

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

Пояснювальна записка

до магістерської кваліфікаційної роботи

_____магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: Особливості енергозбереження в системі електропостачання Приватного акціонерного товариства «Товкачівський гірничо-збагачувальний комбінат»

Виконав: студент 2 курсу, гр. ЕМ-19м
спеціальності 141 – Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка
освітня програма – Енергетичний менеджмент

Тимошенко В.С._____

(прізвище та ініціали)

Керівник к. т. н., доц., Войтюк Ю.П.

(прізвище та ініціали)

Рецензент_____

(прізвище та ініціали)

Вінниця – 2020 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 – Енергетичний менеджмент

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувачкафедри ЕСЕМ

проф. М. Й. Бурбело

“ ___ ” _____ 2020року

З А В Д А Н Н Я

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Тимошенко В'ячеславу Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Особливості енергозбереження в системі електропостачання Приватного акціонерного товариства «Товкачівський гірничо-збагачувальний комбінат»

керівник роботи Войтюк Юрій Петрович, к.т.н., доц.

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

затвержені наказом вищого навчального закладу від “ ___ ” _____ 2020року № _____

2. Термін подання студентом роботи “ ___ ” _____ 2020 року

3. Вихідні дані до роботи Генплан підприємства; відомості про особливості технологічних процесів, відомості про електричні навантаження підприємства та цеху; відомості про джерела живлення та перспективу розвитку підприємства.

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

1 Загальні відомості про підприємство. 2 Оптимізація системи електропостачання підприємства. 3 Питання енергозбереження на підприємстві. 4 Економічна частина МКР.5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки. Список використаних джерел. Додатки.

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

Генплан підприємства. Однолінійна схема електропостачання. План силової та освітлювальної мереж виробничого цеху. Розрахунково-монтажна таблиця. Креслення з енергозбереження.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічна частина	Шулле Ю. А., к.т.н., доц., каф. ЕСЕМ		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Кобилянський О.В., д.п.н., професор		
Нормоконтроль	Войтюк Ю.П., к.т.н., доц., каф. ЕСЕМ		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент _____
(підпис)

Тимошенко В.С.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Войтюк Ю.П.
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(підпис)

(прізвище та ініціали)

УДК 621.311

АНОТАЦІЯ

Тимошенко В.С. Особливості енергозбереження в системі електропостачання Приватного акціонерного товариства «Товкачівський гірничо-збагачувальний комбінат». МКР. Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. – Вінниця : ВНТУ, ФЕЕЕМ, кафедра ЕСЕЕМ, 2020. – 104 с.

Магістерська кваліфікаційна робота присвячена розробці системи електропостачання гірничо-збагачувального підприємства з аналізом характерних питань енергозбереження для даної галузі.

Робота виконана на реальній інформації, отриманої на підприємстві.

Проаналізовані і запропоновані основні заходи з енергозбереження, які базуються на дослідженні графіків електричних навантажень, їх вирівнювання, особливості розрахунку компенсації реактивних потужностей, що приводить до зниження втрат.

Розглянуто питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Ключові слова: система електропостачання, енергозбереження, компенсація реактивної потужності, графіки електричних навантажень, втрати потужності.

Рисунків - 27

Таблиць - 33

Бібліографій – 32

УДК 621.311

АННОТАЦИЯ

Тимошенко В.С. Особенности энергосбережения в системе электроснабжения Частного акционерного общества «Товчаковский горно-обогатительный комбинат» . МКР. Специальность 141 – Электроэнергетика, электротехника и электромеханика. – Винница : ВНТУ, ФЭЭЭМ, кафедра ЭСЭЭМ, 2020. – 104 с.

Магистерская квалификационная работа посвящена разработке системы электроснабжения горно-обогатительного предприятия с анализом характерных вопросов энергосбережения для данной отрасли.

Работа выполнена на реальной информации, полученной на предприятии.

Проанализированы и предложены основные мероприятия по энергосбережению, которые базируются на исследовании графиков электрических нагрузок, их выравнивание, особенностях расчета компенсации реактивной мощности, что приводит к снижению потерь.

Рассмотрены вопросы охраны труда и безопасности в чрезвычайных ситуациях.

Ключевые слова: система электроснабжения, энергосбережение, компенсация реактивной мощности, графики электрических нагрузок, потери мощности.

Рисунков – 27

Таблиц - 33

Библиография – 3

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО.....	9
1.1 Короткий опис технологічного процесу.....	9
1.2 Відомості про електроспоживачів та їх характеристика.....	13
2 ПРОЕКТНІ РІШЕННЯ З ПОБУДОВИ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ.....	15
2.1 Розрахунок навантажень гірничо-збагачувального комбінату.....	15
2.2 Вибір і розміщення ТП.....	17
2.3 Вибір потужності трансформаторної живлячої підстанції.....	22
2.4 Вибір електрообладнання підстанції.....	25
3. ДОСЛІДЖЕННЯ ДОБОВИХ ГРАФІКІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ТА ЇХ РЕГУЛЮВАННЯ	29
3.1 Графіки електричних навантажень та їх формування.....	29
3.2 Критерії доцільності регулювання добових графіків.....	30
3.3 Впровадження режимних заходів.....	31
3.4 Визначення витрат на регулювання добових графіків навантаження.....	32
3.5 Заходи по зниженню максимуму активних навантажень.....	33
3.6. Аналіз та розрахунок економічного ефекту від впровадження заходів з вирівнювання графіка електричних навантажень	36
4. ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ В МЕРЕЖАХ ГІРНО-ЗБАГАЧУВАЛЬНОГО КОМБІНАТУ	41
5. УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯМ НА ГІРНО-ЗБАГАЧУВАЛЬНОМУ КОМБІНАТІ.....	46
6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	52
Розрахунок капіталовкладень в систему електропостачання.....	52
6.2 Розрахунок поточних витрат.....	57
6.3 Розрахунок собівартості електроенергії.....	69

7. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	76
Висновки.....	94
Література.....	95
Додатки.....	97

ВСТУП

Актуальність теми. Проблема економії ресурсів, в загальному розумінні цього слова, набула особливої важливості у зв'язку з їх обмеженістю та великою вартістю. Одним з найважливіших видів ресурсів є електрична енергія, яка має найпоширеніше використання в промисловості. Раціональне використання електричної енергії залежить від організаційних та технічних заходів, які включають в себе особливості технологічних процесів, сучасних електроприймачів та оптимальні системи електропостачання. Магістерська кваліфікаційна робота присвячена побудові сучасної системи електропостачання гірничо-збагачувального комбінату з не типовим електричним навантаженням, що є актуальним.

Мета і задачі дослідження. Метою є аналіз електричних навантажень гірничо-збагачувального комбінату, визначенню їх місця в загальному технологічному циклі добичі граніту та синтезу системи електропостачання, яка б відповідала вимогам економічності та надійності.

Задачі магістерської кваліфікаційної роботи:

- виконати та розрахувати електричні навантаження підприємства та визначити оптимальні режими їх роботи на основі графіків електричних навантажень.
- спроектувати оптимальну систему електропостачання, яка б повністю задовольнила би жорсткі вимоги по забезпеченню технологічного процесу добичі та розробці граніту;
- розробити загальні рекомендації з раціонального використання та економії електричної енергії.

Об'єкт дослідження – система електропостачання Приватного акціонерного товариства «Товкачівський гірничо-збагачувальний комбінат».

Предмет дослідження – є методи та засоби створення оптимальної системи електропостачання комбінату, яка б відповідала вимогам збереження енергетичних ресурсів.

Методи досліджень. У магістерській роботі використанні загальні методи теоретичних основ електротехніки, математичної статистики, теоретичної математики, методи розрахунку електричних навантажень.

