

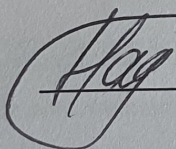
Вінницький національний технічний університет
Факультет електроенергетики та електромеханіки
Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного
менеджменту

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: Підвищення ефективності систем електропостачання гірничо-
збагачувальних комбінатів

Виконав: студент 2-го курсу, групи ЕСЕ-22м
спеціальності 141 – Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка

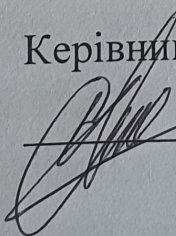
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)



Павловський Н.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник Ph. D., доцент каф. ЕСЕЕМ.

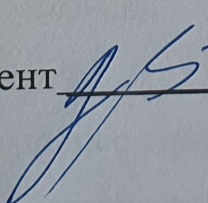


Лобода Ю. В.

(прізвище та ініціали)

Юрій Васильович

Опонент Леско В.О.



(прізвище та ініціали)

ушено до захисту

дувач кафедри ЕСЕЕМ

проф. Бурбело М.Й.

(прізвище та ініціали)

« 17 » 06 2024 р

Вінницький національний технічний університет
Факультет Електроенергетики та електромеханіки
Кафедра Електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту
Освітньо-кваліфікаційний рівень _____ магістр _____
спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Освітня програма – Електротехнічні системи електроспоживання

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕСЕМ

проф. М. Й. Бурбело

“ 11 ” _____ 2024 року

З А В Д А Н Н Я

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Павловському Назару Станіславовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення ефективності систем електропостачання гірничо-збагачувальних комбінатів

керівник роботи Лобода Юрій Васильович, Ph. D., доцент каф. ЕСЕМ, Ph. D.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 11.03.2024 року №81

2. Термін подання студентом роботи “10” червня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи Загальні відомості про технологічний процес гірничо-збагачувальних комбінатів. Відомості про навантаження ГЗК.

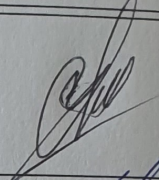
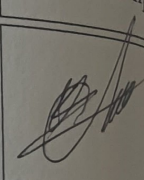
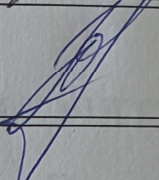
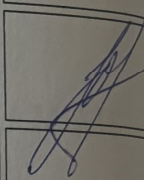
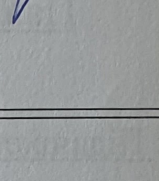
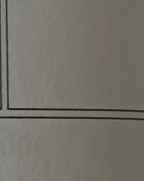
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загальні відомості про технологічний процес гірничо-збагачувальних комбінатів. 2 Використання засобів САПР для проектування системи електропостачання промислових підприємств. 3 Підвищення ефективності систем електропостачання гірничо-збагачувальних комбінатів 4 Економічна частина дипломної роботи. 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки. Список використаних джерел. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

Використання засоби САПР для вибору трансформаторів ГПП для ГЗК. Типова електропостачання ГЗК. Схема комплексного підходу компенсації реактивної потужності на ГЗК. Структурна схема статичного тиристорного компенсатора. Однолінійна схема АУКРМФ 0.4 кВ. Протокол перевірки кваліфікаційної роботи наявність текстових запозичень.

6. Консультанти розділів роботи

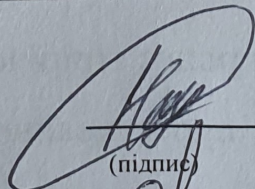
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання приймав
Спеціальний розділ роботи	Лобода Ю. В, доц., каф. ЕСЕМ, Ph. D.		
Економічна частина	Шулле Ю.А., доц., каф. ЕСЕМ, к.т.н.		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Кобилянський О.В., зав. кафедри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

7. Дата видачі завдання 12.03.2024 року

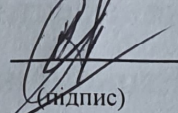
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Характеристика підприємства та технологічного процесу	29.03.24	
2	Синтез зовнішньої СЕП	12.04.24	
3	Науково дослідна частина	26.04.24	
4	Економічна частина	10.05.24	
5	Охорона праці	24.04.24	
6	Графічна частина	10.04.24	

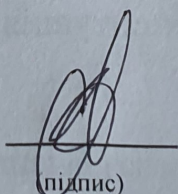
Студент


(підпис)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

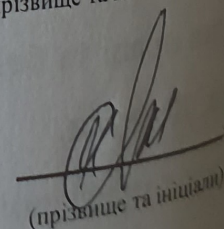

(підпис)

Нормоконтроль


(підпис)

Павловський Н. С.
(прізвище та ініціали)

Лобода Ю. В.
(прізвище та ініціали)


(прізвище та ініціали)

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

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: Підвищення ефективності систем електропостачання гірничо-
збагачувальних комбінатів

Виконав: студент 2-го курсу, групи ЕСЕ-22м
спеціальності 141 – Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Павловський Н.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник Ph. D., доцент каф. ЕСЕЕМ.

Лобода Ю. В.

(прізвище та ініціали)

Опонент _____

(прізвище та ініціали)

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ЕСЕЕМ

проф. Бурбело М.Й.

(прізвище та ініціали)

«___» _____ 2024 р

Вінниця – 2024 року

Вінницький національний технічний університет

Факультет Електроенергетики та електромеханіки

Кафедра Електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту

Освітньо-кваліфікаційний рівень _____ магістр _____

спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма – Електротехнічні системи електроспоживання

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕСЕМ

проф. М. Й. Бурбело

“ ____ ” _____ 2024року

З А В Д А Н Н Я

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Павловському Назару Станіславовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення ефективності систем електропостачання гірничо-збагачувальних комбінатів

керівник роботи Лобода Юрій Васильович, Ph. D., доцент каф. ЕСЕМ, Ph. D.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 11.03.2024 року №81

2. Термін подання студентом роботи “10” червня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи Загальні відомості про технологічний процес гірничо-збагачувальних комбінатів. Відомості про навантаження ГЗК.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загальні відомості про технологічний процес гірничо-збагачувальних комбінатів. 2 Використання засобів САПР для проектування системи електропостачання промислових підприємств. 3 Підвищення ефективності систем електропостачання гірничо-збагачувальних комбінатів 4 Економічна частина дипломної роботи. 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки. Список використаних джерел. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

Використання засоби САПР для вибору трансформаторів ГПП для ГЗК. Типова схема електропостачання ГЗК. Схема комплексного підходу компенсації реактивної потужності на ГЗК. Структурна схема статичного тиристорного компенсатора. Однолінійна схема АУКРМФ 0.4 кВ. Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Спеціальний розділ роботи	Лобода Ю. В, доц., каф. ЕСЕМ, Ph. D.		
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		

7. Дата видачі завдання 12.03.2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Характеристика підприємства та технологічного процесу	29.03.24	
2	Синтез зовнішньої СЕП	12.04.24	
3	Науково дослідна частина	26.04.24	
4	Економічна частина	10.05.24	
5	Охорона праці	24.04.24	
6	Графічна частина	10.04.24	

Студент

(підпис)

Павловський Н. С.

(прізвище та ініціали)

Керівник магістерської
кваліфікаційної роботи

(підпис)

Лобода Ю. В.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

_____.

(прізвище та ініціали)

АНОТОЦІЯ

Павловський Н. С. Підвищення ефективності систем електропостачання гірничо-збагачувальних комбінатів. МКР. Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. – Вінниця : ВНТУ, ФЕЕЕМ, кафедра ЕСЕЕМ, 2024. – 80 с.

У першому розділі надано загальні відомості про технологічний процес ГЗК, що допомагає зрозуміти специфіку електропостачання таких об'єктів.

Другий розділ присвячено вибору обладнання для систем електропостачання з використанням елементів САПР, що дозволяє враховувати річні приведені витрати на обладнання та оптимізувати процес проектування.

Третій розділ містить дослідження методів компенсації реактивної потужності для різних класів напруги. Пропонується використовувати статичні компенсатори реактивної потужності в мережах 6 кВ та автоматичні конденсаторні установки в мережах 0,4 кВ, що дозволяє зменшити втрати активної потужності та підвищити енергоефективність.

У четвертому розділі розраховано собівартість електроенергії, яка включає вартість втрат та обслуговування системи електропостачання, що дозволяє оцінити економічну ефективність запропонованих рішень.

П'ятий розділ присвячено питанням охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, що є важливим аспектом експлуатації електричних мереж на промислових підприємствах.

Ключові слова: система електропостачання, гірничо-збагачувальний комбінат, компенсація реактивної потужності.

ANNOTATION

Pavlovsky N. S. Increasing the efficiency of power supply systems of mining and beneficiation plants. MKR. Specialty 141 – Power engineering, electrical engineering and electromechanics. – Vinnytsia: VNTU, FEEEM, ESEEM department, 2024. – 80 p.

In the first section, general information about the technological process of GZK is provided, which helps to understand the specifics of power supply of such objects.

The second section is devoted to the selection of equipment for power supply systems using CAD elements, which allows you to take into account the annual reduced costs of equipment and optimize the design process.

The third section contains research on reactive power compensation methods for different voltage classes. It is proposed to use static reactive power compensators in 6 kV networks and automatic capacitor units in 0.4 kV networks, which allows to reduce losses of active power and increase energy efficiency.

The fourth chapter calculates the cost of electricity, which includes the cost of losses and maintenance of the power supply system, which allows to evaluate the economic efficiency of the proposed solutions.

The fifth chapter is devoted to issues of labor protection and safety in emergency situations, which is an important aspect of the operation of electrical networks at industrial enterprises.

Key words: power supply system, mining and beneficiation plant, reactive power compensation.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ТЕХНОЛОГІЇ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИХ КОМБІНАТІВ.....	10
РОЗДІЛ 2 ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИХ КОМБІНАТІВ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ САПР.....	14
2.1 Відомості про схеми та особливості електропостачання ГЗК.....	14
2.2 Використання засобів САПР при виборі обладнання системи електропостачання гірничо-збагачувальних підприємств.....	20
2.2.1 Визначення середніх та розрахункових навантажень ГЗК.....	20
2.2.2 Вибір трансформатора ГПП.....	21
2.2.3 Визначення оптимальних перерізів КЛ 10 кВ внутрішніх мереж.....	24
РОЗДІЛ 3 ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИХ КОМБІНАТІВ.....	27
3.1 Компенсація реактивної потужності на ГЗК.....	27
3.2 Використання статичних тиристорних компенсаторів.....	30
3.3 Використання автоматичних конденсаторних установок в мережах 0,4 кВ.....	33
РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ.....	36
4.1 Розрахунок капіталовкладень в систему електропостачання.....	36
4.2 Розрахунок поточних витрат.....	38
4.2.1 Розрахунок потреби в робочій силі.....	38
4.2.2 Розрахунок витрат по заробітній платі.....	42
4.2.3 Планування вартості матеріалів, що витрачаються.....	45
4.2.4 Визначення амортизаційних відрахувань і інших витрат.....	47

4.3 Розрахунок собівартості електроенергії	49
4.3.1 Розрахунок річного споживання і втрат електроенергії. Розрахунок оплати за електроенергію	49
4.3.2 Розрахунок собівартості електроенергії	52
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	54
5.1 Технічні рішення з безпечної організації об'єкта проєктування	54
5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць під час виконання робіт з вимірювальними приладами, пристроями релейного захисту, автоматики, телемеханіки і зв'язку, з електролічильниками	54
5.1.2 Електробезпека	57
5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії	58
5.2.1 Мікроклімат	58
5.2.2 Склад повітря робочої зони.....	59
5.2.3 Виробниче освітлення.....	59
5.2.4 Виробничий шум	60
5.2.5 Виробничі вібрації	61
5.2.6 Психофізіологічні фактори	62
ВИСНОВОК.....	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	65
Додаток А – Використання засобі САПР для вибору трансформаторів ГПП для ГЗК	68
Додаток В – Типова схема електропостачання ГЗК.....	69
Додаток Г – Схема комплексного підходу компенсації реактивної потужності на ГЗК	70

Додаток Д – Структурна схема статичного тиристорного компенсатора.....	71
Додаток Е – Однолінійна схема АУКРМФ 0.4 кВ.....	72
Додаток Є – Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень	73
Додаток Ж – Презентаційні матеріали.....	74

ВСТУП

Сучасні гірничо-збагачувальні комбінати (ГЗК) є складними промисловими комплексами, які потребують надійних та ефективних систем електропостачання для забезпечення безперебійного виробничого процесу. Якість і стабільність електропостачання значною мірою впливають на продуктивність, економічність та екологічну безпеку підприємств цієї галузі.

Актуальність роботи. Підвищення ефективності систем електропостачання є однією з ключових задач для забезпечення стійкого розвитку гірничо-збагачувальних комбінатів. У зв'язку зі зростанням енергетичних витрат та вимог до якості електроенергії, існує нагальна потреба у впровадженні новітніх технологій та підходів для оптимізації роботи електричних мереж. Особливо важливим є питання компенсації реактивної потужності, яке дозволяє знизити втрати активної потужності та покращити енергоефективність підприємств.

Об'єктом дослідження є система електропостачання гірничо-збагачувальних комбінатів, яка включає різні класи напруги, зокрема мережі 6 кВ і 0,4 кВ, що живлять електродвигуни та інші споживачі.

Метою дослідження є підвищення ефективності систем електропостачання гірничо-збагачувальних комбінатів шляхом оптимізації процесів компенсації реактивної потужності та впровадження сучасних технологій автоматизованого проектування (САПР) при виборі обладнання.

Завдання дослідження

1. Провести аналіз технологічного процесу гірничо-збагачувальних комбінатів для визначення специфіки електропостачання.
2. Розглянути різні методи компенсації реактивної потужності та їх застосування в мережах різних класів напруги.
3. Використати САПР для вибору обладнання системи електропостачання з урахуванням річних приведених витрат.

4. Розробити рекомендації щодо покращення ефективності систем електропостачання ГЗК.

Предметом дослідження є методи та засоби підвищення ефективності систем електропостачання гірничо-збагачувальних комбінатів, зокрема за рахунок компенсації реактивної потужності та використання САПР при виборі обладнання.

Практична цінність роботи полягає у розробці рекомендацій та практичних рішень для покращення ефективності систем електропостачання ГЗК. Викладені методи та підходи можуть бути використані інженерами та технічним персоналом для оптимізації роботи електричних мереж промислових підприємств, що призведе до зниження енергетичних витрат, підвищення надійності електропостачання та продовження терміну експлуатації обладнання.

Таким чином, дана магістерська кваліфікаційна робота спрямована на вдосконалення методів проектування та експлуатації систем електропостачання гірничо-збагачувальних комбінатів, що сприятиме підвищенню їхньої ефективності, надійності та економічності.

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ТЕХНОЛОГІЇ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИХ КОМБІНАТІВ

Гірничо-збагачувальний комбінат (ГЗК) є комплексним промисловим підприємством, яке займається видобутком корисних копалин, їх первинною обробкою та збагаченням. Технологічний процес ГЗК включає кілька основних етапів, що охоплюють видобуток руди, її транспортування, подрібнення, збагачення та відвантаження кінцевого продукту. Розглянемо ці етапи детальніше.

1. Видобуток руди

Методи видобутку:

- Відкритий спосіб (кар'єри): Використовується для видобутку руди, що залягає поблизу поверхні землі. Цей метод включає розкривні роботи, буріння, вибухові роботи та екскавацію.

- Закритий спосіб (шахти): Використовується для видобутку руди з великих глибин. Включає проходку шахтних стволів, підземне буріння та вибухові роботи.

Основне обладнання: Екскаватори, бурові установки, вантажні машини, транспортери.

2. Транспортування руди

Транспортні системи:

- Конвеєри: Використовуються для транспортування руди на короткі відстані, зокрема з місця видобутку до дробильних установок.

- Залізничний транспорт: Використовується для перевезення руди на великі відстані.

- Автомобільний транспорт: Застосовується для транспортування руди в межах комбінату або на невеликі відстані.

3. Подрібнення руди

Етапи подрібнення:

- Первинне дроблення: Великі шматки руди подрібнюються до розміру, зручного для подальшого оброблення. Використовуються щоківі та конусні дробарки.
- Вторинне дроблення: Руда додатково подрібнюється до ще дрібнішого розміру. Використовуються конусні, роторні та валкові дробарки.
- Подрібнення: Відбувається в млинах (кульові, стрижневі млини) для досягнення порошкоподібного стану руди.

4. Збагачення руди

Методи збагачення:

- Гравітаційне збагачення: Відокремлення корисних компонентів від порожньої породи на основі різниці в їх щільності. Використовуються гравітаційні столи, гвинтові сепаратори.
- Флотація: Використання хімічних реагентів для створення піни, до якої прилипає корисний мінерал, в той час як порожня порода залишається у розчині.
- Магнітна сепарація: Використання магнітів для відокремлення магнітних мінералів від немагнітних. Використовуються магнітні сепаратори.
- Хімічне вилуговування: Використання хімічних реагентів для розчинення корисних компонентів з руди.

5. Зневоднення

Етапи зневоднення:

- Густіння: Зниження вмісту води у рідких відходах збагачення. Використовуються густильники.
- Фільтрація: Відокремлення твердої фази від рідкої. Використовуються фільтр-преси, вакуумні фільтри.
- Сушіння: Видалення залишкової вологи з концентратів. Використовуються сушарки різних типів.

6. Відвантаження кінцевого продукту

Формування продукту:

- Концентрати: Одержання збагачених мінералів у вигляді порошків, гранул або інших форм.
- Пелети: Виробництво обкотишів або пелетів з концентрату для подальшого використання у металургійному виробництві.

Транспортування:

- Залізничний транспорт: Основний метод транспортування кінцевого продукту на великі відстані до місць подальшої переробки або споживання.
- Автомобільний транспорт: Використовується для місцевих перевезень та доставки продукції до кінцевих споживачів.

Технологічний процес гірничо-збагачувального комбінату є складним і багатоступеневим, включаючи видобуток, транспортування, подрібнення, збагачення, зневоднення та відвантаження кінцевого продукту. Кожен з етапів вимагає використання спеціалізованого обладнання та технологій, що забезпечують ефективне та безпечне виконання робіт. Оптимізація кожного з етапів технологічного процесу дозволяє підвищити загальну продуктивність та рентабельність гірничо-збагачувального комбінату.

