

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

Магістерська кваліфікайна робота на тему:

**ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ В СИСТЕМІ
ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПУБЛІЧНОГО АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА
«ХМІЛЬНИЦЬКИЙ ЕЛЕВАТОР»**

Виконав: студент 2–го курсу , групи
ЕСЕ– 22м

Освітня програма: «Електротехнічні
системи електроспоживання»

(назва ОП)

Спеціальність 141 – Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка

(шифр і назва спеціальності)

Назар ЛУКАШУК

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. каф. ЕСЕЕМ

Олексій БАБЕНКО

(прізвище та ініціали)

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ЕСЕЕМ

проф. Бурбело М.Й.

(прізвище та ініціали)

« 17 » 06 2024 р.

Опонент к.т.н., ст. вик. каф. ЕСС

Сікорська О.В.

(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

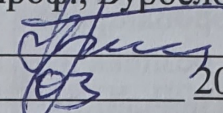
Освітній ступінь – магістр

Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕСЕМ

д.т.н., проф., Бурбело М.Й.

«11»  2024 р.

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ Лукашуку Назару Сергійовичу

1. Тема роботи Підвищення енергоефективності в системі електропостачання публічного акціонерного товариства «Хмільницький елеватор».

керівник Бабенко Олексій Вікторович, к.т.н., доц., затверджені наказом 81 від «11» березня 2024 року.

2. Строк подання студентом роботи «12» червня 2024 року.

3. Вихідні дані: генплан підприємства; відомості про електричні навантаження цехів; відомості про особливості технологічних процесів та навколишнього середовища; відомості про електричні навантаження підприємства; відомості про джерела живлення, їх віддаленість, основні техніко-економічні показники (додаток Б).

4. Зміст розрахунково– пояснювальної записки

Анотація

Вступ

1. характеристики підприємства та режимів електроспоживання

2. визначення параметрів системи електропостачання на підприємстві «Публічне акціонерне товариство «Хмільницький елеватор»

3. оптимізація заходів з енеоргозбереження в системі електропостачання підприємства

4. Економічна частина роботи

5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

Висновки.

Список літератури.

Додатки.

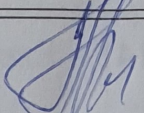
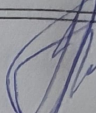
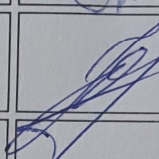
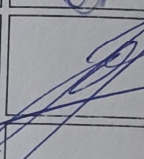
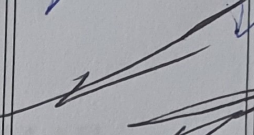
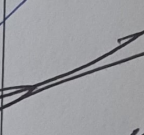
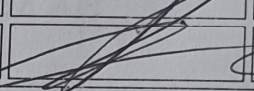
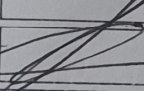
5. Перелік графічного матеріалу

– Генеральний план підприємства

– Однолінійна схема

– Однолінійна схема з гібридним інвертором

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання
Спеціальний розділ роботи	Бабенко О.В., доц., каф. ЕСЕМ, к.т.н. доцент		
Економічна частина	Шулле Ю.А., доц., каф. ЕСЕМ, к.т.н.		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Кобилянський О.В., зав. кафедри БЖДПБ, д.пед.н., професор		
Нормоконтроль	Войтюк Ю.П., к.т.н., доц. каф. ЕСЕМ		

7. Дата видачі завдання «18» 03 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного роботи	Строк виконання етапів роботи	П
1	Характеристики підприємства та режимів електроспоживання	18.03-18.04	вик
2	Визначення параметрів системи електропостачання на підприємстві «Публічне акціонерне товариство «Хмільницький елеватор»	18.04-01.05	вик
3	Оптимізація заходів з енеоргозбереження в системі електропостачання підприємства	01.05-18.05	вик
4	Економічна частина роботи	18.05-30.05	вик
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	30.05-5.06	вик

Студент

(підпис)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

(підпис)

Нормоконтроль

(підпис)

Назар ЛУКАШУК
(прізвище та ініціали)

Олексій БАБЕНКО
(прізвище та ініціали)

Юрій ВОЙТЮК
(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

Магістерська кваліфікайна робота на тему:

**ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ В СИСТЕМІ
ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПУБЛІЧНОГО АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА
«ХМІЛЬНИЦЬКИЙ ЕЛЕВАТОР»**

Виконав: студент 2–го курсу , групи
ЕСЕ– 22м

Освітня програма: «Електротехнічні
системи електроспоживання»
(назва ОП)

Спеціальність 141 – Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

Назар ЛУКАШУК

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. каф. ЕСЕЕМ

Олексій БАБЕНКО

(прізвище та ініціали)

Допущено до захисту

« ____ » _____ 2024 р.

Завідувач кафедри ЕСЕЕМ

Опонент _____

проф. Бурбело М.Й.

(прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2024 р.

(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
Освітній ступінь – магістр
Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

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

«__» _____ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**
Лукашуку Назару Сергійовичу

1. Тема роботи Підвищення енергоефективності в системі електропостачання публічного акціонерного товариства “Хмільницький елеватор”.
керівник Бабенко Олексій Вікторович, к.т.н., доц., затверджені наказом 81 від «11» березня 2024 року.
2. Строк подання студентом роботи «12» червня 2024 року.
3. Вихідні дані: генплан підприємства; відомості про електричні навантаження цехів; відомості про особливості технологічних процесів та навколишнього середовища; відомості про електричні навантаження підприємства; відомості про джерела живлення, їх віддаленість; основні техніко-економічні показники (додаток Б).
4. Зміст розрахунково– пояснювальної записки
Анотація
Вступ
 1. характеристики підприємства та режимів електроспоживання
 2. визначення параметрів системи електропостачання на підприємстві «Публічне акціонерне товариство «Хмільницький елеватор»
 3. оптимізація заходів з енеоргозбереження в системі електропостачання підприємства
4. Економічна частина роботи
5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.
- Висновки.
- Список літератури.
- Додатки.
5. Перелік графічного матеріалу
 - Генеральний план підприємства
 - Однолінійна схема
 - Однолінійна схема з гібридним інвертором

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Спеціальний розділ роботи	Бабенко О.В., доц., каф. ЕСЕМ, к.т.н. доцент		
Економічна частина	Шулє Ю.А., доц., каф. ЕСЕМ, к.т.н.		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Кобилянський О.В., зав. кафедри БЖДПБ, д.пед.н., професор		
Нормоконтроль	Войтюк Ю.П., к.т.н., доц. каф. ЕСЕМ		

7. Дата видачі завдання «18» 03 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Характеристики підприємства та режимів електроспоживання	18.03-18.04	
2	Визначення параметрів системи електропостачання на підприємстві «Публічне акціонерне товариство «Хмельницький елеватор»	18.04-01.05	
3	Оптимізація заходів з енеоргозбереження в системі електропостачання підприємства	01.05-18.05	
4	Економічна частина роботи	18.05-30.05	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	30.05-5.06	

Студент

(підпис)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

(підпис)

Нормоконтроль

(підпис)

Назар ЛУКАШУК
(прізвище та ініціали)Олексій БАБЕНКО
(прізвище та ініціали)Юрій ВОЙТЮК
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Лукашук Назар Сергійович. Підвищення енергоефективності в системі електропостачання публічного акціонерного товариства “Хмільницький елеватор”. Магістерська кваліфікаційна робота. Спеціальність 141 – Електротехнічні системи електроспоживання – Вінниця: ВНТУ, 2024 – 86 с.

У магістерській кваліфікаційній роботі досліджено аспекти покращення енергоефективності підприємства за допомогою системи компенсації реактивної потужності. Дані, отримані під час практики на підприємстві, використані для аналізу електропостачання цехів, врахування параметрів лінії живлення та внутрішніх кабельних мереж тощо.

В межах науково-дослідної частини роботи проведено розрахунки зниження втрат електроенергії в лініях та трансформаторах від встановлення компенсації реактивної потужності. Описано заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Ключові слова: сонячні панелі, конденсаторні установки, кабельні лінії, трансформатори.

ANNOTATION

Lukashuk Nazar Serhiyovych. Increasing energy efficiency in the power supply system of the Khmilnytskyi Elevator public joint-stock company. Master's qualification work. Specialty 141 – Electrical systems of power consumption – Vinnytsia: VNTU, 2024 – 86 p.

In the master's qualification work, the aspects of improving the energy efficiency of the enterprise with the help of the reactive power compensation system were investigated. The data obtained during practice at the enterprise were used to analyze the power supply of shops, take into account the parameters of the power line and internal cable networks, etc. As part of the research part of the work, calculations were made to reduce electricity losses in lines and transformers from installing reactive power compensation. Occupational health and safety measures in emergency situations are described.

Keywords: solar panels, capacitor units, cable lines, transformers.

Figures – 7

Tables – 31

Bibliographies – 22

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКИ ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМІВ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ.....	7
1.1 Характеристика технологічного процесу підприємства.....	7
1.2 Відомості про режими електроспоживання на підприємстві.....	8
РОЗДІЛ 2 ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА.....	11
2.1 Розрахунок навантажень підприємства.....	11
2.2 Вибір і розміщення підстанцій	14
2.2.1 Вибір цехових трансформаторних підстанцій.....	14
2.2.2 Вибір місць для розміщення підстанцій.....	15
2.3 Вибір схем електропостачання	19
2.3.1 Вибір зовнішньої схеми електропостачання.....	19
2.3.2 Вибір схеми та основних елементів внутрішньої мережі.....	20
РОЗДІЛ 3 ЗНИЖЕННЯ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА	23
3.1 Особливості використання засобів компенсації реактивної потужності	23
3.2 Балансова задача КРП	24
3.3 Економічна задача КРП	25
3.4 Економічний ефект від компенсації реактивної потужності.....	26
3.5 Розрахунок компенсації реактивної потужності в мережах підприємства.....	27
3.6 Розрахунок зниження втрат електроенергії в електричній мережі внаслідок КРП з використанням методу середніх навантажень.....	29
РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ.....	34
4.1 Техніко-економічне обґрунтування роботи.....	34

4.2 Розрахунок капіталовкладень в систему електропостачання.....	36
4.3 Розрахунок поточних витрат.....	39
4.3.1 Розрахунок потреби в робочій силі.....	39
4.3.2 Розрахунок витрат по заробітній платі.....	41
4.3.3 Планування вартості матеріалів, що витрачаються.....	45
4.3.4 Визначення амортизаційних відрахувань і інших витрат.....	46
4.4. Розрахунок собівартості електроенергії.....	47
4.4.1 Розрахунок річного споживання і втрат електроенергії. Розрахунок оплати за електроенергію.....	47
4.4.2 Розрахунок собівартості електроенергії.....	50
4.5 Висновки.....	52
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	53
5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту.....	53
5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць в пожежонебезпечних зонах	53
5.1.2 Електробезпека.....	55
5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії.....	57
5.2.1 Мікроклімат.....	57
5.2.2 Склад повітря робочої зони.....	58
5.2.3 Виробниче освітлення.....	59
5.2.4 Виробничий шум.....	61
5.2.5 Виробничі вібрації.....	62
5.2.6 Психофізіологічні фактори	62
5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Дослідження стійкості роботи системи електропостачання ПАТ “Хмільницький елеватор” в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій.....	64
5.3.1 Дослідження стійкості роботи системи електропостачання приватного підприємства “Хмільницький елеватор” умовах дії іонізуючого	

випромінювання	65
5.3.2 Дослідження безпеки роботи системи електропостачання ПАТ «Хмільницький елеватор» в умовах дії електромагнітного імпульсу.....	67
5.4 Розробка заходів по підвищенню безпеки роботи системи електропостачання ПАТ «Хмільницький елеватор» в умовах дії загрозливих чинників НС	70
5.5 Висновок.....	71
ВИСНОВКИ.....	73
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	74
ДОДАТКИ.....	77
Додаток А Технічне завдання.....	78
Додаток Б Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень	81
Додаток В Графічна частина	82

ВСТУП

Актуальність теми. Ефективне електропостачання підприємства "Хмільницький елеватор" надзвичайно залежить від проектування системи електропостачання даного підприємства. У зв'язку з цим є актуальним акцент на виборі оптимальних систем живлення, сучасного електрообладнання та впровадження в експлуатацію новітньої провідниково-кабельної продукції з метою покращення рівня надійності електропостачання, а також якості електроенергії в мережах підприємства.

Правильний вибір та поєднання системи електропостачання ПАТ «Хмільницький елеватор» в великій мірі сприяють ефективній роботі підприємства. Отже, вибір ефективних систем живлення, застосування сучасного електрообладнання, а також провідниково-кабельної продукції, підвищення надійності електропостачання та застосування компенсації реактивної потужності в мережах підприємств є надзвичайно важливими.

Мета та задачі роботи. Мета магістерської кваліфікаційної роботи – розроблення та обґрунтування заходів з підвищення енергоефективності системи електропостачання підприємства.

Об'єкт дослідження – система електропостачання підприємства «Хмільницький елеватор».

Предмет дослідження – втрати електроенергії в системі електропостачання ПП «Хмільницький елеватор».

Методи досліджень. У магістерській кваліфікаційній роботі використано загально прийняті математичні методи розрахунку, а також метод середніх навантажень під час розрахунку втрат електроенергії в електричній мережі.

Наукова новизна. Обґрунтовано ефективність використання компенсації реактивної потужності в системі електропостачання приватного підприємства "Хмільницький елеватор", що дозволяє знизити втрати електроенергії в лініях та трансформаторах майже на 30%.

Практичне значення одержаних результатів. Проведені розрахунки дозволяють пропонувати ПАТ «Хмільницький елеватор» використання компенсації реактивної потужності.

Апробація результатів магістерської кваліфікаційної роботи. Теоретичні положення та вагомі практичні результати здійсненого дослідження було обговорено на науково-технічній конференції підрозділів ВНТУ у 2024 р.

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМІВ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

1.1 Характеристика технологічного процесу підприємства

На балансі підприємства знаходиться 1,5 тис. гектарів ораної землі. На землях, що належать підприємству, вирощують такі види зернових, як пшениця, ячмінь, кукурудза, горох, овес, а також соняшники, цукровий буряк та багато іншої продукції. Для виробництва а також виконання різних робіт на підприємстві знаходиться 40 одиниць сільськогосподарської техніки, 23 тракторів і комбайнів, а також 17 автомобілів які обслуговуються та ремонтуються майстернею підприємства. Також крім вирощування зернових займаються також переробкою зерна (на підприємстві є сучасний сушильний комплекс АВМ). Також займаються виробництвом молока а також відгодівлею телят (молочно - товарний комплекс котрий складається з чотирьох ферм). Одним з найбільш енергоємних об'єктів виступає зерносушарка.

Процес переробки зерна в комплексі здійснюється в такій послідовності, зерно поступає з зернотіка та завантажують на гідропіднімач, потім загрузна норія завантажує зерно до транспортера, котрий подає його в барабан. У барабані є форсунка котра створює температуру в межах 350-400 градусів, а температура самого барабана є 150-170 градусів. В середині такого барабана є відсік. Далі зерно потрапляє в барабан де переміщується по його стінках, таким чином сушиться, і за допомогою лопатів перекидається в менший відсік. Тут зерно досушується а потім центральним вентилятором витягується в дозатор, в дозаторі повітря перекривається а потім зерно йде в бункер. В блоці управління є два положення: гранулятор та сухе зерно.

Коли включена позиція сухе зерно то зерно котре попало в бункер рухається по транспортеру та може загрузатися в транспортний засіб.

А коли увімкнений гранулятор, тоді зерно з бункера потрапляє до гранулятора там зерно подрібнюється, додається трохи води і за допомогою лопатевих змішувачів безперервної дії перемішуються і утворює кашоподібну масу. Ця маса проходить попри живильні валики, проминається та направляється до горизонтального шнека, котрим транспортується до основної камери пресу, який ущільнює її. Вертикальні шнеки здійснюють нагнітання тістоподібної маси в нижню камеру преса, котрий продавлює її через матриці. Під матрицею розміщено ножовий пристрій, котрий обертаючись, здійснює відрізання від ущільненої маси, яка виходить з матриці у формі ниток, гранули. Гранули сушаться гарячим повітрям.

1.2 Відомості про режими електроспоживання на підприємстві

Підприємство по ступеню надійності електропостачання належать до споживачів III категорії, тваринницький комплекс належить до II категорії.