Наукова новизна. Полягає у вдосконаленні та пристосуванні методів розрахунку електричних навантажень до умов гірничо-збагачувального підприємства, створення на цій базі раціональної системи електропостачання, яка задовольняла би вимогам раціонального використання енергетичних ресурсів.

Практична цінність. Підхід до створення системи електропостачання, який використаний в магістерській кваліфікаційній роботі, дозволив застосувати енергозберігаючі заходи і досягти оптимальної структури електричних споживачів, задіяних в технологічному процесі, що сприятиме зменшенню втрат активної потужності з збереженням вимог надійності та економічності.

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО

1.1 Короткий опис технологічного процесу.

Фракція гірничої маси з кар'єру розміром 0 – 100 мм, доставляється машинами БелАЗ (в/п 60-75 тон) в приймальний бункер технологічної лінії, звідки вона пластинчатим живильником подається на подрібнення в щокону дробарку СДМ – 118 з робочим вихідним отвором 150-170 мм. Продукт після подрібнення через систему конвеєрів №1 та №25 подається в конусну дробарку КСД – 2200ГР з робочим вихідним отвором 30 – 40 мм.

Далі системою конвеєрів № 32, 2, 5 подається на два вібраційних грохоти ГИЛ – 52А з ситами 34 x 34 мм, і 10 x 10 мм для контрольної обробки. Матеріал крупніше 40 мм з верхніх сит грохотів поступає самопливом на конвеєр №6, який подає на конвеєр №7, потім на №8 і на повторне дроблення в конусну дробарку КМД – 1750 з робочим виходом 8 -10 мм. Продукт дроблення поступає на конвеєр № 5 і разом з продуктами дроблення КСД – 2200ГР і знову подається на контрольну обробку на грохоти.

Дроблений продукт класу 10 – 40 мм з нижнього сита грохотів ГИЛ – 52А самопливом поступає на конвеєр №4, перевантажується на конвеєр №10, який подає на грохот ГИЛ – 72, обладнаний свердлильними ситами із листової сталі 22 – 23 мм, де розділяється на товарні фракції щебеню 10 – 20мм та 20 – 40мм.

В теплий період на цьому грохоті проходить промивка щебеня водою, яка під тиском промиває верхні сита грохота.

Готова продукція щебеня фракції 20 – 40 та 10 – 20 мм системою похилих і горизонтальних конвеєрів №11, 12, 15, 16 надходить у відкриті конуса складування.

Клас 0 – 10 мм. пройшовши сита 10x10 грохота ГИЛ – 52А, самопливом надходить на конвеєр № 8, який подає на два спарених грохоти ГИЛ– 52А, обладнаних сіткою 5x5, або 6x6 в зимний період.

Готова продукція щебеню фракції 5 – 10 мм та відсівів 0 – 5 мм системою похилих конвеєрів №13, 14 і горизонтальних №17, 18, надходить у відкриті конуса складування.

Конвеєр - механізм безперервної дії, призначена для транспортування насипних і штучних вантажів корисної копалини, породи, та інших матеріалів.

Основним конструктивним елементом найбільш часто вживаного стрічкового конвеєра є замкнутий, безперервно рухається в процесі роботи тяговий орган, який виконується у вигляді стрічки (текстильної прогумованою, сталевий і т. п.).

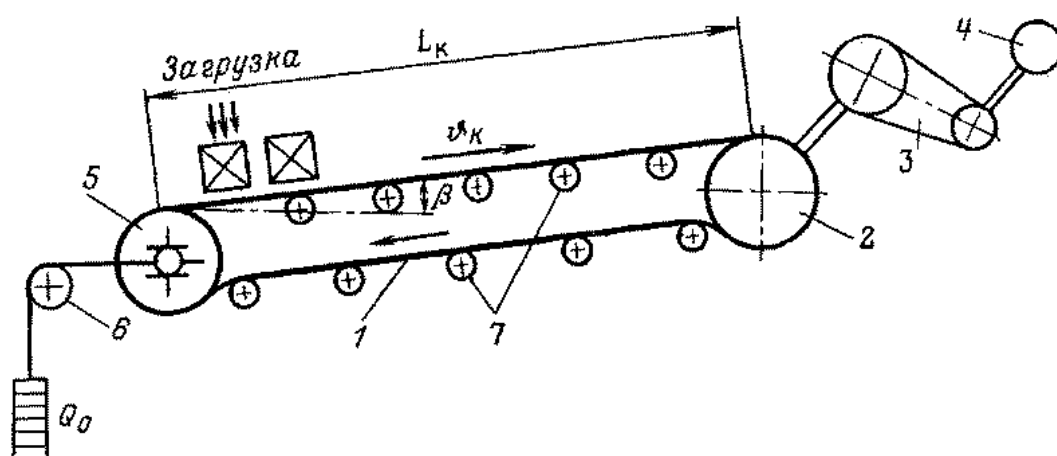


Рисунок 1.1 - Елементи стрічкового конвеєра.

На рис.1.1 показано пристрій стрічкового конвеєра. На два барабана натягується замкнута стрічка 1. Правий барабан 2 є провідним (приводним) - через механічну, передачу 3 (найчастіше ремінну) він приводиться в обертання від двигуна 4. Підшипники лівого барабана 5 (веденого) можуть переміщатися по напрямних, що забезпечує за допомогою вантажу G_0 і відповідної шківів 6 підтримку попереднього натягу стрічки конвеєра при її витягці в процесі експлуатації. Для усунення провисання стрічки під дією переміщення вантажу вздовж неї встановлюється низка опорних роликів 7, які обертаються за рахунок тертя між ними та стрічкою. Ведучий барабан, передача і двигун утворюють приводну станцію. Стрічка, верхні і нижні опорні ролики разом з рамою складають несучу конструкцію конвеєра. Для збільшення зчеплення між стрічкою і барабаном його поверхню покривають гумою, пластмасою або керамікою.

Грохоти ГИЛ – 52А

Призначений для розділення за крупністю сипучих матеріалів з об'ємною масою насипного вантажу не більше 1,4т/м. На операціях сухого (з поверхневою вологою матеріалу не більше 5%) грохочення вугілля, антрацитіві горючих сланців крупністю шматків харчування не більше 300 мм. при куті нахилу поверхні, що просіює 10-25 градусів. Грохот виготовляється з метала підвісному виконаннях з лівим чи правим розташуванням приводу. Та забезпечується пилозахисним кожух.



Рисунок 1.2 – Грохот ГИЛ 52А

Конусна дробарка КСД – 2200ГР

Виробниче об'єднання "Уралмаш" випускає дробарки моделей КМД і КСД з 1935 року. За цей час були виготовлені тисячі дробарок, якими обладнані всі великі підприємства гірничорудної та нерудної промисловості Радянського Союзу, а так само багато підприємств інших країн.

Дробарка конусна - машина безперервної дії (процес дроблення та розвантаження відбувається безперервно, холостий хід відсутній), що забезпечує максимально можливу продуктивність у порівнянні з усіма іншими відомими дробильними машинами, застосовувана на підприємствах великої потужності.