На рисунку 1.1 показано технологічна схема одного із ГЗК України[1]

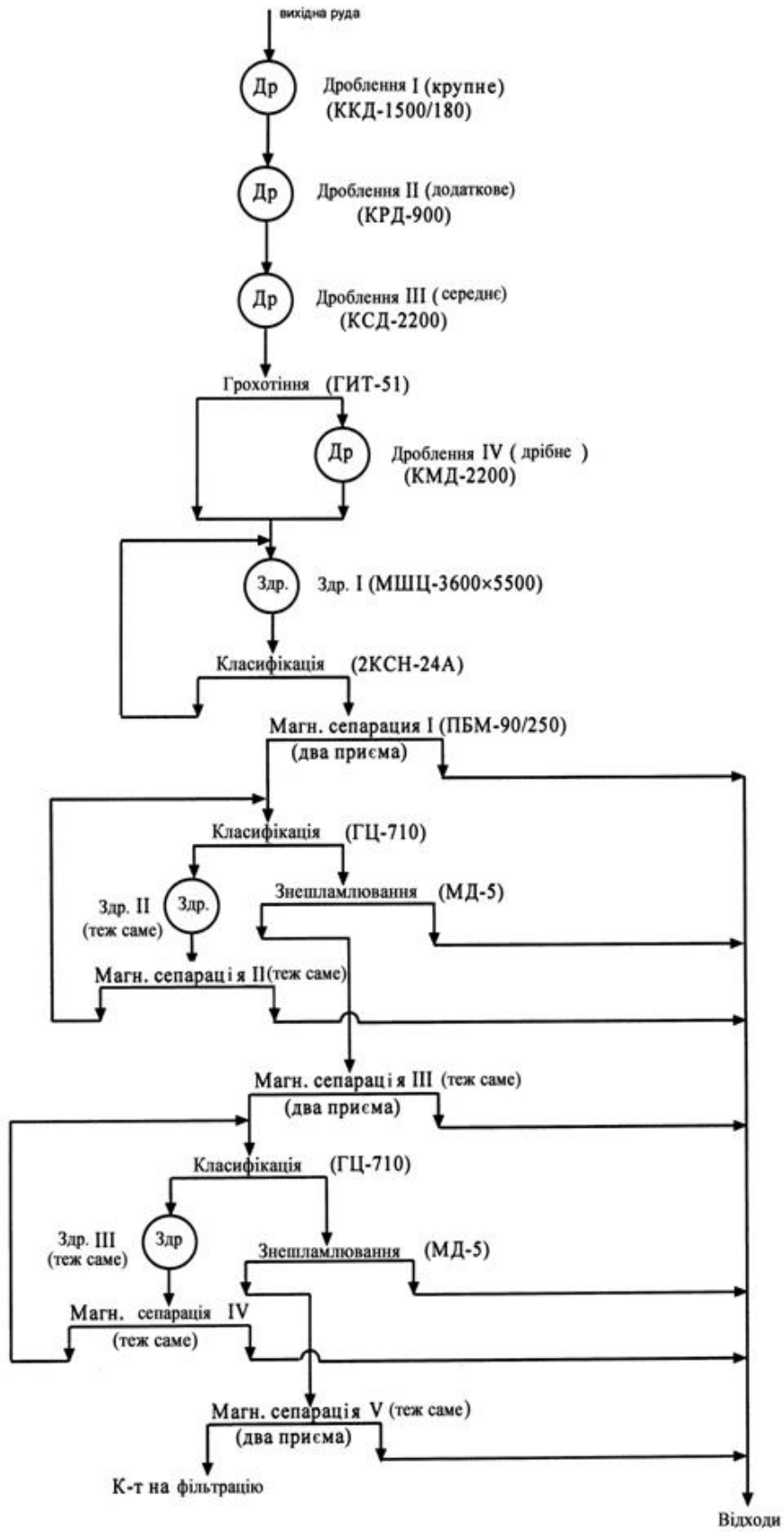


Рисунок 1.1 – Технологічна схема ГЗК

РОЗДІЛ 2

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИХ КОМБІНАТІВ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ САПР

2.1 Відомості про схеми та особливості електропостачання ГЗК

Сучасний гірничо-збагачувальний комбінат — це складний комплекс виробничих споруд — об'єктів видобутку та транспортування, дроблення, сортування та збагачення руди, окускування концентрату, водопостачання та загальнокомбінатських.

До основних споживачів електроенергії гірничо-збагачувального комплексу відносяться:

- на напругу до 1000 В (0,4/0,23 кВ) змінного струму - електродвигуни виробничих механізмів потужністю до 250 кВт (дробилки, живильники, конвеєри, магнітні сепаратори, насоси, вентилятори, освітлення);
- на напругу 6-10 кВ змінного струму - електродвигуни потужністю понад 250 кВт (млини, конвеєри, насоси, ексгаустери, димососи, приводи випалювальних печей, екскаватори);
- електроприймачі постійного струму - електродвигуни приводів із широким діапазоном регулювання частоти обертання.

За ступенем надійності електропостачання відповідно до Правил пристрою електроустановок (ПУЕ) електроприймачі гірничо-збагачувального комплексу в основному належать до категорії I. Електричні навантаження електроприймачів категорії I зазвичай незначні.

До них відносяться механізми, перерва в електропостачанні яких призводить до псування дорогого обладнання, наприклад, випалювальні печі.

Правильне побудова схем електропостачання для гірничо-збагачувальних підприємств — головна умова забезпечення надійного постачання електроенергією споживачів.

Зовнішнє електропостачання гірничо-збагачувальних комбінатів здійснюється зазвичай на напрузі 35-220 кВ з використанням системи глибокого введення напруги 35-220 кВ та розподілу електроенергії всередині виробничих об'єктів за допомогою струмоприводів та кабельних мереж 6-10 кВ. Головні понижувальні підстанції (ГПП) глибокого введення 35-220/6-10 кВ проектують, як правило, за спрощеними схемами з розрахунковим навантаженням понижуючих трансформаторів 0,7-0,8 їх номінальної потужності. Необхідний ступінь резервування трансформаторної потужності підстанцій забезпечується спорудженням перемичок за 10 кВ. Живлення незначною за потужністю невідключне навантаження категорії I здійснюється від окремого джерела, наприклад підстанції копальні або інших об'єктів із незалежним живленням лініями 35—220 кВ від районної підстанції.

Система глибоких введів та розукрупнення підстанцій 35-220 кВ перед спорудженням окремих потужних підстанцій 35-220/6-10 кВ з великим числом відхідних ліній 6-10 кВ має наступні переваги.

- невелику довжину мереж 6-10 кВ і, отже, знижуються втрати електроенергії та економію кольорових металів;
- велику надійність завдяки значному скороченню зон аварій;
- зниження значень робочих струмів та струмів к.з. у мережах 6-10 кВ внаслідок зменшення потужності трансформаторів, простіше регулювання напруги;
- спрощення проблеми розвитку системи електропостачання гірничо-збагачувального підприємства при спорудженні нових підстанцій, скорочуючи термінів будівництва та монтажу підстанцій.

Для влаштування глибоких введів в районах з нормальною атмосферними умовами застосовують повітряні лінії електропередачі (ПЛ) 35-220 кВ у нормальному виконанні, а в районах з корозійно-агресивною атмосферою - з антикорозійними опорами, проводами, ізоляторами і т.д. або (у разі стиснутої

та захищеної території гірничо-збагачувальних підприємств) кабельні лінії 35-220 кВ глибокого введення кабелями з зшитого поліетилену.

При проектуванні систем електропостачання гірничо-збагачувач підприємств рекомендується наступне.

1. Визначати провідну проектну організацію за системою електропостачання гірничо-збагачувального комбінату.

2. Залучати представників експлуатаційного персоналу до перегляду основних технічних рішень проекрованої системи електропостачання як на стадії розробки основних положень, так та у процесі проектування.

3. Враховувати перспективу розвитку комбінату, причому спорудження першої черги електропостачання не повинно призводити до непрямих витрат при будівництві наступних черг.

4. Здійснювати випереджувальне проектування систем електропостачання женьня та забезпечення місць для розміщення основних енергетичних об'єктів та трас при розробці генерального плану комбінату.

5. Передбачати заходи, що забезпечують можливість ведення електромонтажних робіт індустріальним методом з широким застосуванням комплектних великоблочних пристроїв, укрупнених монтажних вузлів, закладних деталей та частин.

6. Для гірничо-збагачувальних комбінатів, що знову будуються, розроблятися проекти організації експлуатації енергетичного господарства системи електропостачання.

7. При реконструкції та розширенні чинної системи електропостачання виконувати коригування проекту організації експлуатації, вносити необхідні зміни до складу допоміжних служб, штатів і т.п.

8. На головній повижувальній підстанції в основному застосовувати трансформатори з розщепленими обмотками 6-10 кВ, завдяки чому не потрібне встановлення струмообмежувальних реакторів, спрощується схема підстанції,

скорочуються обсяг будівельно-монтажних робіт, капітальні витрати та втрати електроенергії.

Рекомендується передбачати пристрій автоматичного частотного розвантаження (АЧР) живлення електроприймачів, що допускає їх вимкнення в аварійному режимі.

9. Для відповідальних агрегатів зіставляти раціональний ступінь резервування, яке приймається в електричній частині, з технологічним резервуванням.

10. Забезпечувати безаварійну зупинку виробництва у разі раптового відключення основних джерел електропостачання з урахуванням електроприймачів особливої групи – I категорії |

11. Здійснювати роздільне живлення "спокійних" та "ударних" навантажень.

12. Для розподілу електроенергії на напругу 6-10 кВ передбачати можливість застосування струмопроводів замість кабелів, оскільки струмопроводи 6—10 кВ у порівнянні з кабельною каналізацією мають переваги: більшу надійність, найкращі умови експлуатації, менша кількість осередків з дорогою високовольтною апаратурою на підстанціях, більшу переважувальну здатність, менша витрата свинцю та алюмінію на оболонки.

При розгляді застосування струмопроводів 6-10 кВ натомість кабельної каналізації слід проводити техніко-економічне порівняння варіантів з урахуванням розподілу електричних навантажень, рівнів напруги. п.

13. Повсюдно впроваджувати наземне прокладання кабелів на естакадах, галереях, по стінах будівель та споруд.

14. Для системи електропостачання проектувати захист із мінімальним числом ступенів (не більше трьох).

15. Застосовувати, як правило, комплектні пристрої заводського виготовлення (КРУ, КРУН, КСВ, КТП).

16. Максимально скорочувати кількість типорозмірів трансформаторів на підприємстві.

17. Обґрунтовувати у кожному окремому випадку спорудження підстанцій невеликої потужності 100-400 кВА.

18. На напругу 10 кВ приєднувати трансформатори за магістральною та радіальною схемою під один вимикач залежно від конкретних умов, з установкою перед ними відключаючого апарату (Вимикача навантаження або роз'єднувача). При цьому до однієї магістралі рекомендується підключати не більше чотирьох трансформаторів потужністю до 630 кВ·А, двох та трьох - потужністю по 1000 кВ·А і не більше двох - потужністю по 1600 кВ·А.

19. Забезпечувати самозапуск електродвигунів після короточасних перерв електроживлення, викликаних короткими замиканнями, дією пристроїв автоматичного включення резерву (АВР) та автоматичного повторного включення (АПВ). Час відключення коротких замикань не повинно перевищувати часу, за якого можлива випадання з синхронізму синхронних електродвигунів не- ушкоджених елементів системи електропостачання.

Самозапуск електродвигунів слід передбачати у разі, якщо його допускають механізми або якщо це доцільно з точки зору на технології виробництва і не призводить до надмірного подорожчання системи електропостачання.

Самозапуск синхронних електродвигунів проводити з урахуванням впливу на двигун струмів, зумовлених несинхронним включенням У тих випадках, коли передбачається гасіння поля синхронних двигунів, повторне включення живлення (АПВ, АВР) необхідно здійснювати з контролем значення зустрічної напруги. Зняття збудження з синхронних двигунів при АПВ і АВР проводити тільки в тих випадках, коли початковий кидок струму при самозапуску перевищує 1,7 пускового струму, а момент на валу - 1,5-кратний момент при короткому замиканні на виводах.

20: Одне з важливих завдань при проектуванні систем електропостачання — вибір оптимальної напруги та забезпечення якості електроенергії. Нормальним технічним умовам тривалої роботи відповідають відхилення напруги на затискачах електроприймачів в наступних межах: а) у електродвигунів - $5 \text{ Їм} + 10\%$; б) у освітлювальних приладів - $2,5 \text{ Їм} + 5\%$. Оскільки вимоги до режимів напруг силових і освітлювальних електроприймачів різні, то слід проводити техніко-економічне порівняння варіантів спільного та роздільного їх живлення. Класи напруги для електропостачання гірничо-збагачувальних підприємств рекомендується приймати на основі техніко-економічно- порівнянь раціональних варіантів. Як розподільчий напруги, як правило, доцільно напруга 10 кВ (6 кВ для живлення електродвигунів, які не виготовляються на напруга 10 кВ). Для регулювання напруги на окремих ділянках електричних мереж гірничо-збагачувальних підприємств слід розглядати можливість та економічну доцільність роздільного або спільного застосування наступних регулюючих та компенсуючих пристроїв:

- трансформаторів або автотрансформаторів з регуляторами напруги під навантаженням (РПН);
- синхронних електродвигунів з автоматичним регулюванням струму збудження;
- батарей статичних конденсаторів з автоматичним регулюванням.

Регулювання напруги цими пристроями, як правило, повинно бути автоматизовано (синхронні електродвигуни та батареї конденсаторів повинні бути забезпечені автоматичними регулювальними пристроями).

Наявність у системі електропостачання гірничо-збагачувальних підприємств великої кількості синхронних двигунів обумовлює можливість маневру реактивними потужностями для регулювання напруги мережі в межах 5-6%.

Для підтримки оптимальної напруги у вузлах навантаження автоматичне регулювання збудження (АРВ) синхронних двигунів у межах допустимого для них теплового режиму, а для підвищення стійкості синхронних двигунів та видачі підвищеної реактивної потужності при короткочасних зниженнях напруги у всіх випадках використовувати релейні або безконтактні пристрої для форсування збудження.

21. У проекті електричної частини повинен бути розділ, присвячений ній вирішення питань якості електроенергії відповідно до ГОСТ 13109-67 та питань регулювання напруги. Ефективність регулювання напруги підвищується, якщо при проектуванні підстанції глибокого введення (ГПП) та розміщенням їх у центрі навантажень. При визначенні черговості установки регулюючих та компенсуючих пристроїв слідє орієнтуватися на оптимальний режим напруги у мережі.

2.2 Використання засобів САПР при виборі обладнання системи електропостачання гірничо-збагачувальних підприємств

2.2.1 Визначення середніх та розрахункових навантажень ГЗК

Визначення середніх та розрахункових навантажень здійснюється за існуючими методами коефіцієнтів використання та коефіцієнтів попиту відповідно [2]. Для цього попередньо було створено в Excel електронна таблиця, що розраховує потужність кожного цеху та підприємства в цілому. Зокрема туди внесені: коефіцієнти попиту K_p , величини активної номінальної потужності цехів P_n , площі цехів F , коефіцієнти потужності $\cos\phi$, коефіцієнти використання K_v , коефіцієнт одночасності K_o , питома потужність освітлення $P_{\text{пит.о}}$, коефіцієнти потужності освітлення $\cos\phi_o$, коефіцієнти попиту освітлення $K_{\text{по}}$, коефіцієнти втрат в пускорегулюючій апаратурі $K_{\text{пра}}$, напруга живлення U_v .

Опорні формули, за якими здійснюався розрахунок необхідних величин наведені в таблиці 2.1.

При створенні даної таблиці окремим діапазонам були присвоєні ім'я згідно з шапкою таблиці. При змінні вихідних параметрів в таблиці автоматично будуть проводитись розрахунки електрички навантажень цехів та підприємства в цілому.

Розрахунки проводяться за допомогою функцій робочого листа Excel.

Таблична форма, за допомогою якої здійснено розрахунки наведена на рисунку 2.1.

							Ко = 0.95							
Споживач	Силове навантаження					Середні навантаження				Розрахункові навантаження				
	Рн, кВт	cos	tg	Кп, в.о.	Кв	Рс, кВт	Qс, квар	Sc, кВА	Іс, кА	Рр, кВт	Qр, квар	Sp, кВА	Ір, кА	
2	3	4	5	6	7	15	16	17	18	19	20	21	22	
Рудозбагачувальна фабрика № 1	19409.30	0.65	1.17	0.30	0.3	5822.79	6807.597	8958.1	47.018	5822.8	6807.6	8958.14	47.018	
Рудозбагачувальна фабрика № 2	26861.53	0.80	0.75	0.40	0.3	8058.46	6043.844	10073	52.8699	10745	8058.5	13430.8	70.493	
Шламовий цех	10075.06	0.75	0.88	0.50	0.3	3022.52	2665.61	4030	21.1521	5037.5	4442.7	6716.7	35.254	
Залізничний цех	7860.79	0.80	0.75	0.90	0.7	5502.55	4126.914	6878.2	36.1011	7074.7	5306	8843.39	46.416	
Силовий цех	6389.73	0.75	0.88	0.90	0.7	4472.81	3944.646	5963.7	31.3015	5750.8	5071.7	7667.67	40.245	
Дробильна фабрика	5216.95	0.75	0.88	0.70	0.6	3130.17	2760.552	4173.6	21.9055	3651.9	3220.6	4869.16	25.556	
Рудник	3632.76	0.75	0.88	0.35	0.2	726.553	640.7591	968.74	5.08455	1271.5	1121.3	1695.29	8.898	
Кисневий цех	2221.35	0.75	0.88	0.35	0.2	444.269	391.8088	592.36	3.10908	777.47	685.67	1036.63	5.4409	
Інші споживачі	1319.52	0.75	0.88	0.40	0.15	197.928	174.5562	263.9	1.38514	527.81	465.48	703.744	3.6937	
Всього	82986.9863			0.49	0.37811	31378	27556.29	41760	219.185	38626	33421	51077.5	268.09	

Рисунок 2.1 –Таблична форма розрахунку навантажень ГЗК в цілому

Повна середня потужність підприємства складає $S_c=41760\text{кВА}$, розрахункова потужність $S_m=51077\text{кВА}$.

2.2.2 Вибір трансформатора ГПП

Вибір оптимальної потужності ГПП здійснюється за математичною моделлю:

Керована змінна: S_T

Множина доступних значень - всі стандартні потужності S_{CT} .