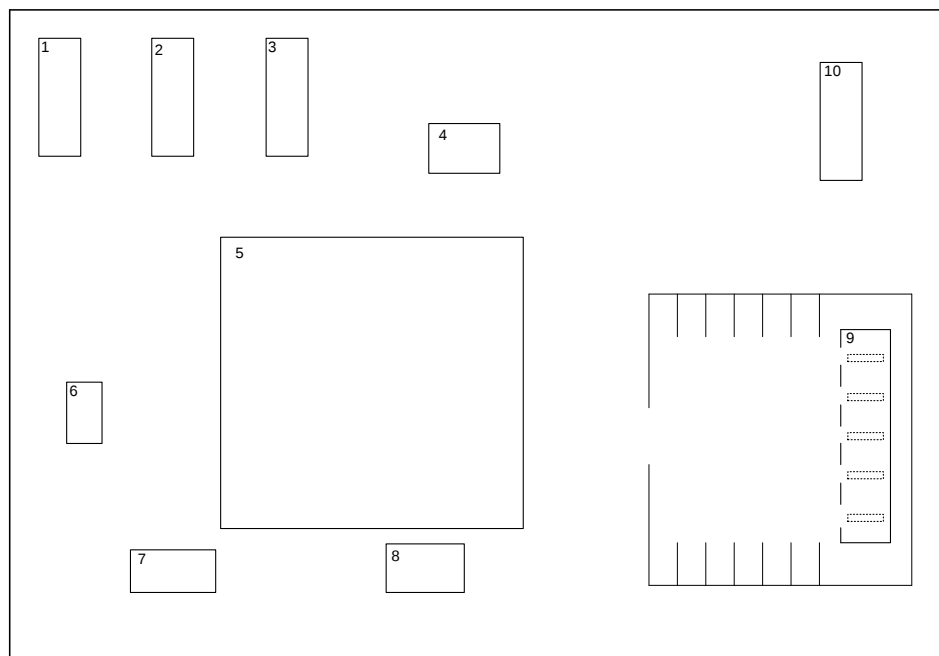


Рисунок 1.1 – Генплан публічного акціонерного товариства "Хмільницький елеватор"

Таблиця 1.1–Відомості про електричні навантаження підприємства

Вузли живлення ЕП	Рн
1. Ферма №1	44,6
2. Ферма №2	12,15
3.Ферма № 3	12,15
4.Зерно-сушка АВМ	190
5.Зернотік	109,1
6. Пилорама	50,6
7.Столярний цех	16,4
8. Кузня	5
9. Тракторна бригада	68,4
10. Ферма № 4	38,4

Найбільш потужним виробничим об'єктом підприємства є зерно-сушка АВМ, потужність якої становить 190 кВт. Деякі споживачі зерносушки належать до до 2-ї категорії з надійності електропостачання. Зокрема система забезпечення автоматизації технологічного процесу, в основі якої задіяні мікропроцесорні пристрої потребує підвищеної надійності електропостачання. Нижче розглянуті усі споживачі вказаного об'єкта.

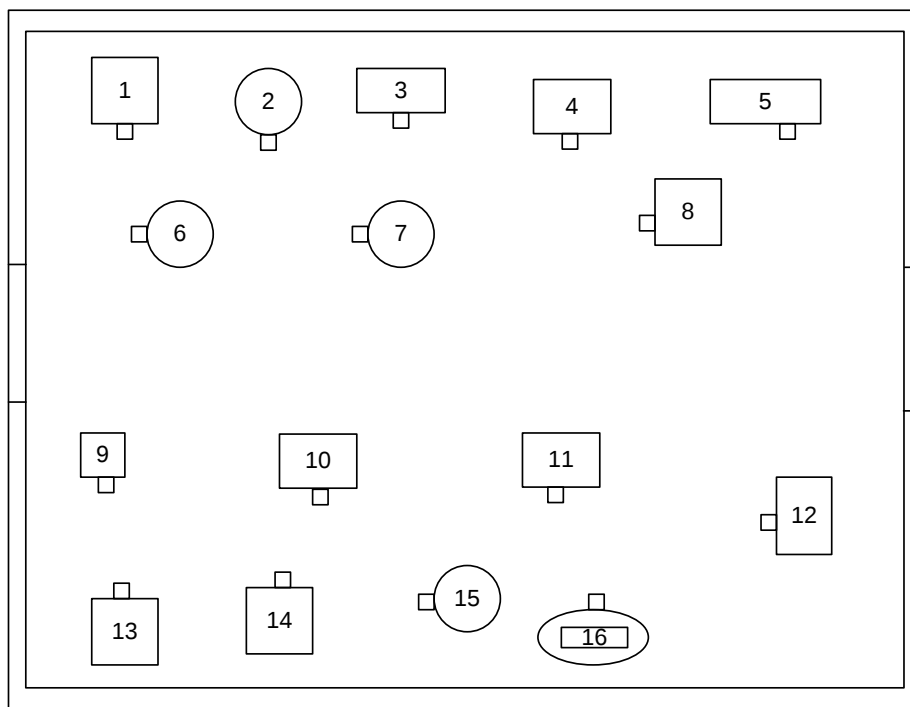


Рисунок 1.2 – План зерносушарки АВМ

Таблиця 1.2 – Відомості про значення електричних навантажень зерносушарки АВМ

№	Назва цеху	Рн. кВт
	Зерносушарка АВМ	
1	Гідро піднімач	4
2	Кормороздріблювач	40
3	Норія загрузна	2,2
4	Привід форсунка барабана	4
5	Норія подачі зерна	2,2
6	Кормо змільчувач	26
7	ЦВК	12
8	ДКУ	22
9	Вигрузний шнек	4
10-12	Дозатор	3
13	Погрузний транспортер	1,1
14	Погрузний транспортер	2,2
15	Гранулятор	26
16	Екструдер	42
	Всього	190

РОЗДІЛ 2

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА

2.1 Розрахунок навантажень підприємства

Визначення електричних навантажень підприємства здійснюється з метою вибору кількості та потужності трансформаторів, а також перевірки струмоведучих частин і елементів за нагрівом і за втратами напруги, коректного вибору захисних пристроїв та комутуючих апаратів. Електричні навантаження промислового підприємства зумовлюють вибір усіх елементів системи.

Розрахункова потужність для цехів промислового підприємства визначається з використанням методу коефіцієнта попиту (на прикладі Ферма №1):

$$P_{м_с} = K_{п} \cdot P_{н}, \quad (2.1)$$

де $P_{м_с}$ - розрахункова активна потужність силового обладнання цеху, кВт;

$K_{п}$ - коефіцієнт попиту;

$P_{н}$ - номінальна потужність цеху, кВт.

$$P_{м_с} = 0,5 \cdot 44,6 = 22,3 \text{ (кВт)}.$$

Розрахункова реактивна потужність цеху визначається по формулі, квар:

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

де $\operatorname{tg} \varphi$ - коефіцієнт реактивної потужності

$$Q_{м_с} = 22,3 \cdot 0,88 = 19,62 \text{ (квар)}.$$

Визначимо розрахункову потужність для електричного освітлення, кВт:

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

де $P_{мо}$ - розрахункова потужність освітлення кВт,

$P_{пит}$ - питома щільність навантаження освітлення, кВт/м²

$K_{по}$ - коефіцієнт попиту навантаження освітлення, визначаємо по[1];

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

F -площа цеху, m^2

$$P_{мо} = 0.02 \cdot 0.8 \cdot 1 \cdot 400 = 6,4 \text{ (кВт)}.$$

Визначимо сумарну активну розрахункову потужність, кВт, квар:

$$P_p = P_{мс} + P_{мо}. \quad (2.4)$$

$$P_p = 22,3 + 6,4 = 28,7 \text{ (кВт)}.$$

Повна розрахункова потужність цеху визначається за формулою:

$$S_m = \sqrt{P_m^2 + Q_m^2} \quad (\text{кВА}). \quad (2.5)$$

$$S_m = \sqrt{28,7^2 + 19,62^2} = 34,77 \text{ кВА}.$$

Для всіх інших цехів розрахунки будемо проводити аналогічно в табличній формі. (Таблиця 2.1)

Розраховуємо активну реактивну та повну потужності максимально-розрахункову по заводу в цілому

а) активна потужність

$$P_{м.Σ} = k_o \cdot \sum_{i=1}^{15} P_{mi} = 0,9 \cdot 324,21 = 291,79 \text{ (кВт)}, \quad (2.6)$$

де k_o – коефіцієнт одночасності

б) реактивна потужність

$$Q_{м.Σ} = k_o \cdot \sum_{i=1}^{15} Q_{mi} = 0,9 \cdot 241,85 = 217,67 \text{ (квар)}, \quad (2.7)$$

в) повна потужність

$$S_{м.Σ} = \sqrt{P_{м.Σ}^2 + Q_{м.Σ}^2} = \sqrt{291,79^2 + 217,67^2} = 364,04 \text{ (кВ·А)}. \quad (2.8)$$

Таблиця 2.1 – Розрахунок навантажень підприємства

Назва цеху/об'єкту	$P_n(\text{кВт})$	K_p	$\cos(\alpha)$	$\tg(\alpha)$	$P_m(\text{кВт})$	$Q_m(\text{квар})$	$F, \text{ м}^2$	$p \text{ пит.}$	$K_{пра}$	$K_{по}$	$P_{мо}$	$P_p(\text{кВт})$	$Q_p(\text{квар})$	$S_p(\text{кВа})$
Ферма №1	44,61	0,5	0,75	0,8	22,30	19,63	400	0,02	1	0,8	6,40	28,70	19,62	34,77
Ферма №2	12,15	0,5	0,75	0,88	6,08	5,35	400	0,02	1	0,7	5,60	11,69	5,35	12,85
Ферма №3	12,15	0,5	0,75	0,88	6,08	5,35	400	0,02	1	0,7	5,60	11,69	5,35	12,85
Зерно сушилка	196,71	0,5	0,7	1,02	98,35	100,32	280	0,02	1	0,9	5,04	103,39	100,32	144,06
Зернотік	109,1	0,4	0,7	1,02	43,64	44,51	6400	0,01	1	0,6	38,40	82,05	44,52	93,34
Пилорама	50,6	0,4	0,7	1,02	20,24	20,66	170	0,01	1	0,8	1,36	21,60	20,65	29,88
Столярний цех	16,5	0,4	0,7	1,02	6,56	6,69	288	0,01	1	0,8	2,30	8,86	6,69	11,1
Кузня	5	0,3	0,7	1,03	1,50	1,53	308	0,01	1	0,9	2,77	4,27	1,53	4,54
Тракторна бригада	68,4	0,3	0,7	1,02	20,52	20,93	840	0,01	1,2	0,9	9,07	29,58	20,94	36,24
Ферма №4	38,4	0,5	0,75	0,88	19,21	16,91	400	0,01	1	0,8	3,20	22,40	16,90	28,06
	553,6				244,47	241,84	9886				77,34	324,22	241,84	364,04

2.2 Вибір і розміщення підстанцій

2.2.1 Вибір цехових трансформаторних підстанцій

При виборі числа трансформаторів в ТП слід враховувати, що 1-трансформаторні цехові підстанції рекомендується використовувати: при навантаженнях III і II категорій, що допускають у випадку аварії перерву живлення на період доставки і улаштування трансформатора із складського резерву; за незначної (до 15-25%) потужності споживачів I категорії та можливості забезпечення резервування на нижчій напрузі від сусідньої підстанції.

Двотрансформаторні підстанції застосовуються коли більшість споживачів I і II категорій, що не допускають перерви для живлення на період заміни пошкодженого трансформатора.

Потужність та число цехових ТП суттєво впливають на техніко-економічні показники заводської і цехових мереж.

Визначимо загальні максимальні потужності цехів та їх загальну площу (значення взято із таблиці 2.2).:

$$S_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n S_{MI}, \quad (2.9)$$

$$S_{\Sigma} = 364,04 \text{ (кВ} \cdot \text{А)},$$

$$F_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n F_I, \quad (2.10)$$

$$F_{\Sigma} = 9886 (\text{м}^2).$$

Середнє питоме значення навантаження на 1 м² площі

$$S_{num} = \frac{S_{\Sigma}}{F_{\Sigma}}, \quad (2.11)$$

$$S_{num} = \frac{364,04}{9886} = 0,037 \left(\frac{\text{кВ} \cdot \text{А}}{\text{м}^2} \right).$$

Із розрахунку видно, що середня густина розрахункового навантаження дорівнює 0,037 кВА/м². За такої густини розрахункового значення навантаження

доцільно вибирати потужності трансформаторів, які значно менше 630 кВА. Тому будемо вважати на трансформатори потужністю 250 кВА та 400 кВА.

Отже можна вибрати трансформаторні підстанції з $S_{ном.т} = 250$ кВ·А. або $S_{ном.т} = 400$ кВ·А

Розглянемо два варіанти:

1. При $S_{ек} = S_{ном.т.} = 250$ кВА число ТП

$$N_{ек} = \frac{S_{\Sigma}}{S_{ек} \cdot k_3} = \frac{364.04}{250 \cdot (0,9 \div 0,95)} = 1.61 \div 1.53 шт \quad (2.12)$$

Отже, необхідно встановити два ТП-250 кВА.

2. При $S_{ек} = S_{ном.т.} = 400$ кВА число ТП

$$N_{ек} = \frac{S_{\Sigma}}{S_{ек} \cdot k_3} = \frac{364.04}{400 \cdot (0,9 \div 0,95)} = 1.01 \div 0.96 (шт.). \quad (2.13)$$

В цьому випадку потрібно встановити одну ТП-400 кВА. Коефіцієнти завантаження трансформаторів приведені в таблиці 2.2

Таблиця 2.2 – Вибір цехових ТП.

Номер цеху	S_m , кВА	$S_{ном.т.} = 250$ кВА		$S_{ном.т.} = 400$ кВА	
		N, шт	k_3	N, шт	k_3
1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	364,04	2	0,73	1	0,91

Враховуючи що на підприємстві існує чотири молочно-товарних ферми котрі відносяться до II категорії за вимогами стосовно надійності сільських споживачів електроенергії, коли перерва в електропостачанні понад 3,5 години призводить до пошкодження виробничого процесу, зниженню виходу продукції і її частковому псуванню, а відімкнення в години роботи електродоїльних апаратів недопустимі, обираємо перший варіант. Встановлюємо на підприємстві двотрансформаторну КТПТ з трансформаторами ТМ-250/10.

2.2.2 Вибір місць для розміщення підстанцій

Для вибору місць розташування ТП будується картограма та визначається центр ЕН підприємства.

Картограма електричних навантажень - це генплан підприємства у вигляді схеми, в якому на площі певних об'єктів наносяться навантаження з підрозділом по характеру (силове, освітлювальне) у вигляді кіл, котрих радіус визначається за формулою:

$$R_i = \sqrt{\frac{P_{pi}}{\pi m}}, \quad (2.14)$$

де m - масштаб картограми ел. навантажень; кВт/м²;

Сектор кола картограми, який відповідає освітлювальному навантаженню, визначається:

$$\alpha_{осв\ i} = \frac{P_{po} \cdot 360}{P_m}, \quad (2.15)$$

де P_{po} - розрахункова потужність навантаження освітлення, кВт;

P_{pi} - розрахункова потужність навантаження силового, кВт.

Для прикладу розрахуємо радіус кола елеватора:

Вибираємо масштаб побудови для картограми навантажень.

Приймаємо радіус круга для навантажень цеху №4 $r_2 \ll 50$ м.

Тоді

$$m_p = \frac{P_4}{\pi \cdot r_4^2} = \frac{103,39}{3,14 \cdot 50^2} = 0,0131 \left(\frac{\text{кВт}}{\text{м}^2} \right). \quad (2.16)$$

Вибираємо $m_p = 0,01$ кВт/м²;

Визначаємо радіуси кругів за даного масштабу:

$$r_i = \sqrt{\frac{28,7}{3,14 \cdot 0,01}} = 30,23 \text{ м}.$$

Розмір сектора освітл. навантаження на картограмі навантажень розраховується так:

Розмір вказаного сектору для 1-го цеху:

$$\alpha^0 = \frac{360^0 \cdot P_{м.о.}}{P_m} = \frac{360^0 \cdot 6,4}{28,7} = 80,28^0.$$

ЦРП підприємства слід розміщувати найближче до центру електричних навантажень і дозволить зменшити втрати енергії а також витрати провідникових матеріалів.

Центр електричних навантажень пром. підприємства знаходиться за формулами:

$$x_o = \frac{\sum_{k=1}^N P_{mk} \cdot x_k}{\sum_{k=1}^N P_{mk}}, \quad y_o = \frac{\sum_{k=1}^N P_{mk} \cdot y_k}{\sum_{k=1}^N P_{mk}}, \quad (2.17)$$

де X_i, Y_i , - координати центру ел. навантажень i -го виробничого об'єкту.

Беремо величини P_m ; з табл.2.2, координати x і y з генплану і розраховуємо X_0, Y_0

$$X = 114,56$$

$$Y = 113,96$$

Таблиця 2.3 –Розрахунок картограми електричних навантажень

№ п/п	Назва цеху	Ррозр. кВт	Рро. кВт	г, м	а, град
1	Ферма№1	28,70	6,40	30,23	80,28
2	Ферма№2	11,68	5,60	19,29	172,6
3	Ферма№3	11,68	5,60	19,29	172,6
4	Зерно-сушилка АВМ	103,39	5,04	57,38	17,55
5	Зернотік	82,04	38,40	51,11	168,5
6	Пилорама	21,60	1,36	26,23	22,6
7	Столярний цех	8,86	2,30	16,79	93,45
8	Кузня	4,27	2,77	11,66	233,5
9	Тракторна бригада	29,59	9,07	30,70	110,35
10	Ферма№4	22,40	3,20	26,70	51,43

Місце розташування центру ел. навантажень, що розраховано є показано на генплані підприємства, рис 2.1.