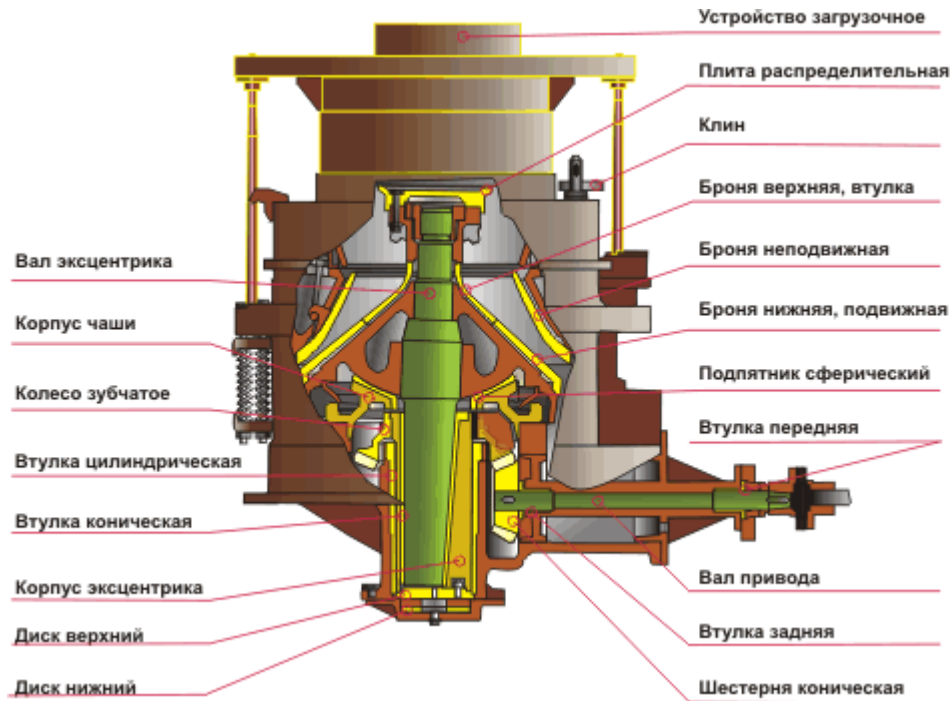


Рисунок 1.3 – Дробарка КСД – 2200ГР

Конусні дробарки застосовуються для дроблення руд чорних і кольорових металів, а так само не металевих руд, включаючи особливо тверді, абразивні та важко дрібні. Їх використовують при дробленні каменю, на щебінь, отриманні штучного піску, підготовки харчування цементних млинів, у виробництві добрив і хімічної сировини.

1.2 Відомості про електроспоживачі та їх характеристика

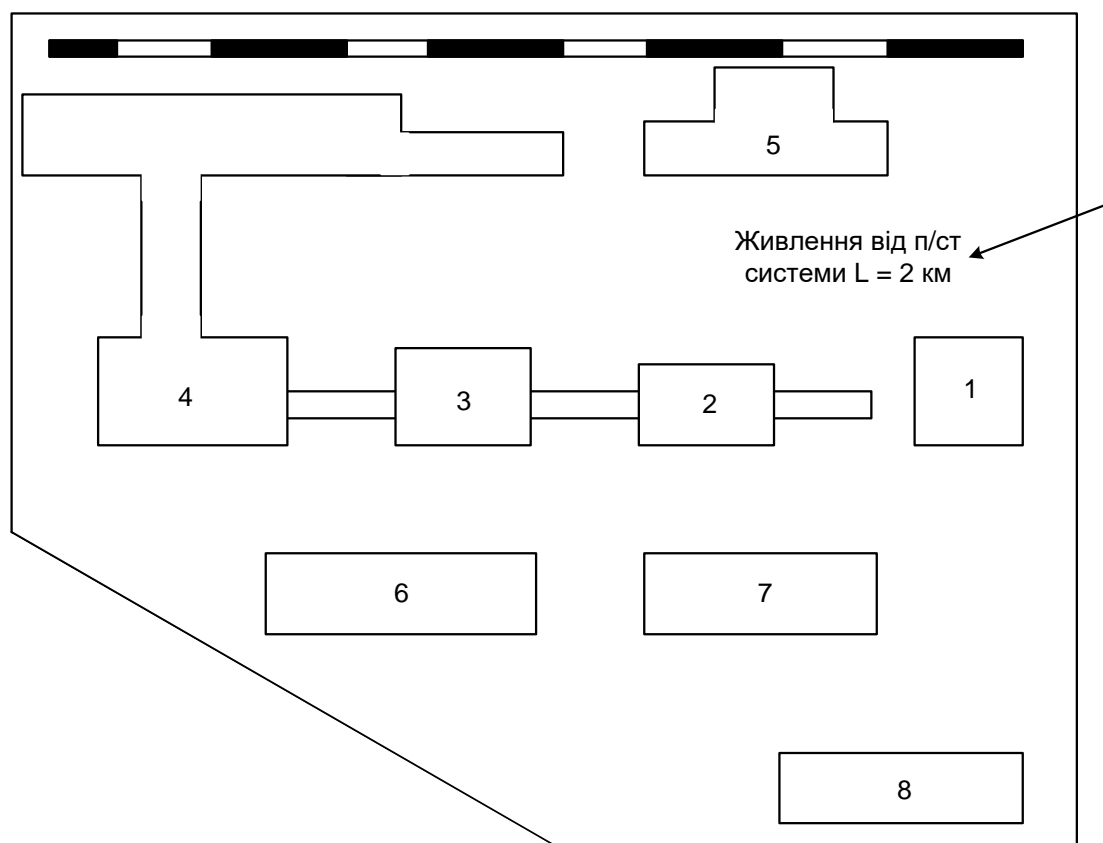


Рисунок 1.4– Генплан підприємства

Таблиця 1.1 –Відомості про електричні навантаження комбінату

Вузли живлення ЕП	P_n
1. Корпус №1	565
2. Корпус №2	275
3. Корпус №3	226
4. Корпус №4	510
5. Механічний цех	85
6. Гараж	145
7. Котельня	40
8. Погрузочний цех	156

Вихідні данні для розрахунку корпусу №3:

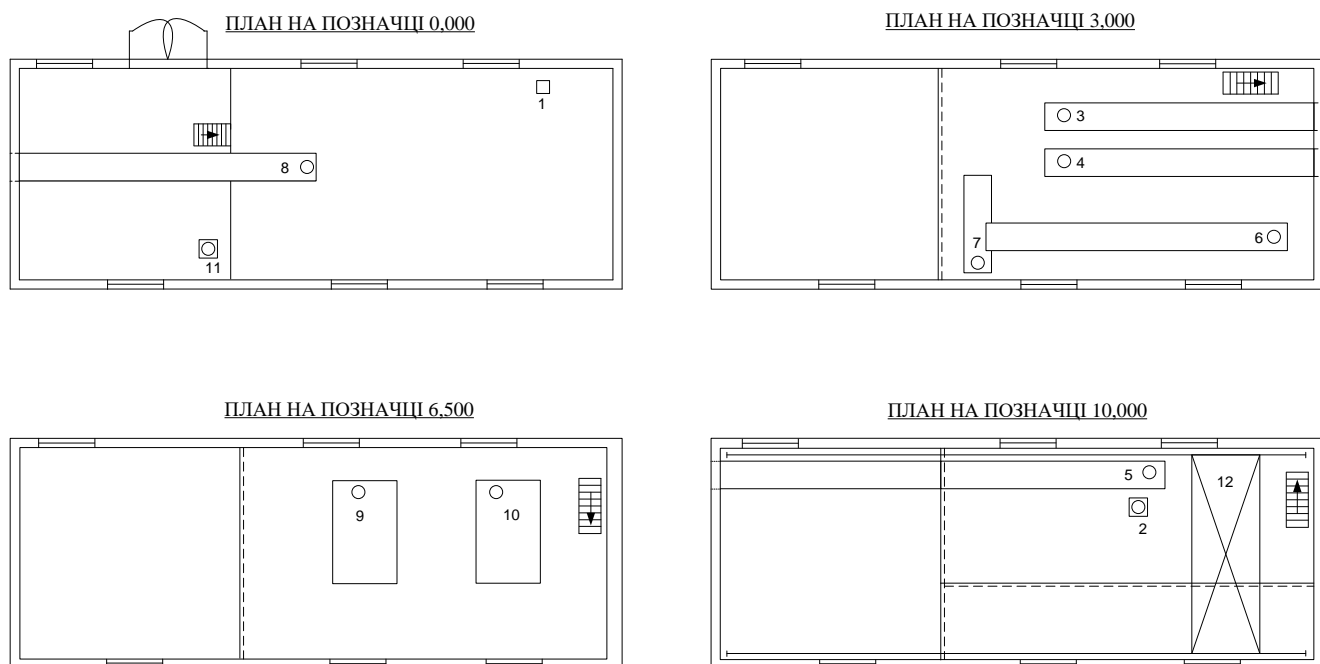


Рисунок 1.5 - План корпусу

Таблиця 1.2 - Відомості про електричні навантаження корпусу

№ на плані	Назва цеху	P_n , кВт
1	Зварювальний апарат	5
3, 4-8, 10	Конвеєр	117
3	Вентиляційна установка	30
9,10	Грохот	40,5
2	Гідротолкач	1,5
12	Мостовий кран	32

2 ПРОЕКТНІ РІШЕННЯ З ПОБУДОВИ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

2.1 Розрахунок навантажень гірничо-збагачувального комбінату

Розрахункові активна та реактивна потужності силового обладнання і розрахункова потужність освітлення цеху визначаємо за методом коефіцієнта попиту.