Показник ефективності розв'язку є річні приведені затрати, які залежать від керованої змінної.

$$Z(S_T)=B_{ТП}(S_{ТП})+B_{ТП}(S_{ТП}), \quad (2.1)$$

$$B_{ТП}(S_{ТП})=(E_a+E_e) \cdot k_{ТП}(S_T, k_T) \quad (2.2)$$

$$B_B(S_T) = [\Delta P_{XX}(S_T) + \Delta P_{K3}(S_T) \cdot k_3^2] \cdot k_T \cdot B_0 \quad (2.3)$$

$$3(S_T) = (E_e + E_a) \cdot K_{ТП}(S_T, k_T) + \left[\Delta P_{XX}(S_T) \cdot k_T + \Delta P_{K3}(S_T) \cdot \frac{S_{ТП}^2}{S_T^2 \cdot k_T} \right] \cdot t \cdot \tau \rightarrow \min_{S_T \in S_{СТ}}$$

Обмеження на керовану змінну:

$$\begin{aligned} S_T \cdot k_T \cdot k_H &\geq S_{ТП} \\ k_T > 1 &\Rightarrow S_T \cdot k_{Па} \geq S_{ТП} \cdot k_{НПа} \\ S_T &\in S_{СТ} \end{aligned} \quad (2.4)$$

де $S_{СТ}$ – множина стандартних потужностей трансформаторів;

$k_{ТП}(S_T, k_T)$ – капіталовкладення в трансформаторну підстанцію, що залежить від потужності та кількості вибраних трансформаторів;

$S_{ТП}$ – розрахункова потужність трансформаторної підстанції;

$S_{СТП}$ – середня потужність трансформаторної підстанції;

$\Delta P_{XX}(S_T)$ – втрати холостого ходу в трансформаторі потужністю S_T ;

$\Delta P_{K3}(S_T)$ – втрати короткого замикання в трансформаторі потужністю S_T ;

k_T – кількість трансформаторів;

k_H – максимально допустимий коефіцієнт навантаження трансформатора в нормальному режимі;

$k_{Па}$ – максимально допустимий коефіцієнт навантаження трансформатора в після аварійному режимі;

$k_{НПа}$ – частина навантаження ТП, яка повинна залишитися в роботі в після аварійному режимі

S_T – потужність трансформатора ТП;

t – тариф на електроенергію;

τ - число годин максимальних втрат;

Повна розрахункова потужність ЦТП дорівнює:

$$P_{\text{ТП}} = P_p, \quad (2.5)$$

$$Q_{\text{ТП}} = Q_p, \quad (2.6)$$

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

ВИБІР ОПТИМАЛЬНОЇ ПОТУЖНОСТІ ГПП ЗА МІНІМУМОМ ЗАТРАТ												
Економічні характеристики												
Питома вартість втрат, грн/кВт						Bo = 19336.5835						
Коефіцієнт ефективності капіталовкладень						Ee = 0.1						
Коефіцієнт відрахувань на амортизацію						Ea = 0.036						
Дані нормального режиму												
Розрахункова потужність ТП, кВА						Sp = 51077.4776						
Середня потужність ТП, кВА						Sc = 41760.3974						
Кількість трансформаторів						kt = 2						
Макс. доп. коефіцієнт навантаження т-ра в норм. режимі						Kn = 1						
Дані післяаварійного режиму												
Коефіцієнт перевантаження в п. а.режимі						Kппа = 1.3						
Доля навантаження у п.а. режимі						Кппа = 0.85						
*	Ст, кВА	ΔРкз, кВт	ΔРхх, кВт	Ктп, т.грн	Е*К, т.грн	ΔРзм, кВт	ΔРпс, кВт	ΔР, кВт	Вв, т.грн.	З т.грн	*	Х
	2500	23	16	10500	1428	4800.392	32	4832.392	93441.95	-		-
	4000	32	15	13750	1870	2608.909	30	2638.909	51027.48	-		-
	6300	44	10	15950	2169.2	1446.107	20	1466.107	28349.5	-		-
	10000	58	14	17050	2318.8	756.5835	28	784.5835	15171.16	-		-
	16000	85	18	18650	2536.4	433.1196	36	469.1196	9071.171	-		-
	25000	120	25	22650	3080.4	250.4552	50	300.4552	5809.778	-		-
	40000	170	34	25850	3515.6	138.5983	68	206.5983	3994.905	7510.505		+
✓	63000	245	50.5	29000	3944	80.52187	101	181.5219	3510.013	7454.013	✓	+
	80000	310	58	33750	4590	63.18451	116	179.1845	3464.816	8054.816		+
Коефіцієтн завантаження						к_з= 0.40537681						
Мінімальні затрати, тис грн						Змін = 7454.01287						
Оптимальна потужність трансформатора, кВА						St* = 63000						
Втрати активної потужності в трансформаторі, кВт						ΔР= 181.521874						
Втрати реактивної потужності в ТП, квар						ΔQ= 2776.80936						

Рисунок 2.1 – Таблична автоматизованого процесу вибору потужності трансформаторів ГПП

Для живлення підприємства вибрано трансформатор з розчепленою обмоткою напругою ВН 110 кВ та напругами НН 6,3 кВ типу *ТРДН-63000/110*.

2.2.3 Визначення оптимальних перерізів КЛ 10 кВ внутрішніх мереж

В цьому розділі на основі порівняння варіантів будуть вибрані оптимальні перерізи кабельних ліній 6кВ, які живлять розподільчі пристрої.

Складемо математичну модель вибору оптимальних перерізів КЛ 6кВ.

Керованою змінною x в цій задачі є переріз КЛ (мм^2). Множиною доступних рішень є множина всіх стандартних перерізів КЛ-6 кВ $X_{\text{ст}}$.

На керовану змінну повинні бути обмежені:

$x \geq 0$; $x \geq x_{\text{доп}}$, де $x_{\text{доп}}$ – мінімальний переріз, який буде задовольняти умови $I_{\text{доп}}(x) \geq I_{\text{кл}}$, $I_{\text{доп}}(x)$ – допустимий струм для перерізу x , $I_{\text{кл}}$ – струм в кабельній лінії;

$x \geq x_{\text{кз}}$, де $x_{\text{кз}}$ – мінімальний переріз, який витримує термічну дію струмів к.з;

$x \geq x_{\text{ди}}$, де $x_{\text{ди}}$ – мінімальний переріз, який забезпечує допустимі втрати напруги, але оскільки довжина КЛ дуже невелика, цією перевіркою можна знехтувати.

Очевидно множина допустимо-доступних рішень X буде складатись із таких стандартних перерізів, які не менше $\max(0, x_{\text{доп}}, x_{\text{кз}})$, тобто $X = \{x \mid x \geq \max(0, x_{\text{доп}}, x_{\text{кз}})\}$

Виберемо приведені витрати в КЛ показником ефективності рішення та виразимо їх в залежності від керованої змінної (математична модель з обмеженнями):

$$Z(x) = [(E_e + E_a) \cdot K_0(x) + 3 \cdot I_L^2 \cdot r_0(x) \cdot B_0] \cdot L \cdot k_L \rightarrow \min_{x \in X_{\text{ст}}} . \quad (2.13)$$

$$x \geq x_{\text{ндоп}} \equiv I_{\text{доп}}(x) \geq I_L; \quad (2.14)$$

$$k_n > 1 \Rightarrow x \geq x_{nadon} \equiv k_n \cdot I_{don}(x) \geq \frac{k_n \cdot I_n \cdot k_{na}}{k_n - 1}; \quad (2.15)$$

$$x \geq x_{n\Delta U} \equiv \Delta U_n(x) \leq \Delta U_{nadon}; \quad (2.16)$$

$$k_n > 1 \Rightarrow x \geq x_{na\Delta U} \equiv \Delta U_{na}(x) \leq \Delta U_{nadon}; \quad (2.17)$$

$$x \geq x_{K3} = \frac{I_{K3} \cdot \sqrt{t_n}}{C};$$

$$x \in X_{cm}.$$

де, E_n - норматив ефективності капіталовкладень;

$K_o(x)$ - вартість одного км КЛ перерізом x ;

L - довжина КЛ;

E_a - доля відрахувань на амортизацію;

I_n - струм в КЛ;

$r_o(x)$ - активний опір одного км КЛ перерізом x ;

B_o - питома вартість втрат активної потужності та енергії в КЛ.

Оскільки кожна із складових формули витрат включає в собі співмножник L і його можна узагальнити, робимо висновок, що оптимальний переріз КЛ не залежить від відстані до точки підключення. Таким чином, оптимальний переріз кабельної лінії ми будемо визначати порівнюючи витрати на одиницю довжини кабельної лінії.

Для розв'язання задачі вибору оптимальних перерізів КЛ була складена таблична форма (рисунок 2.3) електронного процесора *Excel*.

Вибір оптимального перерізу КЛ1 6 кВ за мінімумом приведених затрат														
Економічні характеристики														
Питома вартість втрат, грн/кВт										Bo = 19336.58				
Коефіцієнт ефективності капіталовкладень										Ee = 0.1				
Коефіцієнт відрахувань на амортизацію										Ea = 0.040				
Дані нормального режиму														
Напруга, кВ										U = 6				
Активна розрахункова потужність споживача, кВт										P = 4828.26				
Реактивна розрахункова потужність споживача, кВАр										Q = 4177.57				
Розрахунковий струм окремого кабелю, А										I = 153.59				
Кількість кабелів										k = 4				
Допустима втрата напруги в КЛ, %										dUдоп = 5				
Довжина лінії, км										L = 0.4				
Коефіцієнт середовища										Kс = 0.75				
Коефіцієнт прокладки										Kп = 1.00				
Коефіцієнт допустимого навантаження										Kдоп = 0.75				
Дані аврійного режиму														
Активний опір ввідної КЛ										Rкл= 0.0742144				
Реактивний опір ввідної КЛ										Xкл= 2.0024131				
Опір системи										Xс= 0.18				
Сумарний опір Система_ЦРП										Zсум= 2.1836746				
Струм к.з. на початку лінії, кА										Ikз= 1.666				
Приведений час к.з.,с										tn= 1.8				
Тепловий коефіцієнт C,(A*c^(1/2))/мм²										C= 90				
Мінімальний переріз лінії за умовою кз, мм²										Fкз= 24.8				
Дані післяаварійного режиму														
Коефіцієнт перевантаження КЛ у п.а. режимі										Kпа = 1.25				
Доля навантаження у п.а. режимі										Kппа = 0.85				
*	F, мм^2	Ro, Ом/км	Xo, Ом/км	Iдоп, А	Ko, тис.грн/км	dUn, %	dUpa, %	dP, кВт	K, грн	E*K, грн	Вв, грн	З, грн	*	X
	10	3.10	0.1220	0	9.54	4.29924	14.61741	-	-	-	-	-		-
	16	1.94	0.1130	75	13.78	2.73302	9.29228	-	-	-	-	-		-
	25	1.24	0.0990	90	19.85	1.77795	6.04503	-	-	-	-	-		-
	35	0.89	0.0950	115	25.95	1.30389	4.43324	-	-	-	-	-		-
	50	0.62	0.0900	140	36.93	0.93597	3.18231	-	-	-	-	-		-
	70	0.44	0.0860	165	50.50	0.69394	2.35940	-	-	-	-	-		-
	95	0.33	0.0830	205	65.45	0.53354	1.81404	-	-	-	-	-		-
	120	0.26	0.0810	240	82.82	0.44002	1.49607	-	-	-	-	-		-
	150	0.21	0.0790	275	102.11	0.36796	1.25106	-	-	-	-	-		-
V	185	0.17	0.0770	310	137.48	0.31333	1.06533	18.9101	219968.320	30795.6	365655.931	396451.5	V	+
	240	0.13	0.0750	355	190.67	0.26005	0.88415	14.6072	305075.680	42710.6	282452.785	444098.8		+
Оптимальний переріз КЛ, мм^2												185		
Мінімальні затрати, грн.												396451.5		

Рисунок 2.3 - Вибір оптимального перерізу КЛ1 10кВ

Проектне рішення по вибору кабельної лінії від ГПП до РП1. Відповідно до розрахунків необхідно прокласти кабель ААШв-6 2(3х185).

РОЗДІЛ 3

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИХ КОМБІНАТІВ

3.1 Компенсація реактивної потужності на ГЗК

Компенсація реактивної потужності є однією з ключових задач у системах електропостачання промислових підприємств, зокрема гірничо-збагачувальних комбінатів (ГЗК). Вона має безпосередній вплив на ефективність роботи електрообладнання, зниження втрат активної потужності та підвищення загальної енергоефективності системи. Основна ідея компенсації реактивної потужності полягає у зменшенні втрат активної потужності в елементах електричних мереж шляхом наближення джерела реактивної потужності до точки її споживання.

Система електропостачання ГЗК є складною та багаторівневою, що включає різні класи напруги. На різних рівнях електропостачання використовуються як двигуни з напругою 6 кВ, що приєднані до розподільчих пристроїв 6 кВ, так і споживачі з напругою 0,4 кВ, які підключені до шин трансформаторних підстанцій 6/0,4 кВ. Така структура системи вимагає застосування комплексного підходу до компенсації реактивної потужності, що враховує специфіку кожного класу напруги.

Для компенсації реактивної потужності в розподільчих пристроях 6 кВ доцільно використовувати статичні компенсатори реактивної потужності (СКРП). Вони дозволяють забезпечити високу точність регулювання реактивної потужності та підвищити стабільність роботи електромережі. У мережах напругою 0,4 кВ, де основними споживачами є менш потужні пристрої, ефективним рішенням є застосування автоматичних конденсаторних установок (АКУ), які дозволяють оперативно реагувати на зміни навантаження та забезпечувати необхідний рівень компенсації.

Таким чином, комплексний підхід до компенсації реактивної потужності передбачає використання СКРП в розподільчих пристроях 6 кВ та АКУ в мережах 0,4 кВ. Це дозволяє не лише зменшити втрати активної потужності, але й підвищити надійність та стабільність роботи електричних мереж гірничо-збагачувальних комбінатів, що є важливим чинником для підвищення загальної ефективності їх діяльності.

Схема комплексного підходу компенсації реактивної потужності наведена на рисунку 3.1.

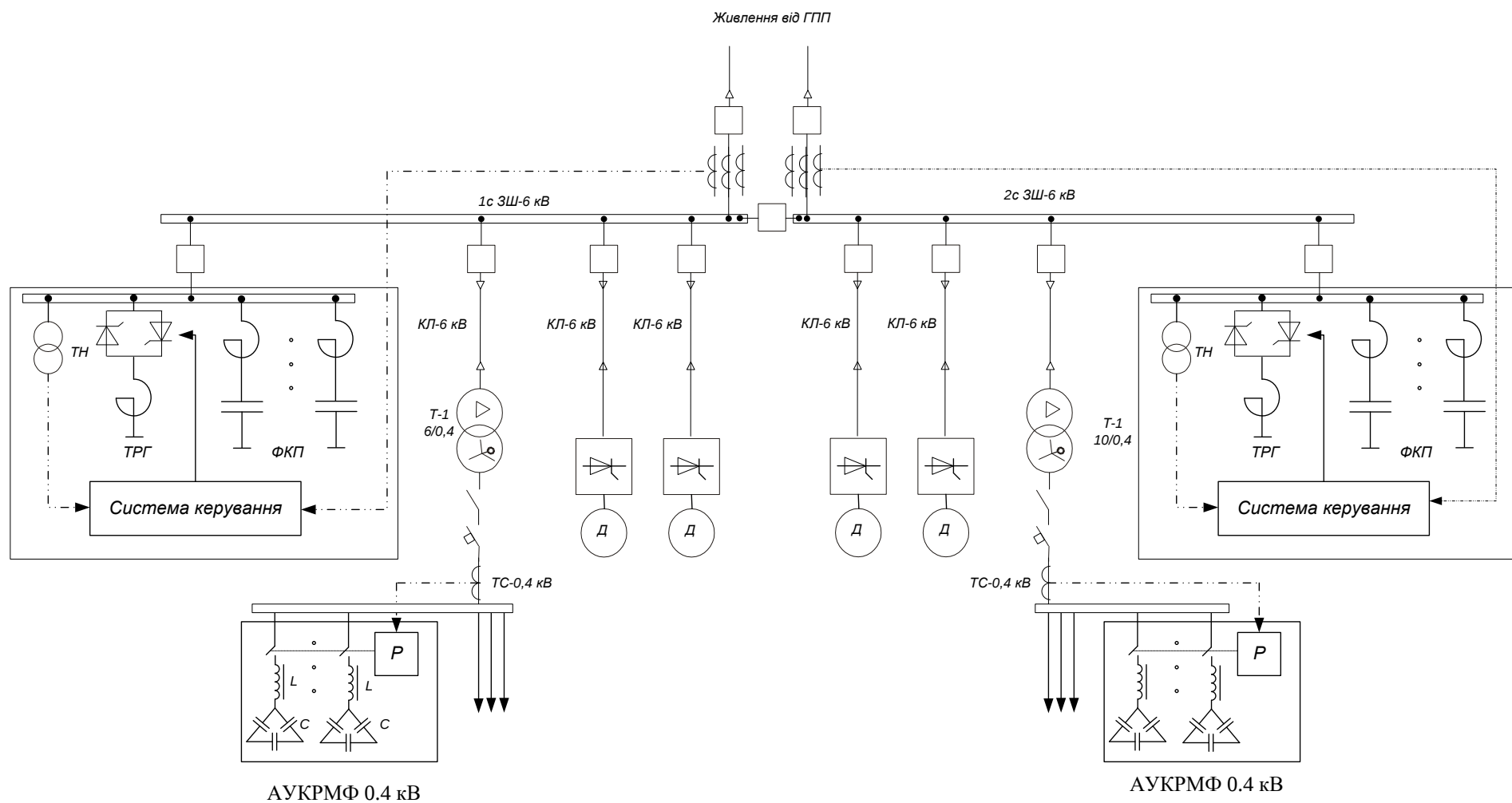


Рисунок 3.1 – Схема комплексного підходу компенсації реактивної потужності на ГЗК

3.2 Використання статичних тиристорних компенсаторів

Статичні компенсатори реактивної потужності (СТК) є важливими елементами в сучасних системах електропостачання, особливо для великих промислових об'єктів, таких як гірничо-збагачувальні комбінати. Вони призначені для динамічної компенсації реактивної потужності, що сприяє покращенню якості електроенергії та підвищенню ефективності роботи електромережі.

Статичні компенсатори реактивної потужності (СТК) вирішують низку проблем, пов'язаних з якістю та ефективністю роботи електричних мереж. Основні проблеми, які вирішуються за допомогою СТК, включають:

1. Низький коефіцієнт потужності

Проблема: Низький коефіцієнт потужності ($\cos \phi$) призводить до підвищених втрат активної потужності в мережі та знижує загальну ефективність енергоспоживання.

Рішення СТК: Компенсація реактивної потужності за допомогою СТК дозволяє підвищити коефіцієнт потужності, що знижує втрати активної потужності та підвищує енергоефективність мережі.

2. Перепади напруги

Проблема: Різкі перепади напруги можуть негативно впливати на роботу чутливого електрообладнання, викликати збої та скорочувати термін служби обладнання.

Рішення СТК: СТК швидко реагують на зміни навантаження, забезпечуючи стабільну напругу в мережі та знижуючи негативний вплив перепадів напруги на обладнання.

3. Гармонійні спотворення

Проблема: Гармонійні спотворення в мережі можуть викликати перегрів обладнання, підвищені втрати енергії та інші проблеми, пов'язані з якістю електроенергії.

Рішення СТК: СТК можуть бути оснащені фільтрами гармонік, які знижують рівень гармонійних спотворень, покращуючи якість електроенергії та зменшуючи негативний вплив на обладнання.

4. Нестабільність електромережі

Проблема: Нестабільність роботи електромережі може призвести до частих збоїв, що негативно впливає на виробничі процеси та підвищує ризик аварійних ситуацій.

Рішення СТК: Використання СТК підвищує стабільність електромережі за рахунок швидкої та точної компенсації реактивної потужності, що знижує ризик збоїв та підвищує надійність роботи всієї системи.

5. Високі втрати енергії

Проблема: Високі втрати енергії в електричних мережах призводять до підвищених експлуатаційних витрат та зниження загальної ефективності роботи енергосистеми.

Рішення СТК: Зниження втрат енергії досягається за рахунок покращення коефіцієнта потужності та зменшення реактивних потоків в мережі, що дозволяє оптимізувати використання енергії та знизити витрати.

6. Вплив на навколишнє середовище

Проблема: Неефективне використання електроенергії та високі втрати можуть призводити до підвищення викидів парникових газів та інших шкідливих речовин в атмосферу.

Рішення СТК: Підвищення енергоефективності електричних мереж за допомогою СТК сприяє зменшенню викидів шкідливих речовин, покращуючи екологічні показники підприємства.

7. Електромагнітна сумісність (ЕМС)

Проблема: Наявність потужних джерел реактивної потужності може створювати проблеми з електромагнітною сумісністю, що впливає на роботу інших електронних пристроїв.

Рішення СТК: СТК допомагають забезпечити належний рівень ЕМС в мережі, зменшуючи електромагнітні перешкоди та забезпечуючи стабільну роботу всіх електронних пристроїв.

Впровадження СТК дозволяє вирішити ці та інші проблеми, забезпечуючи більш стабільну, ефективну та надійну роботу електричних мереж гірничо-збагачувальних комбінатів та інших промислових підприємств.

Будова СТК

Тиристорно-реакторна група

1. Тиристиори: Основні компоненти, що використовуються для регулювання потоку реактивної потужності. Вони забезпечують швидке та точне перемикання.
2. Реактори: Індуктивні елементи, які разом з тиристорами формують тиристорно-реакторну групу. Реактори обмежують струми та зменшують гармонійні викривлення.
3. Охолоджувальна система: Забезпечує ефективне відведення тепла, що генерується тиристорами під час роботи. Це може бути система повітряного або рідинного охолодження.

