камер №2	300	0,80	0,64	0,88	240,00	211,20	492	0,015	7,38	0,85	1,20	7,53	3,61	235,53	204,25	311,76	
4	Блок 8-ми сушильних камер №3	300	0,80	0,64	0,75	240,00	180,00	492	0,015	7,38	0,85	1,20	7,53	3,61	235,53	174,61	293,19	
5	Блок 8-ми сушильних камер №4	300	0,80	0,64	0,75	240,00	180,00	492	0,015	7,38	0,85	1,20	7,53	3,61	235,53	174,61	293,19	
6	Склад проміжного зберігання №1	80	0,35	0,75	0,88	28,00	24,64	1512	0,012	18,14	0,60	1,10	11,98	5,75	38,58	29,16	48,35	
7	Склад проміжного зберігання №2	80	0,35	0,75	0,88	28,00	24,64	1722	0,012	20,66	0,60	1,20	14,88	7,14	41,48	30,55	51,51	
8	Адміністративний корпус	25	0,35	0,75	0,88	8,75	7,70	1029	0,012	12,35	0,60	1,10	8,15	3,91	16,46	11,23	19,93	
9	Млин	50	0,50	0,75	0,88	25,00	22,00	156	0,020	3,12	0,60	1,10	2,06	0,99	25,81	21,89	33,84	
10	Склад палива для котельні	80	0,40	0,75	0,88	32,00	28,16	403	0,012	4,84	0,60	1,10	3,19	1,53	33,59	28,28	43,91	
11	Котельня	580	0,56	0,70	1,30	324,80	422,24	434	0,012	5,21	0,85	1,10	4,87	2,34	313,43	403,47	510,90	
12	Розпилочний цех	360	0,85	0,75	1,30	306,00	397,80	840	0,017	14,28	0,85	1,20	14,57	6,99	305,27	384,90	491,26	
13	Деревообробний цех	650	0,85	0,60	0,88	552,50	486,20	400	0,017	6,80	0,85	1,20	6,94	3,33	531,81	465,22	706,58	
14	Столярний цех					0,00	0,00	400	0,017	6,80	0,60	1,10	4,49	2,15	4,49	2,15	4,98	
	Всього по підприємству					2817	2811,0	15096					202,9	97,41	2879	2767	3994	

2.5 Вибір цехових ТП та їх розміщення

Визначимо загальну повну розрахункову потужність усіх цехів, електричне навантаження яких живиться на напрузі 0,38 кВ:

$$S_{\Sigma} = \sqrt{(\sum_{i=1}^9 P_{Mi})^2 + (\sum_{i=1}^9 Q_{Mi})^2} = \sqrt{2876^2 + 2767^2} = 3994 \text{ (кВА)}. \quad (2.26)$$

Визначимо площу усіх цехів:

$$F_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{14} F_i = 15096 \text{ (м}^2 \text{)}. \quad (2.27)$$

Середнє питоме навантаження на 1 м² :

$$S_{\text{пит}} = \frac{S_{\Sigma}}{F_{\Sigma}} = \frac{1794}{15096} = 0,13 \text{ (кВА/м}^2 \text{)}; \quad (2.28)$$

Згідно з [1] при даній густині навантаження потрібно встановлювати трансформатори з потужністю 1000 кВА.

Розрахуємо кількість двотрансформаторних підстанцій:

$$N_{\text{ек}} = \frac{S_{\Sigma}}{S_{\text{ек}} \cdot k_3} = \frac{3994}{2 \cdot 1000 \cdot 0,8} = 2,34. \quad (2.29)$$

де $k_3 = 0,8 \div 0,85$ - коефіцієнт завантаження трансформаторів двотрансформаторної підстанції споживачів II – III категорії.

Отже потрібно встановити три двотрансформаторних підстанції.

Розподілимо трансформаторні підстанції між цехами і визначимо їх фактичний коефіцієнт навантаження. Розрахунки наведено у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Розподіл трансформаторних підстанцій між цехами

Номер цеху	$S_p =$, кВА	$S_{\text{НОМ.Т}} = 1000$ кВА	
		N, шт	K_3
1, 2, 5	1493	2	0,74
3, 4, 6, 7, 8, 9	1241	2	0,62
10, 11, 12, 13, 14	1260	2	0,63

Таким чином, для живлення цехів заводу запропоновано встановити три двотрансформаторні підстанції з потужністю трансформаторів 1000 кВА. Головні характеристики цих трансформаторів приведені у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 - Номінальні параметри трансформаторів [4, табл.3.4].

Тип	S_H , кВА	U_{BH} , кВ	U_{HH} , кВ	ΔP_{XX} , кВт	ΔP_K , кВт	I_{XX} , %	U_K , %
ТМ-1000/10	1000	10	0,4	2,1	10,5	1,4	6

2.6 Вибір і розміщення ЦРП

Для невеликих підприємств, які мають потужність до 10 МВА, електропостачання здійснюється через мережі напругою 10(6) кВ. Центральна розподільча підстанція (ЦРП) з такою напругою будується для отримання та розподілу електроенергії. Розташування ЦРП обирається таким чином, щоб уникнути перетоків енергії в зворотному напрямку. Мережі середньої потужності виконуються за допомогою кабелів, що прокладаються у траншеях або каналах. Кабелі прокладаються у траншеях, у випадку, якщо їх не більше шести в напрямку. У місцях стиску траси або ж переходу під дорогами застосовуються кабельні блоки. Кабельні канали дозволяють прокладати від 15 до 20 кабелів. Перспективним вважається напівзаглиблене виконання кабельних каналів, коли канал накривається плитами, але землею його не засипають.

Для визначення розташування центральної розподільчої підстанції (ЦРП) проводиться побудова картограми електричних навантажень. При цьому центри навантажень окремих цехів підприємства з'єднуються з центрами ваги геометричних фігур.

Розрахуємо місце установки цехових ТП за формулами:

$$X_{\text{ТП}} = \frac{\sum_{i=1}^N P_{\text{Mi}} \cdot X_i}{\sum_{i=1}^N P_{\text{Mi}}}, \quad Y_{\text{ТП}} = \frac{\sum_{i=1}^N P_{\text{Mi}} \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^N P_{\text{Mi}}}; \quad (2.31)$$

Для визначення загальної потужності, яку підприємство має споживати з енергосистеми, перш ніж розраховувати втрати потужності в трансформаторних підстанціях (ТП) цехів. Характеристики трансформаторів, які встановлені на підприємстві, приведені в таблиці 2.5.

$$\Delta P_{\text{ТР}} = n \cdot \Delta P_{\text{XX}} + \frac{1}{n} \cdot \Delta P_{\text{К}} \cdot \left(\frac{S_{\text{М}}}{S_{\text{НОМ.Т}}} \right)^2; \quad (2.32)$$

$$\Delta Q_{\text{ТР}} = n \cdot \frac{\Delta I_{\text{X\%}}}{100} \cdot S_{\text{НОМ.Т}} + \frac{1}{n} \cdot \frac{\Delta U_{\text{К}}}{100} \cdot \left(\frac{S_{\text{М}}}{S_{\text{НОМ.Т}}} \right)^2; \quad (2.33)$$

Для точного визначення місця розташування трансформаторних підстанцій побудуємо карту навантажень та знайдемо центральну точку електричних навантажень підприємства. Карту навантажень складатимемо на основі загального плану підприємства, де кожен цех буде позначений колом, що залежить від його розрахункової активної потужності.

Приймаємо масштаб рівним $m_p = 0,1 \text{ кВт/м}^2$. Визначимо радіуси кругів при даному масштабі за формулою яка наведена нижче (2.34)

$$r_i = \sqrt{\frac{P_{\text{Pi}}}{\pi \cdot m_p}}; \quad (2.34)$$

Сектор освітлювального навантаження цеху складає:

$$\alpha_i = \frac{360 \cdot P_{Oi}}{P_{Pi}} ; \quad (2.35)$$

Розрахунки для всіх цехів здійснимо за допомогою Microsoft Office Excel, а результати записуємо до таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Дані для побудови картограми навантажень α_i , °

№ п/п	Споживачі	Координати цехів		Рм кВт	Рмо кВт	альфа	R, м
		Х	У				
1	Головний виробничий корпус	131	151	626,5812	101,7062	58,43	31,59
2	Блок 8-ми сушильних камер №1	191	165	235,5276	7,5276	11,51	19,37
3	Блок 8-ми сушильних камер №2	206	158	235,5276	7,5276	11,51	19,37
4	Блок 8-ми сушильних камер №3	221	151	235,5276	7,5276	11,51	19,37
5	Блок 8-ми сушильних камер №4	148	88	235,5276	7,5276	11,51	19,37
6	Склад проміжного зберігання №1	173	76	38,57504	11,97504	111,76	7,84
7	Склад проміжного зберігання №2	248	136	41,47808	14,87808	129,13	8,13
8	Адміністративний корпус	269	73	16,46218	8,14968	178,22	5,12
9	Млин	296	126	25,8092	2,0592	28,72	6,41
10	Склад палива для котельні	261	232	33,59176	3,19176	34,21	7,31
11	Котельня	242	242	313,4295	4,86948	5,59	22,34
12	Розпилочний цех	193	261	305,2656	14,5656	17,18	22,05
13	Деревообробний цех	340	238	531,811	6,936	4,70	29,10
14	Столярний цех	368	218	120,388	4,488	13,42	13,85

Для оптимального розміщення ЦРП визначимо координати центру навантажень за формулами:

$$X_0 = \frac{\sum_{i=1}^6 P_{Mi} \cdot X_i}{\sum_{i=1}^6 P_{Mi}}, \quad Y_0 = \frac{\sum_{i=1}^6 P_{Mi} \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^6 P_{Mi}} ; \quad (2.36)$$

Дані $\sum_{i=1}^6 P_{Mi} = 2995$ кВт, $\sum_{i=1}^6 P_{Mi} \cdot X_i = 660176$ кВт м, $\sum_{i=1}^6 P_{Mi} \cdot Y_i = 556139$ кВт м,

$$X_0 = \frac{660176}{2995} = 220 \text{ (м)};$$

$$Y_0 = \frac{556139}{2995} = 185 \text{ (м)};$$

Рішення про розташування ЦРП в центрі електричних навантажень потрібно обговорити з технологами та будівельниками. Центральну розподільну підстанцію (ЦРП) перемістимо на вільну від забудови територію, яка має достатньо місця для будівництва. Оберемо місце, що знаходиться у напрямку живлення заводу, щоб уникнути втрат потужності на напрузі 10 кВ.