Розраховуємо максимальне активне навантаження за формулою [1,2]:

$$P_{\max}=(P_{\text{ном.уст.}} \cdot K_{\text{поп}}) + P_{\text{п.о}}, \quad (2.1)$$

де $P_{\text{ном.уст}}$ – номінальна встановлена потужність, (кВт);

$P_{\text{п.о}}$ – розрахункова потужність освітлення, (кВт);

$K_{\text{п}}$ – коефіцієнт попиту, [2].

Для прикладу розрахунок виконуємо для корпусу №1, і результати заносимо в таблицю 2.2.

$$P_{\max} = (565 \cdot 0,8) + 16,7 = 469 \text{ (кВт)}.$$

Максимальне реактивне навантаження розраховується за формулою:

$$Q_{\max} = P_{\max} \cdot \text{tg}\varphi, \quad (2.2)$$

де $\text{tg}\varphi$ – тангенс кута, котрий відповідає коефіцієнту потужності.

$$Q_{\max} = 465 \cdot 0,91 = 426,5 \text{ (квар)}.$$

Обчислюємо повне навантаження за формулою:

$$S_{max} = \sqrt{P_{max}^2 + Q_{max}^2}, \quad (2.3)$$

$$S_{max} = \sqrt{469^2 + 426,5^2} = 634 \text{ (кВА)}.$$

Розраховуємо загальну активну потужність по ТП:

$$\sum P_{max \text{ ТП}} = P_{max} + P_{max \text{ цеху}}, \quad (2.4)$$

$$\sum P_{max \text{ ТП}} = 1511 + 177,7 = 1689 \text{ (кВт)}.$$

Розраховуємо загальну реактивну потужність по ТП:

$$\sum Q_{max \text{ ТП}} = Q_{max} + Q_{max \text{ цеху}}, \quad (2.5)$$

$$\sum Q_{max \text{ ТП}} = 1485,9 + 131,2 = 1617,1 \text{ (квар)}.$$

Розраховуємо загальну повну потужність по ТП за формулою:

$$S_{max. \text{ТП}} = \sqrt{P_{max. \text{ТП}}^2 + Q_{max. \text{ТП}}^2}, \quad (2.6)$$

$$S_{max. \text{ТП}} = \sqrt{1689^2 + 1617,1^2} = 2338,3 \text{ (кВА)}.$$

Таблиця 2.1–Розрахунок навантажень комбінату

№	Найменування цехів	Вхідні дані (силова частина)				Світло				Розрахункові навантаження					
		Рном, кВт	cosφ	tgφ	Кп	F м ²	Кпо	Кпра	Рпит, кВт/м ²	Рп.о, кВт	Рр, кВт	Qр, квар	Sp, кВА	Ip (0,4 кВ), А	Ip, А
1	Корпус №1	565	0,74	0,91	0,8	1064	0,95	1,1	0,015	16,7	469	426,5	634	963	37
2	Корпус №2	275	0,7	1,02	0,8	920	0,95	1,1	0,015	14,4	234	239	335	509	19
3	Корпус №4	510	0,7	1,02	0,7	4680	0,95	1,1	0,015	73,4	430	439,0	615	934	35
4	Механічний цех	85	0,65	1,17	0,7	1890	0,95	1,1	0,014	27,7	87	102,0	134	204	8
5	Гараж	145	0,7	1,02	0,7	1350	0,95	1,1	0,015	21,2	123	125,1	175	266	10
6	Котельня	40	0,7	1,02	0,7	1144	0,95	1,1	0,015	17,9	46	46,9	66	100	4
7	Погрузочний цех	156	0,75	0,88	0,7	819	0,95	1,1	0,015	12,8	122	107,4	163	247	9
8	Всього по заводу	1776				11867					1511	1485,9	2121	3222	122

2.2 Вибір і розміщення ТП

Визначимо сумарну повну розрахункову потужність всіх цехів, електричне обладнання яких живиться на напрузі 0,4 кВ:

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

$$S_{\Sigma} = 634 + 335 + 615 + 134 + 175 + 66 + 163 + 220,9 = 2338,3 \text{ (кВА)}.$$

Визначимо загальну площу всіх цехів:

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

$$F_{\Sigma} = 1064 + 920 + 4680 + 1890 + 1350 + 1144 + 819 + 1250 = 13117 \text{ (м}^2\text{)}$$

Визначимо економічний ступінь потужності трансформаторів в залежності від густини навантаження:

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

$$S_{\text{пит}} = \frac{1720,9}{13117} = 0,18 \left(\frac{\text{кВа}}{\text{м}^2} \right).$$

При такій питомій потужності доцільно використовувати трансформатор потужністю 1600 кВА.

Розглянемо спорудження двотрансформаторної підстанції з $S_{\text{ном.ТР}} = 1600$ кВа:

$$S_{\text{ек}} = S_{\text{ном.ТР}} = 1600 \text{ (кВа)}$$

$$N_{\text{ек}} \geq \frac{S_{\Sigma}}{2 \cdot S_{\text{ном.ТР}} \cdot k_3}, \quad (2.10)$$

$$N_{\text{ек}} = \frac{2338,3}{2 \cdot 1600 \cdot 0,8} = 0,76 \approx 1$$

$k_3 = 0,8 \div 0,85$ - коефіцієнт завантаження трансформаторів двотрансформаторної підстанції.

Картограму навантажень будуюмо на кресленні генерального плану підприємства. Навантаження кожного з цехів зображаємо кругом, площа якого пропорційна розрахунковій активній потужності

$$P_{Mk} = \pi \cdot r_k^2 \cdot m_p \quad (2.11)$$

Вибираємо масштаб побудови картограми навантажень: прийmemo радіус круга навантаження цеху №3 40 м, тоді масштаб побудови визначаємо:

$$m_p = \frac{P_{Mk}}{\pi \cdot r_k^2}, \quad (2.12)$$

$$m_p = \frac{177,7}{3,14 \cdot 40^2} = 0,044 \approx 0,05 \text{ (кВт/м}^2\text{)}.$$

Вибираємо $m_p = 0,05$ кВт/м². Визначимо радіуси кругів при даному масштабі:

$$r_8 = \sqrt{\frac{P_{m8}}{\pi \cdot m_p}}, \quad (2.13)$$

$$r_8 = \sqrt{\frac{177,7}{3,14 \cdot 0,05}} = 33 \text{ (м)}.$$

Сектор освітлювального навантаження для цеху №3 складає:

$$\alpha_8 = \frac{360 \cdot P_{m0}}{P_m}, \quad (2.14)$$

$$\alpha_8 = \frac{360 \cdot 15}{177,7} = 30,4^\circ.$$

Розрахунки по інших цехах зводимо до таблиці 2.2

Таблиця 2.2 – Дані для побудови картограми навантажень

№	Споживачі	x	y	P _{мо} ,	P _м ,	r _k ,	α _i , ^o
---	-----------	---	---	-------------------	------------------	------------------	-------------------------------