Фільтро-компенсувальний пристрій

1. Конденсаторні батареї: Використовуються для накопичення та віддачі реактивної потужності. Вони компенсують реактивну потужність, споживану індуктивними навантаженнями.
2. Фільтри гармонік: Включаються для зменшення гармонійних спотворень, що виникають в мережі. Фільтри гармонік можуть бути пасивними (реактори та конденсатори) або активними.
3. Захисні пристрої: Забезпечують захист конденсаторів і фільтрів від перенапруг, коротких замикань та інших аварійних режимів.

Система керування

1. Контролери: Центральний блок керування, що відповідає за моніторинг та управління роботою СТК. Він аналізує стан мережі та визначає необхідні дії для підтримки оптимального рівня реактивної потужності.

2. Датчики та вимірювальні прилади: Вимірюють параметри мережі (напруга, струм, гармонійні складові) та передають дані до контролера.
3. Програмне забезпечення: Спеціалізовані алгоритми, що керують роботою СТК, забезпечують адаптивне регулювання та оптимізацію режимів роботи.
4. Інтерфейс користувача: Панель управління або комп'ютерний інтерфейс, що дозволяє оператору взаємодіяти з системою, налаштовувати параметри та отримувати інформацію про стан СТК.

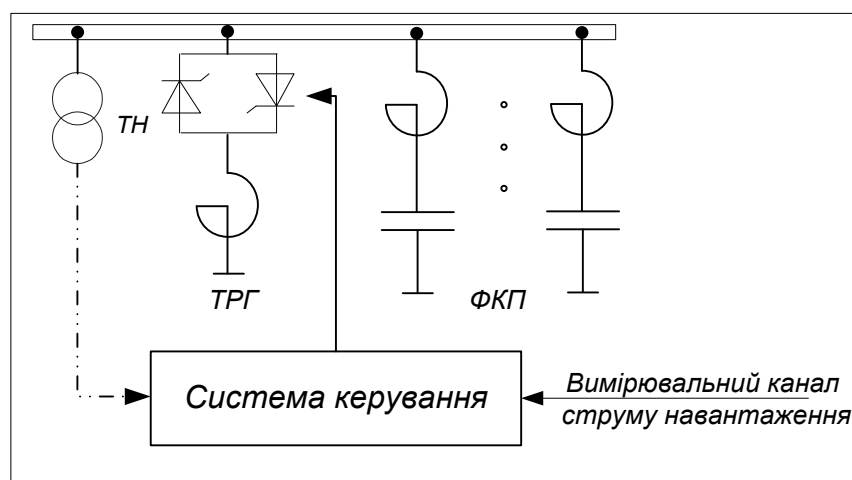


Рисунок 3.2 – Схема статичного тиристорного компенсатора

СТК є потужним інструментом для підвищення ефективності та стабільності роботи електричних мереж, проте їх впровадження вимагає значних фінансових та технічних ресурсів.

3.3 Використання автоматичних конденсаторних установок в мережах 0,4 кВ

Автоматичні компенсувальні установки (АКУ) для мереж напругою 0,4 кВ є важливим елементом систем електропостачання промислових підприємств, включаючи гірничо-збагачувальні комбінати. Вони призначені для автоматичної компенсації реактивної потужності, що сприяє підвищенню енергоефективності та стабільності роботи електричних мереж низької напруги.

У мережах з напругою 0,4 кВ основними споживачами є електродвигуни, освітлювальні установки, електронне обладнання та інші електроприлади, які потребують реактивної потужності для своєї роботи. Наявність значної кількості

індуктивних навантажень призводить до зниження коефіцієнта потужності, що, у свою чергу, викликає підвищені втрати активної потужності та негативно впливає на якість електроенергії.

Автоматичні компенсувальні установки забезпечують автоматичне введення або відключення конденсаторних батарей в залежності від поточного навантаження, що дозволяє підтримувати оптимальний рівень реактивної потужності в мережі. Це допомагає знизити навантаження на трансформатори, підвищити стабільність роботи електромережі та зменшити втрати електроенергії.

Основні компоненти АКУ включають конденсаторні установки, автоматичні регулятори та системи управління. Конденсаторні установки складаються з конденсаторів, що з'єднані у групи, які можуть автоматично підключатися до мережі або відключатися від неї залежно від вимог реактивної потужності. Автоматичні регулятори забезпечують безперервний моніторинг параметрів мережі та управління підключенням конденсаторних груп.

Впровадження автоматичних компенсувальних пристроїв у мережі 0,4 кВ дозволяє досягти кількох важливих переваг:

1. Підвищення коефіцієнта потужності, що знижує втрати електроенергії та покращує економічні показники підприємства.
2. Зменшення навантаження на електричне обладнання, що подовжує термін його експлуатації та знижує витрати на обслуговування.
3. Поліпшення якості електроенергії завдяки зниженню коливань напруги та зменшенню гармонійних спотворень.
4. Підвищення стабільності та надійності роботи електромережі, що є критичним для безперервного виробничого процесу на гірничо-збагачувальних комбінатах.

Автоматичні компенсувальні установки (АКУ) можуть бути використані в мережах з великим вмістом гармонік, але існує кілька важливих аспектів, які слід враховувати для забезпечення їх ефективної та безпечної роботи.

Гармонійні складові струму можуть призводити до перегріву конденсаторів, їх швидкого старіння та виходу з ладу. Високий вміст гармонік може також

викликати резонансні явища, що збільшують струми та напруги у мережі. Тому пропонується використання спеціальних фільтро-компенсувальних пристроїв. Ці пристрої допомагають знизити рівень гармонійних спотворень та запобігти резонансним явищам.

Використання АКУ з дроселями.

Найбільш економічною з інвестицій є фільтрова установка, в якій послідовно з конденсаторної батареєю до мережі підключена індуктивність - дросель, що формує LC коливальний контур батарея-дросель, який налаштовується на резонансну частоту (134 Гц, 189 Гц) нижче, ніж частота канонічної гармоніки з найбільшою амплітудою спотворень по струму і напрузі.

Фільтрова дросельна АКУФ, АУКРМФ 0.4 кВ на частотах нижче резонансної виконує свою основну функцію - компенсації реактивної потужності, а на частотах вище резонансної має індуктивний характер і компенсує характеристичні гармоніки порядку 3, 5, 7, частково 11 і 13. Резонансні частоти для фільтрації гармонік підбираються за нормами і вимогами ІЕС 61642 і з урахуванням особливостей конкретної мережі з аналізу спектрального аналізу при енергоаудит об'єкта - 134 Гц використовується при найбільших гармонійних спотвореннях на 3-й гармоніці, 189 Гц ІЕС 61642 вважає оптимальною для промислових мереж 0.4 кВ, що засмічуються 5-й гармонікою і т.д.

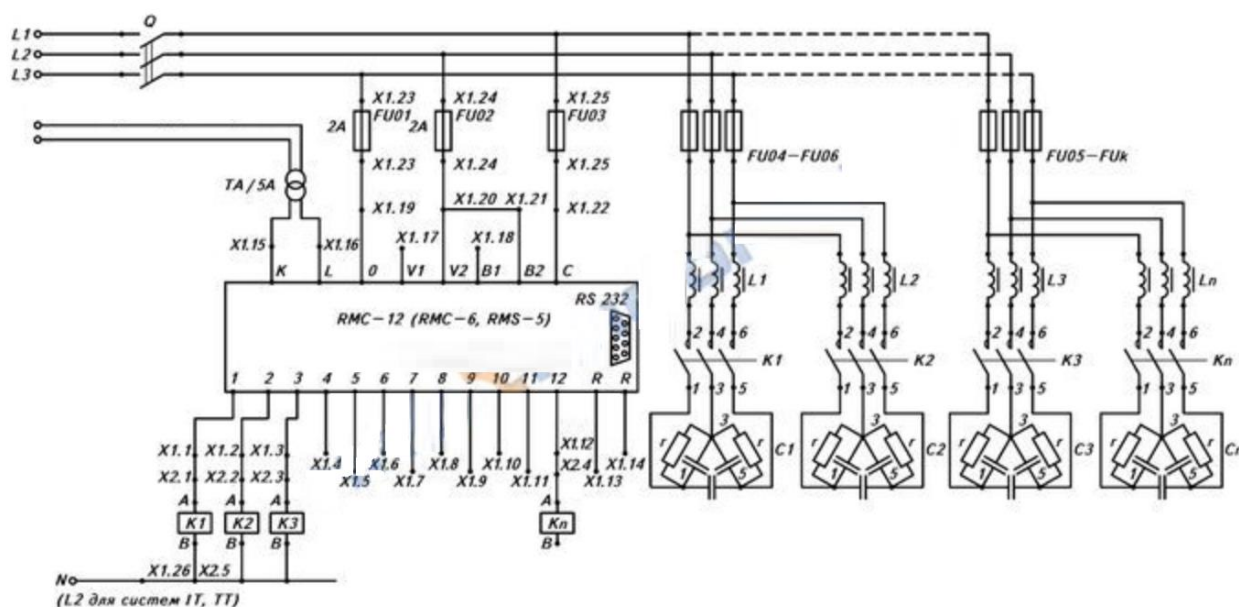


Рисунок 3.6 – Структурна схема АУКРМФ 0.4 кВ

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

4.1 Розрахунок капіталовкладень в систему електропостачання

Розрахунок капіталовкладень в лінії електропередач виконуємо за вартістю кабелів та їх прокладання, які наведені в табл. 2.4 і табл. 2.5 [21].

Капітальні вкладення для ліній електропередач:

$$K_{\text{л}} = (K_{\text{пит}} + K_{\text{прок}}) \cdot L, \quad (4.1)$$

де $K_{\text{пит}}$ - питома вартість на 1 км лінії, тис. грн./км [21];

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

L - довжина лінії електропередачі, км.

n – кількість кабелів в траншеї, шт.

Визначимо вартість прокладання кабельної лінії від ЦРП до ТП1:

$$K_{\text{л1}} = (K_{\text{пит}} + K_{\text{прок}}) L = (65,62 \cdot 4 + 22,967) \cdot 0,4 = 114,179 \text{ тис.грн.}$$

Для інших ліній розрахунки виконуються аналогічно, результати розрахунків заносимо в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Розрахунок капіталовкладень для ліній електропередач

Назва лінії	Марка кабелю	Кіл-ть	Довжина, км	$K_{\text{пит}}$, тис.грн	$K_{\text{прок}}$, тис.грн	$K_{\text{л}}$, тис.грн
ГПП-РП1	ААШВ-6 3х185	4	0.4	65.62	22.967	114.179
ГПП-РП2	ААШВ-6 3х185	4	0.27	65.62	22.967	77.0707
ГПП-РП3	ААШВ-6 3х150	4	0.2	85	29.75	73.95
ГПП-РП4	ААШВ-6 3х185	4	0.12	65.62	22.967	34.2536
Всього						299.453

Капітальні вкладення для електричних підстанцій будуть:

$$K_{\text{пс}} = \sum_{i=1}^I K_{\text{псі}} + K_{\text{пост}}, \quad (4.2)$$

де $K_{\text{псі}}$ – вартість однієї ТП, тис. грн. (табл. 2.7 і табл. 2.8 [1]);

з табл. 2.7–2.8 [21] визначаємо величину капіталовкладень для трансформаторних підстанцій, наприклад, для ТП–1:

$$K_{\text{пс1}} = 660 \cdot 2 + 297 = 1617 \text{ тис.грн.}$$

Результати розрахунків заносимо в табл. 1.5.

Таблиця 4.2 – Розрахунок капіталовкладень для електричних підстанцій

№	Тип тр-ра	Кількість т-рів	$K_{\text{од}},$ тис.грн	$K_{\text{пост}},$ тис.грн	$K_{\text{пс}},$ тис.грн
ГПП	ГПП-110-III-Y- 2х63000 Б2Р	2	9648	1262	10910
КТП-1	ТМ-1600	2	660	297	1617
КТП-2	ТМ-1600	2	660	297	1617
КТП-3	ТМ-1600	2	660	297	1617
КТП-4	ТМ-1600	2	660	297	1617
Всього					17378

Сумарна вартість вимикачів:

$$K_{\text{в}} = 17 \cdot 45 + 2 \cdot 50 = 865 \text{ тис. грн.}$$

Вартість підстанцій з вимикачами:

$$K_{\text{пс}} = 17378 + 865 = 18243 \text{ тис. грн.}$$

Відповідно сумарна величина капітальних вкладень в систему електропостачання підприємства.

$$K = 299,453 + 7333 = 18542 \text{ тис. грн.}$$

4.2 Розрахунок поточних витрат

4.2.1 Розрахунок потреби в робочій силі

Чисельність робітників, яка необхідна для технічного обслуговування і поточного ремонту всього енергоустаткування та мереж, визначається виходячи з трудомісткості виконуваних робіт. При цьому рекомендується скористатися нормативами системи планово-попереджувальних робіт промислових електричних мереж.

Трудомісткість технічного обслуговування не залежить від змінності роботи споживачів, тому планується в розмірі 10% від трудомісткості поточного ремонту всіх прокладених електромереж, а для мереж заземлення та заземлювальних пристроїв, поточний ремонт для яких не планується, у розмірі 3% від вказаної в таблиці трудомісткості капі-тального ремонту.

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

$$T = \Pi \cdot t_{\text{норм}} \cdot h, \quad (4.3)$$

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

$t_{\text{норм}}$ – норма трудомісткості поточного ремонту або огляду, люд.-год. (табл.2.12 [21]);

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

Для схеми, представленої на рис.1 трудомісткість ремонту вимикачів 110кВ, люд.-год./рік:

$$T = 1 \cdot 20 \cdot 2 = 40.$$

Проводимо розрахунки трудомісткості ремонту іншого електрообладнання та заносимо їх результати до табл. 2.1.

Слід зазначити, що норми тривалості міжремонтних періодів і пов'язана з ними розрахункова кількість ремонтів за рік, розроблені для енергоустаткування, яке працює в двох змінах, тобто при $K_{зм}=2$. При іншій змінності вводиться поправочний коефіцієнт β_p , який знаходимо за табл. 2.15 [21].

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

$$T_{то} = 12 \cdot t_{пр} \cdot K_{ср} \cdot K_{зм} \cdot h, \quad (4.4)$$

де 12 – кількість місяців у році;

$t_{пр}$ – планова (таблична) трудомісткість поточного ремонту одиниці устаткування люд.-год. (табл. 2.13 [21]);

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

h – кількість обладнання в групі.

Проводимо розрахунки трудомісткості технічного обслуговування іншого електрообладнання та заносимо їх результати до табл. 2.2.

Таблиця 4.3 – Трудомісткість поточного ремонту та огляду

Обладнання	К-ть	Поточний ремонт			Огляд		
		К-сть на одиницю облад. рем/рік	Норма трудомісткості люд.год.	Заг. трудомісткість люд.год.	К-сть на одиницю облад. огл/рік	Норма трудомісткості люд.год.	Заг. трудомісткість люд.год.
Вимикач 110кВ	2	1	20	40	12	2	48
Роз'єднувач 110 кВ	4	1	12	48	12	2	96
Силовий трансформатор ГПП	2.00	1.00	300.00	198.00	12.00	20.00	480.00
Вимикач 6кВ	17.00	1.00	16.00	272.00	12.00	1.00	204.00
ТМ-1600	8.00	0.33	300.00	792.00	12.00	20.00	1920.00
							0.00
Кабельна лінія							
150 мм ² , км	0.80	1.00	72.00	99.36	1.00	18.00	14.40
185 мм ² , км							
	3.16	1.00	88.80	122.54	1.00	22.20	70.15
Разом				1571.90			2832.55

Таблиця 4.4 – Трудомісткість технічного обслуговування і загальна трудомісткість

Обладнання	К-ть	Технічне обслуговування				Загальна трудомісткість обслуговування люд.год.
		Змінність роботи	Коеф. складності	К-ть місяців	Загал. трудомісткість люд.год.	
Вимикач 110кВ	2	2	0.1	12	96	144
Роз'єднувач 110 кВ	4	2	0.1	12	115.2	211.2
ГПП 110/6	2	2	0.1	12	1440	1920
Вимикач 6кВ	17	3	0.1	12	979.2	1183.20
ТМ-1600	8	3	0.1	12	8640	10560.00
Кабельна лінія 150 мм ² , км	0.8	3	0.1	12	207.36	221.76
Кабельна лінія 185 мм ² , км	3.16	3	0.1	12	1010.1888	1080.34
Разом					12487.9488	15320.5008

Якщо ремонтний персонал виконує лише поточні ремонти, то його чисельність

$$H_{np} = \frac{T_{np}}{\Phi_d \cdot K_{в.н}}, \quad (4.5)$$

експлуатаційні робітники, чол.:

$$H_{обс} = \frac{T_{обс}}{\Phi_{обс} \cdot K_{в.н}}, \quad (4.6)$$

де T_{np} – річна планова трудомісткість поточного ремонту, люд·год;

Φ_d – дійсний (ефективний) фонд часу роботи одного робітника за рік; приймається рівним 1850-1900 год;

$K_{вн}$ – плановий коефіцієнт виконання норм для даної категорії робітників. При розрахунках приймаємо для ремонтного персоналу $K_{вн} = 1,10$, а для експлуатаційного - $K_{вн} = 1,05$;

$T_{обс}$ – річна планова трудомісткість технічного обслуговування з урахуванням витрат праці на огляди, люд·год.

Знаходимо кількість експлуатаційних робітників, чол.:

$$H_{обс} = \frac{15320}{1900 \cdot 1,05} = 7,67,$$

та персоналу для ремонтних робіт, чол.:

$$H_{np} = \frac{1571,9}{1900 \cdot 1,1} = 0,78.$$

Приймаємо $H_{тр} = 8$ чол., $H_{обс} = 2$ чол.

4.2.2 Розрахунок витрат по заробітній платі

Для розрахунку оплати праці експлуатаційних робітників рекомендується використовувати погодинно-преміальну систему, а для ремонтного персоналу – відрядно-преміальну. Преміювання експлуатаційних робітників здійснюється за безаварійну і надійну роботу енергообладнання та мереж, економію енергоресурсів, компенсацію реактивної потужності. Ремонтний персонал преміюється за високоякісне і своєчасне виконання ремонтних робіт.

Величина премії (відповідно до категорій енергоперсоналу) може бути прийнята в розмірі 20 і 25%.

Фонд прямої заробітної плати:

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

$$\Phi_e = N_{\text{обс}} \cdot \beta_n \cdot t_{\text{ге}} \cdot \Phi_d. \quad (4.7)$$

Годинну тарифну ставку рекомендується розраховувати за формулою:

$$t_{\text{ге}} = (K_3 + K_4) / 2 \cdot C_1, \quad (4.8)$$

де K_3, K_4 – тарифні коефіцієнти III та IV розрядів, відповідно, (табл. 1.1) [21];

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

$$C_1 = \frac{Z_{\min} \cdot k_{r,i}}{\Phi_H}, \quad (4.9)$$

де $Z_{\min}$ – мінімальний розмір заробітної плати;

$k_{r,i}$ – тарифний коефіцієнт робітника i -го розряду;

Φ_H – номінальний місячний фонд робочого часу ($\Phi_H = 22 \cdot 8 = 176$ год).

$$C_1 = 8000 \cdot 1 / 176 = 45,45 \text{ грн./год.}$$

Тоді годинна тарифна ставка 3,5 розряду становитиме:

$$t_{ге} = ((1,18+1,27)/2) \cdot 45,45 = 55,68 \text{ грн./год.};$$

Заробітна плата робітників-погодинників:

$$\Phi_e = 8 \cdot 0,9 \cdot 55,68 \cdot 1900 = 449114 \text{ грн./рік};$$

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

$$\Phi_p = T_{пр} \cdot t_{гр}, \quad (4.10)$$

$$t_{гр} = (K4+K5)/2 \cdot C_L, \quad (4.11)$$

де K4, K5 – тарифні коефіцієнти IV та V розрядів, відповідно, (табл. 1.1) [21].