Приймаємо такі оптимальні координати ЦЕН, в котрих буде розміщено ЦРП: $X=220$ (м); $Y=195$ (м).

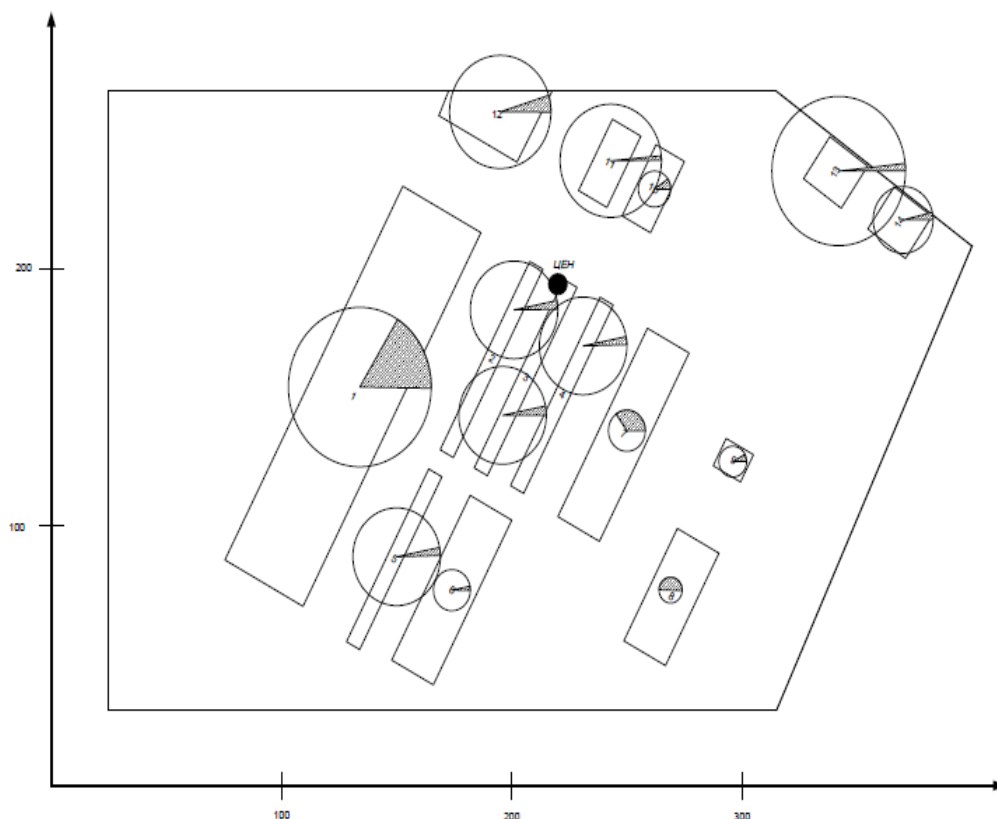
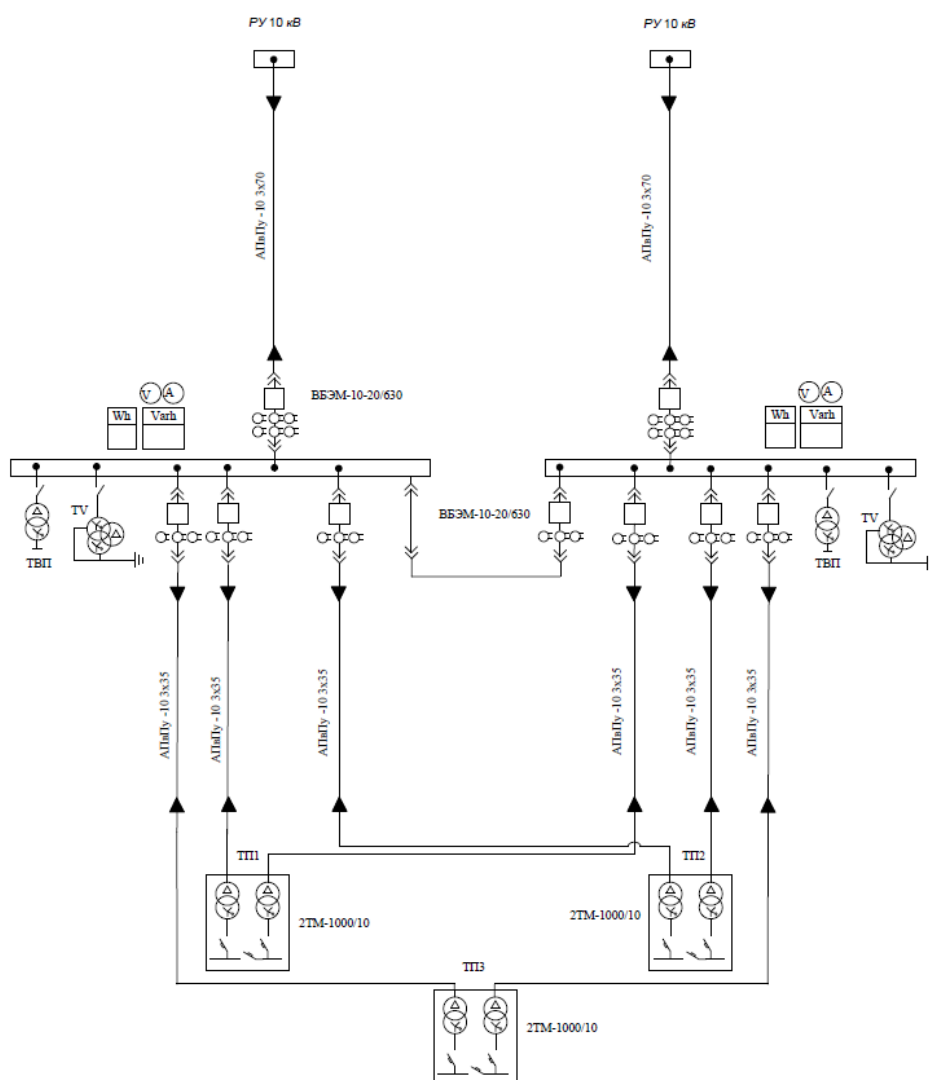


Рисунок 2.2 – Генеральний план підприємства

2.7 Вибір схеми та основних елементів заводської мережі

Підприємство забезпечується електроенергією від постійної станції (ПС) через систему кабельних ліній, які простягнуті на відстані 1,5 км і працюють при напрузі 10 кВ. Згідно з розробленим планом електропостачання на території підприємства планується здійснювати будівництво центральної розподільчої підстанції (ЦРП) та трьох цехових трансформаторних підстанцій типу 2хТМ 1000/10, що призначені для підвищення або зниження напруги електропостачання.

Мережі підприємства будуть виконані з використанням кабелів, що прокладені в спеціальних траншеях на території підприємства, які забезпечить стабільність та надійність електропостачання в усіх цехах.



..

Рисунок 2.3 – Схема внутрішньозаводського електропостачання

Згідно Правил улаштування електроустановок (ПУЕ), всі електричні апарати вибираються з урахуванням характеру встановлення, їх номінального струму та напруги, а також перевіряються на термічну і динамічну стійкість.

У випадку вибору високовольтних вимикачів, ми керуємося їх номінальною напругою та розрахунковим струмом, враховуючи можливість аварійних режимів та нерівномірного розподілу струмів між лініями та секціями шин.

$$U_{ном.в} \geq U_{ном. мережі}, \quad (2.37)$$

$$I_{ном.в} \geq I_{м.ав}, \quad (2.38)$$

Розрахуємо струм для живлячої лінії:

$$I_{жс} = \frac{S_M}{2\sqrt{3}U_{ном}} = \frac{4127}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 119 \text{ (A)};$$

$$I_{жс} = \frac{S_M}{\sqrt{3}U_{ном}} = \frac{4127}{\sqrt{3} \cdot 10} = 238 \text{ (A)};$$

Для живлення використовуємо трьохжильний кабель з ізоляцією із зшитого поліетилену з алюмінієвими жилами типу АПвПу, перерізом $3 \times 70 \text{ мм}^2$ і з допустимим струмом $I=293 \text{ А}$. Цей кабель прокладається в трубі, що знаходиться під землею.