				(кВт)	(кВт)	(м)	
1	Корпус №1	318	149	16,7	468,7	54,6	13
2	Корпус №2	250	148	14,4	234	38,6	22
3	Корпус №3	170	148	15	177,7	33,6	30
4	Корпус №4	99	156	73,4	430	52,4	61
5	Механічний цех	254	220	27,7	87	23,6	114
6	Гараж	153	80	21,2	123	28	62
7	Котельня	250	90	17,9	46	17,1	141
8	Погрузочний цех	280	40	12,8	122	27,9	38

Визначемо місце установки цехових ТП:

$$X_{ТП} = \frac{\sum_{k=1}^{\infty} P_{mk} X_k}{\sum_{k=1}^{\infty} P_{mk}}, \quad (2.15)$$

$$X_{ТП} = \frac{468,7 \cdot 318 + 234 \cdot 250 + 177,7 \cdot 170 + 430 \cdot 99 + 87 \cdot 254 + 123 \cdot 153 + 46 \cdot 250 + 122 \cdot 280}{468,7 + 234 + 177,7 + 430 + 87 + 123 + 46 + 122} = 242 .$$

$$Y_{ТП} = \frac{\sum_{k=1}^{\infty} P_{mk} Y_k}{\sum_{k=1}^{\infty} P_{mk}}, \quad (2.16)$$

$$Y_{\text{ТП}} = \frac{468,7 \cdot 149 + 234 \cdot 148 + 177,7 \cdot 148 + 430 \cdot 156 + 87 \cdot 220 + 123 \cdot 80 + 46 \cdot 90 + 122 \cdot 40}{468,7 + 234 + 177,7 + 430 + 87 + 123 + 46 + 122}$$
$$= 137.$$

Трансформаторну підстанцію, розміщену по розрахованим координатам, доцільно змістити до цеху №3, оскільки центр електричних навантажень співпадає з координатами очисної споруди.

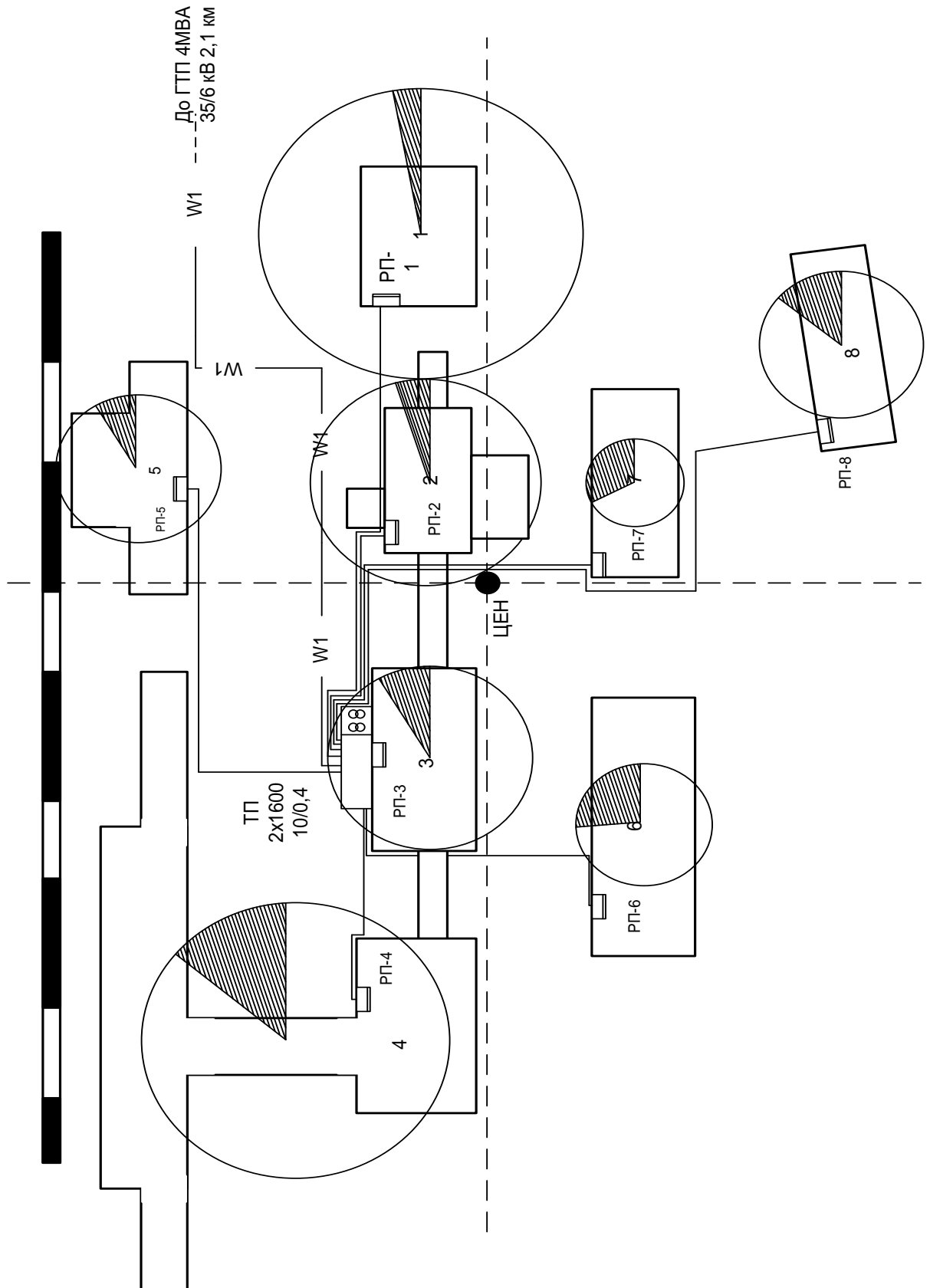


Рисунок 2.1 - Картограма навантаження підприємства

2.3 Вибір потужності живлячої трансформаторної підстанції

Для вибору потужності та кількості трансформаторів на живлячій трансформаторній підстанції необхідно розрахувати основні показники добового графіка (див. рис. 2.2):

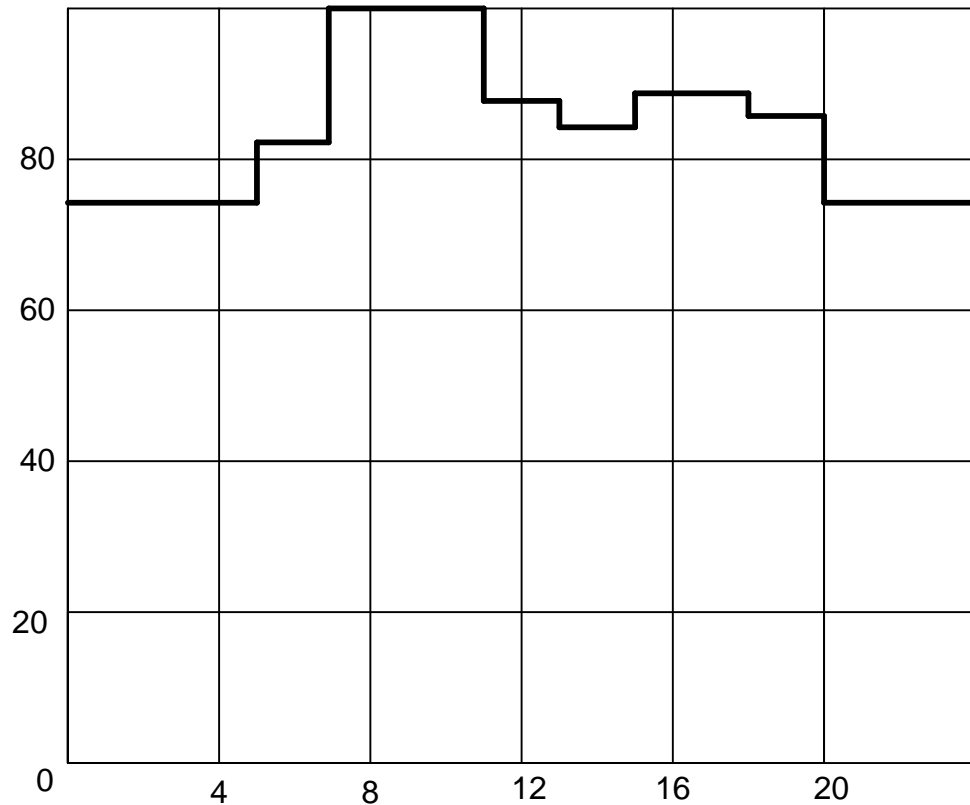


Рисунок 2.2 - Добовий графік навантаження

Добову витрату активної енергії [9,10] :