Розраховуємо годинну тарифну ставку 4,5 розряду:

$$t_{гр} = ((1,27+1,36)/2) \cdot 45,45 = 59,77 \text{ грн./год};$$

$$\Phi_p = 1571 \cdot 59,77 = 87562 \text{ грн./рік}.$$

Фонд основної заробітної плати, грн./рік:

$$\Phi_o = \Phi(1+0,05+0,01+\alpha), \quad (4.12)$$

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:

$$\Phi_{oe} = 449114 \cdot (1+0,05+0,01+0,2) = 565884,144 \text{ грн./рік},$$

і для ремонтних:

$$\Phi_{op} = 87526.47273 \cdot (1+0,05+0,01+0,25) = 114659.6793 \text{ грн./рік.}$$

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:

$$\Phi_{од} = \Phi_o \cdot 1,15;$$

$$\Phi_{оед} = 565884,14 \cdot 1,15 = 650766.76 \text{ грн./рік;}$$

$$\Phi_{орд} = 114659,67 \cdot 1,15 = 131858.63 \text{ грн./рік.}$$

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 ($C_{зп}$) розраховуються так, грн./рік:

$$C_{зп} = \Phi_{об} \cdot (1 + \frac{\beta_{п} + \beta_{з} + \beta_{с}}{100}), \quad (4.13)$$

де $\beta_{п}$ – нарахування в пенсійний фонд, $\beta_{п} = 32\%$;

Відповідно розраховуємо витрати по заробітній платі експлуатаційному персоналу:

$$C_{зп} = 650766 \cdot (1 + \frac{32+1,5+1,5}{100}) = 878535 \text{ грн./рік;}$$

і ремонтному персоналу:

$$C_{зпр} = 131858 \cdot (1 + \frac{32+1,5+1,5}{100}) = 178009 \text{ грн./рік.}$$

4.2.3 Планування вартості матеріалів, що витрачаються

Розрахунок необхідної на рік кількості основних матеріалів для усіх видів ремонтів і технічного енергетичного обслуговування устаткування та мереж розробляється на основі трудомісткості і існуючих норм витрат матеріалів (табл. 2.19) [21]. Якщо на окремі види матеріалів норми відсутні, підприємство розробляє їх самостійно і затверджує.

Розрахунок трудомісткості спрощується при виконанні його в табличній формі. Оскільки вартість конкретного виду матеріалу можна визначити як добуток норми його витрат на ціну, то доцільно по кожному виду устаткування і мереж визначити підсумкову вартість усіх матеріалів, а потім її помножити на трудомісткість поточного ремонту чи технологічного обслуговування.

Необхідні дані для розрахунку беремо з табл. 2.19 та 2.20 [21], результати розрахунків заносимо до таблиці 4.6.

Вартість матеріалу на технічну операцію:

$$C_m = 0,01 \times \left(\sum_{i=1}^n C_{oi} \cdot T_i + L \cdot C_{л0} \right) \quad (4.14)$$

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

T_i – трудомісткість обслуговування i -го виду трансформаторів,

L – сумарна довжина кабелів,

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

Таблиця 4.6 – Розрахунок вартості матеріалів, включених у норму витрат

Матеріал	Ціна матеріалу,	Норми витрат матер. на 100 люд.-год. трудомісткості ремонту і тех. обслуговування	Вартість матеріалу, грн.
	грн.		
Силові трансформатори		1600.00	1600
Сталь сортова, кг	20.08	7.00	140.53
Провід установлюваний, м	8.33	0.50	4.16
Мідь-алюміній (гола), кг	186.93	73.00	13645.89
Картон електроізоляційний, кг	90.13	1.60	144.21
Лакотканина (ширина 700мм), м	249.96	0.21	52.49
Кабельний папір, кг	73.70	0.60	44.22
Стрічка кіперна, кг	250.50	41.00	10270.50
Стрічка тафтяна, кг	198.00	24.00	4752.00
Стрічка азбестова, м	19.73	0.08	1.58
Лаки ізоляційні, кг	107.82	1.60	172.51
Емалі ґрунтові, кг	118.27	3.10	366.63
Масло трансформаторне, кг	36.54	1.20	43.85
Бензин, кг	18.54	0.90	16.69
Розчиники кг	52.25	1.00	52.25
Маслостійка гума, кг	134.03	0.50	67.01
Гума профільна, кг	134.03	0.09	12.06
Припій олов'яно-свинцевий, кг	1275.95	0.02	25.52
Припій мідно-фосфорний, кг	237.18	0.00	0.00
Електроди, кг	44.06	0.20	8.81
Засоби кріплення, кг	56.12	2.50	140.30
Дріт кручений,	7.32	0.35	2.56
Матеріали обтиску, кг	73.08	0.50	36.54
Разом:			30000.32
Кабельні лінії			
Сталь сортова, кг	7.32	2	14.6328
Електроди, кг	73.08	0.1	7.30836
Разом:			21.94116

Отже, вартість матеріалів, потрібних на ремонт:

$$C_{\text{мпр}} = 0,01 \cdot (1571 \cdot 30000) = 471576 \text{ грн/рік};$$

і вартість матеріалів, потрібних на технічне обслуговування:

$$C_{\text{мто}} = 0,01 \cdot (10560 \cdot 30000) = 3168033 \text{ грн/рік}.$$

Таблиця 2.5 – Планування вартості матеріалів, що витрачаються

Назва обладнання	Вартість витрат матеріалів на 100 норм.год	Ремонт		Обслуговування	
		Загальна трудомісткість ремонтів	Вартість витрат матеріалів грн.	Загальна трудомісткість обслуговування	Вартість витрат матеріалів грн.
ТМ-1600	30000.32	792.00	237602.5143	10560	3168033.524
Кабелі	6.08	221.90	1349.17632	1302.1008	7916.772864
Всього витрат на матеріали			176655.8		3175950.297

Отже, можна розрахувати:

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

$$C_{\text{обс}} = C_{\text{зпе}} + C_{\text{мто}}, \quad (4.15)$$

$$C_{\text{обс}} = 878535 + 3168033 = 4046568 \text{ грн/рік};$$

та витрати на їх поточний ремонт, грн/рік:

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{зпр}} + C_{\text{мпр}}, \quad (4.16)$$

$$C_{\text{пр}} = 178009 + 471576 = 649585 \text{ грн/рік}.$$

4.2.4 Визначення амортизаційних відрахувань і інших витрат

Знаходимо амортизаційні відрахування за формулою:

$$C_a = a \cdot K, \quad (4.17)$$

де a – норма амортизації, %

K – капіталовкладення, грн.

$$C_a = 0,06 \cdot 18542.45 = 1112547 \text{ грн/рік.}$$

Окремою складовою в кошторисі річних поточних витрат виділяються інші витрати. Вони включають витрати на допоміжні матеріали, послуги виробничим підрозділам підприємства, частину загальнозаводських витрат. Їх можна приймати в розмірі 20 - 30% від суми витрат на обслуговування, поточний ремонт і амортизацію, тис. грн/рік:

$$C_{ip} = \beta_{ip}(C_{обс} + C_{пр} + C_a); \quad (4.17)$$

де β_{ip} – коефіцієнт відрахувань на інші витрати.

$$C_{ip} = 0,25 \cdot (4046568,66 + 649585 + 1112548) = 1452175,3 \text{ грн/рік.}$$

Після визначення всіх елементів витрат підприємства, необхідних для передавання і розподілення електроенергії, зведемо їх в таблицю 4.7.

Таблиця 4.7 – Кошторис річних поточних витрат

Стаття витрат	Величина витрат, грн.	Структура, % до підсумку
Витрати по експлуатації обладнання	4046568.658	55.731132
Витрати на поточний ремонт	649585.3423	8.946376428
Витрати на амортизацію	1112547.188	15.32249158
Інші витрати	1452175.297	20
Разом	7260876.485	100

4.3 Розрахунок собівартості електроенергії

4.3.1 Розрахунок річного споживання і втрат 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:

$$E_{ai} = P_p \cdot T_{mi}, = K_{\pi} \cdot P_{\text{ном}} \cdot T_{mi}, \quad (4.18)$$

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

Для прикладу визначимо річні витрати активної електроенергії для першого РП:

$$E_{a1} = 3862 \cdot 4000 = 20428000 \text{ кВт·год./рік.}$$

Аналогічно визначаємо річні витрати активної електроенергії для інших цехів. Результати розрахунків заносимо в таблицю 3.1.

Необхідно також визначити річні витрати реактивної електроенергії.

Таблиця 4.8 – Річні витрати активної електроенергії по цехах

Назва цеху	К-сть змін	S_p , кВА	T_m , год.	$\cos \varphi$	P_p , кВт	E_a , кВт·год./рік
РП1	2	5107	4000	0.77	3862.605651	20428000
РП2	2	4642.727273	4000	0.83	3511.459682	18570909.09
РП3	2	4851.65	4000	0.78	3669.475368	19406600
РП4	2	4900.1665	4000	0.81	3706.170122	19600666
Всього						78006175.09

Для визначення повної потреби підприємства в електроенергії необхідно до отриманого результату додати втрати електроенергії в лініях і трансформаторах.

Втрати електроенергії в лініях розраховуємо так:

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

$$\Delta E_T = n \cdot \Delta P_{xx} \cdot T_p + \frac{1}{n} \cdot \Delta P_{кз} \cdot \left(\frac{S_{\phi}}{S_H} \right)^2 \cdot \tau, \quad (4.20)$$

де n - кількість трансформаторів;

$\Delta P_{кз}$ 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_{ϕ} - фактична потужність, яка передається через трансформатори, кВА;

S_H - номінальна потужність одного трансформатора, кВА.

Відповідно втрати енергії в трансформаторах КТП-1:

$$\Delta E_T = 2 \cdot 1,68 \cdot 8760 + (1/2) \cdot 7,6 \cdot \left(\frac{689}{630} \right)^2 \cdot 1394 = 31018 \text{ Вт} \cdot \text{год./рік}.$$

Для інших КТП проводимо аналогічні розрахунки і їх результати зводимо у табл. 4.10.

Таблиця 4.10 – Втрати енергії в трансформаторах

№	Тип т-ра	К-сть	ΔP_x , кВт	ΔP_k , кВт	S_p , кВА	S_H , кВА	ΔE_T , кВт·год./рік
КТП-1	ТМ-1600	2	3	7.6	2553.5	630	90098.84542
КТП-2	ТМ-1600	2	3	7.6	2321.36	1000	64873.36177
КТП-3	ТМ-1600	2	3	8.6	2425.83	1001	67745.3891
КТП-4	ТМ-1600	2	3	9.6	2450.08	1002	69817.35232
Разом							292534.9486

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

$$E = E_a + \Delta E_L + \Delta E_T; \quad (4.21)$$

$$E = 9484750 + 3256 + 135813 = 9623820 \text{ кВт} \cdot \text{год./рік}.$$

Оплата за електроенергію при одноставковому тарифі визначається як:

$$\Pi_1 = v \cdot E / 100, \text{ грн.},$$

де v – ставка тарифу за 1 кВт·год споживаної активної електроенергії, грн.;

E – кількість енергії, що споживається, врахована по лічильнику.

$$\Pi_1 = 5,5 \cdot 78006175.09 = 431018570.6 \text{ грн.}$$

4.3.2 Розрахунок собівартості електроенергії

Собівартість корисної, споживаної підприємством кіловат-години електроенергії, коп./кВт·г:

$$S = \frac{C_{\text{сум}} \cdot 100}{E_a}, \quad (4.22)$$

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.

$$C_{\text{сум}} = \Pi + C_{\Pi}, \quad (4.23)$$

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:

$$C_{\Pi} = C_{\text{обс}} + C_{\text{пр}} + C_a + C_{\text{іпр}}, \quad (4.24)$$

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;

$$C_{\pi} = 4046568.6 + 649585 + 1112547 + 1452175 = 7260876 \text{ грн/рік.}$$

Отже, сумарні витрати визначаються так:

$$C_{\text{сум}} = 431018570.6 + 7260876.485 = 438279447.1 \text{ грн/рік.}$$

Отже, собівартість електроенергії

$$S = \frac{438279447,7}{780061175} = 589 \text{ коп./кВт·год.}$$

Для наочності результати розрахунків зводимо в таблицю 4.1.

Таблиця 4.11 –Результати розрахунків

Показники	Позначення	Величина показників	Одиниця вимірювання
Кількість корисно спожитої електроенергії	E_a	78006175.09	кВт·год.
Річне споживання електроенергії із втратами	E	78367012.83	кВт·год.
Плата за електроенергію	Π_1	431018570.6	грн.
Витрати на передачу і розподіл електроенергії	C_{π}	7260876.485	грн.
Сумарні витрати підприємства	$C_{\text{сум}}$	438279447.1	грн.
Собівартість електроенергії	S	589.9448587	коп/кВт·год.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Розділ магістерської роботи присвячений розробці вимог з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях під час підвищення ефективності систем електропостачання гірничо-збагачувальних комбінатів. Отже, під час реконструкції та обслуговування діючих електроустановок на працівників підприємства впливають такі шкідливі та небезпечні 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, в основному 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 організації об'єкта проектування

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

Для забезпечення робіт, що їх провадять в колах вимірювальних приладів і пристроїв релейного захисту, всі вторинні обмотки вимірювальних трансформаторів струму і напруги слід постійно заземлювати. За необхідності

розриву кола струму вимірювальних приладів і реле кола вторинної обмотки трансформатора струму попередньо закорочується на спеціально призначених для цього затискачах.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Встановлення і зняття електролічильників, а також приєднання вимірювальних приладів виконуються зі зняттям напруги.

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

5.1.2 Електробезпека

Живлення силового обладнання підприємства та систем освітлення здійснюється від чотирьохпровідної трифазної мережі 380 х 220В (фазна напруга (фаза – "0") – 220В, а міжфазна лінійна (фаза – фаза) – 380В), з'єднаної з силовим трансформатором. Категорія умов за небезпекою електротравматизму – підвищеної небезпеки, у зв'язку з наявністю на об'єктах, що будуються та реконструюються, струмопровідної підлоги.

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

- 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. Згідно з вимогами нормативів, повинна бути забезпечена необхідна кратність струму КЗ, залежно від типу запобіжного пристрою, повинна бути забезпечена цілісність нульового захисного провідника.

- електрозахисні засоби захисту. Електротехнічний персонал 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. Забороняється користуватися засобами захисту, термін придатності яких вийшов.

Використовуються основні та додаткові електрозахисні засоби. До основних відносяться (до 1000В): ізолювальні штанги; ізолювальні та струмовимірювальні кліщі; покажчики напруги; діелектричні рукавиці; слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками. До додаткових відносяться (до 1000 В): діелектричні калоші; діелектричні килимки; переносні заземлення; ізолювальні накладки і підставки; захисні пристрої; плакати і знаки безпеки.

Перед застосуванням засобів захисту персонал зобов'язаний перевірити їх справність, відсутність зовнішніх пошкоджень, очистити і протерти від пилу, перевірити за штампом дату наступної перевірки. Забороняється користуватися засобами захисту, термін придатності яких вийшов.

5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

5.2.1 Мікроклімат

Тяжкість роботи розділяється на категорії залежно від загальних енерговитрат організму, ккал/с (Вт). Параметри мікроклімату в приміщенні наведено в таблиці 5.1.

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату на робочому місці оператора крану передбачається:

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

Таблиця 5.1 – Нормування параметрів мікроклімату на непостійних робочих місцях

Період року	Категорія робіт	Температура, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху, м/с
Теплий	Пб	15-29	70 при 25°С	0,2-0,5
Холодний	Пб	13-23	не більш 75	не більш 0,4

5.2.2 Склад повітря робочої зони

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

Таблиця 5.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони

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

Для забезпечення складу повітря робочої зони передбачено: провітрювання приміщень; встановлення пиловловлюючих засобів.

5.2.3 Виробниче освітлення

Характеристика зорових робіт – малої точності.

Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 розряд зорової роботи V, підрозряд «в». Норми при штучному, природньому та суміщеному освітленні наведено в таблиці 5.3.

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 2,5 метра.

Таблиця 5.3 – Вимоги до освітлення виробничих приміщень

Харак-ка зорової роботи	Найменши й або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природн є Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Малої точності	Від 1,0 до 5,0 включно	V	в	малий середній великий	світлий середній темний	-	200	1	0,6

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

Для забезпечення нормативних значень освітлення передбачено:

- використання додаткового штучного освітлення, а саме світлодіодних ламп;
- необхідна кількість природного світла (великі вікна);
- для підтримки постійної освітленості повинно бути організовано систематичне, не рідше двох разів на місяць, очищення арматури світильників і ламп від пилу та бруду, а в приміщеннях із значним виділенням пилу, диму та кіптяви - не рідше чотирьох разів на місяць згідно з графіком.

5.2.4 Виробничий шум

Нормативним документом, який регламентує рівні шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є «ССБТ. Шум Загальні вимоги безпеки». Нормативні значення звукового тиску на постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях наведено в таблиці 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

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 (ширми, екрани тощо).

- для боротьби з вентиляційним шумом потрібно застосовувати мало шумові вентилятори.

5.2.5 Виробничі вібрації

Джерелами вібрацій в умовах, що розглядаються в роботі, є робота пристроїв під час електромонтажних робіт. Для умов, що розглядаються в роботі параметри вібрацій не повинні перевищувати наведені в таблиці 5.5 середньоквадратичні значення, $\text{м/с} \cdot 10^{-2}$ та логарифмічні рівні, дБ.

5.2.6 Психофізіологічні фактори

Фактори трудового процесу вибираються відповідно з Гігієнічною класифікацією праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу [1].

Фізичні навантаження.

Робоча поза: Періодичне перебування в незручній та/або фіксованій позі до 50% часу зміни; перебування у вимушеній позі (навпочіпки, на колінах і т. ін.) від 10% до 25% часу зміни; знаходження в позі стоячи від 60% до 80% часу зміни.

Таблиця 5.5 Допустимі рівні вібрації на постійних робочих місцях

Вид вібрації	Октавні полоси з середньгеометричними частотами, Гц									
	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Загальна вібрація: на постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях	$\frac{1,3}{108}$	$\frac{0,45}{99}$	$\frac{0,22}{93}$	$\frac{0,2}{92}$	$\frac{0,2}{92}$	$\frac{0,2}{92}$	-	-	-	-
Локальна вібрація	-	-	$\frac{2,8}{115}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$

Сумарна маса вантажів, що переміщуються протягом кожної години зміни: з робочої поверхні (чоловіки): до 1500

Нахили корпуса (вимушені, більше 30), кількість за зміну: 101 –300

Переміщення у просторі (переходи, обумовлені технологічним процесом протягом зміни), км

По горизонталі: до 12

По вертикалі: до 8

Інтелектуальні навантаження: Рішення складних завдань з вибором за відомим алгоритмом (робота за серією інструкцій)

Зміст роботи: Сприймання сигналів з наступним порівнянням фактичних значень параметрів з їх номінальним значеннями. Заключна оцінка фактичних значень параметрів, Обробка, перевірка і контроль за виконанням завдання, Робота в умовах дефіциту часу

Сенсорні навантаження:

Тривалість зосередженого спостереження (в % від часу зміни) 51 -75

Щільність сигналів (світлових, звукових) та повідомлень в середньому за годину роботи 176–300

Навантаження на слуховий аналізатор (при виробничій необхідності сприйняття мови чи диференційованих сигналів) Розбірливість слів та сигналів від 70% до 50%

Навантаження на голосовий апарат (сумарна кількість годин, що наговорюються протягом тижня) 20-25

Емоційне навантаження:

Ступінь відповідальності за результат своєї діяльності. Значущість помилки – Несе відповідальність за функціональну якість основної роботи (завдань). Вимагає виправлень за рахунок додаткових зусиль всього колективу (групи, бригади та ін.)