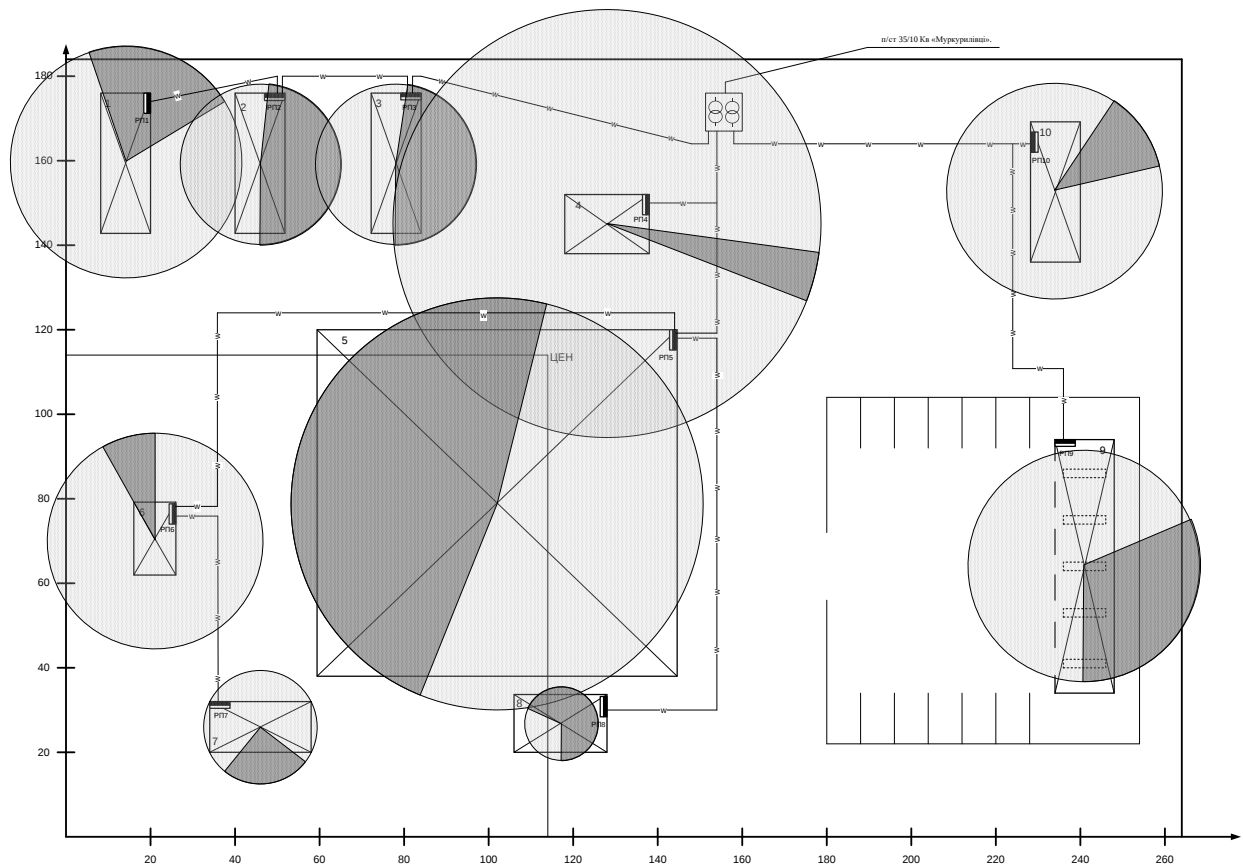


Рисунок 2.1 – Генплан підприємства з картограмою навантажень

Розташувати КТП безпосередньо у ЦЕН не є можливо, оскільки ця точка знаходиться в місці зернотіку. Тому виберемо місце розташування для КТП, змістивши її у сторону джерела живлення.

2.3 Вибір схем електропостачання

2.3.1 Вибір зовнішньої схеми електропостачання

Враховуючи, що споживає потужність підприємство невелику, а відстань до підстанції системи не значна (1,5 км), то втрати в лініях 10 кВ не значно перевищують втрати у лініях 35 кВ, тому електропостачання пром. підприємства здійснюємо напругою 10 кВ. Джерело живлення є підстанція 35/10 кВ. Живлення підприємства здійснюється по двухколовій повітряній лінії. Схема зовнішнього живлення наведена на рисунку 2.2.

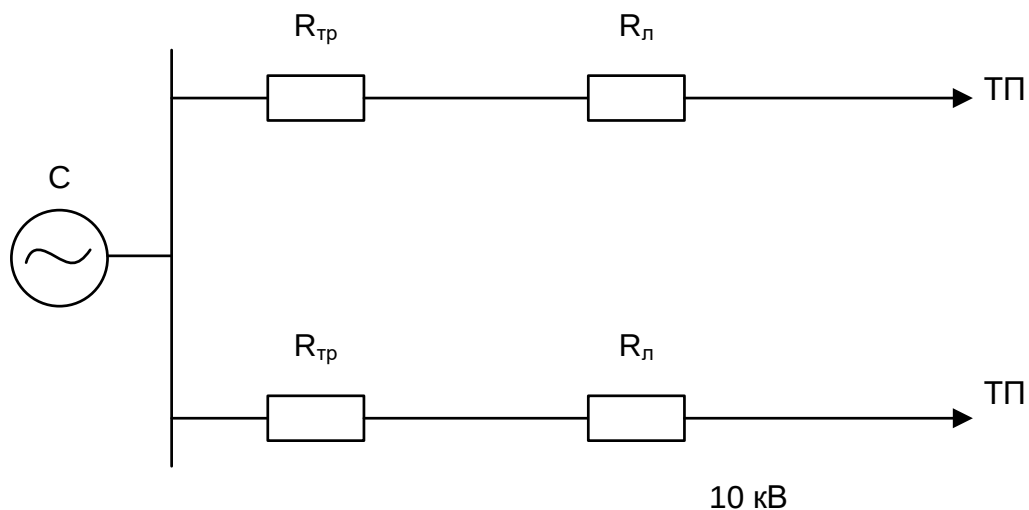


Рисунок 2.2 – Схема живлення підприємства.

$$I_p = \frac{S_p}{n \cdot \sqrt{3} \cdot U_H} \quad (2.18)$$

де I_p - розрахунковий струм лінії, А;

S_p - повна розрахункова потужність підприємства, кВА;

U_H - номінальна напруга кабелю, кВ.

$$I_p = \frac{364,04}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 10,5 \text{ А}.$$

Переріз живлячої лінії тоді буде рівним, мм :

$$F = I_p / J_T, \quad (2.19)$$

де $j_T = 1,3 \text{ А/мм}^2$ - економічна густина струму для неізолюваних проводів при $T_m > 1000$ до 3000 год/рік. [9].

$$F = 10,5 / 1,3 = 8,1 \text{ мм}^2$$

Оптимальний переріз 10 мм^2 . Згідно рекомендації по вибору марки та перерізу проводів до ВЛ 10 кВ, для різних кліматичних умов та із урахуванням необхідної міцності ліній, мінімальний переріз для проводів марки АС є 25 мм^2 . Обираємо провід марки АС-25.

2.3.2 Вибір схеми та основних елементів внутрішньої мережі

На підприємствах розташованих у сільській місцевості всі розподільні мережі 0,38/0,22 кВ в основному реалізуються повітряними, тому що вони дешевше та простіше в монтажі й експлуатації, аніж кабельні.

Кабельні лінії в сільському енергопостачанні використовуються для розподілу електроенергії на тваринницьких комплексах, птахофабриках і у випадках виключення застосування повітряних ліній.

Враховуючи що на території об'єкта проектування знаходиться тваринницький комплекс котрий складається з чотирьох ферм, а сам об'єкт розташовано компактно на площі $180 \times 260 \text{ м}$, то використаємо в процесі проектування кабельні лінії.

Згідно ПУЕ прокладені кабелі 20 кВ на глибині 1- 2м та нижче (крім кабелів міських електромереж) можна не захищати від механічних пошкоджень, а тому при проектуванні кабельних ліній у сільській місцевості необхідно переважно використовувати полегшені кабелі з пластмасовою ізоляцією та оболонкою при прокладанні їх у траншеї. Такими кабелями є кабелі з індексом С для сільського господарства а саме кабель АВВГ-С який використовується для прокладання в кабельних спорудах, виробничих приміщеннях (враховуючі пожеже небезпечні) та в землі (зокрема в траншеї). Кабелі прокладаються на трасах із необмеженою різницею рівнів а також при температурі навколишнього середовища від $+50^\circ\text{C}$ до -50°C і мають переріз від 4 до 240 мм^2 .

Виконання внутрішньої розподільчої мережі магістрального, радіального або ж змішаного типу. Вибір схеми виконується на базі всебічного аналізу технічних і економічних показників.

Вибираємо змішану схему для електропостачання (рис.2.4)

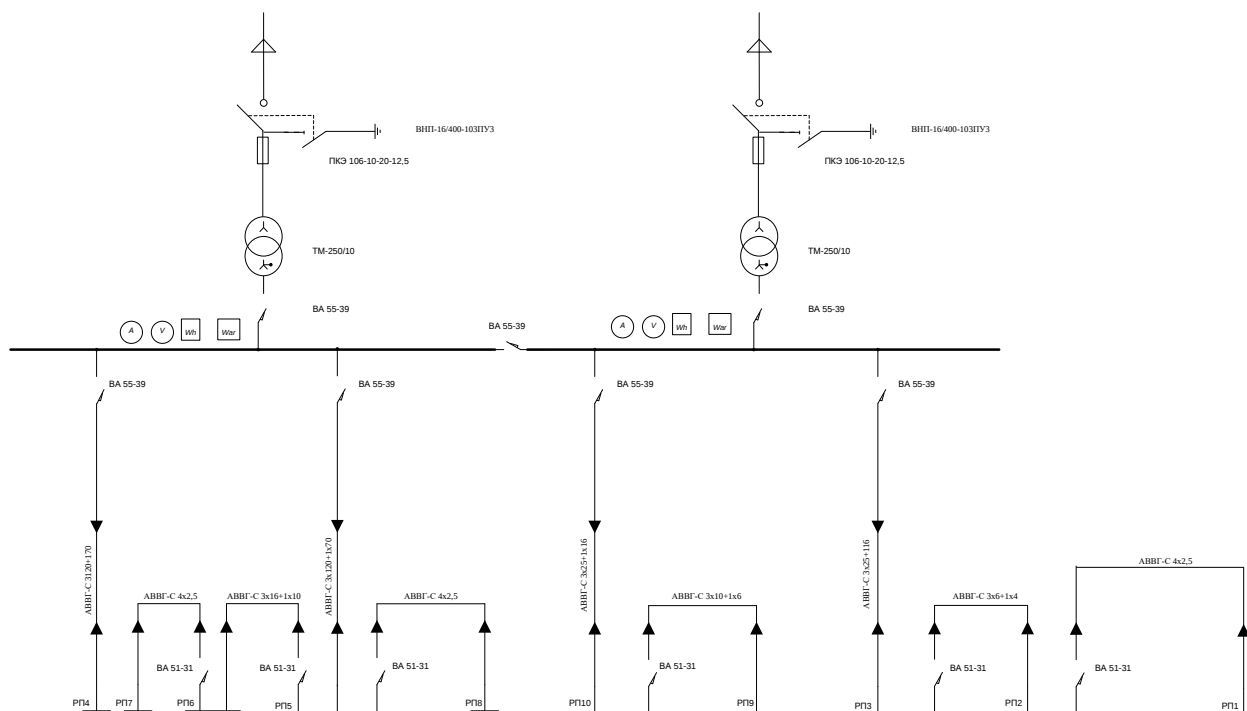


Рисунок 2.3 – Схема електропостачання підприємства

Вибір високовольтих вимикачів і перерізу провідників та вимикачів 0,38 кВ мережі підприємства

Вимикачі вибираються за номінальною напругою та розрахунковим струмом з урахуванням післяаварійних режимів.

$$\begin{aligned} U_{\text{ном.в}} &\geq U_{\text{ном.мережі}}, \\ I_{\text{ном.в}} &\geq I_{\text{max}}. \end{aligned} \quad (2.20)$$

Визначимо струм для нормального та післяаварійного режимів до ліній живлення підприємства напругою 10 кВ:

$$\begin{aligned} I_{\text{M}} &= \frac{S_{\text{M}}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} = \frac{364,04}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 10,5 \text{ A}, \\ I_{\text{max}} &= 2 \cdot I_{\text{M}} = 2 \cdot 10,5 = 21 \text{ A}. \end{aligned} \quad (2.21)$$

Для установки на стороні 10 кВ обираємо вимикач навантаження типу ВМП-10/400-103ПУЗ.

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{max}} \\ 400 \text{ A} \geq 10,69 \text{ A.} \quad (2.22)$$

Визначаємо струми приєднання з максимальним навантаженням на 0,38кВ:

$$\text{КТП – РП4 } I_{\text{м}} = I_{\text{max}} = \frac{S_{\text{н}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} = \frac{144,06}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 218,87 \text{ (A)} \quad (2.23)$$

Для установки на стороні 0,38 кВ вибираємо селективний вимикачі ВА 55-39.
Номінальний струм вимикачів $I_{\text{ном.в.}} = 400 \text{ A} > I_{\text{max}}$.

Для мережі підприємства 0,38 кВ вибираємо кабелі типу АВВГ-С по допустимому нагріву з урахуванням максимального струму і прокладаємо їх в землі (траншеях).

Результати розрахунків приведені в таблиці 2.4. і 2.5

Таблиця 2.4 - Вибір високовольтних вимикачів.

Лінія	$I_{\text{м}}, \text{ A}$	$I_{\text{max}}, \text{ A}$	Вимикач	$I_{\text{ном.в.}}, \text{ A}$
ЕЕС-КТП	10,5	21	ВНП-10/400-103ПУЗ	400

Таблиця 2.5 - Вибір вимикачів і перерізу провідників мережі 0,38 кВ підприємства.

Лінія	$I_{\text{м}}, \text{ A}$	$I_{\text{max}}, \text{ A}$	Вимикач	$I_{\text{ном.в.}}, \text{ A}$	Провідник	$I_{\text{доп}}, \text{ A}$
КТП-РПЗ	91,87	91,87	ВА 55-39	160	АВВГ-С 3×25+1×16	105,8
РПЗ-РП2	39,05	39,05	ВА 51-31	100	АВВГ-С 3×6+1×4	42,3
РП2-РП1	19,53	19,53	ВА 51-31	100	АВВГ-С 4×4	35
КТП-РП4	218,87	218,87	ВА 55-39	250	АВВГ-С 3×120+1×70	271,4
КТП-РП5	210,97	210,97	ВА 55-39	250	АВВГ-С 3×120+1×70	271,4
РП5-РП8	6,9	6,9	ВА 51-31	100	АВВГ-С 4×4	35
РП5-РП6	62,26	62,26	ВА 51-31	100	АВВГ-С 3×16+1×10	82,8
РП6-РП7	16,86	16,86	ВА 51-31	100	АВВГ-С 4×4	35
КТП-РП10	97,69	97,69	ВА 55-39	160	АВВГ-С 3×25+1×16	105,8
РП10-РП9	55,06	55,06	ВА 51-31	100	АВВГ-С 3×10+1×6	64,4

РОЗДІЛ 3

ЗНИЖЕННЯ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА

3.1 Особливості використання засобів компенсації реактивної потужності

Передумовою для розрахунків компенсації реактивних навантажень будь-яким методом можна назвати визначення місць розміщення компенсувальних установок. Розташування синхронних машин визначається з вимог технологічного процесу. Аналіз для можливих варіантів розташування БК в електричних мережах промислових підприємств дозволить сформулювати наступні принципи щодо їх попереднього розміщення:

- компенсація РП реалізується на робочій напрузі електроприймачів та КУ розміщуються як можна ближче до них;

- присутність на підприємствах електроприймачів різної потужності і напруги (0,38-10) кВ з різним часом роботи протягом доби зумовлює використання комбінованих варіантів розміщення БК;

- в першу чергу визначається чи можливе застосування індивідуальної компенсації, що найбільшою мірою є відповідною до сучасних вимог до регулювання генерації реактивної потужності відповідно з її споживанням за відсутності затрат на засоби управління а також комутаційну апаратуру;

- для компенсації реактивної потужності для решти електроприймачів невеликої потужності а також різного режиму роботи передбачено групову компенсацію;

- для здійснення компенсації найменших реактивних навантажень у окремих вузлах передбачаються нерегульовані БК;

- у випадку розгалужених електричних мереж (коли є проміжні РУ, РП до та вище 1000 В, цехові ТП, шинопроводи) установлення групових БК попередньо намічається на більш низьких рівнях для схеми електропостачання (що ближче до електроприймачів);

- обмеження на установлення БК можуть бути відповідно до умов навколишнього середовища, техніки безпеки та відсутності БК.

Керуючись вказаними принципами, можна попередньо намітити місця розташування БК, наближених до оптимального розміщення. В процесі розрахунків такі місця уточнюються.