$$W_{\text{а.доб.}} = \sum_{i=1}^{i=n} (P_i \cdot t_i), \quad (2.17)$$

$$W_{\text{а.доб.}} = 1689 \cdot 0,75 \cdot 5 + 1689 \cdot 2 \cdot 0,82 + 1689 \cdot 1 \cdot 4 + 1689 \cdot 0,88 \cdot 2 + \\ + 1689 \cdot 0,85 \cdot 2 + 1689 \cdot 0,89 \cdot 3 + 1689 \cdot 0,87 \cdot 2 + 1689 \cdot 0,75 \cdot 4 = 34219 (\text{кВт} \cdot \text{год}).$$

Середнє навантаження добового графіка

$$P_{cp} = \frac{W_{a.доб}}{24}, \quad (2.18)$$

$$P_{cp} = \frac{34219}{24} = 1425,8 \text{ (кВт)}$$

Коефіцієнт завантаження графіка:

$$K_{з.гр} = \frac{P_{cp}}{P_{p.мах}}, \quad (2.19)$$

$$K_{з.гр} = \frac{1425,8}{1689} = 0,84$$

Річна витрата активної енергії [9,10]:

$$W_{річн} = W_{доб} \cdot T_{дійсн}, \quad (2.20)$$

$$W_{річн} = 34128,8 \cdot 260 = 889688,1 \text{ (кВт} \cdot \text{год)}$$

Час максимального навантаження за рік:

$$T_{мах} = \frac{W_{a.річ}}{P_{p.мах}}, \quad (2.21)$$

$$T_{мах} = \frac{889688,1}{1689} = 5267,6 \text{ (год)}$$

Керуючись [9] та відповідно до надійності та безперебійності електропостачання споживачів цеху на живлячій трансформаторній підстанції плануємо встановити два трансформатори.

Для визначення потужності трансформаторів на ТП розраховуємо приблизну потужність трансформаторів на підстанції. Для цього за графіком [3, ст. 28] вибираємо коефіцієнт допустимого навантаження трансформаторів:

$$K_H = f(K_{з.гр.}; t_{max}) = f(0,89; 4) = 1,03$$

Тоді потужність трансформаторів визначаємо за формулою:

$$S_{тр} \approx \frac{S_{max \delta}}{K_H}, \quad (2.22)$$

$$S_{тр} \approx \frac{2375,9}{1,04} \approx 2284,5(\text{кВА}).$$

До встановлення приймаємо цехову ТП з двома трансформаторами марки ТМ-1600/6.

Знайдемо коефіцієнт завантаження трансформаторів:

$$K_{з.тр.} = \frac{S_{max \delta}}{n_{тр.} \times S_{н.тр.}} \quad (2.23)$$

$$K_{з.тр.} = \frac{2375,9}{2 \cdot 1600} = 0,74.$$

Зазвичай на гірно-збагачувальному комбінаті споживачі III категорії складають – 15 %

Аварійне перевантаження трансформаторів згідно з ПУЕ [1] допускається не більше 40% протягом 5 діб.

Знайдемо величину перевантаження трансформатора в аварійному режимі роботи.

$$n_{тр.ав.} \cdot K_{н.ав.} \cdot S_{ном.тр.} > S_{max. д. I, II}, \quad (2.24)$$

$$1 \cdot 1,4 \cdot 1600 = 2240 > 2019,5(\text{кВА}).$$

Таким чином, прийняті до впровадження трансформатори задовольняють вимогам ПУЕ і забезпечують безперебійну роботу цехових електроприймачів в номінальному режимі роботи з оптимальним коефіцієнтом завантаження.

Таблиця 2.3 - Номінальні дані трансформатора:

Напруга, кВ	Потужність, кВ·А	Втрати, кВт		Струм XX, %	Напруга КЗ, %
		XX	КЗ		
6	1600	5,4	18	1,8	5,5

2.4 Вибір електрообладнання підстанції

Враховуючи особливість технологічного процесу добучі породи і обрані типи трансформаторів, до встановлення приймаємо живлячу лінію виконану кабелем 6 кВ, переріз якої обираємо за економічною густиною:

$$S_{ek} = \frac{I_{p.max1}}{j_{ek}}, \quad (2.25)$$

$$S_{ek} = \frac{215,4}{1,6} = 134,6 \text{ (мм}^2\text{)}.$$

де j_{ek} – економічна густина струму, 1,6 А/мм², [2].

$I_{p.max1}$ - розрахунковий максимальний струм з боку первинної обмотки трансформатора, А.

$$I_{p.max1} = \frac{S_{ном.тр} \cdot K_{н.ав}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном1}}, \quad (2.26)$$

$$I_{p.max.1} = \frac{1600 \cdot 1,4}{\sqrt{3} \cdot 10} = 215,4 \text{ (А)}.$$

Переріз кабелю визначаємо з умови:

$$S_{\text{табл.к}} \geq S_{\text{ек}},$$

$$95 \text{ мм}^2 > 80,9 (\text{мм}^2),$$

Обираємо кабель марки АСБ – 6 (3 х 95).

Ошиновку розподільчого пристрою 6 кВ виконано алюмінієвими шинами в трьохфазному виконанні типу АД31Т(80 х 8) мм, що задовольняє умовам термічної та електродинамічної стійкості.

Таким же чином вибираємо шини розподільчого пристрою напругою 6кВ живлячої ТП 6/0,4 кВ за умовою:

$$I_{\text{ном.доп.}} = 540 > I_{\text{р.маx1}} = 129,5 \text{ (А)}.$$

де $I_{\text{р.маx1}}$ - розрахунковий максимальний струм з боку первинної обмотки трансформатора, (А).

До встановлення приймаємо алюмінієві шини АД31Т(40×5) мм.

Таблиця 2.4 - Вибір вимикача навантаження на вводі 6кВ.

Умови вибору	Паспортні дані	Розрахункові дані
1. $U_{\text{ном.вим}} \geq U_{\text{ном.розр1}}$, кВ	6	6
2. $I_{\text{ном.в}} \geq I_{\text{р.маx1}}$, А	400	129,5
3. $I_t^2 t \geq B_{к1}$, кА ² ·с	$20^2 \cdot 4 = 1600$	$13,42^2 \cdot 1,2 = 216$
4. $i_{\text{макс.дин}} \geq i_{y1}$, кА	25	18,9
5. $I_{\text{вимкн}} > I_1''$, кА	20	13,42
Тип вимикача	ВНПу-6/400-10зпУЗ	

Таблиця 2.5 - Вибір автоматичного вимикача на вводі 0,4 кВ

№п/п	Умова вибору	Довідникові дані	Розрахункові дані
1	$U_{н.дов} \geq U_{н.розр}$, кВ	0,4	0,4
2	$I_{н.дов} \geq I_{розр.мах2}$, А	4000	3558
3	$i_{пр.скв} \geq i_{уд2}$, кА	75	6,3
4	$I_{tt}^2 \geq I_{\infty}^2 t_{пр2}$, кА ² . с	$(6 \cdot 6)^2 \cdot 0,7 = 907,2$	17,5
Тип автоматичного вимикача		Серії «Тем Power 2» типу AR440S	

Вибираємо інше електрообладнання:

Таблиця 2.6– Вибір роз'єднувача

Умови вибору	Довідникові дані	Розрахункові дані
1. За номінальною напругою	6 кВ	6 кВ
2. За номінальним струмом $I_{номавт} \geq I_{розр.мах2}$, А	400 А	135 А
3. За електродинамічну дією ударного струму $i_{пр.екв} \geq i_{уу2}$, кА	17 кА	6,3 кА
Тип роз'єднувача	Серії «SL 400 » типу SL2- 3X3/А	

Вибір контрольно-вимірювальних приладів та вимірювальних трансформаторів струму.