Монотонність навантажень:

Кількість елементів (прийомів), необхідних для реалізації простого завдання або в операціях, які повторюються багаторазово 5-2

Тривалість виконання простих виробничих завдань чи операцій, що повторюються (сек.) 24-2

Монотонність виробничої обстановки (час пасивного спостереження за технологічним процесом в % від часу зміни) 91-95

Режим праці

Фактична тривалість робочого дня (год.) 8

Змінність роботи Однозмінна робота

Наявність регламентованих перерв та їх тривалість Перерви регламентовані тривалості 1 год.

ВИСНОВОК

У цій магістерській кваліфікаційній роботі були досліджені та розглянуті питання підвищення ефективності систем електропостачання гірничо-збагачувальних комбінатів.

У першому розділі було представлено загальні відомості про технологічний процес гірничо-збагачувальних комбінатів, що дало змогу краще зрозуміти специфіку електропостачання таких об'єктів.

У другому розділі було розглянуто вибір обладнання для системи електропостачання ГЗК з використанням елементів САПР, що дозволило оптимізувати процес вибору та мінімізувати загальні експлуатаційні витрати.

Третій розділ був присвячений питанням компенсації реактивної потужності, де було показано, що використання комплексного підходу дозволяє зменшити втрати активної потужності в елементах електричних мереж та покращити енергоефективність об'єктів.

У четвертому розділі було розраховано собівартість електроенергії, включаючи вартість втрат та обслуговування системи електропостачання. Це дозволило отримати об'єктивну оцінку економічної ефективності запропонованих підходів.

У п'ятому розділі були розглянуті питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, що є важливим аспектом забезпечення безпеки експлуатації електричних мереж на промислових підприємствах.

Отже, результати проведеного дослідження свідчать про те, що впровадження комплексних підходів до підвищення ефективності систем електропостачання може значно покращити їхню надійність, енергоефективність та економічність. Практичне застосування отриманих результатів може сприяти підвищенню конкурентоспроможності гірничо-збагачувальних комбінатів та інших промислових підприємств, а також забезпечити безпеку праці та екологічну стійкість їхньої діяльності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Сокур, М. І., Сокур, М. І., Турило, А. М., Сокур, І. М., & Сокур, І. М. (2007). Дослідження та управління розподілом і заощадженням енергоресурсів у процесах рудопідготовки.
- [2] Папаїка, Ю. А. (2019). Енергетична ефективність систем електропостачання гірничих підприємств з нелінійними навантаженнями.
- [3] Правила улаштування електроустановок. - 6-те вид., переробл. й доповн. - Х.: Міненерговугілля України, 2017.
- [4] Шерстньов, Ю. В., Сільченко, С. А., & Купін, А. І. (2023). Вербинець ВМ. ВЧЕНІ ЗАПИСКИ.
- [5] Рябенко, І. С., Шевчук, С. П., & Мейта, О. В. (2018). Електрообладнання та електропостачання машин і установок геотехнічних виробництв. ДБН В.2.5-23:2010 Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення.
- [6] INDICATOR, F. O. I. E. E. (2017). Mining of Mineral Deposits. Journal homepage <http://mining.in.ua>, 11(4), 71-78.
- [7] Камінський А. В. Математичне та комп'ютерне моделювання процесів оптимізації центрування електричних мереж: монографія / А. В. Камінський, Б. І. Мокін – Вінниця: УНІВЕРСУМ - Вінниця, 2005. –122с
- [8] Конспект лекції з дисципліни САПР СЕП.
- [9] Берзін, П. І. (2019). Адаптивні системи компенсації реактивної потужності в системах електропостачання на гірничо-збагачувальних комбінатах криворізького басейна.
- [10] Конспект лекцій з дисципліни «Електричні системи і мережі» для студентів спеціальності 6.050701 «Електротехнічні системи електроспоживання» всіх форм навчання / Уклад.: Р.О.Пархоменко. – Кривий Ріг: КТУ, 2011.
- [11] ЛОБОДА, Ю. В. (2020). Система керування статичними компенсаторами реактивної потужності в несиметричних несинусоїдних режимах розподільних мереж.

[12] Демов О. Д., Бірюков О. О., Мельничук Л. М. Розрахунок собівартості електроенергії на промисловому підприємстві: Навчальний посібник / О.Д. Демов, О.О. Бірюков, Л.М. Мельничук – Вінниця: ВНТУ, 2008. – 92 с.

[13] ДСТУ 2843-94. Електротехніка. Основні поняття. Терміни та визначення. Чинний від 1995-01-01. — Київ: Держспоживстандарт України, 1995. — 65 с.

[14] ДСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014. [Чинний від 2014-05-30]. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=58073.

[15] 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. [Чинний від 2007-12-01]. 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->.

[16] ДБН А.3.2-2-2009. ССБП. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [Чинний від 2009-01-27]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2009. 116 с.

[17] . ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. [Чинний від 2017-04-01]. Вид. офіц. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с.

[18] НПАОП 40.1-1.32-01. (ДНАОП 0.00-1.32-01). Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. [Чинний від 2002-01-01]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text>.

[19] ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Постанова МОЗ № 42 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>.

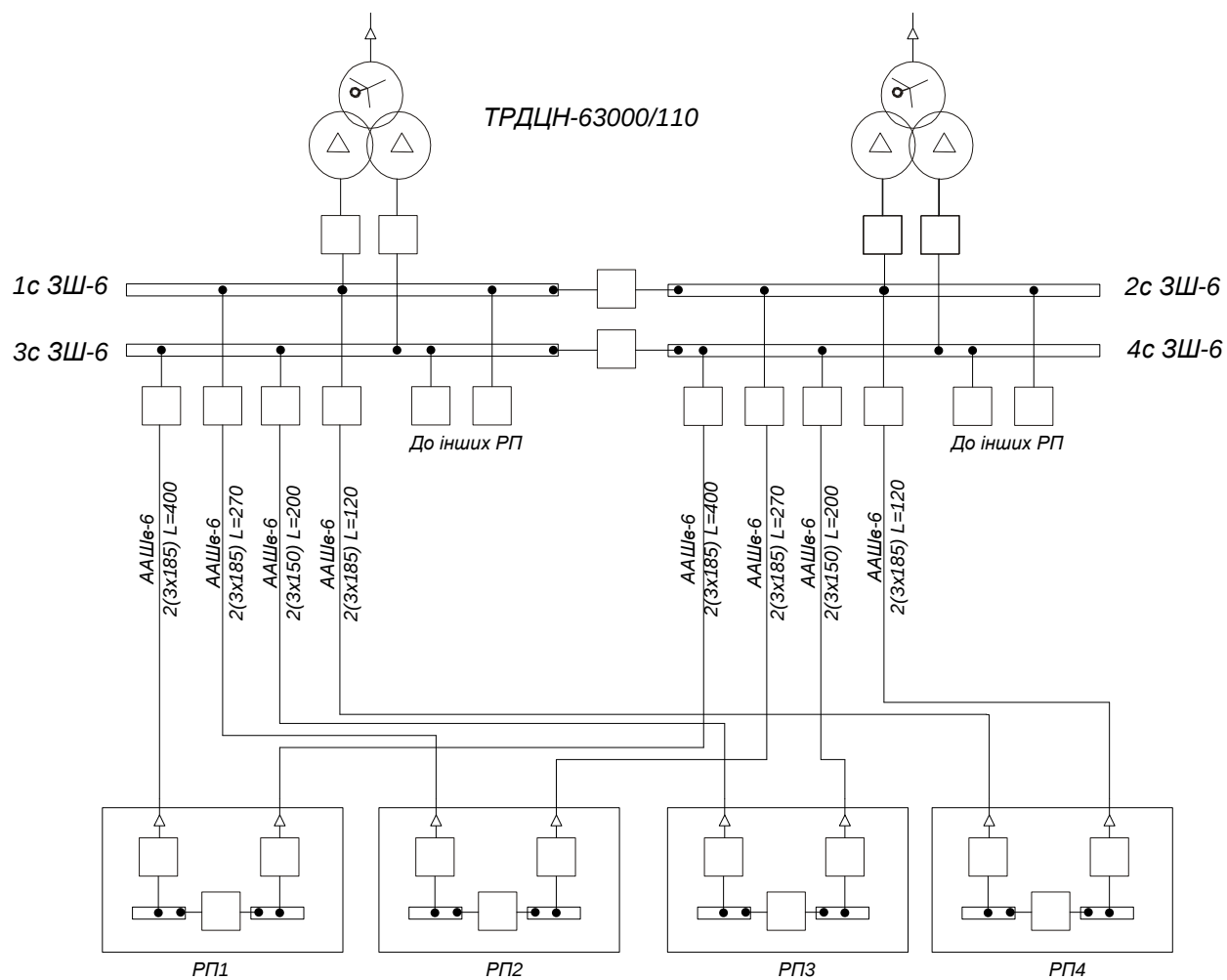
[20] ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 149 с.

- [21] ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2019-03-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2018. 133 с.
- [22] ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Постанова МОЗ № 37 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>.
- [23] ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. Постанова МОЗ № 39 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>.
- [24] НАПБ А.01.001-14. Правила пожежної безпеки в Україні. [Чинний від 2021-01-22]. Вид. офіц. К. : МВС України, 2014. 47 с.
- [25] ДСТУ 8828:2019. Пожежна безпека. Загальні положення. [Чинний від 2020-01-01]. Вид. офіц. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2020. 84 с.
- [26] ДСТУ 8829:2019. Пожежовибухонебезпечність речовин і матеріалів. Номенклатура показників і методи їхнього визначення. Класифікація. [Чинний від 2020-01-01]. Вид. офіц. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2020. 75 с.
- [27] ДСТУ Б В.1.1-36:2016. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпек. [Чинний від 2017-01-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2016. 31 с.
- [28] ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. [Чинний від 2017-02-01]. Вид. офіц. К. : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016. 35 с.
- [29] Про затвердження Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників. Наказ МВС № 765 від 28.10.2020. [Чинний від 2021-01-26]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0225-18#Text>.

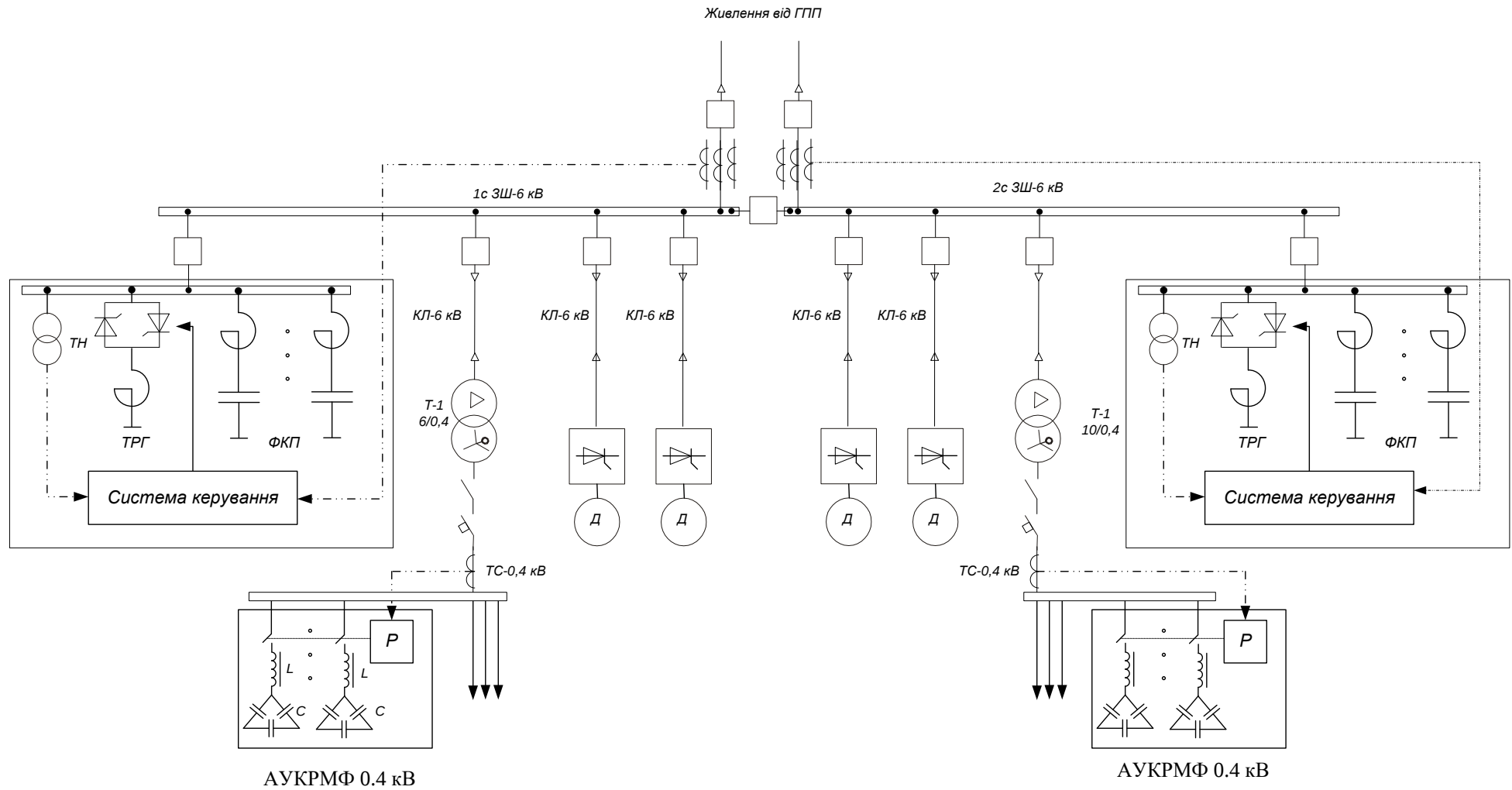
Додаток А – Використання засобі САПР для вибору трансформаторів ГПП для ГЗК

ВИБІР ОПТИМАЛЬНОЇ ПОТУЖНОСТІ ГПП ЗА МІНІМУМОМ ЗАТРАТ												
Економічні характеристики												
Питома вартість втрат, грн/кВт							Bo = 19336.5835					
Коефіцієнт ефективності капіталовкладень							Ee = 0.1					
Коефіцієнт відрахувань на амортизацію							Ea = 0.036					
Дані нормального режиму												
Розрахункова потужність ТП, кВА							Sp = 51077.4776					
Середня потужність ТП, кВА							Sc = 41760.3974					
Кількість трансформаторів							kt = 2					
Макс. доп. коефіцієнт навантаження т-ра в норм. режимі							Kn = 1					
Дані післяаварійного режиму												
Коефіцієнт перевантаження в п. а.режимі							Kппа = 1.3					
Доля навантаження у п.а. режимі							Kппа = 0.85					
*	Ст, кВА	ΔРкз, кВт	ΔРхх, кВт	Ктп, т.грн	Е*К, т.грн	ΔРзм, кВт	ΔРпс, кВт	ΔР, кВт	Вв, т.грн.	3 т.грн	*	Х
	2500	23	16	10500	1428	4800.392	32	4832.392	93441.95	-		-
	4000	32	15	13750	1870	2608.909	30	2638.909	51027.48	-		-
	6300	44	10	15950	2169.2	1446.107	20	1466.107	28349.5	-		-
	10000	58	14	17050	2318.8	756.5835	28	784.5835	15171.16	-		-
	16000	85	18	18650	2536.4	433.1196	36	469.1196	9071.171	-		-
	25000	120	25	22650	3080.4	250.4552	50	300.4552	5809.778	-		-
	40000	170	34	25850	3515.6	138.5983	68	206.5983	3994.905	7510.505		+
✓	63000	245	50.5	29000	3944	80.52187	101	181.5219	3510.013	7454.013	✓	+
	80000	310	58	33750	4590	63.18451	116	179.1845	3464.816	8054.816		+
Коефіцієнт завантаження						к_з=		0.40537681				
Мінімальні затрати, тис грн						Змін =		7454.01287				
Оптимальна потужність трансформатора, кВА						St*=		63000				
Втрати активної потужності в трансформаторі, кВт						ΔP=		181.521874				
Втрати реактивної потужності в ТП, квар						ΔQ=		2776.80936				

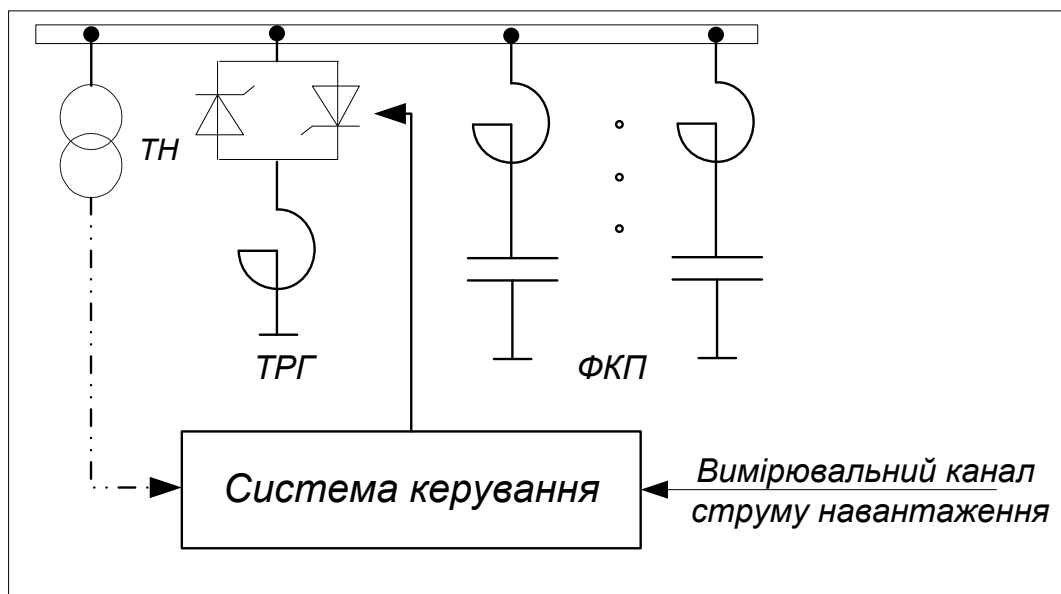
Додаток В – Типова схема електропостачання ГЗК