При виборі вимикачів високої напруги враховуємо їх номінальну напругу та розрахунковий струм з урахуванням можливих аварійних ситуацій і нерівномірного розподілу струмів між лініями та секціями шин.

$$U_{ном.в} \geq U_{ном. мережі}$$

Для установки на стороні 35 кВ обрані елегазові вимикачі ВГБ-35. Номінальний струм вимикачів $I_{ном.в} = 1000 \text{ А}$ для всіх приєднань. Власний час

відключення вимикача 0,07 с. Для встановлення на стороні 10 кВ вибрані вакуумні вимикачі ВРС-10. Номінальний струм вимикачів $I_{ном.} = 1000$ А для всіх приєднань.

Таблиця 2.8— Вибір високовольтних вимикачів і перерізу провідників

Ділянка	$I_{ж}, А$	$I_{жа}, А$	Вимикач	$I_{н.в}, А$	Лінія Живлення		$I_{доп}, А$
					Тип	Переріз	
ДЖ-ЦРП	119	238	ВРС-10	630	АПвПу-10	3х70	293
ЦРП-ТП1	43	86	ВРС-10	630	АПвПу-10	3х35	172
ЦРП-ТП2	36	72	ВРС-10	630	АПвПу -10	3х35	172
ЦРП-ТП2	40	80	ВРС-10	630	АПвПу -10	3х35	172

2.8 Висновки до розділу

У цьому розділі бакалаврської роботи розроблено систему електропостачання «Барлінек Інвест». Розраховано електричні навантаження ліфтового цеху та підприємства. Проведено розрахунок мереж цеху та заводу

На території підприємства встановлені три двотрансформаторні підстанції, які отримують живлення від ЦРЛ по КЛ 10 кВ. Силкові провідники заводської мережі перевіряють на термостійкість за розрахунками короткого замикання.

На лініях, які підходять безпосередньо до електроприймача, підбираються автоматичні вимикачі серії ВРС. Система живлення надійна.

РОЗДІЛ 3

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

3.1 Вплив компенсації реактивної потужності на підвищення енергоефективності підприємства

Компенсація реактивної потужності сприяє значній економії енергетичних ресурсів. Під час передачі реактивної потужності до електричного споживача у розподільчих мережах виникають додаткові втрати активної потужності, яких можна знизити, коли розгрузити мережу від переданої реактивної потужності від генераторів електричних станцій до споживачів. Це досягається шляхом виконання компенсації реактивної потужності в місцях споживання останньої.

В електроустановках промислових споживачів реактивна потужність може вироблятися із використанням синхронних двигунів, а також статичних тиристорних компенсаторів та конденсаторних батарей.

Потужність пристроїв компенсації реактивної потужності для діючих підприємств, враховуючи річне споживання реактивної і активної енергії, визначається за формулою.

$$Q_{\text{кп}} = P_{\text{ср.р.}} \cdot (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2) \quad (3.40)$$

де $P_{\text{ср.р.}}$ – середньорічна активна потужність, що споживається електроустановкою, яка визначається за формулою:

$$P_{\text{ср.р.}} = \frac{W_a}{T} \quad (3.41)$$

тут W_a – споживання активної енергії за рік;

T – кількість годин роботи електроустановки у рік (можна прийняти 2000 год. – для підприємств з однією зміною роботи, 4000 годин – для підприємств з двома змінами роботи, 6000 годин – для підприємств з трьома змінами роботи, 8000 годин – для підприємств з режимом роботи без перерви);

$\operatorname{tg} \varphi_1 = W_p / W_a$ – тангенс кута зсуву фаз, який відповідає середньозваженому протягом року коефіцієнту потужності;

тут W_p – споживання протягом року реактивної енергії;

$\operatorname{tg} \varphi_2$ – тангенс кута зсуву фаз, що відповідає коефіцієнту потужності, і який повинен бути після компенсації.

3.2 Види пристроїв КРП

Існують три способи компенсації реактивної потужності (КРП): централізована, індивідуальна та групова. (рис. 3.1).

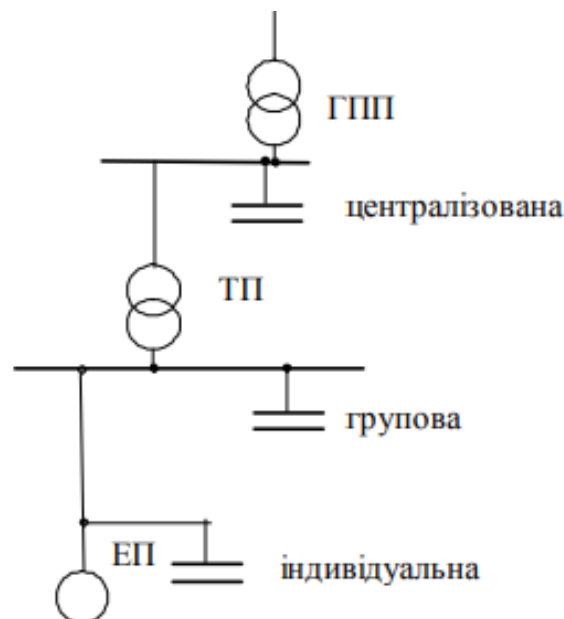


Рисунок 3.1 – Види КРП

Зазвичай централізована компенсація здійснюється за допомогою високовольтних конденсаторних батарей, що є дешевшими за низьковольтні. Однак для їх підключення потрібні високовольтні комутаційні апарати, які

збільшують витрати. Регулювання при цьому є дискретним, що не призводить до повної компенсації реактивної потужності на межі балансової належності. Централізована компенсація знижує рівень навантаження на трансформатори ГПП, але передавання реактивної потужності в заводській мережі через трансформатори цехових ТП і їх живильні лінії залишається без змін. Для централізованої компенсації можуть бути використані наявні синхронні двигуни (СД) або ж статичні тиристорні компенсатори реактивної потужності (СТК).

Групова компенсація зазвичай здійснюється за допомогою низьковольтних конденсаторних батарей, що підключаються до розподільчих пристроїв трансформаторних підстанцій (ТП). Це зменшує навантаження на трансформатори цехових ТП і їх живильні лінії. Регулювання потужності КУ виконується за допомогою низьковольтних комутаційних апаратів - контакторів або ж автоматичних вимикачів. Регулювання здійснюється локально на кожній ТП, що не призводить до повної компенсації реактивної потужності для всього підприємства.

Індивідуальна компенсація забезпечує повне зниження навантаження цехових мереж за рахунок реактивної потужності з використанням нерегульованих КУ, що вмикаються одночасно з електроприймачами (ЕП). Однак коефіцієнт використання КУ при цьому невеликий. Цей тип компенсації може бути застосований лише для порівняно невеликої кількості потужних ЕП. Для потужних ЕП напругою 10(6) кВ використовуються також індивідуальні пристрої статичної та динамічної компенсації реактивної потужності.

Під час проектування ЕПС спочатку знаходять загальну розрахункову потужність низьковольтних КУ напругою до 1000 В (НКУ) відповідно до таких розрахункових етапів:

а) розрахунок основної потужності КУ $Q_{нк1}$, що забезпечить економію завдяки зменшенню кількості цехових ТП;

б) розрахунок додаткової потужності КУ $Q_{нк2}$, що забезпечить економію завдяки зменшенню втрат електроенергії;

в) знаходять загальну розрахункову потужність КУ.

$$Q_{нк} = Q_{нк1} + Q_{нк2} \quad (3.42)$$

Розрахунок потужності $Q_{нк1}$ виконують у наступній послідовності. У випадку наявності трьох або ж менше трансформаторів їх потужність визначають, враховуючи розрахункове активне навантаження.

$$S_{ном.т.} = \frac{P_p}{k_3 N} \quad (3.43)$$

За вибраною потужністю трансформаторів знаходять максимальну реактивну потужність, котру можна передати через трансформатори:

$$Q_T = \sqrt{(k_3 N S_{ном.т.})^2 - P_p^2} \quad (3.44)$$

Потужність $Q_{нк1}$ визначається як різниця між розрахунковою потужністю навантаження тиа потужністю, яку можна передавати через трансформатори.

$$Q_{нк1} = Q_p - Q_T \quad (3.45)$$

Розрахунок додаткової потужності НКУ $Q_{нк2}$ здійснюють відповідно до критерію терміну окупності додаткових капітальних вкладень

$$T_{ок} = \frac{\Delta K}{\Delta B_{\Delta W}} \quad (3.46)$$

де ΔK – додаткові капітальні вкладення в конденсаторні батареї для додаткової групової КРП з метою зниження втрат електричної енергії;

$\Delta B_{\Delta W}$ – зменшення вартості втрат електричної енергії, які виникають при передачі реактивної енергії у разі додаткової групової КРП.

Для визначення $Q_{нк}$ обирають номінальну потужність зі стандартного асортименту потужностей НКУ. Для кожної цехової ТП обчислюється некомпенсоване значення реактивного навантаження на стороні 10 (6) кВ кожного трансформатора за формулою.

$$Q_{ТП} = Q_{Р.ТП} - Q_{нк} + \Delta Q_T \quad (3.47)$$

Для кожної РП – 10 (6) кВ визначається сумарне значення некомпенсованого реактивного навантаження

$$Q_{РП} = \sum_k Q_{ТП.k} + \sum_j Q_{ад.j} \quad (3.48)$$

де $Q_{ад.j}$ – реактивна потужність j-го високовольтного АД, що живиться від даного РП.