Для роботи релейного захисту трансформатора та контролю обліку спожитої електроенергії на стороні 0,4 кВ вибираємо трансформатори струму таблиця 2.7 що використовуються для живлення струмових обмоток приладів .

Таблиця 2.7- Вибір трансформатора струму зі сторони 0,4 кВ.

Умови вибору	Паспортні дані	Розрахункові дані
$1. U_{ном.тр1} \geq U_{н.розр1}, \text{кВ}$	0,4	0,4
$2. I_{ном1} \geq I_{р.мах1}, \text{А}$	4000	3558
$3. S_{ном2} \geq S_{пр}, \text{ВА}$	20	3,8
Тип трансформатора струму	ТСВ-100-125	

Облік електроенергії передбачено на низькій стороні трансформатора за допомогою лічильників активної (СЕ300) та реактивної (LZQM) енергії.

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ДОБОВИХ ГРАФІКІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ТА ЇХ РЕГУЛЮВАННЯ

3.1 Графіки електричних навантажень та їх формування.

Витрати на виробництво, передачу і розподілення електроенергії між споживачами в значній мірі залежить від форми графіка споживання [9,10]. Чим більш різко виражена нерівномірність споживання, тим більші витрати.

Графіки навантажень енергетичних систем (рис. 3.1) мають, як правило, два явно виражених піків навантаження - ранковий і вечірній, між якими знаходиться зона зниження навантаження. Більш глибоке зниження навантаження спостерігається впродовж 6-8 нічних годин. Аналіз тенденції розвитку електроспоживання показує, зростаючу нерівномірність графіків навантаження, що приводить до більш виражених зон піків і провалів електричного навантаження. У зв'язку з цим енергосистема повинна покривати ці відхилення, а також давати рекомендації до забезпечення економічної роботи агрегатів технологічних процесів в години нічних провалів [9].

Покриття піків навантаження та зменшення дефіциту потужності можливо за рахунок збільшення генераторних потужностей електричних станцій або регулювання графіків навантажень за допомогою споживачів електроенергії, відповідальних за виконання технологічного процесу підприємства. Виходячи з загальнодержавних інтересів доцільно використовувати регулювання графіків, оскільки це не вимагає значних капітальних вкладень.

Крім покриття дефіциту потужності вирівнювання графіків навантажень енергосистем приводить до зменшення втрат електроенергії і напруги в її мережах, а також питомих витрат палива на виробництво електроенергії.

Керування добовими графіками навантажень споживачів приводить до зниження:

- нерівномірності графіків навантажень енергосистеми ;
- втрат активної потужності і електроенергії в мережах;

- витрат напруги в мережах і розмаху її відхилення від номінального значення на зажимах електроприймачів протягом доби;
- витрат на оплату електроенергії.

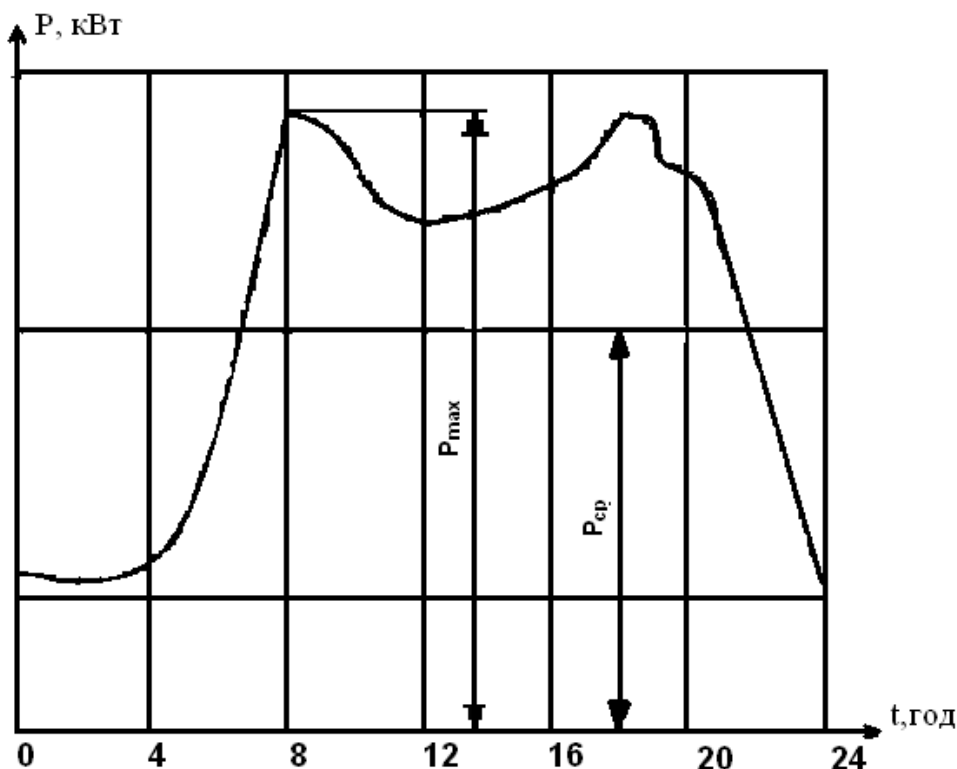


Рисунок 3.1. Добовий графік навантаження енергосистеми.

3.2 Критерії доцільності регулювання добових графіків

Мінімізація витрат на споживання електричної енергії окремими споживачами приводить до значного зменшення витрат на виробництво енергії. Тому регулювання добових графіків навантажень споживачів електроенергії можна розглядати як один з найважливіших заходів по збереженню фінансових і енергетичних ресурсів.

Економічним критерієм, який визначає доцільність регулювання добових графіків навантажень є зниження витрат на споживання електричної енергії без негативних впливів на технологічні процеси, продуктивність праці, якості продукції і погіршення умов праці робітників.

3.3 Впровадження режимних заходів

В першу чергу реалізуються заходи по регулюванню добових графіків навантажень підстанцій, які не вимагають додаткових капітальних витрат; далі заходи, при здійсненні яких необхідні додаткові капітальні витрати з найменшими приведеними затратами.

Умова економічної доцільності впровадження заходу по регулюванню добового графіка електричних навантажень має вигляд :

$$Z_p \leq Z_6, \quad (3.1)$$

де Z_p і Z_6 — приведені витрати на здійснення технологічної операції (процесу, виду роботи) в базовому (до переведення агрегату, лінії, установки в режим регулювання добового графіка навантаження) і в розрахунковому році (після переведення).

При $Z_p = Z_6$ економічний ефект отримає тільки енергосистема.

Здійснення заходів по вирівнюванню графіка навантажень не повинно погіршувати економічні показники підприємства. Ефективність цих заходів повинна бути не менше ефективності виробництва продукції, яка планується на розрахунковий рік.