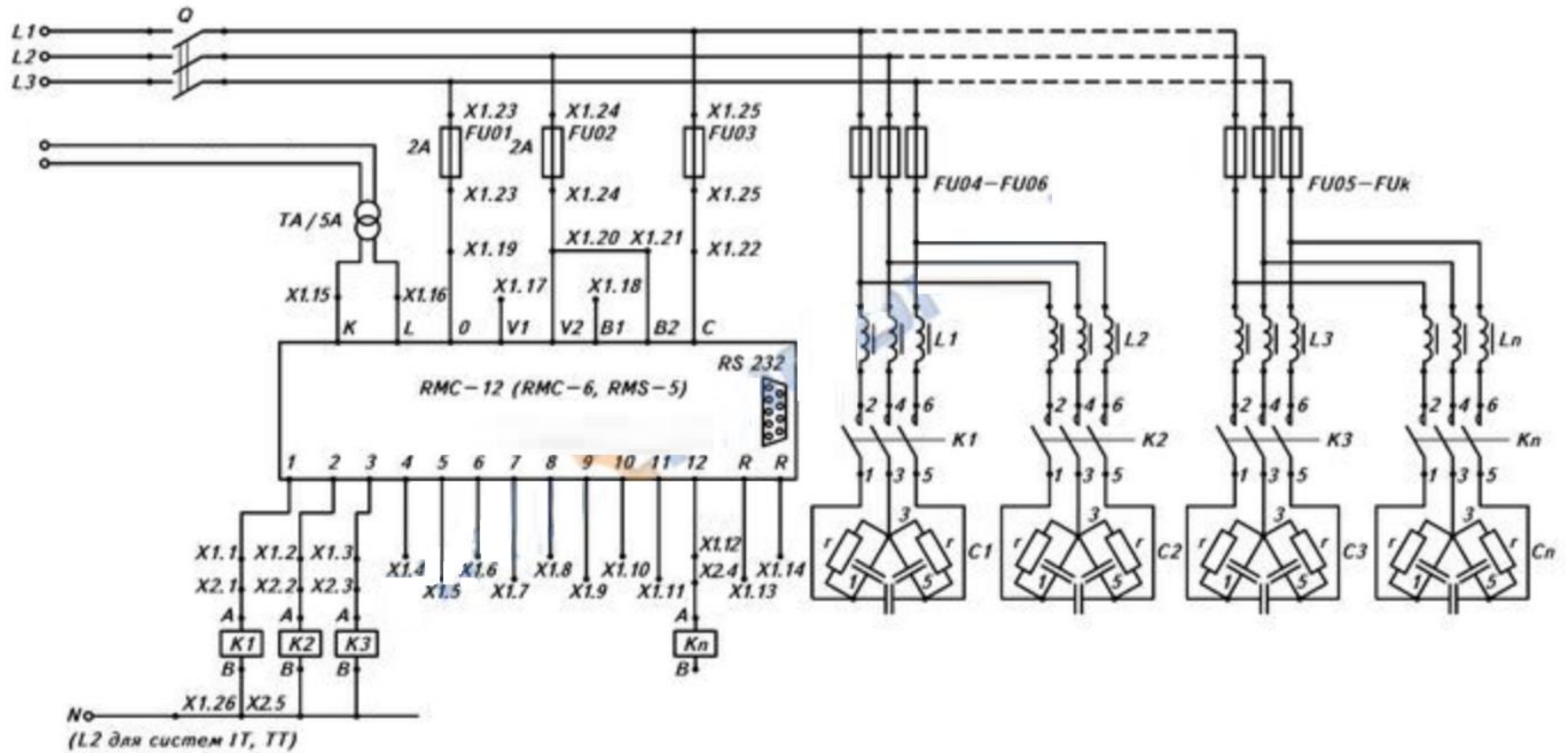
Додаток Г – Схема комплексного підходу компенсації реактивної потужності на ГЗК



Додаток Д – Структурна схема статичного тиристорного компенсатора



Додаток Е – Однолінійна схема АУКРМФ 0.4 кВ



Додаток Є – Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Підвищення ефективності систем електропостачання гірничо-збагачувальних комбінатів

Тип роботи: _____ МКР
(БДР, МКР)

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

Показники звіту подібності Unichesk

Оригінальність _____ 93,5% _____ Схожість _____ 6,5%

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

- ☐ 1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
- ☐ 2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
- ☐ 3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку _____ Лобода Ю.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unichesk щодо роботи.

Автор роботи	_____ <u>Павловський Н. С.</u>
	(підпис) (прізвище, ініціали)
Керівник роботи	_____ <u>Лобода Ю. В.</u>
	(підпис) (прізвище, ініціали)

Додаток Ж – Презентаційні матеріали

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

Доповідь до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему: Підвищення ефективності систем електропостачання гірничо-збагачувальних комбінатів

Виконав: студент 2 курсу, гр. ЕСЕ-22м
спеціальності 141 – Електротехнічні
системи електроспоживання

Павловський Н.С.
(прізвище та ініціали)

Керівник: доц. каф. ЕСЕЕМ, Лобода Ю. В.
(прізвище та ініціали)

Вінниця – 2024 року

Актуальність теми. Підвищення ефективності систем електропостачання є однією з ключових задач для забезпечення стійкого розвитку гірничо-збагачувальних комбінатів. У зв'язку зі зростанням енергетичних витрат та вимог до якості електроенергії, існує нагальна потреба у впровадженні новітніх технологій та підходів для оптимізації роботи електричних мереж. Особливо важливим є питання компенсації реактивної потужності, яке дозволяє знизити втрати активної потужності та покращити енергоефективність підприємств.

Мета і задачі дослідження. є підвищення ефективності систем електропостачання гірничо-збагачувальних комбінатів шляхом оптимізації процесів компенсації реактивної потужності та впровадження сучасних технологій автоматизованого проектування (САПР) при виборі обладнання.

Об'єкт дослідження – є система електропостачання гірничо-збагачувальних комбінатів.

Предмет дослідження – є методи та засоби зменшення втрат енергії в на підприємстві.

Практична цінність. роботи полягає у розробці рекомендацій та практичних рішень для покращення ефективності систем електропостачання ГЗК. Викладені методи та підходи можуть бути використані інженерами та технічним персоналом для оптимізації роботи електричних мереж промислових підприємств, що призведе до зниження енергетичних витрат, підвищення надійності електропостачання та продовження терміну експлуатації обладнання.

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ТЕХНОЛОГІЇ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИХ КОМБІНАТІВ

Гірничо-збагачувальний комбінат (ГЗК) є комплексним промисловим підприємством, яке займається видобутком корисних копалин, їх первинною обробкою та збагаченням. Технологічний процес ГЗК включає кілька основних етапів, що охоплюють видобуток руди, її транспортування, подрібнення, збагачення та відвантаження кінцевого продукту.

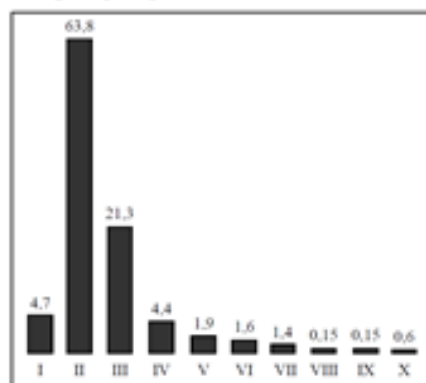


Рис. 1. Діаграма розподілу електроспоживання за окремими процесами на дробильно-подрібнювальних комплексах ГЗК (%)

I — дроблення; II — подрібнення; III — транспорт пульпи; IV — конвеєрний транспорт; V — зневоднювання; VI — магнітна сепарація; VII — сантехнічне обладнання; VIII — класифікація за крупністю; IX — освітлення; X — інші споживачі.

Вибір трансформатора ГПП ГЗК з використанням засобів САПР

ВИБІР ОПТИМАЛЬНОЇ ПОТУЖНОСТІ ГПП ЗА МІНІМУМ ЗАТРАТ											
Економічні характеристики											
Питома вага істот. витрат, грн/кВт						В _{до} = 16336.5865					
Коефіцієнт ефективності експлуатації						К _е = 0.1					
Коефіцієнт відшкодування на амортизацію						К _а = 0.036					
Дані нормального режиму											
Розрахункова потужність ТП, кВт						S _р = 28077.4776					
Середня потужність ТП, кВт						S _с = 41766.2884					
Кількість трансформаторів						k _т = 2					
Макс. доп. коефіцієнт навантаження т-ра в норм. режимі						K _н = 1					
Дані п'єдварійного режиму											
Коефіцієнт перевантаження в п. режимі						K _{пн} = 1.3					
Доп. навантаження у п. режимі						K _{пн} = 0.05					
+	S _т , кВт	А _{рх} , кВт	А _{рх} , кВт	K _т , т/грн	Б _{тк} , т/грн	А _{рх} , кВт	А _{рх} , кВт	А _р , кВт	В _к , т/грн	З _т , грн	X
	2500	23	16	10500	1428	4000.392	32	4832.392	93461.95	-	-
	4000	32	15	11750	1870	2608.909	30	2638.909	51027.48	-	-
	6300	44	10	15950	2369.2	1466.107	20	1466.107	28249.5	-	-
	10000	58	14	17050	2388.8	796.9035	28	794.5835	15171.16	-	-
	14000	85	18	18050	2565.4	438.1196	36	469.1196	9075.171	-	-
	20000	120	25	20650	3080.4	290.4552	50	300.4552	5889.779	-	-
	40000	170	34	25850	3525.6	138.5883	68	206.5983	3996.905	7530.525	+
V	63000	245	50.5	26000	3948	80.5287	108	181.5289	3530.083	7459.083	+
	80000	310	58	31750	4590	63.18951	136	179.1845	3468.086	8059.086	+
Коефіцієнт завантаження						K _з = 0.6052768					
Мінімальні витрати, тис. грн						Z _{мін} = 7459.0828					
Оптиміальна потужність трансформатора, кВт						S _т = 63000					
Втрачені активні потужності в трансформаторі, кВт						А _{рх} = 181.52879					
Втрачені реактивні потужності в ТП, квар						А _р = 277.61093					

Вибір трансформатора ГПП ГЗК з використанням засобів САПР

Ввод оптимального параметра KPI в БД для минимизации затрат

Показатели и значения параметров

Плановые показатели на год, тыс. руб.

KPI = 0,020

Всего по плану продаж

KPI = 0,1

Всего по плану продаж, на одного клиента

KPI = 0,000

Экономические показатели

Нормы, шт.

N = 0

Амортизационные отчисления, тыс. руб. на одного клиента

P = 0,000

Прямые затраты на приобретение товара на одного клиента

Q = 0,000

Усредненные затраты на одного клиента, руб.

L = 0,000

Объемы, шт.

S = 0

Дополнительные затраты на одного клиента, руб.

M = 0,000

Затраты, руб.

L = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж, на одного клиента

KPI = 0,0

Экономические показатели

Нормы, шт.

N = 0,000

Амортизационные отчисления, тыс. руб. на одного клиента

P = 0,000

Прямые затраты на приобретение товара на одного клиента

Q = 0,000

Усредненные затраты на одного клиента, руб.

L = 0,000

Объемы, шт.

S = 0

Дополнительные затраты на одного клиента, руб.

M = 0,000

Затраты, руб.

L = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж, на одного клиента

KPI = 0,0

Экономические показатели

Нормы, шт.

N = 0,000

Амортизационные отчисления, тыс. руб. на одного клиента

P = 0,000

Прямые затраты на приобретение товара на одного клиента

Q = 0,000

Усредненные затраты на одного клиента, руб.

L = 0,000

Объемы, шт.

S = 0

Дополнительные затраты на одного клиента, руб.

M = 0,000

Затраты, руб.

L = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж, на одного клиента

KPI = 0,0

Экономические показатели

Нормы, шт.

N = 0,000

Амортизационные отчисления, тыс. руб. на одного клиента

P = 0,000

Прямые затраты на приобретение товара на одного клиента

Q = 0,000

Усредненные затраты на одного клиента, руб.

L = 0,000

Объемы, шт.

S = 0

Дополнительные затраты на одного клиента, руб.

M = 0,000

Затраты, руб.

L = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж, на одного клиента

KPI = 0,0

Экономические показатели

Нормы, шт.

N = 0,000

Амортизационные отчисления, тыс. руб. на одного клиента

P = 0,000

Прямые затраты на приобретение товара на одного клиента

Q = 0,000

Усредненные затраты на одного клиента, руб.

L = 0,000

Объемы, шт.

S = 0

Дополнительные затраты на одного клиента, руб.

M = 0,000

Затраты, руб.

L = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж, на одного клиента

KPI = 0,0

Экономические показатели

Нормы, шт.

N = 0,000

Амортизационные отчисления, тыс. руб. на одного клиента

P = 0,000

Прямые затраты на приобретение товара на одного клиента

Q = 0,000

Усредненные затраты на одного клиента, руб.

L = 0,000

Объемы, шт.

S = 0

Дополнительные затраты на одного клиента, руб.

M = 0,000

Затраты, руб.

L = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж, на одного клиента

KPI = 0,0

Экономические показатели

Нормы, шт.

N = 0,000

Амортизационные отчисления, тыс. руб. на одного клиента

P = 0,000

Прямые затраты на приобретение товара на одного клиента

Q = 0,000

Усредненные затраты на одного клиента, руб.

L = 0,000

Объемы, шт.

S = 0

Дополнительные затраты на одного клиента, руб.

M = 0,000

Затраты, руб.

L = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж, на одного клиента

KPI = 0,0

Экономические показатели

Нормы, шт.

N = 0,000

Амортизационные отчисления, тыс. руб. на одного клиента

P = 0,000

Прямые затраты на приобретение товара на одного клиента

Q = 0,000

Усредненные затраты на одного клиента, руб.

L = 0,000

Объемы, шт.

S = 0

Дополнительные затраты на одного клиента, руб.

M = 0,000

Затраты, руб.

L = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж, на одного клиента

KPI = 0,0

Экономические показатели

Нормы, шт.

N = 0,000

Амортизационные отчисления, тыс. руб. на одного клиента

P = 0,000

Прямые затраты на приобретение товара на одного клиента

Q = 0,000

Усредненные затраты на одного клиента, руб.

L = 0,000

Объемы, шт.

S = 0

Дополнительные затраты на одного клиента, руб.

M = 0,000

Затраты, руб.

L = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж, на одного клиента

KPI = 0,0

Экономические показатели

Нормы, шт.

N = 0,000

Амортизационные отчисления, тыс. руб. на одного клиента

P = 0,000

Прямые затраты на приобретение товара на одного клиента

Q = 0,000

Усредненные затраты на одного клиента, руб.

L = 0,000

Объемы, шт.

S = 0

Дополнительные затраты на одного клиента, руб.

M = 0,000

Затраты, руб.

L = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж, на одного клиента

KPI = 0,0

Экономические показатели

Нормы, шт.

N = 0,000

Амортизационные отчисления, тыс. руб. на одного клиента

P = 0,000

Прямые затраты на приобретение товара на одного клиента

Q = 0,000

Усредненные затраты на одного клиента, руб.

L = 0,000

Объемы, шт.

S = 0

Дополнительные затраты на одного клиента, руб.

M = 0,000

Затраты, руб.

L = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж, на одного клиента

KPI = 0,0

Экономические показатели

Нормы, шт.

N = 0,000

Амортизационные отчисления, тыс. руб. на одного клиента

P = 0,000

Прямые затраты на приобретение товара на одного клиента

Q = 0,000

Усредненные затраты на одного клиента, руб.

L = 0,000

Объемы, шт.

S = 0

Дополнительные затраты на одного клиента, руб.

M = 0,000

Затраты, руб.

L = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж, на одного клиента

KPI = 0,0

Экономические показатели

Нормы, шт.

N = 0,000

Амортизационные отчисления, тыс. руб. на одного клиента

P = 0,000

Прямые затраты на приобретение товара на одного клиента

Q = 0,000

Усредненные затраты на одного клиента, руб.

L = 0,000

Объемы, шт.

S = 0

Дополнительные затраты на одного клиента, руб.

M = 0,000

Затраты, руб.

L = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж, на одного клиента

KPI = 0,0

Экономические показатели

Нормы, шт.

N = 0,000

Амортизационные отчисления, тыс. руб. на одного клиента

P = 0,000

Прямые затраты на приобретение товара на одного клиента

Q = 0,000

Усредненные затраты на одного клиента, руб.

L = 0,000

Объемы, шт.

S = 0

Дополнительные затраты на одного клиента, руб.

M = 0,000

Затраты, руб.

L = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж, на одного клиента

KPI = 0,0

Экономические показатели

Нормы, шт.

N = 0,000

Амортизационные отчисления, тыс. руб. на одного клиента

P = 0,000

Прямые затраты на приобретение товара на одного клиента

Q = 0,000

Усредненные затраты на одного клиента, руб.

L = 0,000

Объемы, шт.

S = 0

Дополнительные затраты на одного клиента, руб.

M = 0,000

Затраты, руб.

L = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж, на одного клиента

KPI = 0,0

Экономические показатели

Нормы, шт.

N = 0,000

Амортизационные отчисления, тыс. руб. на одного клиента

P = 0,000

Прямые затраты на приобретение товара на одного клиента

Q = 0,000

Усредненные затраты на одного клиента, руб.

L = 0,000

Объемы, шт.

S = 0

Дополнительные затраты на одного клиента, руб.

M = 0,000

Затраты, руб.

L = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж, на одного клиента

KPI = 0,0

Экономические показатели

Нормы, шт.

N = 0,000

Амортизационные отчисления, тыс. руб. на одного клиента

P = 0,000

Прямые затраты на приобретение товара на одного клиента

Q = 0,000

Усредненные затраты на одного клиента, руб.

L = 0,000

Объемы, шт.

S = 0

Дополнительные затраты на одного клиента, руб.

M = 0,000

Затраты, руб.

L = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж, на одного клиента

KPI = 0,0

Экономические показатели

Нормы, шт.

N = 0,000

Амортизационные отчисления, тыс. руб. на одного клиента

P = 0,000

Прямые затраты на приобретение товара на одного клиента

Q = 0,000

Усредненные затраты на одного клиента, руб.

L = 0,000

Объемы, шт.

S = 0

Дополнительные затраты на одного клиента, руб.

M = 0,000

Затраты, руб.

L = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж, на одного клиента

KPI = 0,0

Экономические показатели

Нормы, шт.

N = 0,000

Амортизационные отчисления, тыс. руб. на одного клиента

P = 0,000

Прямые затраты на приобретение товара на одного клиента

Q = 0,000

Усредненные затраты на одного клиента, руб.

L = 0,000

Объемы, шт.

S = 0

Дополнительные затраты на одного клиента, руб.

M = 0,000

Затраты, руб.

L = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж, на одного клиента

KPI = 0,0

Экономические показатели

Нормы, шт.

N = 0,000

Амортизационные отчисления, тыс. руб. на одного клиента

P = 0,000

Прямые затраты на приобретение товара на одного клиента

Q = 0,000

Усредненные затраты на одного клиента, руб.

L = 0,000

Объемы, шт.

S = 0

Дополнительные затраты на одного клиента, руб.

M = 0,000

Затраты, руб.

L = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж, на одного клиента

KPI = 0,0

Экономические показатели

Нормы, шт.

N = 0,000

Амортизационные отчисления, тыс. руб. на одного клиента

P = 0,000

Прямые затраты на приобретение товара на одного клиента

Q = 0,000

Усредненные затраты на одного клиента, руб.

L = 0,000

Объемы, шт.

S = 0

Дополнительные затраты на одного клиента, руб.

M = 0,000

Затраты, руб.

L = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж, на одного клиента

KPI = 0,0

Экономические показатели

Нормы, шт.

N = 0,000

Амортизационные отчисления, тыс. руб. на одного клиента

P = 0,000

Прямые затраты на приобретение товара на одного клиента

Q = 0,000

Усредненные затраты на одного клиента, руб.

L = 0,000

Объемы, шт.

S = 0

Дополнительные затраты на одного клиента, руб.

M = 0,000

Затраты, руб.

L = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж, на одного клиента

KPI = 0,0

Экономические показатели

Нормы, шт.

N = 0,000

Амортизационные отчисления, тыс. руб. на одного клиента

P = 0,000

Прямые затраты на приобретение товара на одного клиента

Q = 0,000

Усредненные затраты на одного клиента, руб.