3.2 Балансова задача КРП

Балансова задача КРП полягає в знаходженні оптимального розміщення КП в мережі підсистеми. Балансову задачу ми розглянемо на прикладі радіальної схеми електропостачання для кожної з двох двотрансформаторних підстанцій (рисунок 3.1).

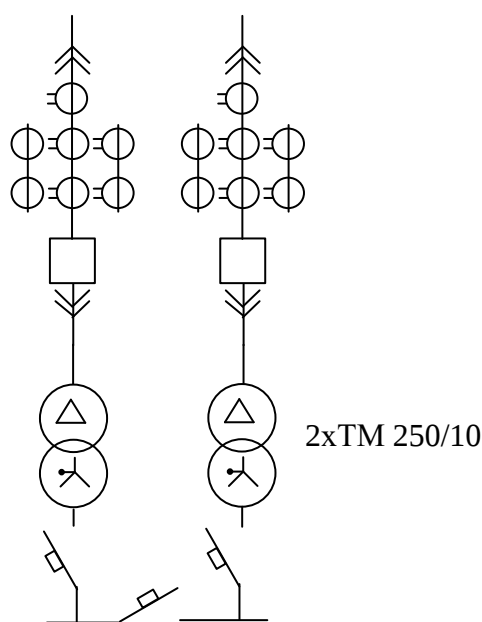


Рисунок 3.1 – Схема електропостачання підприємства

В даному випадку схема електропостачання є симетрична (складається з двох однакових частин). Отже, можна проводити розрахунки зі знаходження оптимальної потужності КП 0,38 кВ за критерієм мінімуму втрат в ЕПС тільки для однієї її частини. Схему заміщення електричної мережі, що містить тільки необхідні елементи, зображено на рисунку 3.2.

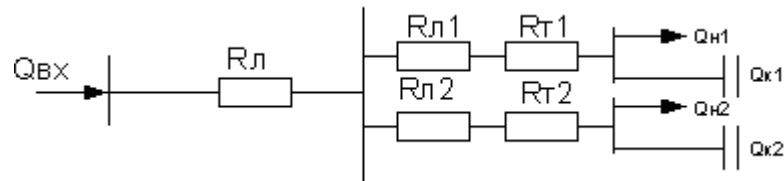


Рисунок 3.2 – Схема заміщення електричної мережі

Балансова задача:

$$\Delta P = \frac{Q_1^2}{U^2} R_1 + \frac{Q_2^2}{U^2} R_2 + \dots \rightarrow \min;$$

$$Q_1 + Q_2 + \dots = Q_{e1},$$

де Q_{e1} – вхідне задане економічне значення реактивної потужності.

Розв'язавши задачу методом неозначених множників Лагранжа, вирази для вхідних значень реактивних потужностей ТП будуть:

$$Q_1 = Q_{e1} \frac{1/R_1}{1/R_1 + 1/R_2 + \dots};$$

$$Q_2 = Q_{e1} \frac{1/R_2}{1/R_1 + 1/R_2 + \dots}; \dots$$

3.3 Економічна задача КРП

Розв'язання економічної задачі КРП є у знаходженні на основі системного підходу для оптимального значення вхідної реактивної потужності або ж ступеня КРП для мережі підсистеми або ж окремого підприємства. В задачах КРП цільову функцію можна сформулювати у вигляді квадратичної моделі (тобто не враховуючи вплив реактивної потужності на напругу), котру записують у двох формах – через максимальні або середні навантаження. Однак для другої форми питома вартість втрат визначається лише паливною складовою. Зроблено висновок, що вибір КУ нерегульованих в мережі можна виконувати тільки за середніми навантаженнями. Водночас, оскільки нерегульовані КУ мають деяке обмежене застосування, то для отримання оптимальних рішень під час вибору регульованих КУ необхідно враховувати графіки реактивних навантажень споживачів.

3.4 Економічний ефект від компенсації реактивної потужності

Більшість сучасних електроустановок містять в собі комбіноване (активне та реактивне) навантаження. Споживання реактивної потужності від енергопостачальної компанії недоцільне оскільки, окрім прямих фінансових втрат, призводить до:

- зниження пропускної здатності підводящих кабелів;
- збільшення втрати активної енергії;
- падіння напруги в мережі.

Тому компенсація реактивної потужності впливає як найдешевший та ефективний засіб підвищення показників енергоексплуатації, що зменшує всі види втрат .

Показником, що характеризує ефективність використання потужності – є $\cos\varphi$ - відношення активної складової до повної (повна містить в собі активну та реактивну потужність) .

Чим нижчий $\cos\varphi$ тим більші втрати потужності та напруги живлення у мережі підприємства. Використання установок компенсації реактивної потужності доречно на підприємствах, які використовують:

Таблиця 3.1–Показники $\cos\varphi$ по різному обладнанню

Назва обладнання	$\cos\varphi$
Асинхронні двигуни та компресори	0,7
Асинхронні двигуни за неповного завантаження, верстати	0,5
Електролізні установки та електродугові печі	0,6
Індукційні печі	0,2-0,6
Водяні насоси	0,8
Зварювальні трансформатори	0,4
Лампи денного світла (натрієві, ртутні, металогалогенні)	0,5-0,6

Для підвищення $\cos\varphi$ можна застосовувати різні засоби, але найефективнішим виступає використання установок компенсації реактивної потужності, котрі автоматично аналізують поточний $\cos\varphi$ і, керуючи секціями конденсаторних батарей, наближають його до ідеального значення - 1.

Правильно підібрана установка дозволяє знизити фінансові витрати на оплату електроенергії у середньому на 5-10% щомісячно з терміном її окупності 2-6 місяців .

Додатковим бонусом при цьому виникає стабілізація напруги в мережі, можливість підключення додаткових ел. навантажень в межах виділеного підприємству ліміту потужності та збільшення терміну служби обладнання.

У разі, якщо на підприємстві уже експлуатується стара (часто не автоматизована) система для компенсації , то її модернізація дозволяє підняти коефіцієнт корисної дії а також убезпечитися від недокомпенсації чи ризику перетоку реактивної енергії в загальну мережу.

3.5 Розрахунок компенсації реактивної потужності в мережах підприємства

Схема розрахункової мережі даного підприємства з усіма вихідними даними (опорами елементів, місцями установки батарей, тощо) зображена у додатку В. Вхідна реактивна потужність, яка задана енергосистемою, дорівнює $Q_e = 0,055$ МВАр. Електрична мережа підприємства живиться від двох ТП 10/0,4 кВ. Для розрахунку компенсації реактивної потужності в мережах підприємства спочатку визначимо сумарну потужність батарей ст. конденсаторів, які необхідно встановити:

$$Q_k = Q_m - Q_e, \quad (3.1)$$

$$Q_k = 0,242 - 0,055 = 0,187 \text{ Мвар.}$$

Визначимо оптимальні значення потужності БК, які необхідно встановити з низької сторони цехових РП:

$$Q_{ei} = \frac{Q_e \cdot R_e}{r_{ei}} \quad (3.2)$$

де Q_{ei} – частина реактивної потужності, одержаної від енергосистеми, яку доцільно передавати до електроприймачів по мережі і-го приєднання, Мвар.

R_e – еквівалентний активний опір всієї мережі, Ом

r_{ei} – еквівалентний активний опір мережі і-го приєднання, Ом.

Визначимо еквівалентний опір для всієї мережі за формулою:

$$R_{ei} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{r_{ei}}} \quad (3.3)$$

$$R_e = \frac{1}{\frac{1}{5,875} + \frac{1}{5,875}} = 2,94 \text{ Ом}$$

Оптимальна потужність БК, котру доцільно встановити в і-му вузлі, визначається із виразу:

$$Q_{ki} = Q_i - Q_{ei},$$

де Q_i – реактивне навантаження і-го вузла.

$$Q_{e1} = \frac{Q_e \cdot R_e}{r_{e1}} = \frac{0,055 \cdot 2,94}{7,16} = 0,023, \text{ Мвар}$$

$$Q_{k1} = Q_1 - Q_{e1} = 0,121 - 0,023 = 0,098, \text{ Мвар}$$

$$Q_{e2} = \frac{Q_e \cdot R_e}{r_{e2}} = \frac{0,055 \cdot 2,94}{7,16} = 0,023, \text{ Мвар}$$

$$Q_{k2} = Q_2 - Q_{e2} = 0,121 - 0,023 = 0,098, \text{ Мвар}$$

Результати розрахунків зведемо в таблицю

Таблиця 3.2 – Вибір потужностей КУ

Q_k	$Q_{k, \text{ розр, квар}}$	$Q_{k, \text{ стандарт, квар}}$
Q_{k1}	98	100
Q_{k2}	98	100

3.6 Розрахунок зниження втрат електроенергії в електричній мережі внаслідок КРП з використанням методу середніх навантажень

Як було показано в попередньому пункті, для досягнення заданого значення вхідної реактивної потужності необхідно застосувати конденсаторні батареї, потужністю по 100 квар для кожної з двох ліній.

Визначимо зниження втрат активної потужності в лініях і трансформаторах в результаті впровадження компенсаційних установок. Визначення втрат електроенергії засноване на використанні середнього навантаження, коефіцієнта форми графіка навантаження, а також еквівалентного опору

$$\Delta W = 3I_c^2 \cdot K_{\phi}^2 \cdot R_e \cdot T = \frac{P_c^2 + Q_c^2}{U^2} \cdot K_{\phi}^2 \cdot R_e \cdot T, \quad (3.4)$$

де K_{ϕ}^2 – квадрат коефіцієнта форми графіка струму навантаження; R_e – еквівалентний опір електричної мережі.

Підприємство працює 3 зміни. Було отримано дані про споживання активної та реактивної потужності, споживачами, що живляться двома лініями через два трансформатори.

В табл. 3.3 наведено значення вказаних потужностей.

Таблиця 3.3 – Потужності навантаження ліній

	t зміни, годин								
	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Рл1, кВт	120	135	110	145	155	135	140	125	110
Qл1, квар	80	92	85	88	105	95	74	82,5	85
Рл2, кВт	125	130	115	140	160	140	138	130	102
Qл2, квар	85	90	87	90	120	81	75	82,5	83

Відповідно до значень потужностей розраховано струми ліній. Результати наведено в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Струми навантажень ліній

Іл1, А	8,33	9,43	8,03	9,79	10,81	9,53	9,14	8,65	8,03
Іл2, А	8,73	9,13	8,33	9,61	11,55	9,34	9,07	8,89	7,59

Визначення втрат електроенергії в лінії 1:

а) визначення середнього значення струму в лінії 1

$$I_c = \frac{\sum_{i=1}^9 I_{л1_i}}{9} = 9,08 \text{ А.}$$

б) визначення ефективного значення струму через лінію 1

$$I_e = \frac{\sum_{i=1}^9 I_{л1_i}^2 \cdot t_i}{\sum_{i=1}^9 t_i} = 9,12 \text{ А.}$$

в) визначення коефіцієнта форми графіка струму через лінію 1

$$k_\phi = \frac{I_e}{I_c} = \frac{9,12}{9,08} = 1,0045.$$

г) визначення втрат активної енергії за добу в лінії 1

$$\Delta W = 3 I_c^2 \cdot K_\phi^2 \cdot R_e \cdot T = 3 \cdot 9,08^2 \cdot 1,0045^2 \cdot 7,16 \cdot 24 \cdot 10^{-3} = 42,9 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Враховуючи, що підприємство працює 365 днів на рік, то річний обсяг втрат активної енергії в лінії л1 дорівнює 15660 кВт·год.

Аналогічно визначаємо втрати енергії в лінії 2.

а) визначення середнього значення струму в лінії 2

$$I_c = \frac{\sum_{i=1}^9 I_{л2_i}}{9} = 9,14 \text{ А.}$$

б) визначення ефективного значення струму через лінію 2

$$I_e = \frac{\sum_{i=1}^9 I_{л2i}^2 \cdot t_i}{\sum_{i=1}^9 t_i} = 9,19 \text{ А.}$$

в) визначення коефіцієнта форми графіка струму через лінію 2

$$k_\phi = \frac{I_e}{I_c} = \frac{9,12}{9,08} = 1,0062.$$

г) визначення втрат активної енергії за добу в лінії 2

$$\Delta W = 3I_c^2 \cdot K_\phi^2 \cdot R_e \cdot T = 3 \cdot 9,14^2 \cdot 1,0062^2 \cdot 7,16 \cdot 24 \cdot 10^{-3} = 43,5 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Враховуючи, що підприємство працює 365 днів на рік, то річний обсяг втрат активної енергії в лінії л1 дорівнює 15901 кВт·год.

Змодельюємо вплив компенсації реактивної потужності на втрати в системі електропостачання. Враховуючи, що реактивна потужність, задана енергосистемою складає 55 квар, наведемо таблицю з потужностями, які споживаються навантаженням ліній 1 та 2 з врахуванням КРП (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 – Потужності навантаження ліній після КРП

	t зміни, год								
	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Рл1, кВт	120	135	110	145	155	135	140	125	110
Qл1, квар	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5
Рл2, кВт	125	130	115	140	160	140	138	130	102
Qл2, квар	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5

Відповідно до значень потужностей розраховано струми ліній. Результати наведено в табл. 3.6.

Таблиця 3.6 – Струми навантажень ліній

Іл1, А	7,11	7,95	6,55	8,52	9,09	7,95	8,24	7,39	6,55
Іл2, А	7,39	7,67	6,83	8,24	9,37	8,24	8,12	7,67	6,10

Визначення втрат електроенергії в лінії 1:

а) визначення середнього значення струму в лінії 1

$$I_c = \frac{\sum_{i=1}^9 I_{л1_i}}{9} = 7,7 \text{ A.}$$

б) визначення ефективного значення струму через лінію 1

$$I_e = \frac{\sum_{i=1}^9 I_{л1_i}^2 \cdot t_i}{\sum_{i=1}^9 t_i} = 7,75 \text{ A.}$$

в) визначення коефіцієнта форми графіка струму через лінію 1

$$k_\phi = \frac{I_e}{I_c} = \frac{7,75}{7,7} = 1,0057.$$

г) визначення втрат активної енергії за добу в лінії 1

$$\Delta W = 3 I_c^2 \cdot K_\phi^2 \cdot R_e \cdot T = 3 \cdot 7,7^2 \cdot 1,0057^2 \cdot 7,16 \cdot 24 \cdot 10^{-3} = 30,9 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Враховуючи, що підприємство працює 365 днів на рік, то річний обсяг втрат активної енергії в лінії л1 дорівнює 11299 кВт·год.

Аналогічно визначаємо втрати енергії в лінії 2.

а) визначення середнього значення струму в лінії 2

$$I_c = \frac{\sum_{i=1}^9 I_{л2_i}}{9} = 7,74 \text{ A.}$$

б) визначення ефективного значення струму через лінію 2

$$I_e = \frac{\sum_{i=1}^9 I_{л2_i}^2 \cdot t_i}{\sum_{i=1}^9 t_i} = 7,79 \text{ A.}$$

в) визначення коефіцієнта форми графіка струму через лінію 2

$$k_\phi = \frac{I_e}{I_c} = \frac{7,79}{7,74} = 1,0065.$$

г) визначення втрат активної енергії за добу в лінії 2

$$\Delta W = 3I_c^2 \cdot K_{\phi}^2 \cdot R_e \cdot T = 3 \cdot 7,74^2 \cdot 1,0065^2 \cdot 7,16 \cdot 24 \cdot 10^{-3} = 31,2 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Враховуючи, що підприємство працює 365 днів на рік, то річний обсяг втрат активної енергії в лінії л1 дорівнює 11408 кВт·год.

Загальний результат впливу КРП на втрати в лінії наведено в табл. 3.6.

Таблиця 3.6 – Результати компенсації РП

Після КРП			До КРП			Різниця	
Wдоб	62,21286	кВт*год	Wдоб	86,471511	кВт*год	24,258653	кВт*год
Wрічн	22707,69	кВт*год	Wрічн	31562,101	кВт*год	8854,4083	кВт*год
В	158953,9	грн	В	220934,71	грн	61980,858	грн

В таблиці наведені значення вартості втрат активної енергії з врахуванням тарифу 7 грн/кВт*год.

Висновок

В результаті компенсації реактивної потужності з використанням компенсаційних установок потужністю по 100 квар, зниження втрат в лінії становить понад 8500 кВт*год за рік. При цьому вартість зниження втрат енергії складає понад 60000 грн.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

4.1 Техніко-економічне обґрунтування роботи

Суть техніко-економічного обґрунтування роботи полягає у проведенні попередніх техніко економічних розрахунків, які підтверджуються доцільність капіталовкладень в даний енергетичний об'єкт [22].

Доцільність реалізації проекту обґрунтовується:

- задоволення потреб суспільства продукцією підприємства;
- створення нових робочих місць та працевлаштуванням населення;
- надання необхідних послуг;
- прибутковістю;
- окупністю капіталовкладень, і т.д.
- Вихідні дані для розрахунку:
- виручка від реалізації продукції $B = 10$ (млн. грн./рік);
- середньооблікова чисельність персоналу $Ч = 6$;
- середньорічний фонд заробітної плати одного працівника разом з нарахуванням на соціальні потреби $З_{П1}$, грн./рік;
- питома заробітна плата в собівартості продукції $d = 12\%$;
- первісна або балансова вартість основних фондів $\Phi = 5$ млн грн;
- нормований коефіцієнт ефективності капіталовкладень: $E_H = 0,1$;
- нормований термін окупності, років: $T_{ок} = 10$.
- середньомісячна зарплата одного працівника $З = 12000$ грн./міс.