Загальна розрахункова реактивна потужність конденсаторних установок напругою 10(6) кВ (ВКУ) для всього підприємства визначається для забезпечення рівноваги реактивної потужності.

$$Q_{ВК} = \sum Q_{ТП.k} - Q_{el}. \quad (3.49)$$

де Q_{el} – оптимальне значення вхідної реактивної потужності в години великих навантажень.

Розподіл реактивної потужності ВКУ між окремими РП визначається пропорційно їх значенню некомпенсованого реактивного навантаження. Для кожної секції РП рекомендується підключати ВКУ однакової стандартної потужності комплектних КУ, проте не менше 1000 кВар. У випадку зменшеної потужності ВКУ на РП не встановлюють, а приймають, що компенсація проводиться на рівні головних потужностей передачі.

У даному випадку схема електропостачання є симетричною (складається з двох однакових частин). Таким чином, можна проводити розрахунки із знаходження оптимальної потужності КУ 0,38 кВ за критерієм мінімуму втрат в ЕПС тільки для однієї з її частин. Заступну схему електричної мережі, яка містить тільки необхідні елементи, зображена на (рис. 3.3).

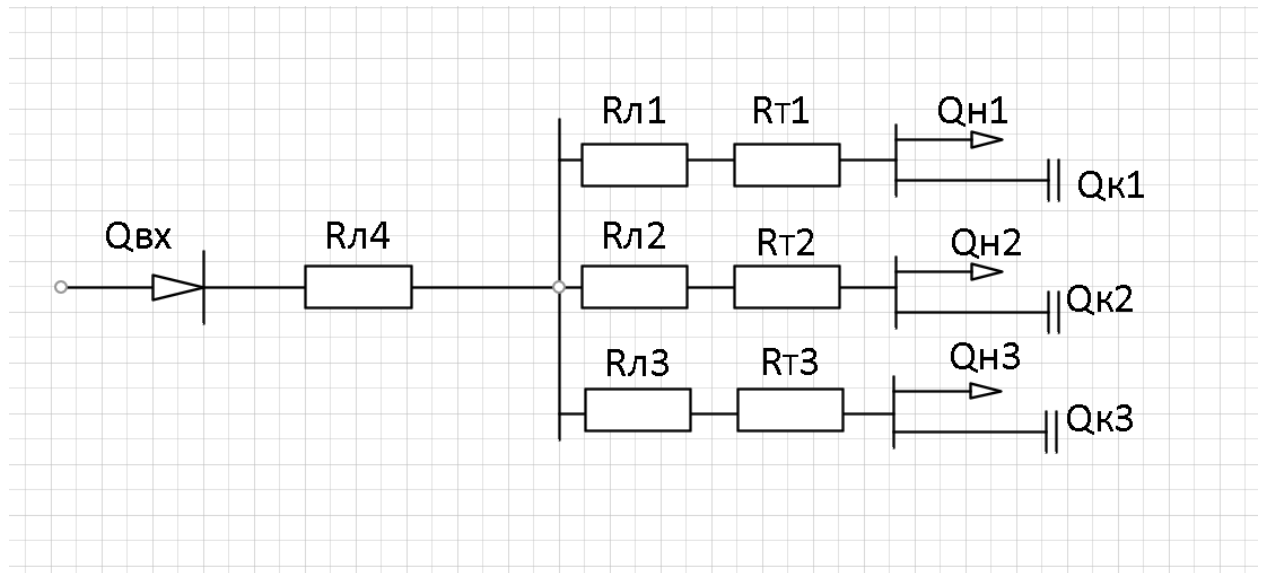


Рисунок 3.3 – Заступна схема електричної мережі

3.4 Розрахунок компенсації реактивної потужності в мережах ТОВ «Барлінек Інвест»

Схема розрахункової мережі даного підприємства з усіма вихідними даними (опорами елементів, місцями установки батарей, тощо) зображена у додатку В.

Спочатку визначимо опори ліній та трансформаторів

$$R_{л1} = 1.1 \text{ Ом/км}$$

$$R_T = 1.9 \cdot 10^{-3} \cdot 625 = 1,18 \text{ Ом}$$

$$R_{л1} = 1.1 \div 2 = 0,55 \cdot 0,2 = 0,11 \text{ Ом}$$

$$R_{T1} = 1,18 \div 2 = 0,59 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{Л2}} = 1.1 \div 2 = 0.55 \cdot 0.15 = 0.08 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{T2}} = 1.18 \div 2 = 0.59 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{Л3}} = 1.1 \div 2 = 0.55 \cdot 0.15 = 0.08 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{T3}} = 1.18 \div 2 = 0.59 \text{ Ом}$$

Далі розрахуємо потужність КУ які доцільно приєднати на підстанції
Реактивні потужності навантажень, що представлені на підприємстві

$$Q_{\text{н1}} = Q_{\text{М1}} + Q_{\text{М2}} + Q_{\text{М5}} = 1012.1 \text{ квар}$$

$$Q_{\text{н2}} = Q_{\text{М3}} + Q_{\text{М4}} + Q_{\text{М6}} + Q_{\text{М7}} + Q_{\text{М8}} + Q_{\text{М9}} = 471.69 \text{ квар}$$

$$Q_{\text{н3}} = Q_{\text{М11}} + Q_{\text{М12}} + Q_{\text{М10}} + Q_{\text{М13}} + Q_{\text{М14}} = 1284.02 \text{ квар}$$

Реактивна потужність, що занада енергосистемою

$$Q_{\text{C}} = 300 \text{ квар}$$

Визначимо сумарну потужність конденсаторних батарей

$$Q_{\text{R}} = Q_{\text{H}\Sigma} - Q_{\text{e}} = 2767 - 300 = 2467 \text{ квар}$$

Визначимо еквівалентний опір всієї мережі за формулою:

$$R_{\text{ei}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{r_{\text{ei}}}} \quad (3.50)$$

$$R_{\text{e}} = \frac{1}{\frac{1}{0.11 + 0.59} + \frac{1}{0.08 + 0.59} + \frac{1}{0.08 + 0.59}} = 0.22 \text{ Ом}$$

Оптимальна потужність БК, яку доцільно встановити в i -му вузлі, визначається із виразу:

$$Q_{ki} = Q_i - Q_{ei} \quad (3.51)$$

де Q_i – реактивне навантаження i -го вузла.

$$Q_{e1} = \frac{Q_e \cdot R_e}{r_{e1}} = \frac{0,3 \cdot 0,22}{0,11 + 0,59} = 0,094 \text{ Мвар}$$

$$Q_{k1} = Q_1 - Q_{e1} = 1,012 - 0,094 = 0,918 \text{ Мвар}$$

$$Q_{e2} = \frac{Q_e \cdot R_e}{r_{e1}} = \frac{0,3 \cdot 0,22}{0,08 + 0,59} = 0,098 \text{ Мвар}$$

$$Q_{k2} = Q_2 - Q_{e2} = 0,47 - 0,098 = 0,376 \text{ Мвар}$$

$$Q_{e3} = \frac{Q_e \cdot R_e}{r_{e1}} = \frac{0,3 \cdot 0,22}{0,08 + 0,59} = 0,098 \text{ Мвар}$$

$$Q_{k3} = Q_2 - Q_{e3} = 1,28 - 0,098 = 1,186 \text{ Мвар}$$

Результати розрахунків зведемо в таблицю 3.1

Таблиця 3.1 – Вибір потужностей КУ

Q_k	Q_k розр, квар	Q_k стандарт, квар
Q_{k1}	918	920
Q_{k2}	376	380
Q_{k3}	1186	1190

3.5 Зниження втрат електроенергії в системі електропостачання внаслідок компенсації реактивної потужності

Втрати активної та реактивної потужностей в елементах електроенергетичної системи (ЕПС) визначаються за довідковими даними для ліній електропередач (ЛЕП) та паспортними даними для трансформаторів. Втрати поділяються на навантажувальні (змінні) та втрати неробочого ходу

(постійні). Навантажувальні втрати активної потужності в робочому режимі ЛЕП визначаються наступним чином:

$$\Delta P_{\text{л}} = 3 I_M^2 R_{\text{л}} \cdot 10^{-3} \quad (3.52)$$

$$\begin{aligned} I_{\text{л1до}} &= \frac{S_{\text{до}}}{\sqrt{3}U} = \frac{\sqrt{(P_1 + P_2 + P_5)^2 + (Q_1 + Q_2 + Q_5)^2}}{\sqrt{3}U} = \\ &= \frac{\sqrt{1097,64^2 + 1012,1^2}}{\sqrt{3} \cdot 10} = \frac{1493,03}{\sqrt{3} \cdot 10} = 86,2 \text{ А} \end{aligned}$$

$$\Delta P_{\text{л1до}} = 3 \cdot 86,2^2 \cdot 0,11 \cdot 10^{-3} = 2,45 \text{ кВт}$$

$$\begin{aligned} I_{\text{л1піс}} &= \frac{S_{\text{піс}}}{\sqrt{3}U} = \frac{\sqrt{(P_1 + P_2 + P_5)^2 + Q_{e1}^2}}{\sqrt{3}U} = \\ &= \frac{\sqrt{1097,64^2 + 94^2}}{\sqrt{3} \cdot 10} = \frac{1101,6}{\sqrt{3} \cdot 10} = 63,6 \text{ А} \end{aligned}$$

$$\Delta P_{\text{л1піс}} = 3 \cdot 63,6^2 \cdot 0,11 \cdot 10^{-3} = 1,3 \text{ кВт}$$