L = 0,000

Объемы, шт.

S = 0

Дополнительные затраты на одного клиента, руб.

M = 0,000

Затраты, руб.

L = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж, на одного клиента

KPI = 0,0

Экономические показатели

Нормы, шт.

N = 0,000

Амортизационные отчисления, тыс. руб. на одного клиента

P = 0,000

Прямые затраты на приобретение товара на одного клиента

Q = 0,000

Усредненные затраты на одного клиента, руб.

L = 0,000

Объемы, шт.

S = 0

Дополнительные затраты на одного клиента, руб.

M = 0,000

Затраты, руб.

L = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж, на одного клиента

KPI = 0,0

Экономические показатели

Нормы, шт.

N = 0,000

Амортизационные отчисления, тыс. руб. на одного клиента

P = 0,000

Прямые затраты на приобретение товара на одного клиента

Q = 0,000

Усредненные затраты на одного клиента, руб.

L = 0,000

Объемы, шт.

S = 0

Дополнительные затраты на одного клиента, руб.

M = 0,000

Затраты, руб.

L = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж, на одного клиента

KPI = 0,0

Экономические показатели

Нормы, шт.

N = 0,000

Амортизационные отчисления, тыс. руб. на одного клиента

P = 0,000

Прямые затраты на приобретение товара на одного клиента

Q = 0,000

Усредненные затраты на одного клиента, руб.

L = 0,000

Объемы, шт.

S = 0

Дополнительные затраты на одного клиента, руб.

M = 0,000

Затраты, руб.

L = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж, на одного клиента

KPI = 0,0

Экономические показатели

Нормы, шт.

N = 0,000

Амортизационные отчисления, тыс. руб. на одного клиента

P = 0,000

Прямые затраты на приобретение товара на одного клиента

Q = 0,000

Усредненные затраты на одного клиента, руб.

L = 0,000

Объемы, шт.

S = 0

Дополнительные затраты на одного клиента, руб.

M = 0,000

Затраты, руб.

L = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж, на одного клиента

KPI = 0,0

Экономические показатели

Нормы, шт.

N = 0,000

Амортизационные отчисления, тыс. руб. на одного клиента

P = 0,000

Прямые затраты на приобретение товара на одного клиента

Q = 0,000

Усредненные затраты на одного клиента, руб.

L = 0,000

Объемы, шт.

S = 0

Дополнительные затраты на одного клиента, руб.

M = 0,000

Затраты, руб.

L = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж, на одного клиента

KPI = 0,0

Экономические показатели

Нормы, шт.

N = 0,000

Амортизационные отчисления, тыс. руб. на одного клиента

P = 0,000

Прямые затраты на приобретение товара на одного клиента

Q = 0,000

Усредненные затраты на одного клиента, руб.

L = 0,000

Объемы, шт.

S = 0

Дополнительные затраты на одного клиента, руб.

M = 0,000

Затраты, руб.

L = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж, на одного клиента

KPI = 0,0

Экономические показатели

Нормы, шт.

N = 0,000

Амортизационные отчисления, тыс. руб. на одного клиента

P = 0,000

Прямые затраты на приобретение товара на одного клиента

Q = 0,000

Усредненные затраты на одного клиента, руб.

L = 0,000

Объемы, шт.

S = 0

Дополнительные затраты на одного клиента, руб.

M = 0,000

Затраты, руб.

L = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж, на одного клиента

KPI = 0,0

Экономические показатели

Нормы, шт.

N = 0,000

Амортизационные отчисления, тыс. руб. на одного клиента

P = 0,000

Прямые затраты на приобретение товара на одного клиента

Q = 0,000

Усредненные затраты на одного клиента, руб.

L = 0,000

Объемы, шт.

S = 0

Дополнительные затраты на одного клиента, руб.

M = 0,000

Затраты, руб.

L = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж, на одного клиента

KPI = 0,0

Экономические показатели

Нормы, шт.

N = 0,000

Амортизационные отчисления, тыс. руб. на одного клиента

P = 0,000

Прямые затраты на приобретение товара на одного клиента

Q = 0,000

Усредненные затраты на одного клиента, руб.

L = 0,000

Объемы, шт.

S = 0

Дополнительные затраты на одного клиента, руб.

M = 0,000

Затраты, руб.

L = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж, на одного клиента

KPI = 0,0

Экономические показатели

Нормы, шт.

N = 0,000

Амортизационные отчисления, тыс. руб. на одного клиента

P = 0,000

Прямые затраты на приобретение товара на одного клиента

Q = 0,000

Усредненные затраты на одного клиента, руб.

L = 0,000

Объемы, шт.

S = 0

Дополнительные затраты на одного клиента, руб.

M = 0,000

Затраты, руб.

L = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж, на одного клиента

KPI = 0,0

Экономические показатели

Нормы, шт.

N = 0,000

Амортизационные отчисления, тыс. руб. на одного клиента

P = 0,000

Прямые затраты на приобретение товара на одного клиента

Q = 0,000

Усредненные затраты на одного клиента, руб.

L = 0,000

Объемы, шт.

S = 0

Дополнительные затраты на одного клиента, руб.

M = 0,000

Затраты, руб.

L = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж, на одного клиента

KPI = 0,0

Экономические показатели

Нормы, шт.

N = 0,000

Амортизационные отчисления, тыс. руб. на одного клиента

P = 0,000

Прямые затраты на приобретение товара на одного клиента

Q = 0,000

Усредненные затраты на одного клиента, руб.

L = 0,000

Объемы, шт.

S = 0

Дополнительные затраты на одного клиента, руб.

M = 0,000

Затраты, руб.

L = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж, на одного клиента

KPI = 0,0

Экономические показатели

Нормы, шт.

N = 0,000

Амортизационные отчисления, тыс. руб. на одного клиента

P = 0,000

Прямые затраты на приобретение товара на одного клиента

Q = 0,000

Усредненные затраты на одного клиента, руб.

L = 0,000

Объемы, шт.

S = 0

Дополнительные затраты на одного клиента, руб.

M = 0,000

Затраты, руб.

L = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж, на одного клиента

KPI = 0,0

Экономические показатели

Нормы, шт.

N = 0,000

Амортизационные отчисления, тыс. руб. на одного клиента

P = 0,000

Прямые затраты на приобретение товара на одного клиента

Q = 0,000

Усредненные затраты на одного клиента, руб.

L = 0,000

Объемы, шт.

S = 0

Дополнительные затраты на одного клиента, руб.

M = 0,000

Затраты, руб.

L = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж, на одного клиента

KPI = 0,0

Экономические показатели

Нормы, шт.

N = 0,000

Амортизационные отчисления, тыс. руб. на одного клиента

P = 0,000

Прямые затраты на приобретение товара на одного клиента

Q = 0,000

Усредненные затраты на одного клиента, руб.

L = 0,000

Объемы, шт.

S = 0

Дополнительные затраты на одного клиента, руб.

M = 0,000

Затраты, руб.

L = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж, на одного клиента

KPI = 0,0

Экономические показатели

Нормы, шт.

N = 0,000

Амортизационные отчисления, тыс. руб. на одного клиента

P = 0,000

Прямые затраты на приобретение товара на одного клиента

Q = 0,000

Усредненные затраты на одного клиента, руб.

L = 0,000

Объемы, шт.

S = 0

Дополнительные затраты на одного клиента, руб.

M = 0,000

Затраты, руб.

L = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж, на одного клиента

KPI = 0,0

Экономические показатели

Нормы, шт.

N = 0,000

Амортизационные отчисления, тыс. руб. на одного клиента

P = 0,000

Прямые затраты на приобретение товара на одного клиента

Q = 0,000

Усредненные затраты на одного клиента, руб.

L = 0,000

Объемы, шт.

S = 0

Дополнительные затраты на одного клиента, руб.

M = 0,000

Затраты, руб.

L = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж, на одного клиента

KPI = 0,0

Экономические показатели

Нормы, шт.

N = 0,000

Амортизационные отчисления, тыс. руб. на одного клиента

P = 0,000

Прямые затраты на приобретение товара на одного клиента

Q = 0,000

Усредненные затраты на одного клиента, руб.

L = 0,000

Объемы, шт.

S = 0

Дополнительные затраты на одного клиента, руб.

M = 0,000

Затраты, руб.

L = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж

KPI = 0,0

Всего по плану продаж, на одного клиента

KPI = 0,0

Экономические показатели

Нормы, шт.

N = 0,000

Амортизационные отчисления, тыс. руб. на одного клиента

P = 0,000

Прямые затраты на приобретение товара на одного клиента

Q = 0,000

Усредненные затраты на одного клиента, руб.

<

Типова однолінійна схема електропостачання ГЗК

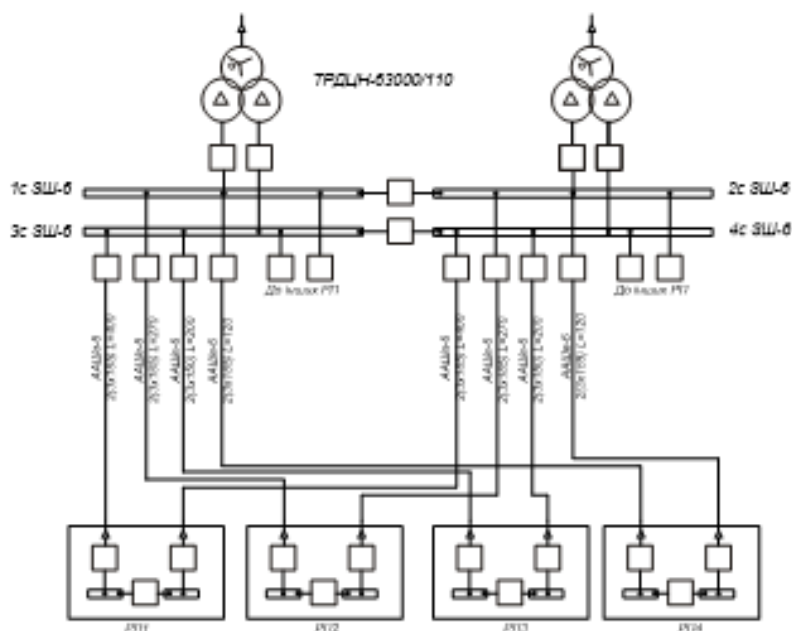
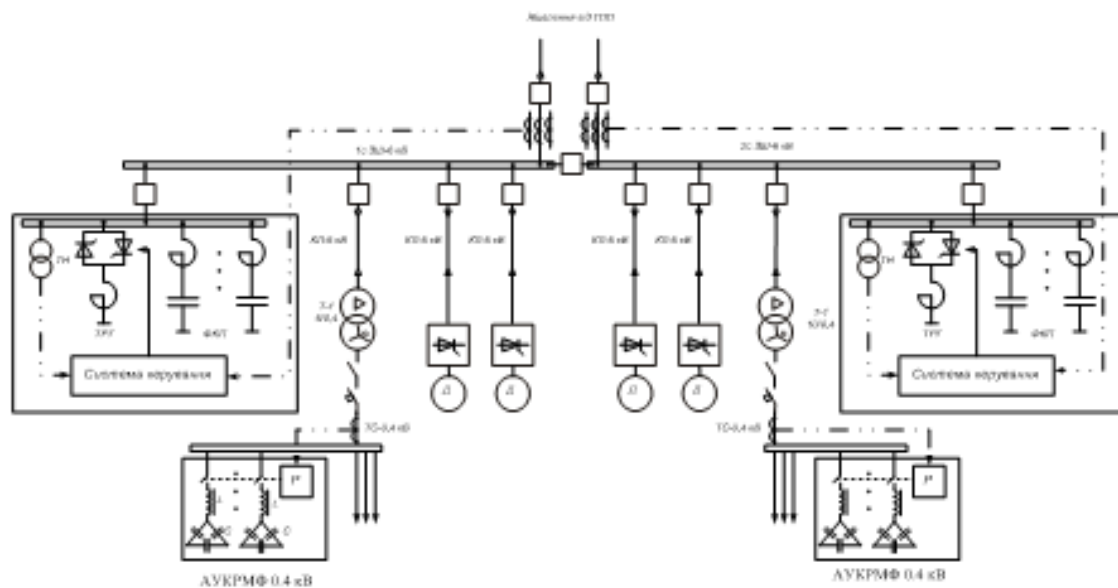
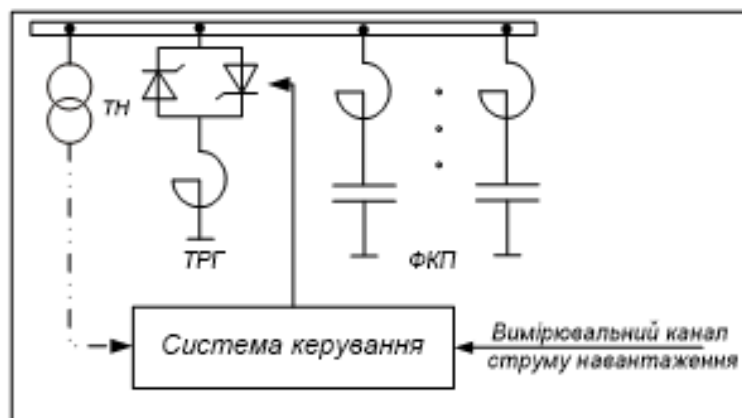


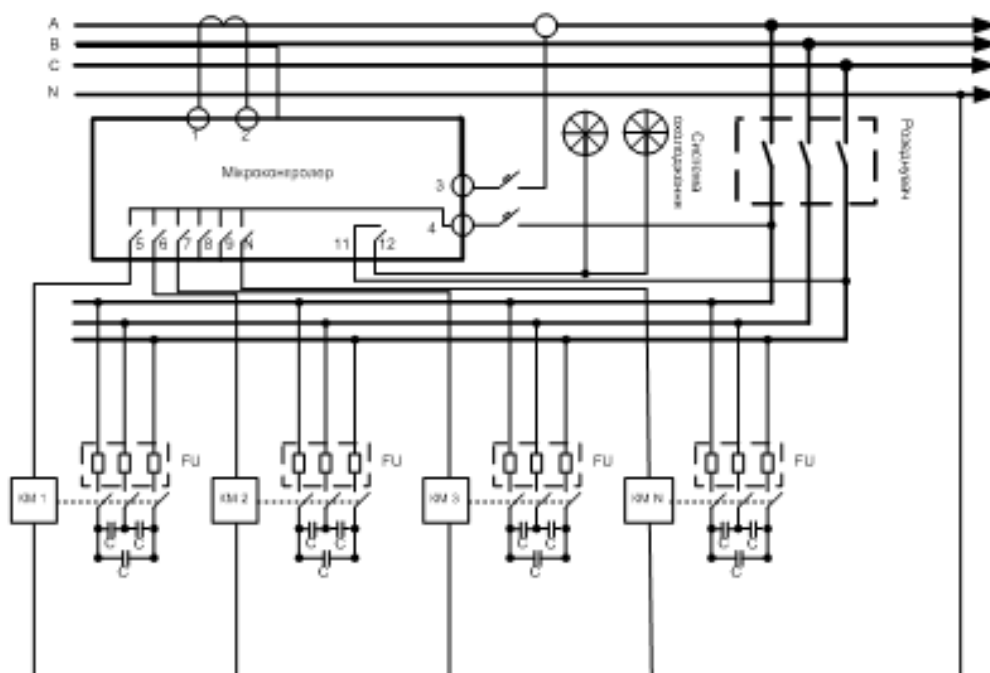
Схема комплексного підходу компенсації реактивної потужності на ГЗК



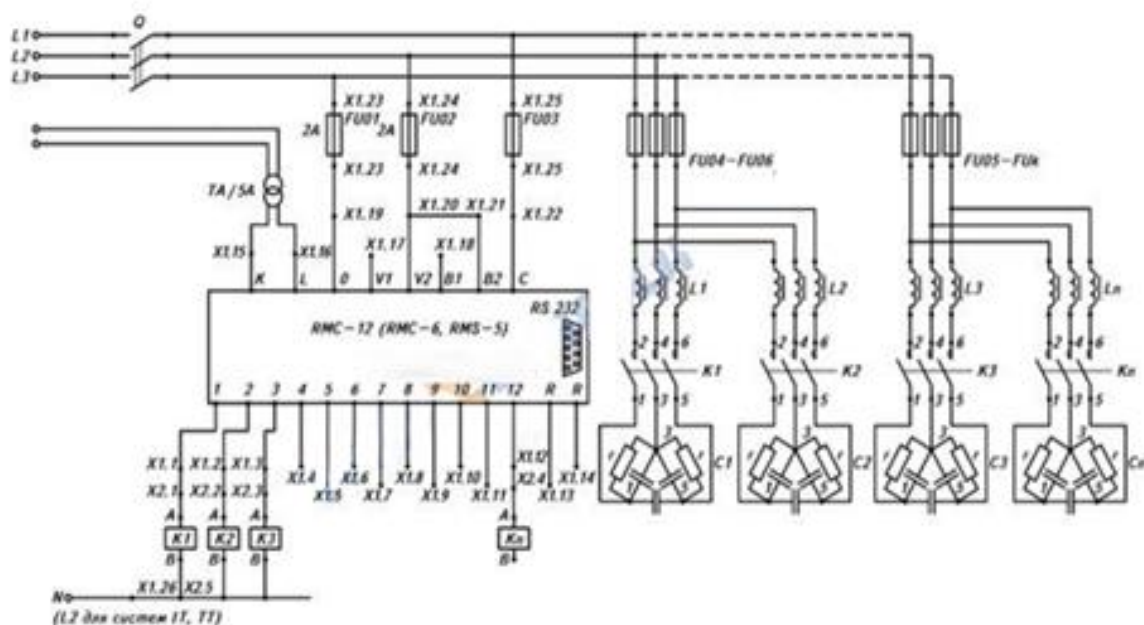
Структурна схема статичного тиристорного компенсатора



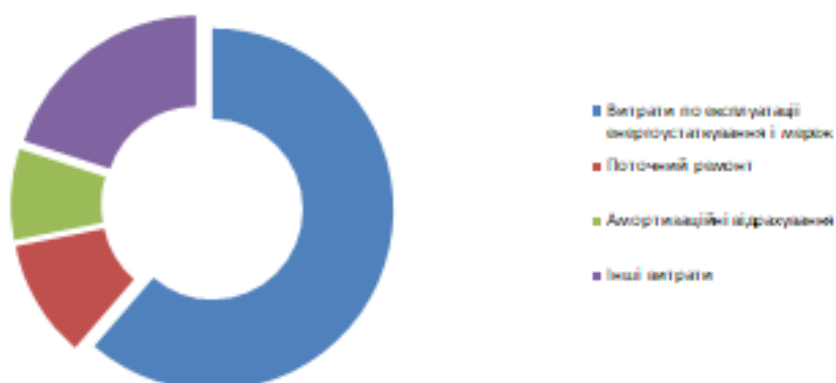
Структурна схема УКРМ 0,4 кВ



Структурна схема АУКРМФ 0.4 кВ



Техніко економічні показники



Показники	Позначення	Величина показника	Одиниця вимірювання
Кількість корисно спожитої електроенергії	E_a	78006175.09	кВт·год.
Річне споживання електроенергії із втратами	E	78367012.83	кВт·год.
Плата за електроенергію	P_e	431018570.6	грн.
Витрати на передачу і розподіл електроенергії	C_e	7260876.485	грн.
Сумарні витрати підприємства	$C_{\text{сум}}$	438279447.1	грн.
Собівартість електроенергії	S	589.9448587	коп/кВт·год.