Середньорічний фонд заробітної плати одного працівника:

$$З_{П1} = 3 \cdot 12 \cdot 10^{-6} = 12000 \cdot 12 \cdot 10^{-6} = 0,144 \text{ (млн грн/рік)}, \quad (4.1)$$

Повна собівартість продукції:

$$C = \frac{1,38 \cdot \varphi \cdot 3_{II1}}{d} = \frac{1,38 \cdot 6 \cdot 0,144}{0,12} = 9,2 \text{ (млн грн/рік)}, \quad (4.2)$$

Балансовий прибуток:

$$\Pi = B - C = 10 - 9,2 = 0,8 \text{ (млн грн/рік)}, \quad (4.3)$$

Визначаємо термін окупності даного підприємства:

$$T_{op} = \frac{\Phi}{\Pi} = \frac{5}{0,8} = 6,25 \text{ (років)}, \quad (4.4)$$

$$T_{op} = 6,25 < T_{ок} = 10 \text{ (років)}.$$

Даний термін не перевищує нормативний, отже розрахунок системи електропостачання є прибутковим.

Відповідно до схеми електричної мережі підприємства та вихідних даних у табл. 4.1, 4.2, необхідно виконати такі розрахунки:

1. Розрахувати величину капітальних вкладень в трансформаторні підстанції, кабельні лінії та високовольтні вимикачі.

2. Розрахувати оплату за спожиту електроенергію.

3. Розрахувати величину складових експлуатаційних витрат:

- витрат в мережах підприємства;
- витрат на заробітну плату;
- витрат на матеріали;
- амортизаційних витрат.

4. Розрахувати собівартість електроенергії на підприємстві, розрахунки занесені до табл. 4.1 та 4.2.

Таблиця 4.1 – Характеристики трансформаторних підстанцій

Підстанція	Тип трансформатора	Кількість трансформаторів	Факт. потужність підстанції, кВА
ТП	ТМ-250	2	364

Таблиця 4.2 – Відомості про кабельні лінії

Найменування ліній	Довжина лінії від ТП до ГПП, км	Марка проводу	К-сть
ЕС-ТП1	3	АС-25	1
ЕС-ТП2	3	АС-25	1

Рекомендації до виконання:

1. Оплату за спожиту електроенергію розраховують по тарифам: 7 грн/кВт·год
2. Прийняти норму амортизації – 6%,
3. Нарахування:
 - в пенсійний фонд – 33,3%,
 - у фонд зайнятості – 1,5%,
 - на соціальне страхування – 1,5%.

4.2 Розрахунок капіталовкладень в систему електропостачання

Розрахунок капіталовкладень в лінії електропередач виконуємо за вартістю кабелів та вартістю їх прокладання [22].

Капітальні вкладення для ліній електропередач:

$$K_{\text{л}} = (K_{\text{пит}} \cdot n + K_{\text{прок}}) \cdot L, \quad (4.5)$$

де $K_{\text{пит}}$ – питома вартість на 1 км лінії, тис. грн./км;

$K_{\text{прок}}$ – питома вартість прокладання, тис. грн./км;

L – довжина лінії електропередачі, км.

n – кількість кабелів в траншеї, шт.

Результати розрахунків заносимо в таб. 4.3.

Таблиця 4.3 – Розрахунок капіталовкладень для ліній електропередач

Назва лінії	Марка проводу	Кількість	Довжина, км	$K_{\text{пит}}$, тис.грн	$K_{\text{прок}}$, тис.грн	Кл, тис.грн
ЕС-ТП1	АС-25	1	3	73,84	2,44	228,84
ЕС-ТП2	АС-25	1	3	73,84	2,44	228,84
Разом						457,68

Капітальні вкладення для електричних підстанцій [22]:

$$K_{\text{пс}} = \sum_{i=1}^l K_{\text{псі}} + K_{\text{пост}}, \quad (4.6)$$

де $K_{\text{псі}}$ – вартість однієї трансформаторної підстанції, тис. грн.;

$K_{\text{пост}}$ – постійні витрати, що практично не залежать від потужності підстанції і пов'язані з устроєм території, зі створенням майстерень, лабораторій і диспетчерських пунктів, з будівництвом житла тощо, тис. грн. Постійні витрати прийняти у розмірі 20 % від повної вартості всіх підстанцій.

Результати розрахунків заносимо в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Розрахунок капіталовкладень для електричних підстанцій

Назва	Тип т-ра	Кількість	Код, тис.грн	$K_{\text{пост}}$, тис.грн	$K_{\text{пс}}$, тис.грн
Трансформатор струму		2	7	1,4	19,6

Продовження таблиці 4.4

Назва	Тип т-ра	Кількість	Код, тис.грн	Кпост, тис.грн	Кпс, тис.грн
Лічильник електронний активної та реактивної енергії		2	15	3	33
Конденсаторна установка		2	300	60	660
ТП	ТМ-250	2	69,55	13,91	153,01
Разом					846,01

Розрахуємо сумарну вартість вимикачів. Відповідно до однолінійної схеми кількість вимикачів 10 кВ – 2 шт. Вартість вимикача 70 тис. грн.

Сумарна вартість вимикачів:

$$K_B = 2 \cdot 70 = 140 \text{ (тис. грн.)}. \quad (4.7)$$

Вартість підстанцій з вимикачами:

$$K_{пс} = 846,01 + 140 = 986,01 \text{ (тис. грн.)} \quad (4.8)$$

Відповідно сумарна величина капітальних вкладень в систему електропостачання підприємства:

$$K = 457,68 + 986,01 = 1443,69 \text{ (тис. грн.)}. \quad (4.9)$$

4.3 Розрахунок поточних витрат

4.3.1 Розрахунок потреби в робочій силі

Планова трудомісткість визначається, люд.-год./рік:

$$T = \Pi \cdot t_{\text{норм}} \cdot h, \quad (4.10)$$

де Π – кількість ремонтів даного виду за рік, на одиницю обладнання;

$t_{\text{норм}}$ – норма трудомісткості поточного ремонту або огляду, люд.-год. [22];

h – кількість обладнання певного діапазону потужності, що належить до цього виду ремонтних робіт.

Проводимо розрахунки трудомісткості ремонту електрообладнання та заносимо їх результати до табл.4.6.

Планова трудомісткість технічного обслуговування кожної групи енергетичного устаткування і мереж складає, люд.-год./рік:

$$T_{\text{то}} = 12 \cdot t_{\text{пр}} \cdot K_{\text{ср}} \cdot K_{\text{зм}} \cdot h, \quad (4.11)$$

де 12 – кількість місяців у році;

$t_{\text{пр}}$ – планова (таблична) трудомісткість поточного ремонту одиниці устаткування люд.-год [22];

$K_{\text{ср}}$ – коефіцієнт складності ремонту, який показує частку трудомісткості поточного ремонту, необхідну для технічного обслуговування енергетичного обладнання і мереж на кожен місяць планованого року, 1/міс, $K_{\text{ср}} = 0,1$.

h – кількість обладнання в групі.

Проводимо розрахунки трудомісткості технічного обслуговування іншого електрообладнання та заносимо їх результати до табл.4.5, та табл. 4.6.

Таблиця 4.5 – Трудомісткість поточного ремонту та огляду

Обладнання	К-ть	Поточний ремонт			Огляд		
		К-сть на одини цю облад. рем/рі к	Норма трудоміст кості люд.год.	Заг. трудміст кість люд.год.	К-сть на одини цю облад. огл/рі к	Норма трудоміст кості люд.год.	Заг. трудміст кість люд.год.
Вимикач 10 кВ	2	1	16	32	2	2	8
Трансформатор струму	2	1	16	32	2	1	4
Конденсаторна установка	2	1	16	32	2	1	4
ТМ-250	2	0,33	120	79,2	2	9	36
Повітряна лінія АС-25	3	2	72	432	1	18	54
Кабельна лінія АВВГ 25	3	2	72	432	1	18	54
Разом				1039			160

Таблиця 4.6 – Трудомісткість технічного обслуговування і загальна трудомісткість

Обладнання	К-ть	Технічне обслуговування				Загальна
		Змінність роботи	Коеф. складності	К-ть місяців	Загал. трудо-місткість люд.год.	трудомісткість обслуговування люд.год.
Вимикач 10 кВ	9	2	0,1	12	230,4	374,4
Трансформатор струму	1	2	0,1	12	38,4	50,4
Конденсаторна установка	1	2	0,1	12	38,4	50,4
ТМ-250	3	1	0,1	12	432	756
Повітряна лінія АС-25	0,8	2	0,1	12	51,84	57,24
Повітряна лінія АС-25	0,8	2	0,1	12	51,84	57,24
Разом					842,88	1345,72

Відповідно знаходимо кількість експлуатаційних робітників, чол.:

$$H_{обс} = \frac{1345,72}{1900 \cdot 1,05} = 0,64, \quad (4.12)$$

та персоналу для ремонтних робіт, чол.:

$$H_{тр} = \frac{1057,491}{1900 \cdot 1,1} = 0,48. \quad (4.13)$$

Приймаємо за нормами ПУЕ $H_{тр} = 2$ чол., $H_{обс} = 2$ чол.

4.3.2 Розрахунок витрат по заробітній платі

Фонд прямої заробітної плати:

а) для робітників, зайнятих на роботах по експлуатації й обслуговуванню енергообладнання і мереж, розраховується за формулою, грн./рік:

$$\Phi_e = H_{\text{обс}} \cdot \beta_n \cdot t_{\text{ге}} \cdot \Phi_d, \quad (4.14)$$

Годинну тарифну ставку рекомендується розраховувати за формулою:

$$t_{\text{ге}} = ((K3 + K4)/2) \cdot C_1, \quad (4.15)$$

де $K3, K4$ – тарифні коефіцієнти III та IV розрядів, відповідно, [22];

C_1 – годинна тарифна ставка, що відповідає I розряду, визначається за формулою:

$$C_i = \frac{z_{\text{min}} \cdot k_{r,i}}{\Phi_H}, \quad (4.16)$$

$$C_1 = 6700 \cdot 1/176 = 38,07 \text{ (грн./год.)}.$$

Тоді годинна тарифна ставка 3,5 розряду становитиме:

$$t_{\text{ге}} = ((1,18 + 1,27)/2) \cdot 38,07 = 46,63 \text{ (грн./год.)}, \quad (4.17)$$

Заробітна плата робітників-погодинників:

$$\Phi_e = 2 \cdot 0,9 \cdot 46,63 \cdot 1900 = 159486,65 \text{ (грн./рік)}, \quad (4.18)$$

б) для робітників, які виконують поточний ремонт енергоустаткування, фонд прямої заробітної плати розраховується за формулою, грн./рік:

$$\Phi_p = T_{\text{пр}} \cdot t_{\text{гр}}, \quad (4.19)$$

$$t_{\text{гр}} = ((K4 + K5)/2) \cdot C_1, \quad (4.20)$$

де K_4, K_5 – тарифні коефіцієнти IV та V розрядів, відповідно, [22].

Розраховуємо годинну тарифну ставку 4,5 розряду:

$$t_{\text{гр}} = ((1,27 + 1,36) / 2) \cdot 38,07 = 50,06 \text{ (грн./год.)},$$

$$\Phi_p = 426 \cdot 50,06 = 21327,56 \text{ (грн./рік)}.$$

Фонд основної заробітної плати, грн./рік:

$$\Phi_o = \Phi(1 + 0,05 + 0,01 + \alpha), \text{ (грн./рік)}, \quad (4.21)$$

де Φ – тарифний фонд Φ_e експлуатаційних робітників або фонд прямої заробітної плати Φ_p ремонтного персоналу, грн./рік;

0,01 - частка доплат за роботу у святкові дні;

0,05 - частка доплат за роботу в нічний час;

α – частка преміальних доплат для відповідної категорії робітників.

Величина основної заробітної плати для експлуатаційних робітників:

$$\Phi_{oe} = 159486,65 \cdot (1 + 0,05 + 0,01 + 0,2) = 190289,98 \text{ (грн./рік)}, \quad (4.22)$$

Для ремонтних:

$$\Phi_{op} = 41407,46 \cdot (1 + 0,05 + 0,01 + 0,25) = 51759,325 \text{ (грн./рік)}. \quad (4.23)$$

Величина додаткової заробітної плати визначається в розмірі 15% від фонду основної заробітної плати. Тому сумарна величина фонду з врахуванням додаткової заробітної плати складе, грн./рік:

$$\Phi_{од} = \Phi_o \cdot 1,15, \quad (4.24)$$

$$\Phi_{\text{оед}} = 190289.98 \cdot 1,15 = 219803,47 \text{ (грн./рік)},$$

$$\Phi_{\text{орд}} = 51759,325 \cdot 1,15 = 59523,21 \text{ (грн./рік)}.$$

З метою утворення фонду соціального страхування здійснюються нарахування на заробітну плату. З цього фонду кошти витрачаються на виплату по тимчасовій втраті працездатності, оплату відпусток по вагітності, санаторно-курортні лікування й організацію відпочинку працівників, оздоровчі заходи для дітей працівників та інше.

Крім того, на заробітну плату здійснюються нарахування в пенсійний фонд та фонд зайнятості. Отже, витрати по заробітній платі ($C_{3П}$) розраховуються так, грн./рік:

$$C_{3П} = \Phi_{ОБ} \cdot \left(1 + \frac{\beta_{П} + \beta_{З} + \beta_{С}}{100}\right), \quad (4.25)$$

де $\beta_{п}$ - нарахування в пенсійний фонд, $\beta_{П} = 33\%$;

$\beta_{З}$ - нарахування у фонд зайнятості, $\beta_{З} = 1,5\%$;

$\beta_{С}$ - нарахування на соціальне страхування, $\beta_{С} = 1,5\%$.

Розраховуємо витрати по заробітній платі експлуатаційному персоналу:

$$C_{3пе} = 219803,47 \cdot \left(1 + \frac{33+1,5+1,5}{100}\right) = 299248.99 \text{ (грн./рік)},$$

Також ремонтному персоналу:

$$C_{3пр} = 59523,21 \cdot \left(1 + \frac{33+1,5+1,5}{100}\right) = 80946.36 \text{ (грн./рік)}.$$

4.3.3 Планування вартості матеріалів, що витрачаються

Необхідні для розрахунку дані заносимо до табл. 4.7.

Таблиця 4.7 – Розрахунок вартості матеріалів, включених у норму витрат

Вартість матеріалу	Грн
ТМ-250	22700
Трансформатор струму	2000
Трансформатор напруги	2000

Вартість матеріалу на технічну операцію:

$$C_{\text{м}} = 0,01 \cdot (\sum_{i=1}^n C_{0i} \cdot T_i + L \cdot C_{\text{л0}}), \quad (4.26)$$

де C_{0i} – питома вартість витратних матеріалів на обслуговування i -го виду трансформаторів,

T_i – трудомісткість обслуговування i -го виду трансформаторів,

L – сумарна довжина кабелів,

$C_{\text{л0}}$ – питома вартість матеріалів на обслуговування кабелів.

Отже, вартість матеріалів на ремонт: $C_{\text{мпр}} = 26969,83$ (грн/рік);

і вартість матеріалів на технічне обслуговування: $C_{\text{мто}} = 171616,98$ (грн/рік);

Отже, можна розрахувати:

витрати на обслуговування електроустановок і мереж, тис. грн/рік:

$$C_{\text{обс}} = C_{\text{зпе}} + C_{\text{мто}}, \quad (4.27)$$

$$C_{\text{обс}} = 299248,99 + 171616,98 = 470865,97 \text{ (грн/рік);}$$

та витрати на їх поточний ремонт, грн/рік:

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{зпр}} + C_{\text{мпр}}, \quad (4.28)$$

$$C_{\text{пр}} = 80946.36 + 26969.83 = 107916.19 \text{ (грн/рік)}.$$

4.3.4 Визначення амортизаційних відрахувань і інших витрат

Знаходимо амортизаційні відрахування за формулою:

$$C_a = a \cdot K, \quad (4.29)$$

де a – норма амортизації, %
 K – капіталовкладення, грн.

$$C_a = 0,06 \cdot 1240350 = 74421 \text{ (грн/рік)}.$$

Окремою складовою в кошторисі річних поточних витрат є інші витрати:

$$C_{\text{іп}} = \beta_{\text{іп}} (C_{\text{обс}} + C_{\text{пр}} + C_a); \quad (4.30)$$

де $\beta_{\text{іп}}$ - коефіцієнт відрахувань на інші витрати.

$$C_{\text{іп}} = 0,25 \cdot (470865,97 + 107916,19 + 74421) = 163300,79 \text{ (грн/рік)}.$$

Після визначення всіх елементів витрат підприємства, необхідних для передавання і розподілення електроенергії, зведемо їх в табл 4.8.