Зниження втрат електроенергії буде

$$\begin{aligned} \Delta P_{\text{л1\%}} &= \left(100 - \frac{\Delta P_{\text{л піс}}}{\Delta P_{\text{л до}}} \cdot 100\right) = \\ &= \left(100 - \frac{1,3}{2,45} \cdot 100\right) = 46,9\% \end{aligned}$$

Проводимо такі ж розрахунки для наступних ліній

$$I_{л2до} = \frac{\sqrt{592,19^2 + 471,69^2}}{\sqrt{3} \cdot 10} = \frac{757,08}{\sqrt{3} \cdot 10} = 43,7 \text{ A}$$

$$I_{л3до} = \frac{\sqrt{1188,58^2 + 1284,02^2}}{\sqrt{3} \cdot 10} = \frac{1749,7}{\sqrt{3} \cdot 10} = 101,01 \text{ A}$$

$$\Delta P_{л2до} = 3 \cdot 43,7^2 \cdot 0,08 \cdot 10^{-3} = 0,45 \text{ кВт}$$

$$\Delta P_{л3до} = 3 \cdot 101,01^2 \cdot 0,08 \cdot 10^{-3} = 2,44 \text{ кВт}$$

$$I_{л2піс} = \frac{\sqrt{592,19^2 + 98^2}}{\sqrt{3} \cdot 10} = \frac{600,2}{\sqrt{3} \cdot 10} = 34,6 \text{ A}$$

$$I_{л3піс} = \frac{\sqrt{1188,58^2 + 98^2}}{\sqrt{3} \cdot 10} = \frac{1192,6}{\sqrt{3} \cdot 10} = 68,8 \text{ A}$$

$$\Delta P_{л2піс} = 3 \cdot 34,6^2 \cdot 0,08 \cdot 10^{-3} = 0,28 \text{ кВт}$$

$$\Delta P_{л3піс} = 3 \cdot 68,8^2 \cdot 0,08 \cdot 10^{-3} = 1,1 \text{ кВт}$$

Зниження втрат електроенергії буде

$$\Delta P_{л2\%} = (100 - \frac{0,28}{0,45} \cdot 100) = 37,7\%$$

$$\Delta P_{л3\%} = (100 - \frac{1,1}{2,44} \cdot 100) = 54,9\%$$

Визначимо втрати потужності в ТП1

Втрати активної потужності в трансформаторі розраховують за таким виразами

а) До КРП

$$\Delta P_{ТП1} = 2\Delta P_{xx1} + 2\Delta P_{кз} \cdot \left(\frac{S_e}{2 \cdot S_{нг}}\right)^2 \quad (3.53)$$

де ΔP_{xx} – потужність холостого ходу трансформатора, кВт;

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

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

$S_{нг}$ – номінальна потужність трансформатора, кВ·А.

Для трансформатора ТМ-1000/10

$$\Delta P_{xx} = 2,1 \text{ кВт}$$

$$\Delta P_{кз} = 10,5 \text{ кВт}$$

$$\Delta P_{ТП1 до} = 2 \cdot 2,1 + 2 \cdot 10,5 \cdot \left(\frac{1493,03}{2 \cdot 1000}\right)^2 = 15,9 \text{ кВт}$$

б) Після КРП

$$\Delta P_{ТП1 піс} = 2 \cdot 2,1 + 2 \cdot 10,5 \cdot \left(\frac{1101,6}{2 \cdot 1000}\right)^2 = 10,5 \text{ кВт}$$

Значення втрат електроенергії в ТП1 дорівнює

$$\begin{aligned} \Delta P_{ТП1\%} &= \left(100 - \frac{\Delta P_{ТП1 піс}}{\Delta P_{ТП1 до}} \cdot 100\right) = \\ &= \left(100 - \frac{10,5}{15,9} \cdot 100\right) = 32,6\% \end{aligned}$$

Так само розрахуємо втрати потужності для ТП2 і ТП3

$$\Delta P_{ТП2 до} = 2 \cdot 2,1 + 2 \cdot 10,5 \cdot \left(\frac{757,08}{2 \cdot 1000}\right)^2 = 7,2 \text{ кВт}$$

$$\Delta P_{ТП2 піс} = 2 \cdot 2,1 + 2 \cdot 10,5 \cdot \left(\frac{600,2}{2 \cdot 1000}\right)^2 = 6,09 \text{ кВт}$$

$$\Delta P_{ТП2\%} = \left(100 - \frac{6,09}{7,2} \cdot 100\right) = 15,4\%$$

$$\Delta P_{ТП3 до} = 2 \cdot 2,1 + 2 \cdot 10,5 \cdot \left(\frac{1749,7}{2 \cdot 1000}\right)^2 = 20,2 \text{ кВт}$$

$$\Delta P_{ТП3 піс} = 2 \cdot 2,1 + 2 \cdot 10,5 \cdot \left(\frac{1192,6}{2 \cdot 1000}\right)^2 = 11,6 \text{ кВт}$$

$$\Delta P_{ТП3\%} = \left(100 - \frac{11,6}{20,2} \cdot 100\right) = 42,5\%$$

3.6 Висновок до розділу

В даному розділі дипломної роботи визначили оптимальну потужність компенсуючих пристроїв 0,38 кВт за критерієм мінімуму затрат в СЕП.

Визначено зниження втрат активної енергії в лініях та трансформаторах за рахунок компенсації реактивної потужності.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

У цьому розділі випускної бакалаврської дипломної роботи розробляються заходи з охорони праці під час оптимізації системи електропостачання ТОВ «Барлінек Інвест» та організації обслуговування його електрообладнання. Отже, на будівельно-монтажний персонал, що здійснює монтаж та обслуговування системи електропостачання, впливають такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори [1, 2]:

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

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

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

4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту

4.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць в пожежонебезпечних зонах

Живлення силового обладнання підприємства та системи освітлення

здійснюється від чотирьохпровідної трифазної мережі 380 х 220В (фазна напруга (фаза – "0") – 220В, а міжфазна лінійна (фаза – фаза) – 380В).

Категорія умов по небезпеці електротравматизму – з підвищеною небезпекою, у зв'язку з наявністю в цехах струмопровідної підлоги.

Вимоги поширюються на електроустановки, що розміщуються в пожежонебезпечних зонах всередині і зовні приміщень. До експлуатації в пожежонебезпечних зонах допускається електрообладнання, що відповідає вимогам з урахуванням показників пожежо- та вибухонебезпечності матеріалів (рідин, пилу, волокон) [4, 5].

Електрообладнання з частинами, що іскрять під час нормальної роботи або нагріваються понад небезпечні температури (тобто є імовірними джерелами займання) рекомендується встановлювати поза межами пожежонебезпечних зон. Для забезпечення ступеня захисту оболонок електрообладнання від проникнення пилу на рівні IP54, кришки, інші з'ємні частини оболонки і місця вводу кабелів слід ущільнювати за допомогою еластичних (гумових) прокладок, ущільнювальних кілець, сальників тощо.

Відкриті частини електричних машин, які нормально іскрять (наприклад, контактні кільця), слід розташовувати на відстані не менше 1 м від місць розміщення горючих матеріалів, або відокремлювати від них екраном з негорючого матеріалу. Переносні електричні ручні машини (електрифікований інструмент), які застосовуються в пожежонебезпечних зонах, повинні мати ступінь захисту оболонок не менше IP44.

Електроустановки в пожежонебезпечних зонах будь-яких класів в разі необхідності повинні мати апарати, що відключають частково або повністю технологічне і сантехнічне устаткування у випадках аварій і пожеж. Обсяг відключення визначається технологами і сантехніками проектною організацією і спеціалістами служб охорони праці, з урахуванням особливостей технологічного процесу. При використанні електронагрівальних приладів їх робочі частини, які нагріваються, слід захищати від контакту з горючими

речовинами, а самі прилади встановлювати на поверхні із негорючих матеріалів і відділяти від горючих речовин екранами.

В пожежонебезпечних зонах всіх класів рекомендується використовувати силові і освітлювальні розподільчі пункти, що мають ступінь захисту оболонок IP54. Електрообладнання вантажопідіймальних механізмів (кранів, талей тощо), котрі перебувають в пожежонебезпечних зонах і зв'язані з технологічним процесом, повинне мати відповідну ступінь захисту оболонок.

В пожежонебезпечних зонах слід використовувати світильники, що мають ступінь захисту не менший, ніж IP44. Світильники з лампами розжарювання не повинні мати відбивачів і розсіювачів з горючих матеріалів. В разі встановлення світильників, що не мають штепсельних роз'ємів, на металевих кронштейнах (стійках), заземлення кронштейна слід забезпечувати жорстким кріпленням до нього заземленого металевого корпусу. В свою чергу, заземлення корпусу світильника слід виконати за допомогою перемички між заземлювальним і нульовим затискачами всередині ввідного пристрою світильника.

Складські приміщення з пожежонебезпечними зонами будь-якого класу, які замикаються, повинні мати апарати для відключення іззовні силових і освітлювальних мереж незалежно від наявності апаратів для відключення всередині приміщень. В пожежонебезпечних зонах будь-якого класу складських приміщень забороняється застосування електронагрівальних приладів. В пожежонебезпечних зонах всіх класів крім захисту від струмів КЗ провідники освітлювальних мереж слід захищати від перевантажень. Крім того, від перевантажень слід захищати силові мережі, які прокладаються в пожежонебезпечних зонах складських приміщень, і в інших випадках, якщо перевантаження може виникнути за умовами технологічного процесу. В пожежонебезпечних зонах будь-якого класу кабелі і проводи повинні мати покриття і оболонку з матеріалів, що не розповсюджують горіння.

4. 1.2 Електробезпека

Технічні рішення щодо запобігання електротравмам:

- 1) Для запобігання електротравм від контакту з нормально-струмопровідними елементами електроустаткування, необхідно: 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.

Є неприпустимими:

- експлуатація кабелів та проводів з пошкодженою або такою, що втратила захисні властивості за час експлуатації, ізоляцією; залишення під напругою кабелів та проводів з неізольованими провідниками;
- застосування саморобних подовжувачів, які не відповідають вимогам до переносних електропроводок;
- застосування для опалення приміщення нестандартного (саморобного) електронагрівального обладнання або ламп розжарювання;
- користування пошкодженими розетками, розгалужувальними та з'єднувальними коробками, вимикачами та іншими електровиробами, а також лампами, скло яких має сліди затемнення або випинання.
- підвішування світильників безпосередньо на струмопровідних проводах, обгортання електроламп і світильників папером, тканиною та іншими горючими матеріалами, експлуатація їх зі знятими ковпаками (розсіювачами);
- використання електроапаратури та приладів в умовах, що не відповідають вказівкам (рекомендаціям) підприємств-виготовлювачів.

Металеві труби та гнучкі металеві рукави повинні бути заземлені. Заземлення повинно відповідати вимогам ДНАОП 0.00-1.21-98 "Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів". Для підключення переносної електроапаратури застосовують гнучкі проводи в надійній ізоляції.

4.2. Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

4.2.1. Мікроклімат

Нормуються параметри мікроклімату в виробничих приміщеннях та гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони. Тяжкість роботи розділяється на категорії залежно від загальних енерговитрат

організму, ккал/с (Вт) [6]. Параметри мікроклімату в виробничих приміщеннях заводу наведено в таблиці 1.

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату на робочому місці технологічного персоналу передбачається [7]: в холодну пору року використання калорифера; в літню пору застосування вентиляторів обдуву; провітрювання приміщення.

Таблиця 4.1 – Нормування параметрів мікроклімату

Період року	Категорія робіт	Температура, °C	Відносна вологість	Швидкість руху
Теплий	Iб	22-28	55 при 28°C	0,1-0,2
Холодний	Iб	21-25	75 при 25°C	Не більше 0,1

4.2.2. Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується концентраціями (ГДК) в мг/м. В умовах роботи на граничнодопустимих концентраціях можливими забруднювачами повітря робочої зони можуть бути пил та шкідливі гази, їх ГДК [6] наведено в таблиці 2.

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

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

Для забезпечення складу повітря робочої зони передбачено [7]: провітрювання приміщення; цілісність вікон для перешкоджання попадання пилу в приміщення під час роботи лінії; встановлення пиловловлюючих засобів.

4.2.3. Виробниче освітлення

Характеристика зорових робіт – середньої точності. Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 [8] розряд зорової роботи IV, підрозряд «г».

Для забезпечення достатнього освітлення здійснюють систематичне очищення скла та світильників від пилу (не рідше двох разів на рік), використовують жалюзі. В разі нестачі природного освітлення, використовують загальне штучне освітлення, що створюється за допомогою світлодіодних ламп E27 LED 15W NW A60 "SG". Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 4,5 метра.

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		
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0 включно	IV	г	середній великий великий	світлий світлий середній	-	200	4	2,4

Світильники з світлодіодними лампами розміщують рядами; що дозволяє здійснювати їх послідовне включення (відключення) в залежності від величини природної освітленості. При експлуатації здійснюється контроль за рівнем напруги освітлювальної мережі, своєчасна заміна перегорілих ламп, забезпечується чистота повітря у приміщенні.

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).

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 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.

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

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].

Основні виробничі приміщення ТОВ «Барлінек-Інвест» за вибухонебезпечністю та пожежонебезпечністю відноситься до категорії Д – речовини і/або матеріали, що зазначені вище для категорій приміщень В (крім

горючих газів, горючих пилу і/або волокон), а також негорючі речовини і/або матеріали в холодному стані (за температури навколишнього середовища), за умов, що приміщення, в яких знаходяться (зберігаються, переробляються, транспортуються) зазначені вище речовини і/або матеріали, не відносяться до категорій А, Б або В з зонами П-Іа в приміщеннях, де є тверді горючі речовини чи матеріали (насіння, тара).

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

До III ступеня вогнестійкості відносяться будинки з несучими та огорожувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону. Для перекриттів дозволяється застосовувати дерев'яні конструкції, захищені штукатуркою або негорючими листовими, плитними матеріалами, або матеріалами груп горючості Г1 (низької горючості), Г2 (помірної горючості). До елементів покриттів не висуваються вимоги щодо межі вогнестійкості, поширення вогню, при цьому елементи горищного покриття з деревини повинні мати вогнезахисну обробку.

Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у хвиликах) та максимальні межі поширення вогню по них (см) за ДБН В.1.1.7-2016 [15] наведено в таблиці 5.

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

Ступінь вогнестійкості будинків	Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у хвиликах) і максимальні межі поширення вогню по них (см)								
	стіни				коло-ни	сходові площадки, костури, сходи, балки, марші сходових кліток	пере-криття між поверхів (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

III	REI 120 M0	REI 60 M0	E 15 M0	E1 15 M1	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M1	Не нормуються
-----	---------------	--------------	------------	-------------	-------------	------------	--------------	---------------

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

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

Протипожежні перешкоди і мінімальні межі їх вогнестійкості за ДБН В.1.1.7-2016 [15] наведено в таблиці 6.

Протипожежні відстані від житлових, громадських, адміністративно-побутових будинків промислових підприємств, гаражів до виробничих, складських, сільськогосподарських будинків і споруд слід приймати за таблицею 7 (знаменник). В умовах забудови, що склалася, протипожежні відстані між житловими будинками та від житлових будинків до будівель і споруд іншого призначення слід визначати згідно з протипожежними вимогами даних норм, наведеними у таблиці 7. Протипожежні відстані від житлових, громадських, адміністративно-побутових будинків промислових підприємств, гаражів до виробничих, складських будинків, сільськогосподарських будівель і споруд потрібно приймати за таблицею 7 (знаменник) [15].

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	2	REI 60	2	1
Перегородки	2	EI 15	3	2
Перекриття	2	REI 60	2	1

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
III	6/9	8/9	10/12

На території підприємства встановлено 45 вогнегасників ВВП-5 (ВП-5) та 12 ВВП-9 [16].

У випадку виникнення пожежі робітники повинні: прийняти всі заходи по ліквідації вогню; місце, яке загорілось слід гасити вогнегасниками; при загоранні електропроводів слід відключити лінію, а ізоляцію електропроводів необхідно гасити тільки порошковими вогнегасниками ВП-5 або піском; зупинити обладнання.

ВИСНОВКИ

У бакалаврській дипломній роботі вирішено актуальні задачі підвищення ефективності енерговикористання на ТОВ «Барлінек Інвест». Розраховано електричні навантаження компресорного відділення і підприємства в цілому, враховуючи коефіцієнти попиту та використання. На основі цих розрахунків було обрано спорудження трьох двотрансформаторних підстанцій з трансформаторами ТМ-1000/10, що забезпечить високу надійність електропостачання.

Сформульовано балансову задачу компенсації реактивної потужності (КРП) та проведено розрахунок оптимальних потужностей КРП для кожного вузла. Встановлено, що за рахунок компенсації реактивної потужності можна знизити втрати активної енергії в лініях на 37,7-54,9%, а в трансформаторах – на 15,4-42,5%.

Розроблено заходи з охорони праці на підприємстві, включаючи вдосконалення системи вентиляції та освітлення, забезпечення працівників засобами індивідуального захисту, проведення інструктажів та навчань з техніки безпеки, а також впровадження системи моніторингу та контролю за дотриманням норм охорони праці.

Робота успішно вирішує задачі підвищення ефективності використання енергії на ТОВ «Барлінек Інвест», підвищуючи надійність та економічність електропостачання підприємства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бурбело Михайло Йосипович. Проектування систем електропостачання. Приклади розрахунків: навчальний посібник - 2-ге вид., перероб. і доп. / М.Й. Бурбело. –Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2005 – 148 с. ISBN 966-641-145-8.
2. Заходи із зниження втрат електроенергії в системах електропостачання промислових підприємств. / [Бабенко О.В., Галушко І.В.], матеріали LIII Науково-технічної конференції факультету електроенергетики та електромеханіки. – Режим доступу : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-feeem/all-feeem-2024/paper/view/20900> .
3. Посібник Mathcad [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.exponenta.ru/soft/Mathcad>
4. Каталог конденсаторних батарей [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.kpenri.com.ua/-prod02.php>.
5. ДСТУ ІЕС/TR 60909-4:2008 (ІЕС/TR 60909-4:2000, IDT) Національний стандарт України. Струми короткого замикання в трифазних системах змінного струму. Частина 4. Приклади обчислення сили струму короткого замикання.
6. ДСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014.
7. 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->.
8. 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.

9. 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.
10. НПАОП 40.1-1.32-01 (ДНАОП 0.00-1.32-01) Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок.
11. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>.
12. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 149 с.
13. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885
14. 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>.
15. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>.
16. НАПБ А.01.001-14. Правила пожежної безпеки в Україні. К. : МВС України, 2014. 47 с.
17. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення. URL: <https://dwg.ru/dnl/15125>.
18. 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>.
19. 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.
20. 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.