Таблиця 4.8 – Кошторис річних поточних витрат

Стаття витрат	Величина витрат, грн	Структура, % до підсумку
Витрати по експлуатації енергоукомплектування і мереж	470865,97	57,6
Стаття витрат	Величина витрат, грн	Структура, % до підсумку
Витрати на поточний ремонт	107916,19	13,2
Витрати на амортизацію	74421	9,1
Інші витрати	163300,79	20,00
Разом	816504,95	100,00

4.4. Розрахунок собівартості електроенергії

4.4.1 Розрахунок річного споживання і витрат електроенергії. Розрахунок оплати за електроенергію

Розрахунок обсягу споживання визначається, виходячи з розрахункової потужності, яка визначається як добуток установленної (номінальної) потужності усіх електроприймачів, коефіцієнта попиту і кількості годин використання максимуму навантаження, тис. кВт·год./рік:

$$E_{ai} = P_p \cdot T_{mi} = K_p \cdot P_{ном} \cdot T_{mi}, \quad (4.31)$$

де P_p – розрахункова потужність і-го цеху, кВт;

T_{mi} – річна тривалість використання максимуму активного навантаження і-ого цеху, год.;

K_p – коефіцієнт попиту.

Аналогічно визначаємо річні витрати активної електроенергії для інших цехів. Результати розрахунків заносимо в табл. 4.9.

Таблиця 4.9 – Річні витрати активної електроенергії по цехах

Назва цеху	К-сть змін	Тм, год.	cos φ	Рр, кВт	Еа, кВт·год./рік
Цех 1	1	3024	0,7	100	302400
Цех 2	1	3024	0,7	100	302400
Разом					604800

Необхідно також визначити річні витрати реактивної електроенергії.

Втрати електроенергії в лініях розраховуємо так:

$$\Delta E_{\text{л}} = 3 \cdot n \cdot I_M^2 \cdot R \cdot \tau \cdot 10^{-3}, \quad (4.32)$$

де I_M – максимальний струм у лінії, А;

τ – час максимальних втрат, год./рік.

R – активний опір проводу або кабелю однієї фази, Ом;

$$R = r_0 \cdot L; \quad (4.33)$$

де r_0 – питомий опір однієї фази кабелю, Ом / км [22].

Для лінії ЦРП –ТП1. Струм лінії живлення, А:

$$I_M = \frac{S_M}{\sqrt{3} U_H}. \quad (4.34)$$

Виконуємо розрахунок втрат електроенергії в інших лініях і результати заносимо до табл. 4.10.

Таблиця 4.10 – Втрати електроенергії в лініях

Лінія	Марка проводу	К- сть ліній	Довжина, км	I _м , А	R, Ом	τ, год./рік	ΔE _л , кВт·год.
ЕС - ТП1	АС-25	1	3	10,5	1,28	1225,313	518
ЕС - ТП2	АС-25	1	3	10,5	1,28	1225,313	518
Разом							1036

Втрати електроенергії в ТП визначають за формулою, тис. кВт·год./рік:

$$\Delta E_T = n \cdot \Delta P_{xx} \cdot T_p + \frac{1}{n} \cdot \Delta P_{kз} \cdot \left(\frac{S_\phi}{S_n} \right)^2 \cdot \tau, \quad (4.35)$$

де n - кількість трансформаторів;

ΔP_{кз} і ΔP_{xx} – величини номінальних втрат у трансформаторах, відповідно, при короткому замиканні і холостому ході, кВт;

T_p - час роботи трансформаторів, год./рік (приймається рівним 8760 год./рік);

S_ф - фактична потужність, яка передається через трансформатори, кВА;

S_н - номінальна потужність одного трансформатора, кВА.

Проводимо розрахунок і результати зводимо у табл. 4.11.

Таблиця 4.11 – Втрати енергії в трансформаторах

№	Тип	шт	ΔP _х , кВт	ΔP _к , кВт	S _p , кВА	S _н , кВА	ΔE _т , кВт·год./рік
ТП	ТМ-250	2	0,95	5,9	182	250	12427,369

Загальна потреба підприємства в електроенергії, кВт·год./рік:

$$E = E_a + \Delta E_{\text{л}} + \Delta E_T \quad (4.36)$$

$$E = 604800 + 1036 + 12427,3696 = 618263 \text{ (кВт·год./рік)}.$$

Оплата за спожиту електроенергію:

$$\Pi = 5,5 \cdot 618263 = 3400448 \text{ (грн.);} \quad (4.37)$$

4.4.2 Розрахунок собівартості електроенергії

Собівартість корисної, споживаної підприємством кіловат-години електроенергії, коп./кВтг:

$$S = \frac{C_{\text{сум}} \cdot 100}{E_a}, \quad (4.38)$$

де $C_{\text{сум}}$ – величина сумарних витрат підприємства на електроенергію, тис.грн/рік;

E_a – річна кількість корисно споживаної підприємством електроенергії, тобто без врахування втрат у лініях і трансформаторах, кВт·год./рік.

Отже, загальні (сумарні) витрати підприємства на електроенергію за рік будуть складати, тис. грн./рік:

$$C_{\text{сум}} = \Pi + C_{\Pi}, \quad (4.39)$$

де Π – оплата за спожиту електроенергію;

C_{Π} – річні витрати підприємства при передаванні електроенергії.

Річні витрати промислового підприємства, зв'язані з передаванням і розподілом електричної енергії, включають такі складові, тис.грн/рік:

$$C_{\Pi} = C_{\text{обс}} + C_{\text{пр}} + C_a + C_{\text{іпр}}, \quad (4.40)$$

де $C_{\text{обс}}$ – витрати підприємства на матеріали та зарплату персоналу при обслуговуванні електромереж і устаткування, грн/рік.;

$C_{\text{пр}}$ – річні витрати на поточний ремонт устаткування і мереж, грн/рік;

C_a – амортизаційні відрахування при експлуатації електроустановок підприємства, грн/рік;

$$C_{\text{п}} = 470865,97 + 107916,19 + 74421 + 163300,79 = 816504,95 \text{ (грн/рік)}.$$

Отже, сумарні витрати:

$$C_{\text{сум}} = 3400448 + 816504,95 = 4216953 \text{ (грн/рік)}.$$

Отже, собівартість електроенергії:

$$S = \frac{4216953 \cdot 100}{604800} = 6,97 \text{ (грн./кВт·год)}.$$

Для наочності результати розрахунків зводимо в табл. 4.12.

Таблиця 4.12 –Результати розрахунків

Показники	Позначення	Величина показників	Одиниця вимірювання
Кількість корисно спожитої електроенергії	E_a	604800	кВт·год
Річне споживання електроенергії із втратами	E	618263	кВт·год
Плата за електроенергію	Π	3400448	грн
Витрати на передачу і розподіл електроенергії	$C_{\text{п}}$	816504,95	грн
Сумарні витрати підприємства	$C_{\text{сум}}$	4216953	грн
Собівартість електроенергії	S	697	коп/кВт·год

4.5 Висновки

В даному розділі магістерської кваліфікаційної роботи було проведено розрахунок основних техніко-економічних показників спроектованої СЕП підприємства та розраховано собівартість електричної енергії, яка склала 697 коп/кВт·год.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У цьому розділі магістерської дипломної роботи розробляються заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях під час підвищення ефективності в системи електропостачання ПАТ «Хмільницький елеватор». На електротехнічний технологічний персонал, який здійснює реконструкцію та обслуговування електрообладнання даного об'єкта, впливають наступні небезпечні та шкідливі виробничі фактори [1, 2]:

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

Хімічні фактори: речовини хімічного походження, аерозолі фіброгенної дії (пил).

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

5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту

5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць в пожежонебезпечних зонах

Вимоги поширюються на електроустановки, що розміщуються в пожежонебезпечних зонах всередині і зовні приміщень Відкритого акціонерного товариства «Вінницький насіннєвий завод» [4,5]. До експлуатації в пожежонебезпечних зонах допускається електрообладнання, що відповідає

вимогам з урахуванням показників пожежо- вибухонебезпеки матеріалів (рідин, пилу, волокон).

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 ступінь захисту оболонок згідно з [4, 5] (як для пересувних механізмів).

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.

5.1.2 Електробезпека

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 – особливо небезпечні, так як виконуються назовні.

Технічні рішення щодо запобігання електротравмам:

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

- розміщувати неізолювані 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 ізолюваними 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.

5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

5.2.1 Мікроклімат

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

Нормуються параметри мікроклімату в виробничих приміщеннях та гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони [6]. Тяжкість роботи розділяється на категорії залежно від загальних енерговитрат організму, ккал/с (Вт). Параметри мікроклімату в виробничому приміщенні, де встановлена лінія, наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Нормування параметрів мікроклімату

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

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.

5.2.2 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується концентраціями (ГДК) в мг/м [6]. В умовах роботи на граничнодопустимих концентраціях можливими забруднювачами повітря робочої зони можуть бути пил та шкідливі гази, їх ГДК наведено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – 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.

5.2.3 Виробниче освітлення

Природне освітлення.

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

Основною величиною для розрахунку і нормування природного освітлення є коефіцієнт природної освітленості (КПО). Прийняте роздільне нормування КЕО для бічного і верхнього освітлення. Ті місця, що освітлюється тільки бічним світлом, нормується мінімальне значення КЕО в межах робочої зони, що повинно бути забезпечене в точках, найбільше віддалених від вікна.

Штучне освітлення.

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

Характеристика зорових робіт – середньої точності.

Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 [8] розряд зорової роботи IV, підрозряд «Г».

Таблиця 5.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

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

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 освітленням, що створюється за допомогою світлодіодних ламп E27 LED 15W NW A60 "SG". Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 4,5 метра.

Для загального освітлення приміщень рекомендується використовувати головним чином, світлодіодні лампи, що обумовлюється наступними перевагами: високою світловою віддачею (до 75 лм/Вт і більше); довгим часом використання (до 10000 годин); малою яскравістю поверхні, що світиться; спектральним складом випромінюючого світла (для деяких видів ламп цей склад є близьким до природного світла, що забезпечує гарну передачу кольорів). Разом з тим необхідно врахувати і недоліки цих ламп: висока пульсація світлого потоку та пов'язана з цим можливість стробоскопічного ефекту; для запалювання та горіння лампи необхідно включення послідовно з ним пускорегулюючих апаратів; працездатність ламп залежить від температури оточуючого середовища, до кінця часу роботи світловий потік зменшується більш ніж на половину від номінального.

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

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

5.2.4. 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 [9], який регламентує рівні шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є «ССБТ. Шум Загальні вимоги безпеки» (таблиця 5.4).

Таблиця 5.4 – 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 забезпечення допустимих параметрів шуму в приміщенні, проектом передбачено засоби колективного захисту: акустичні, архітектурно-планувальні й організаційно-технічні. 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.

5.2.5 Виробничі вібрації

Допустимі рівні загальної вібрації на робочих місцях приймаються за вимогами ДСН 32.23-85 [10] і наведені в таблиці 5.5.

Основними методами колективного віброзахисту є зниження вібрації шляхом дії на джерело виникнення: відстрочка від режиму резонанс; динамічне гасіння коливань, заміна конструктивних елементів устаткування і будівельних конструкцій. Засоби індивідуального захисту діляться на засоби для ніг, рук та тіла працюючого.

Таблиця 5.5 – Допустимі рівні вібрації на постійних місцях

Вид вібрації	Октавні смуги з середньгеометричними частотами, Гц									
	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Загальна вібрація на постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях	<u>1,3</u> 108	<u>0,45</u> 99	<u>0,22</u> 93	<u>0,2</u> 92	<u>0,2</u> 92	<u>0,2</u> 92	-	-	-	-

В чисельнику середньоквадратичне значення вібрації, м/с 10^{-2} , знаменнику - логарифмічні рівні вібрації, дБ.

5.2.6 Психофізіологічні фактори

Психофізіологічні фактори визначаються відповідно до Гігієнічної класифікації праці [1]. Робота монтажника будівельних конструкцій потребує великих фізичних зусиль за важкістю та напруженістю праці.

1. Клас умов праці за показниками важкості праці – допустимий (середньої важкості): загальні енергозатрати організму (кДж/м) – до 290; зовнішнє фізичне динамічне навантаження, виражене в одиницях механічної роботи за зміну, кг/(Вт): при регіональному навантаженні (для чоловіків) – 13000; при загальному

навантажені (за участю м'язів рук, тулуба, ніг) – до 44000; маса вантажу, що постійно підіймається та переміщується вручну, кг – до 30 кг; стереотипні робочі рухи: при локальному навантаженні (участь м'язів кистей та пальців рук)- до 40000; при регіональному навантаженні(участь рук та плечового суглоба) – до 20000; статичне навантаження (кг/с): двома руками (чоловіки) – до 70000; за участю м'язів тулуба та ніг – до 100 000; робоча поза: періодичне перебування в незручній позі (робота з поворотом тулуба, незручним розташуванням кінцівок) та/або фіксованій позі (неможливість зміни взаємне розташування різних частин тіла відносно одна одної) до 25% часу зміни; перебування у вимушеній позі до 10%, в позі «стоячи» – до 60% часу зміни; нахил тулуба: вимушені нахили протягом зміни – 51-100 разів; переміщення у просторі (переходи через виконання технологічного процесу) – по горизонталі більше 8, вертикалі – 4 км.

2. Класи умов праці за показниками напруженості праці:

Інтелектуальні навантаження: зміст роботи – рішення складних завдань з вибором за алгоритмом (робота за серією інструкцій); сприймання сигналів з наступним порівнянням фактичних значень параметрів з їх номінальними значеннями. Заключна оцінка фактичних значень параметрів; обробка, перевірка і контроль за виконанням завдання; робота в умовах дефіциту часу.

Сенсорні навантаження: зосередження (%за зміну) – 51-75; щільність сигналів (звукові за 1 год) – 151-300; навантаження на голосовий апарат (протягом тижня) – від 20 до 25.

Емоційне навантаження: ступінь відповідальності за результат своєї діяльності – є відповідальним за функціональну якість допоміжних робіт (завдань). Вимагає додаткових зусиль з боку керівництва (бригадира, майстра тощо).

Режим праці: тривалість робочого дня – 8 год; змінність роботи – двозмінна (без нічної зміни).

5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Дослідження безпеки роботи системи електропостачання ПАТ «Хмільницький елеватор» в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій

Надзвичайні ситуації природного характеру формуються внаслідок природних явищ, як повені, землетруси, посухи тощо. Загалом надзвичайні ситуації розрізняють за конкретними природними явищами, що викликають ці ситуації. До них належать великі повені, катастрофічні затоплення, землетруси та зсувні процеси, лісові та польові пожежі, великі снігопади та ожеледі, урагани, смерчі та шквальні вітри тощо.

Утворення ожеледі на проводах призводить до появи значного механічного навантаження на дроти, троси і опори у вигляді додаткових вертикальних сил. Це знижує запас міцності проводів, тросів і опор ліній. В результаті бурулькових утворень виникають обриви проводів і поломки опор, зближення і дотикання проводів з перекриттям ізоляційних проміжків не тільки при перенапруженнях, а й при нормальній робочій напрузі.

Дія радіації на матеріали і деталі апаратури залежить від виду випромінювання, дози радіації, природи опромінюваної речовини та умов навколишнього середовища. Саме тому елементах системи електропостачання використовують обладнання, яке виготовлене з таких матеріалів: метали, неорганічні матеріали, напівпровідники та ін. серед цих матеріалів метали найбільш чутливі до радіації, оскільки їм властива висока концентрація вільних носіїв.

Внаслідок дії радіації виникають оборотні і необоротні процеси, що спричиняють порушення роботи елементів схеми та пошкодження апаратури.

В схемах системи електропостачання ПАТ «Хмільницький елеватор» використовуються елементи, до складу яких входять матеріали: метали, неорганічні матеріали, напівпровідники, діелектрики, смоли та ін. Серед цих матеріалів метали найбільш чутливі до радіації, оскільки їм властива висока концентрація вільних носіїв.

В елементах схем електропостачання заводу радіація викликає оборотні і необоротні процеси, внаслідок яких можуть бути порушення роботи елементів Схеми, що приведе до пошкодження роботи верстата в цілому.

Результатом впливу ЕМІ може бути вихід із ладу різних пристроїв та спорядження. Особливо негативний вплив електромагнітного імпульсу на обладнання, яке не має спеціального захисту (різні «домішки» до системи проводів, електромагнітне екранування і т.п.).

Електромагнітний імпульс викликає високі імпульси струмів і напруг в провідниках і кабелях зв'язку, електропередач, систем обчислювальних машин і автоматичних систем управління, антенах радіостанцій тощо.

Електромагнітний імпульс являє собою велику небезпеку для апаратури, добре захищеної від дії інших вражаючих факторів. Тому захист апаратури від механічних пошкоджень не захищає від дії електромагнітного імпульсу.

Саме тому, обов'язковим для обладнання заводу є дослідження безпеки роботи обладнання під час дії електромагнітного імпульсу та іонізуючого випромінювання.