21. 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 ДАНІ

Розробка заходів щодо зниження втрат електроенергії в системі електропостачання товариства з обмеженою відповідальністю «Барлінек Інвест»

Таблиця А.1 – Відомості про навантаження підприємства

Номер	Споживачі	Р _н кВт
1	Головний виробничий корпус	650
2	Блок 8-ми сушильних камер №1	300
3	Блок 8-ми сушильних камер №2	300
4	Блок 8-ми сушильних камер №3	300
5	Блок 8-ми сушильних камер №4	300
6	Склад проміжного зберігання №1	10
7	Склад проміжного зберігання №2	10
8	Адміністративний корпус	16
9	Млин	90
10	Склад палива для котельні	10
11	Котельня	110
12	Розпилочний цех	120
13	Деревообробний цех	130
14	Столярний цех	140

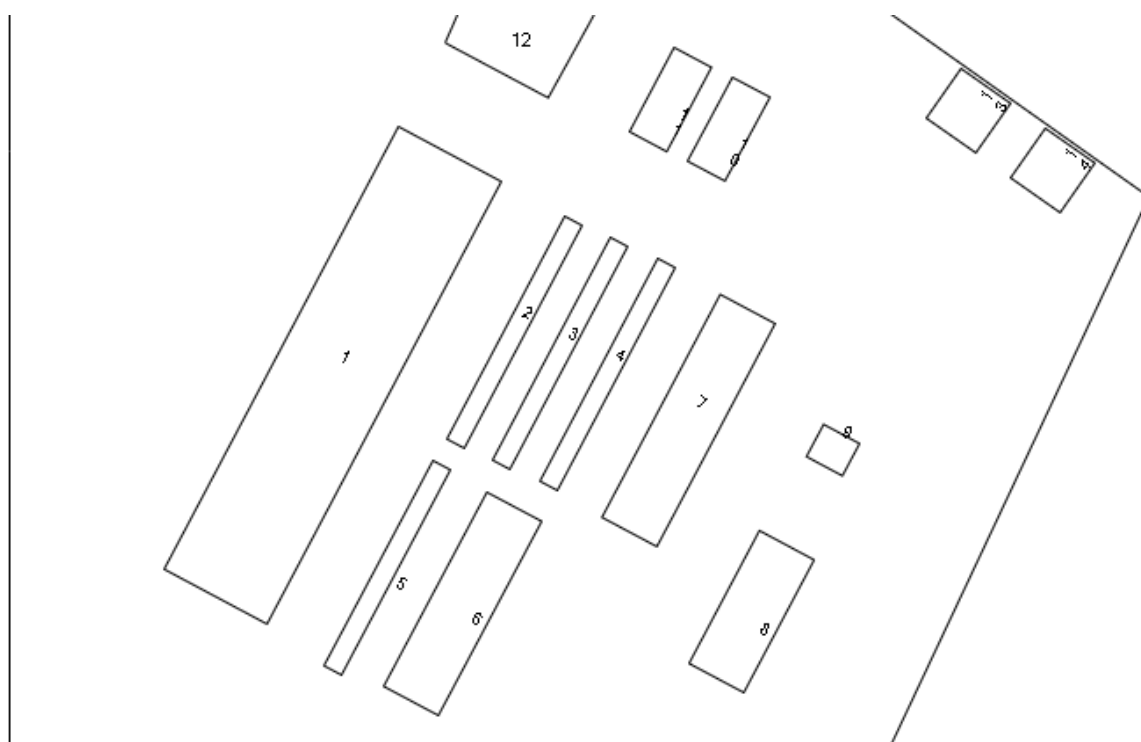


Рисунок А.1 - Генплан підприємства

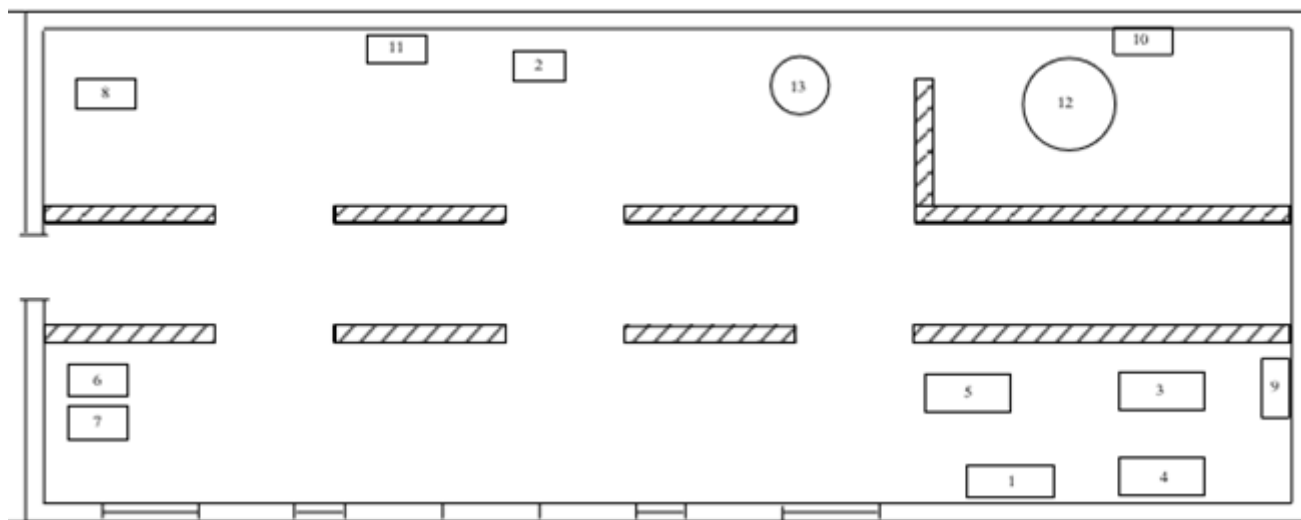


Рисунок А.2 - План стоярного цеху

Таблиця А.2 - Відомості про електричні навантаження цеху

№ на плані	Назва обладнання	P_n , кВт
1	Станок фугувальний	4
2	Станок ударний	2
3,4,5	Станок круглопилльний	4
6,7	Станок свердильний	1,5
8	Станок шліфувальний	4
9,10	Витяжка	22
11	Станок вертикальний	4
12	Сушильна камера	12
13	Компресор фарбувальний	3

Додаток Б

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Розробка заходів щодо зниження втрат електроенергії в системі електропостачання товариства з обмеженою відповідальністю «Барлінек Інвест»

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 80,6% Схожість 19,4%

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 Unichesk щодо роботи.

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

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

Додаток В

ГРАФІЧНА ЧАСТИНА

Розробка заходів щодо зниження втрат електроенергії в системі
електропостачання товариства з обмеженою відповідальністю
«Барлінек Інвест»