5.3.1 Дослідження безпеки роботи системи електропостачання ПАТ «Хмільницький елеватор» в умовах дії іонізуючого випромінювання

Критерієм для оцінки безпеки роботи об'єкта в умовах дії іонізуючого випромінювання є максимальне значення потужності дози, що може викликати зміни параметрів елементів системі електропостачання заводу з порушенням роботи системи.

Елементами систем електропостачання підприємства від яких залежить її функціонування є транзистори, діоди, конденсатори, магнітні матеріали, напівпровідники, випрямлячі, діелектричні матеріали, резистори.

Таблиця 5.1 - Експозиційні дози для матеріалів і елементів обладнання СЕП

№	Елементи системи електропостачання		Д _{гр,Р}	Д _{гр,Р}
1	Блок живлення	Мікросхема LH0021	10 ⁴	10 ⁴
		Резистор С5-35	10 ⁶	
		Конденсатор Х7R	10 ⁵	
2	Блок обробки сигналу	Операційний підсилювач LH0021	10 ⁵	
		Резистор С2-23	10 ⁶	
		Конденсатор К10-17	10 ⁱ	
		Цифрові потенціометри DS1807	10 ⁵	
3	Мікропроцесорний блок	Мікроконтролер AVR	10 ⁵	

По мінімальному значенню визначаємо границю стійкості роботи РЕА в цілому $P_{гр} = 10^4 P$. Можлива експозиційна доза опромінення:

$t_{п} = 1$ год;

$t_{к} = 12$ років $= 103800$ год;

$K_{осл} = 1$.

3) Максимально допустимий рівень радіації на об'єкті:

$$D_{зр} = \frac{2 \cdot P_{1\max} \cdot (\sqrt{t_k} - \sqrt{t_n})}{K_{noc}} [P] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_{1\max} = \frac{D_{зр} \cdot K_{noc}}{2 \cdot (\sqrt{t_k} - \sqrt{t_n})} [P / год], \quad (5.1)$$

$$P_{1\max} = \frac{10^4 \cdot 1}{2 \cdot (\sqrt{1038000} - \sqrt{1})} = 15,56 (P / год).$$

4) Визначаємо допустимий час роботи РЕА:

$$t_{дон} = \left(\frac{D_{зр} \cdot K_{носл} + 2 \cdot P_{1\max} \sqrt{t_p}}{2 \cdot P_{1\max}} \right)^2 [год] \quad (5.2)$$

$$t_{дон} = \left(\frac{10^4 \cdot 1 + 2 \cdot 15,56 \cdot \sqrt{1}}{2 \cdot 15,56} \right)^2 = 1039 \cdot 10^4 (год) = 11,86 (років)$$

Отже, допустимий час роботи РЕА складатиме близько 12 років, система електропостачання буде безпечно працювати в умовах дії іонізуючих випромінювань, якщо максимальне значення рівня радіації не перебільшуватиме 15,56 Р/год.

5.3.2 Дослідження безпеки роботи системи електропостачання ПАТ «Хмільницький елеватор» в умовах дії електромагнітного імпульсу

За критерій безпеки роботи системи електропостачання або окремих їх елементів в умовах дії електромагнітних випромінювань можна прийняти коефіцієнт безпеки:

$$K_B = 20 \lg \frac{U_{\text{дон}}}{U_{B(\Gamma)}} \geq 40 [\text{дБ}] \quad (5.3)$$

де $U_{\text{д}}$ - допустиме коливання напруги живлення, В;

$U_{B(\Gamma)}$ - наруга наведення за рахунок електромагнітних випромінювань у вертикальних (горизонтальних) струмопровідних частинах, В.

Для живлення використовується мережа живлення змінної напруги 220 В, для кола керування - постійної ± 9 В.

Таблиця 5.2 - Параметри блоків системи СЕП елеватору.

№	Блоки системи	$l_{\text{в}}(\text{м})$	$l_{\text{г}}(\text{м})$	$U_{\text{Г}}(\text{В})$	$U_{\text{В}}(\text{В})$
1	Блок живлення	2	2,5	0,09	0,09
2	Блок обробки сигналу	1	1,5	2,31	35,57
3	Мікропроцесорний блок	0,8	1	3,99	63,84

Допустимі коливання напруги живлення для різних ділянок:

$$U_{\text{д}} = U_{\text{ж}} + \frac{U_{\text{ж}}}{100} \cdot N [\text{В}] \quad (5.6)$$

де $U_{\text{ж}}$ – наруга живлення, В;

N – допустимі коливання, %

Вся система живиться від змінної напруги 380(В) та напруги 220(В), а коло управління від 24(В) з допустимим коливанням $N=5\%$.

Допустимі коливання великого кола:

$$U_{\text{д}} = 380 + \frac{380}{100} \cdot 5 = 399 \text{ (В)} .$$

Допустимі коливання кола:

$$U_{\text{д}} = 220 + \frac{220}{100} \cdot 5 = 231 \text{ (В)} .$$

Допустима напруга для кола керування($U_{\text{ж}}=24\text{В}$):

$$U_{\text{д}} = 24 + \frac{24}{100} \cdot 5 = 25,2 \text{ (В)} .$$

Визначення напруги ($U_{\text{ж}}=380\text{В}$) наведеної у струмопровідній частині:

- вертикальної:

$$U_{\text{в}} = \frac{399}{10^2} = 3,99 \text{ (В)} ;$$

Визначаємо горизонтальну складову напруженості електричного поля.

$$E_{\text{г}} = \frac{3,99}{2} = 1,995 \text{ (В / м)} .$$

Визначаємо вертикальну складову напруженості електричного поля.

$$E_{\text{в}} = \frac{E_{\text{г}}}{10^{-3}} \text{ [В / м]} ;$$

$$E_{\text{в}} = \frac{1,9}{10^{-3}} = 1995 \text{ (В / м)} .$$

Визначення напруги ($U_{\text{ж}}=220\text{В}$) наведеної у струмопровідній частині:

- вертикальної:

$$U_B = \frac{231}{10^2} = 2,31 \text{ (В)} ;$$

Визначаємо горизонтальну складову напруженості електричного поля.

$$U_B = E_\Gamma \cdot l_B ;$$

$$E_\Gamma = \frac{U_B}{l_B} \text{ [В / м]} ;$$

$$E_\Gamma = \frac{2,31}{1} = 2,31 \text{ (В / м)} .$$

Визначаємо вертикальну складову напруженості електричного поля.

$$E_B = \frac{E_\Gamma}{10^{-3}} \text{ [В / м]} ;$$

$$E_B = \frac{2,31}{10^{-3}} = 2310 \text{ (В / м)} .$$

Визначення напруги ($U_{ж}=24 \text{ В}$) наведеної у струмопровідній частині:

- вертикальної:

$$U_B = \frac{25,2}{10^2} = 0,252 \text{ (В)} ;$$

Визначаємо горизонтальну складову напруженості електричного поля.

$$U_B = E_\Gamma \cdot l_B ;$$

$$E_\Gamma = \frac{U_B}{l_B} \text{ [В / м]} ;$$

$$E_\Gamma = \frac{0,252}{0,8} = 0,315 \text{ (В / м)} .$$

Визначаємо вертикальну складову напруженості електричного поля.

$$E_B = \frac{E_\Gamma}{10^{-3}} \text{ [В / м]} ;$$

$$E_B = \frac{0,3}{10^{-3}} = 315 \text{ (В / м)} .$$

Отже, система електропостачання ПАТ «Хмільницький елеватор» буде безпечно працювати в умовах дії електромагнітного імпульсу за умови, що вертикальна складова напруженості електричного поля не буде перебільшувати $E_{\text{Вгр}}=300 \text{ В/м}$.

5.4 Розробка заходів по підвищенню безпеки роботи системи електропостачання ПАТ «Хмільницький елеватор» в умовах дії загрозливих чинників НС

Основними заходами щодо підвищення радіаційної безпеки можуть бути: використання в апаратурі радіаційної стійких елементів і матеріалів; застосування для електронних блоків різних апаратних пасивних екранів або активного захисту від дії радіації. При імпульсній дії іонізаційних випромінювань крім перерахованих заходів використовують: схеми малочутливі до зміни електричних параметрів; зменшення чутливості перемикальних схем до зміни вхідних сигналів і напруг джерел живлення; зниження напруги живлення на аноді і збільшення негативного зміщення сіток газорозрядних приладів; застосування пристроїв, що вимикають радіотехнічні схеми на час дії радіації; збільшення відстані між елементами, які знаходяться під навантаженням та ін.

В умовах дії електромагнітного імпульсу, доцільно виконати захисне екранування даного обладнання, що дасть змогу зменшити його вплив. В якості матеріалу для екрану вибираємо сталь, для якої перехідне затухання визначається за формулою:

$$A = 5,2 \cdot t \cdot \sqrt{f} \text{ [дБ]} ; \quad (5.7)$$

$$t = \frac{A}{5,2 \cdot \sqrt{f}} \text{ [см]} .$$

де t – товщина стінки екрана, см;

$$f=15000 \text{ Гц.}$$

Визначаємо з даної формули товщину стінки екрана для кожного елемента системи:

$$t_1 = \frac{72,8}{5,2 \cdot \sqrt{15000}} = 0,12 \text{ (см)};$$

$$t_2 = \frac{53,2}{5,2 \cdot \sqrt{15000}} = 0,08 \text{ (см)};$$

$$t_3 = \frac{66,7}{5,2 \cdot \sqrt{15000}} = 0,1 \text{ (см)}.$$

Отже застосування сталевого екрана суттєво підвищить стійкість роботи системи електропостачання ПАТ «Хмільницький елеватор».

Також, в даному розділі проаналізовано основні шкідливі фактори іонізуючих випромінювань та ЕМІ, можливі наслідки їх дій на електричну мережу, розроблено методи по підвищенню безпеки роботи системи електропостачання ПАТ «Хмільницький елеватор» та захисту населення.

При проведенні дослідження безпеки роботи системи електропостачання заводу в умовах дії іонізуючих випромінювань та електромагнітного імпульсу було визначено, що обладнання в умовах впливу на нього цих випромінювань буде працювати безпечно, оскільки під час експлуатації виконуватимуться наступні умови: рівень радіації $P_1 \leq 15,56 \text{ Р/год}$, вертикальна складова напруженості електричного поля $E_B \leq 315 \text{ В/м}$.

5.5 Висновок

У даному розділі магістерської дипломної роботи розглянуті важливі аспекти з охорони праці та цивільного захисту під час впровадження та експлуатації системи електропостачання підприємства "Хмільницький елеватор" у місті Хмільник. Зокрема, здійснено аналіз факторів, що впливають на оперативно-ремонтний персонал, а також встановлено заходи забезпечення

безпеки та комфорту працівників під час монтажу та обслуговування електрообладнання.

Важливо створити належний температурний режим під час робіт, щоб забезпечити виконання санітарно-гігієнічних норм праці та виробництва продовольчих товарів. Неструмопровідні частини, що можуть опинитися під напругою, повинні бути заземлені для забезпечення безпеки працівників. Досліджено фізичні, хімічні та фактори трудового процесу, такі як мікроклімат, вібрація, шум та інші, що можуть впливати на здоров'я працівників. Взято до уваги важкість та напруженість праці для оптимізації робочих умов. Розглянуті питання електробезпеки та запобігання можливим аварійним ситуаціям під час робіт та експлуатації. Вивчено заходи цивільного захисту та надзвичайних ситуацій для забезпечення безпеки персоналу та об'єкта.

Для оцінки стабільності функціонування системи електропостачання приватного підприємства "Хмільницький елеватор" в умовах іонізуючого випромінювання та електромагнітного імпульсу (ЕМІ), було проведено наукове дослідження впливу радіації на електронну апаратуру та електричні системи. Враховуючи також можливий вплив ЕМІ, були розглянуті заходи щодо захисту від цього явища.

Для запобігання негативного впливу іонізуючого випромінювання були запропоновано застосування екранувальних матеріалів на ключових елементах електроніки для мінімізації проникнення радіації. Також використання ізоляційних матеріалів для утворення бар'єрів, які зменшують вплив іонізуючого випромінювання на електронні компоненти.

Одночасно, для запобігання негативного впливу ЕМІ, розглянуті можливості використання захисних пристроїв, таких як екранувальні матеріали та фільтри, що дозволяють зменшити або вилучити небажані електромагнітні перешкоди. Впровадження ефективних заходів електромагнітної сумісності може сприяти забезпеченню надійності та стабільності роботи електричної інфраструктури в умовах впливу ЕМІ.

ВИСНОВКИ

За результатами виконання досліджень у магістерській кваліфікаційній роботі, направлених на підвищення енергоефективності електропостачання публічного акціонерного товариства «Хмільницький елеватор» у місті Хмільник, були отримані наступні висновки.

У ході дослідження було визначено середні та розрахункові навантаження цехів підприємства за допомогою методу коефіцієнтів використання а також попиту. Оптимальний переріз повітряних ліній живлення підприємства був обраний на основі цих розрахунків, запропоновано використовувати дві повітряні лінії з проводами марки АС-25.

У науково-дослідній частині роботи було проаналізовано особливості використання засобів компенсації реактивної потужності. Поставлено та вирішено балансову задачу компенсації реактивної потужності. При цьому прийнято, що вхідна реактивна потужність, яка задана енергосистемою, дорівнює 55 квар. За таких умов розраховано, що на стороні низької напруги кожного трансформатора доцільно встановити конденсаторні батареї, потужністю по 100 квар.

Виконано розрахунок зниження втрат електроенергії в електричній мережі 10 кВ (ПЛЕП і трансформатори) внаслідок КРП з використанням методу середніх навантажень. Встановлено, що таке зниження складає понад 8800 кВт*год в рік.

Економічна сторона дослідження передбачає визначення капітальних вкладень, витрат на електроенергію, а також кількості робітників і собівартості електроенергії. У результаті були виконані розрахунки, які визначають ефективність впровадження запропонованих технічних рішень.

В останньому розділі роботи було розглянуто питання охорони праці, що включали в себе аналіз та рекомендації з покращення умов праці та безпеки на підприємстві.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бурбело М. Й., Бірюков О. О., Мельничук Л. М. Системи електропостачання. Елементи теорії та приклади розрахунків. Вінниця: ВНТУ, 2012. 204 с.
2. Бурбело М. Й., Мельничук Л. М. Стимулювання зменшення втрат в електричних мережах: Монографія. Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. 110 с.
3. Рогальський Б. С. Визначення та розподілення втрат електричної енергії між споживачами / Б. С. Рогальський, Л. М. Мельничук // Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2004. № 1. С. 38–41.
4. Мельничук Л. М. Визначення та розподілення втрат електричної енергії між споживачами з урахуванням їх графіків навантажень / Л. М. Мельничук // Енергетика та електрифікація. 2006. № 5. С. 19–21.
5. Методичні вказівки з аналізу технологічних витрат електроенергії та вибору заходів щодо їх зниження: ГНД34.09.204-2004: Затв. Міністерством палива та енергетики України 09.06.2004: Термін дії встановлений з 09.06.2004 до 09.06.2009. – К.: 2004. – 159 с. – (Нормативний документ Мінпаливенерго України).
6. Наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України Про затвердження нормативного документа "Визначення технологічних витрат електричної енергії в трансформаторах і лініях електропередавання. Методика" №532 від 22 вересня 2011 року.
7. Методичні рекомендації з аналізу технологічних витрат електричної енергії та вибору заходів щодо їх зниження. СОУ-Н ЕЕ 40.1-00100227-96:2014. ЗАТВЕРДЖЕНО наказом Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 24 лютого 2014 р. № 217 (зі змінами, внесеними наказом Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 27.03.2014 № 267.1).
8. Кирик В. В., Циганенко Б. В., Яндульський О. С. Розподільні електричні мережі напругою 20 кВ та ефективність їх роботи. К.: «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2018. 233 с.

9. Бурбело М. Й., Войтюк Ю. П., Мельничук Л. М. Підвищення ефективності компенсації реактивної потужності в розподільних електричних мережах: монографія. Вінниця : ВНТУ, 2019. 88 с.

10. Демов О. Д. Оптимізація процесу впровадження компенсувальних установок у розподільних електричних мережах енергопостачальних компаній: монографія. Вінниця : ВНТУ, 2016. 97 с.

11. Демов О. Д., Півнюк Ю. Ю. Оптимізація впровадження та використання компенсувальних установок у розподільних електричних мережах енергопостачальних споживачів: монографія. Вінниця : ВНТУ, 2018. 80 с.

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

13. 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->.

14. 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.

15. 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.

16. 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>.

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

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

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

20. 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>.

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

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

ДОДАТКИ

Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

УЗГОДЖЕНО

“ ____ ” _____ 2024р.

ЗАТВЕРДЖЕНО
Зав. кафедри ЕСЕМ

д.т.н., проф. Бурбело М.Й.
“ ____ ” _____ 2024 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему:

Підвищення енергоефективності в системі електропостачання публічного
акціонерного товариства “Хмільницький елеватор”

Науковий керівник:

к.т.н., доц. Бабенко О.В. _____
(підпис)

Виконавець: студентка гр. ЕСЕ – 22м

Лукашук Н.С. _____
(підпис)

Вінниця 2024 р.

1. ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (МКР)

Робота виконується на підставі наказу ВНТУ № 81 від 11.03.2024 р.