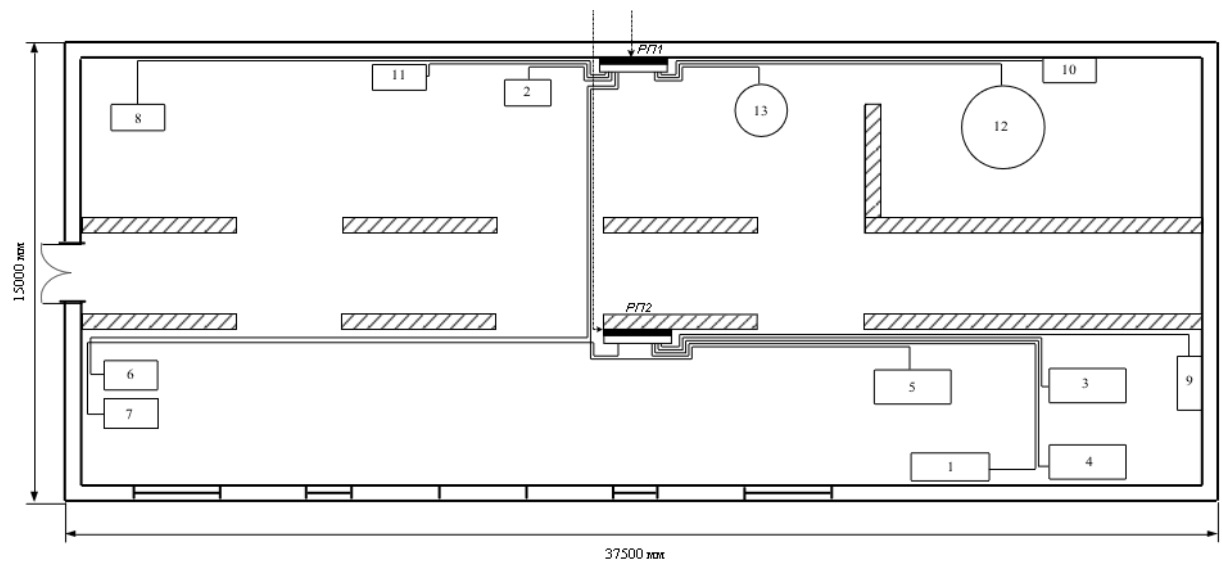


Рисунок В.1 – План електропостачання цеху

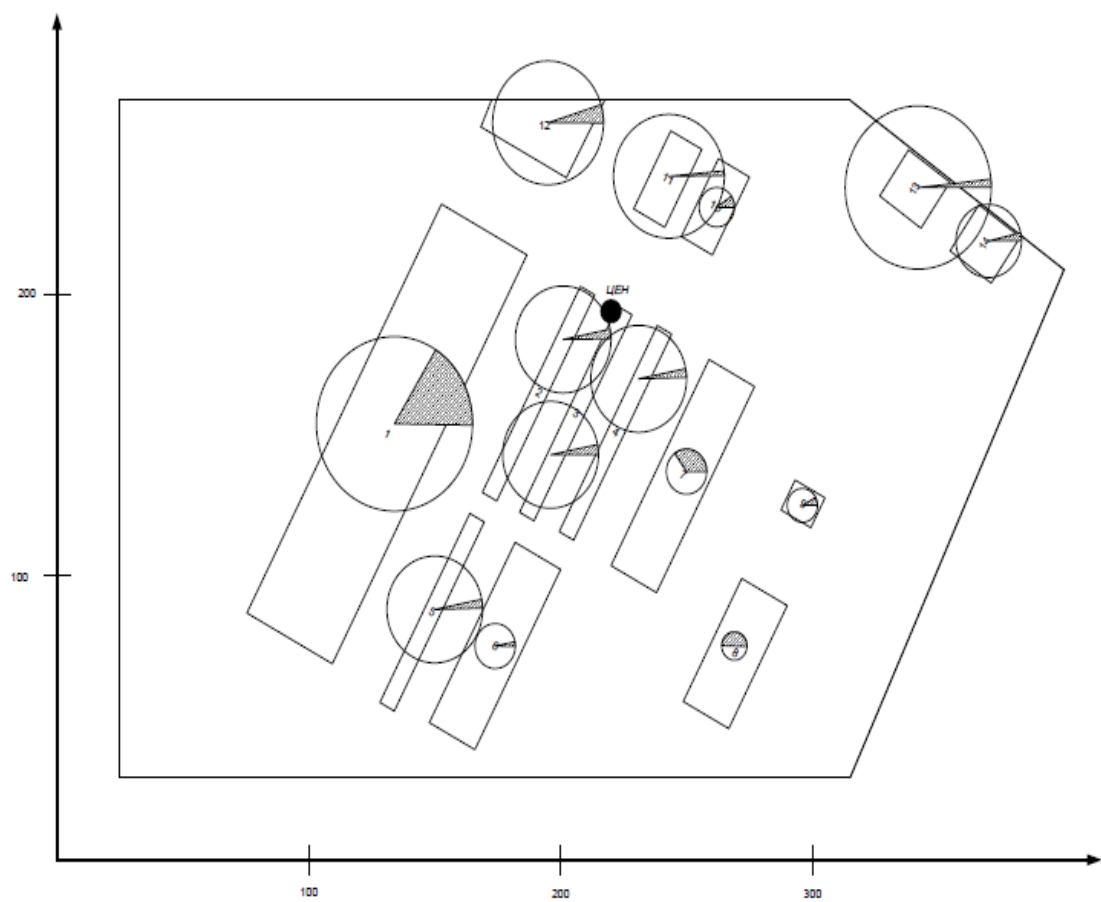


Рисунок В.2 – Генеральний план підприємства

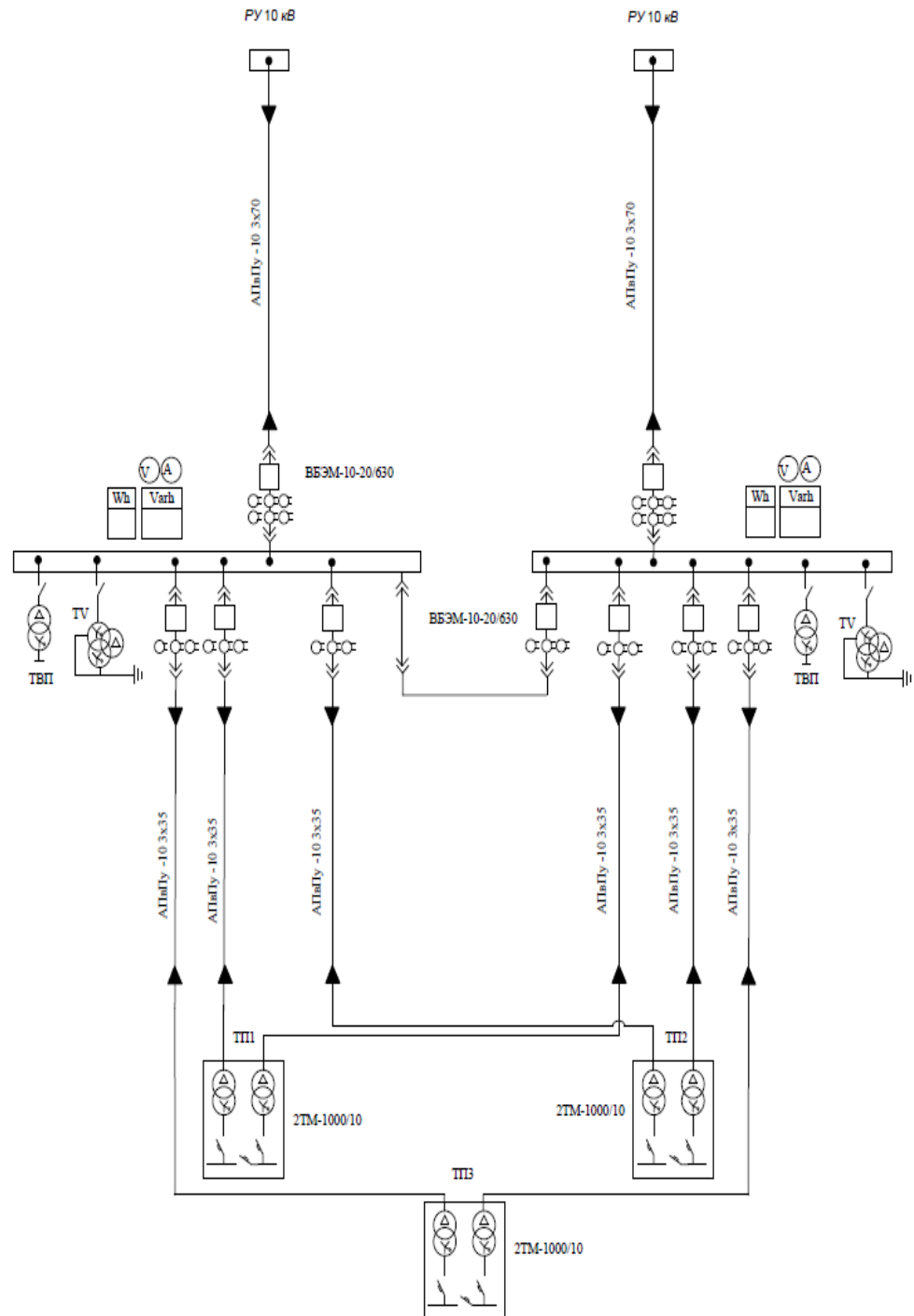


Рисунок В.3 – Схема внутрішньозаводського електропостачання

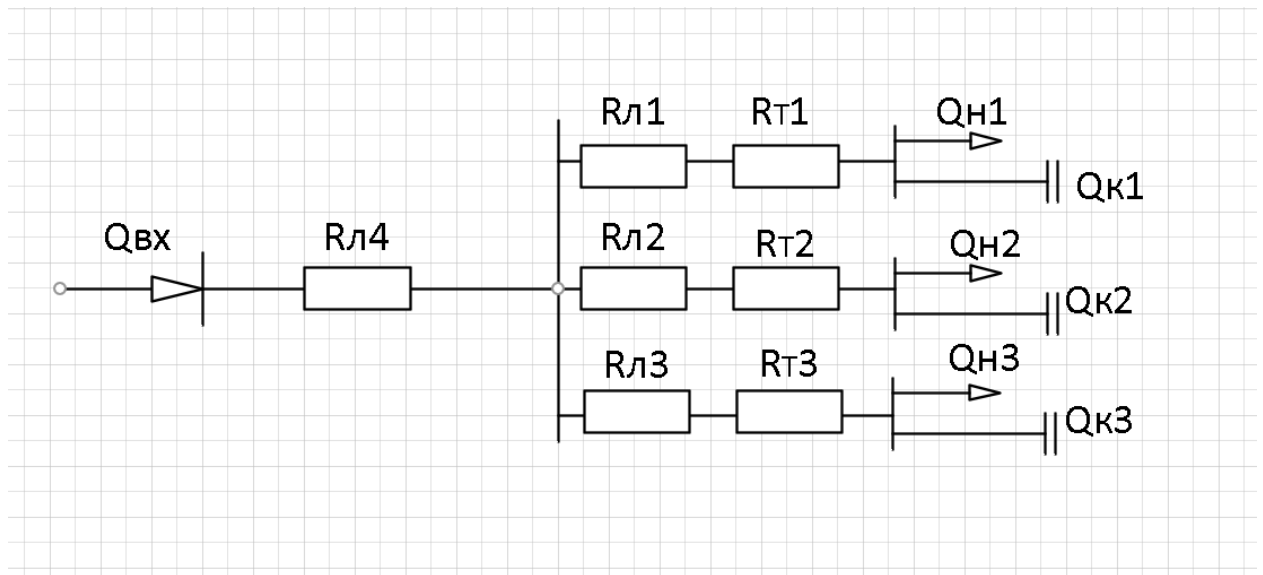


Рисунок В.4 – Схема заміщення мережі електропостачання ТОВ
«Барлінек інвест»