Дата початку роботи 18 . 03 .24р.

Дата закінчення роботи 11 . 06 .24.

2. МЕТА І ПРИЗНАЧЕННЯ МКР. ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ РОЗРОБКИ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

а) мета – обґрунтування заходів з підвищення енергоефективності в системі електропостачання для підприємства «Хмільницький елеватор».

б) призначення розробки – виконання магістерської кваліфікаційної роботи.

в) вихідні дані для виконання МКР:

генплан підприємства; відомості про електричні навантаження цехів; відомості про особливості технологічних процесів та навколишнього середовища; відомості про електричні навантаження підприємства; відомості про джерела живлення, їх віддаленість; основні техніко-економічні показники.

3. ДЖЕРЕЛА РОЗРОБКИ

1. Бурбело М. Й., Бірюков О. О., Мельничук Л. М. Системи електропостачання. Елементи теорії та приклади розрахунків. Вінниця: ВНТУ, 2012. 204 с.
2. Методичні вказівки з аналізу технологічних витрат електроенергії та вибору заходів щодо їх зниження: ГНД34.09.204-2004: Затв. Міністерством палива та енергетики України 09.06.2004: Термін дії встановлений з 09.06.2004 до 09.06.2009. – К.: 2004. – 159 с. – (Нормативний документ Мінпаливенерго України).
3. Наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України Про затвердження нормативного документа "Визначення технологічних витрат електричної енергії в трансформаторах і лініях електропередавання. Методика" №532 від 22 вересня 2011 року.

4. ЕТАПИ І ТЕРМІН ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Зміст етапу	Термін виконання	
	початок	кінець
4.1 Збір інформації, яка необхідна для дослідження	18.03.24	18.04.24
4.2 Проведення дослідних розрахунків	18.04.24	18.05.24
4.3 Розробка робочих креслень	18.05.24	25.05.24
4.4 Написання розрахунково– пояснювальної записки і захист магістерської роботи	25.05.24	11.06.24

5. МАТЕРІАЛИ, ЩО ПОДАЮТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ МКР

Пояснювальна записка МКР, графічні і ілюстровані матеріали, анотація до МКР українською та іноземною мовою.

6. ПОРЯДОК КОНТРОЛЮ ВИКОНАННЯ ТА ЗАХИСТУ МКР

Робота приймається на проміжних контрольних перевірках, попередньому захисті та захисті в ДЕК.

7. ТЕХНІКО– ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

7.1 Дані про патентоспроможність

Не передбачається

8 ОЧІКУВАНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ

Не передбачається

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

Додаток В

ГРАФІЧНА ЧАСТИНА

Підвищення енергоефективності в системі електропостачання публічного
акціонерного товариства “Хмільницький елеватор”

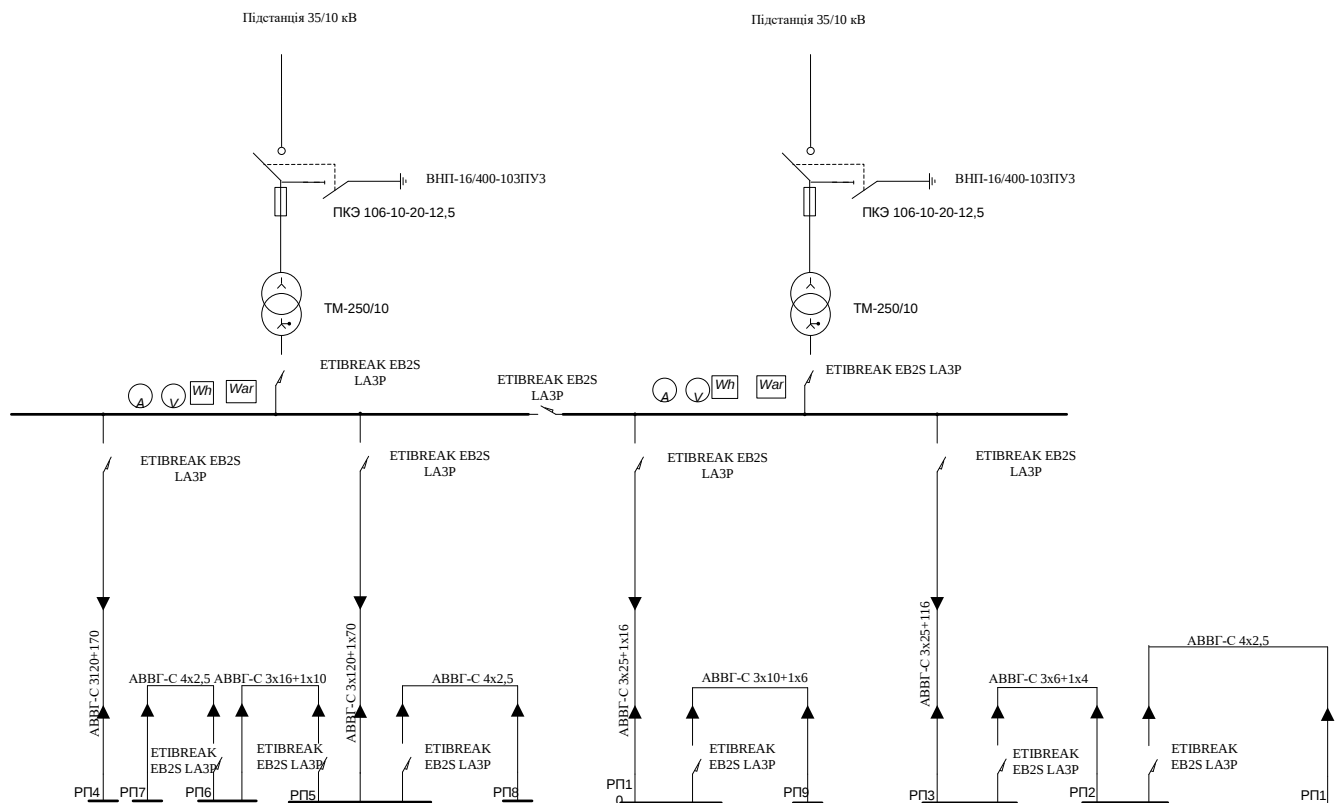


Рисунок В.1— Однолінійна схема

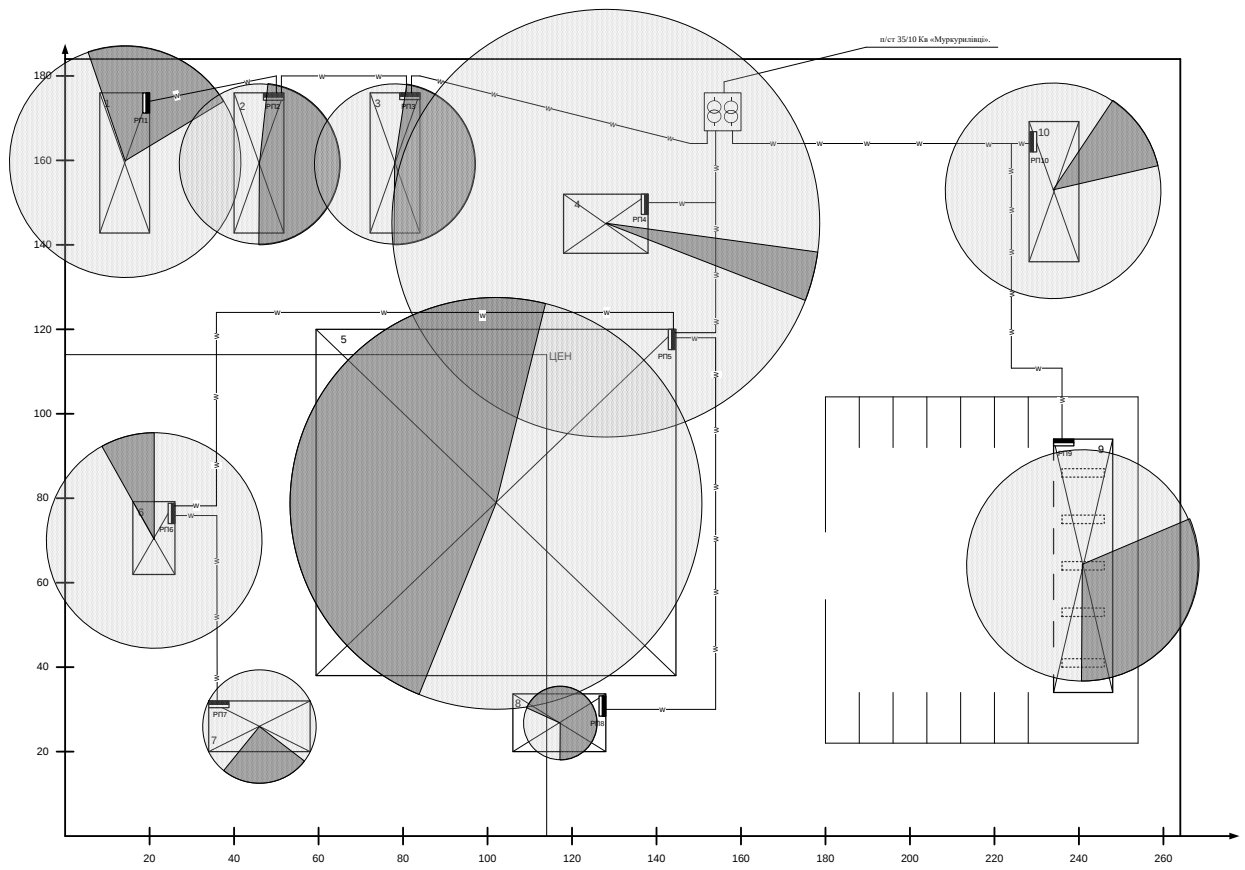


Рисунок В.2 – Генплан підприємства з картограмою навантажень

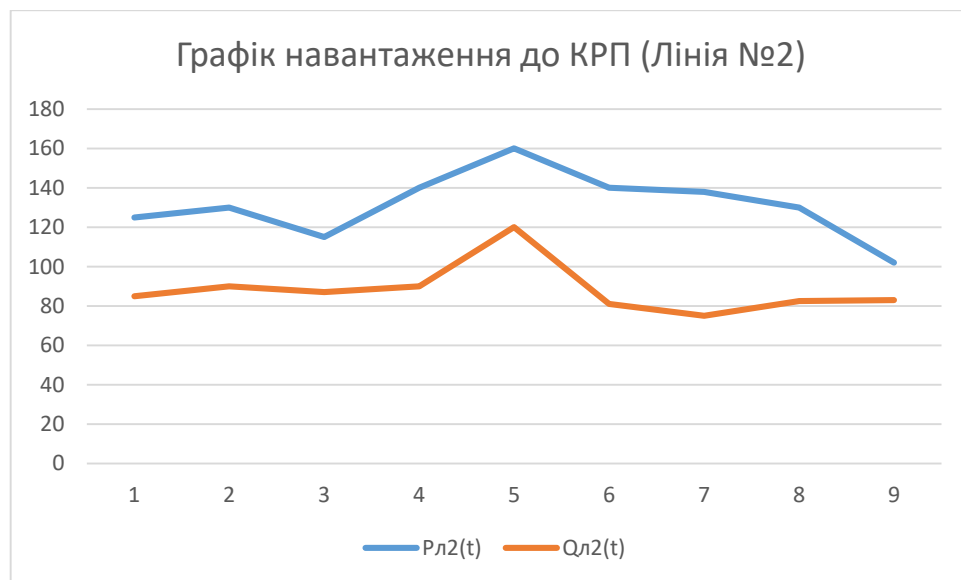
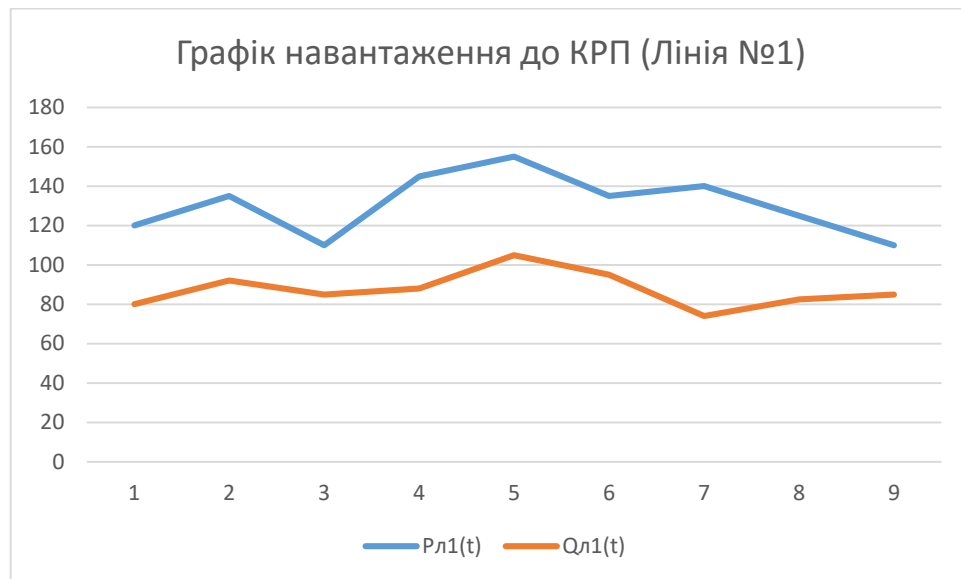


Рисунок В.3– Графіки навантаження ліній 1 та 2 до КРП

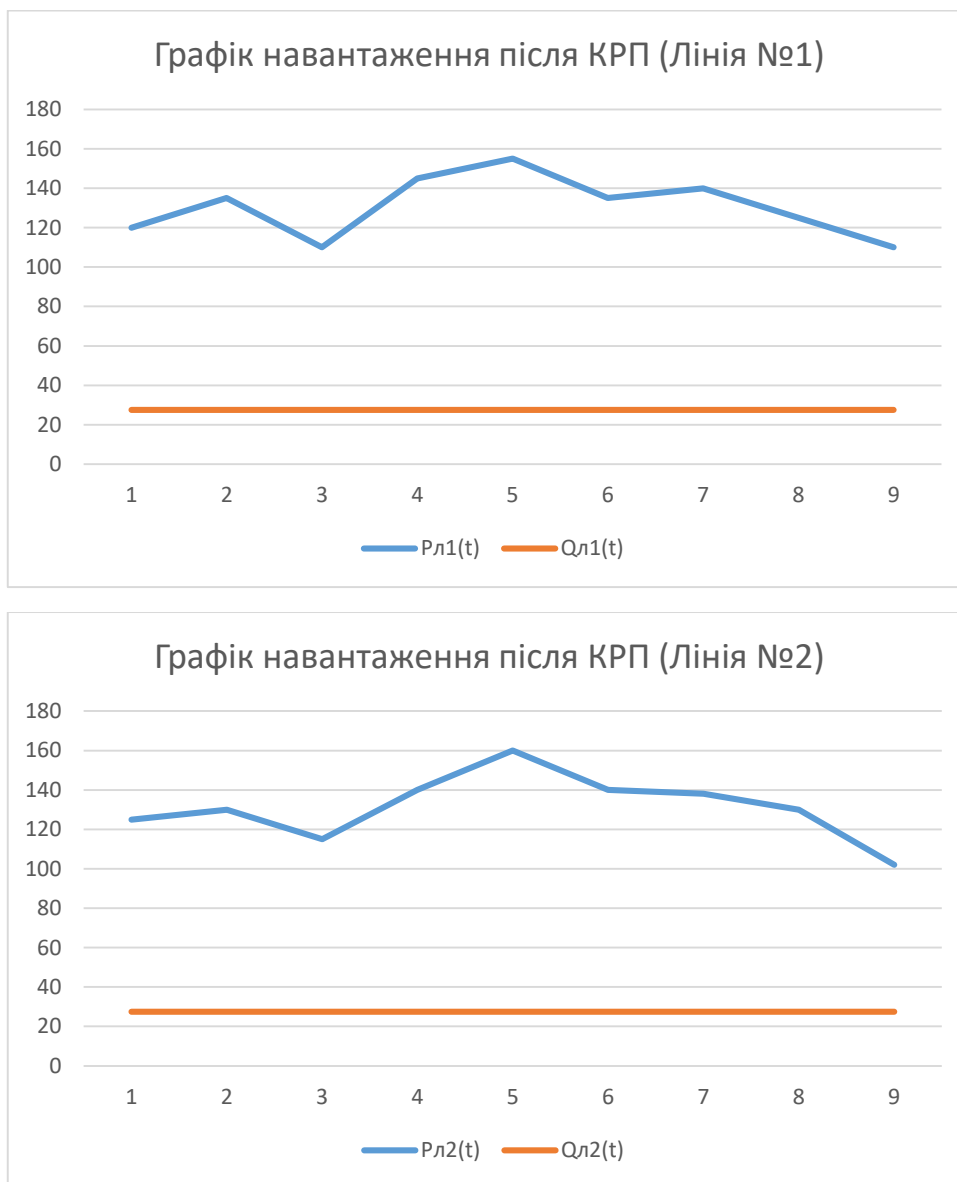


Рисунок В.4– Графіки навантаження ліній 1 та 2 після КРП