Гранична умова економічної доцільності реалізації заходів по регулюванню графіка навантаження запишеться так [10]:

$$Z_p \leq \frac{Z_6}{\left(1 + \frac{P_p}{Z_n}\right)}, \quad (3.2)$$

де P_p — прибуток підприємства, який планується в розрахунковому році,

Z_n — собівартість продукції за розрахунковий рік.

Досвід регулювання графіків навантаження на підприємствах, а також аналіз технології виробництва і режимів роботи електроприймачів в інших галузях показує, що впровадження режимних заходів може привести в загальному випадку до зміни фонду заробітної плати і питомих витрат електроенергії, сировини і матеріалів на виробництво одиниці продукції. При цьому можливі випадки як зменшення, так і збільшення витрат електроенергії. Наприклад, зупинка на ремонт в період максимуму енергосистеми частини приладів чи пристроїв, які володіють резервом виробничої потужності, приводить до скорочення їх роботи в режимі холостого ходу і, отже, до зменшення питомих витрат електроенергії.

3.4 Визначення витрат на регулювання добових графіків навантаження

З врахуванням викладеного величина приведених витрат на регулювання добових графіків навантажень визначається за формулою:

$$З = E \cdot \Delta K + \Delta \Phi - \sum_{i=1}^n \left[(\omega_{oi} - \omega'_{oi}) \cdot C_{од} + (n_{oi} - n'_{oi}) \right] \cdot \Pi_{Гі}, \quad (3.3)$$

де ΔK — додаткові капітальні вкладення;

$\Delta \Phi$ — збільшення фонду заробітної плати (за рахунок можливого збільшення ремонтного або обслуговуючого персоналу, штату інженерно-технічних співробітників і оплати нічних годин).;

ω_{oi} і ω'_{oi} — питомі витрати електроенергії на одиницю продукції і-го виду до і після впровадження режимних заходів;

$C_{од}$ — додаткова плата за електроенергію, враховану лічильником;

n_{oi} і n'_{oi} — питомі вартості сировини і матеріалів на виробництво одиниці продукції і-го виду до і після впровадження режимних заходів;

$\Pi_{Г}$ - планове (або фактичне) річне виробництво і-го виду продукції.

Значення величин ω'_{oi} і n'_{oi} в умовах експлуатації можна визначити

експериментальним шляхом.

Питома вартість зниження максимуму навантаження для підприємства в період максимуму навантаження енергосистеми визначається за формулою

$$C_o \leq \frac{3_p}{(P_{\mu} - P'_{\mu})}, \quad (3.4)$$

де P_{μ} і P'_{μ} - максимальні навантаження підприємства в період максимуму навантаження енергосистеми до і після впровадження режимних заходів.

Умовою економічної доцільності зниження максимуму навантаження споживача в період максимуму навантаження енергосистеми можна записати і в такому виді:

$$C_o \leq C_{om}, \quad (3.5)$$

де C_{om} - плата за 1 кВт максимуму навантаження підприємства, яке бере участь в максимумі навантаження енергосистеми.

З врахуванням (7.4) і (7.5) можна записати.

$$C_o \leq \frac{C_{om}}{\left(1 + \frac{P_p}{3_{II}}\right)}, \quad (3.6)$$

3.5 Заходи по зниженню максимуму активних навантажень

Аналіз режимів роботи основного обладнання і електроспоживання показує, що вони володіють значними резервами для зниження максимуму активних навантажень енергосистеми [10,11]. Основні з них:

1. Зміна режиму роботи деяких ділень таким чином, щоб початок змін приходився на закінчення зони максимуму енергосистеми (зміна режиму роботи тільки цих ділень дозволяє зменшити максимум навантаження в цілому по підприємству в 1,3 - 1,5 рази).

2. Перенос роботи обладнання з періоду максимуму навантажень енергосистеми на інший час доби, яке протягом доби включається в роботу періодично.

3. Відключення на період максимуму мало завантаженого технологічного обладнання .

4. Децентралізація розміщення компенсуючих пристроїв в електричних мережах, що дозволяє зменшити максимум навантаження підприємства на величину зниження втрат активної потужності у всіх елементах системи електропостачання.

5. Створення резервних технологічних ліній і агрегатів та інших заходів, які вимагають додаткових капіталовкладень.

7. Зменшення втрат електроенергії та напруги в електричних мережах.

В результаті впровадження даних заходів у виробництво питома вартість електроенергії може значно зменшитися .

Як було вище зазначено, вирівнювання добових графіків навантажень приводить до зменшення втрат електроенергії і напруги.

Зменшення втрат електроенергії в мережах підприємства можна визначити за формулою:

$$\Delta W_a = \frac{R_e \cdot 10^{-3}}{U_H^2} \left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m P_{\delta ij} \cdot t_{\delta ij} - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m P_{pij} \cdot t_{pij} \right) \cdot N_{\partial}, \quad (3.7)$$

де R_e - еквівалентний опір мереж підприємства, Ом;

U_H - номінальна напруга мережі, до якої приведений опір всіх елементів системи електропостачання підприємства, кВ;

p - кількість добових графіків навантажень, які залучені до обробки;

t - кількість ступенів добового графіка електричних навантажень підприємства;

$P_{\delta ij}$ - активна потужність i - го ступеня j -го добового графіка в базовому році, кВт;

P_{rij} - те ж, в розрахунковому році, кВт;

$t_{\delta ij}$ - ширина j -го ступеня (або період дії навантаження $P_{\delta ij}$) i -го добового графіка навантажень в базовому році, год.;

t_{rij} - те ж, в розрахунковому році, год.;

N_d - кількість робочих днів в році.

При наявності на підприємстві кількох характерних графіків навантажень, (наприклад, сезонні графіки), які суттєво відрізняються один від одного, формула (3.7) запишеться в виді:

$$\Delta W_a = \frac{R_e \cdot 10^{-3}}{U_H^2} \left(\sum_{k=1}^S \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m P_{\delta ij} \cdot t_{\delta ijk} - \sum_{k=1}^S \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m P_{rij} \cdot t_{rijk} \right) \cdot N_{ok}, \quad (3.8)$$

де S - кількість характерних графіків електричних навантажень на данному підприємстві;

N_{ok} - кількість днів роботи підприємства по графіку типу К.

Втрати напруги в електричних мережах підприємства і рівні напруги на узагальнених зажимах електроприймачів в режимах найбільших і найменших навантажень підприємства можна визначити за формулами:

$$\Delta U^{\max} = \frac{P_{\max} \cdot R_e + Q_{\max} \cdot X_e}{U_{\max}}, \quad (3.9)$$

$$U^{\max} = U^{\max} - \Delta U^{\max}, \quad (3.10)$$

$$\Delta U^{\min} = \frac{P_{\min} \cdot R_e + Q_{\min} \cdot X_e}{U^{\min}}; \quad (3.11)$$

$$U^{\min} = U^{\min} - \Delta U^{\min}, \quad (3.12)$$

де P_{\max} , Q_{\max} - найбільші активна (кВт) і реактивна (кВАр) потужності підприємства;

R_e , X_e - еквівалентні активний і реактивний опори електричних мереж підприємства. Ом;

U^{\max} , U^{\min} - рівень напруги на вводі підприємства відповідно, в режимах найбільших і найменших навантажень підприємства, кВ;

ΔU^{\max} , ΔU^{\min} - втрати напруги, відповідно, в режимах найбільших і найменших навантажень, кВ.

Формули (3.9) - (3.12) доцільно використовувати для оцінки зниження втрат і відхилень напруги від номінального зниження при впровадженні заходів по вирівнюванню добових графіків навантажень.

3.6 Аналіз та розрахунок економічного ефекту від впровадження заходів з вирівнювання графіка електричних навантажень.

Графік навантаження у базовий рік, має такий вигляд:

$$N_d = 252 \text{ дні.}$$

$$P_{\max} = 2100 \text{ кВ.}$$

$$P_{\min} = 800 \text{ кВ.}$$

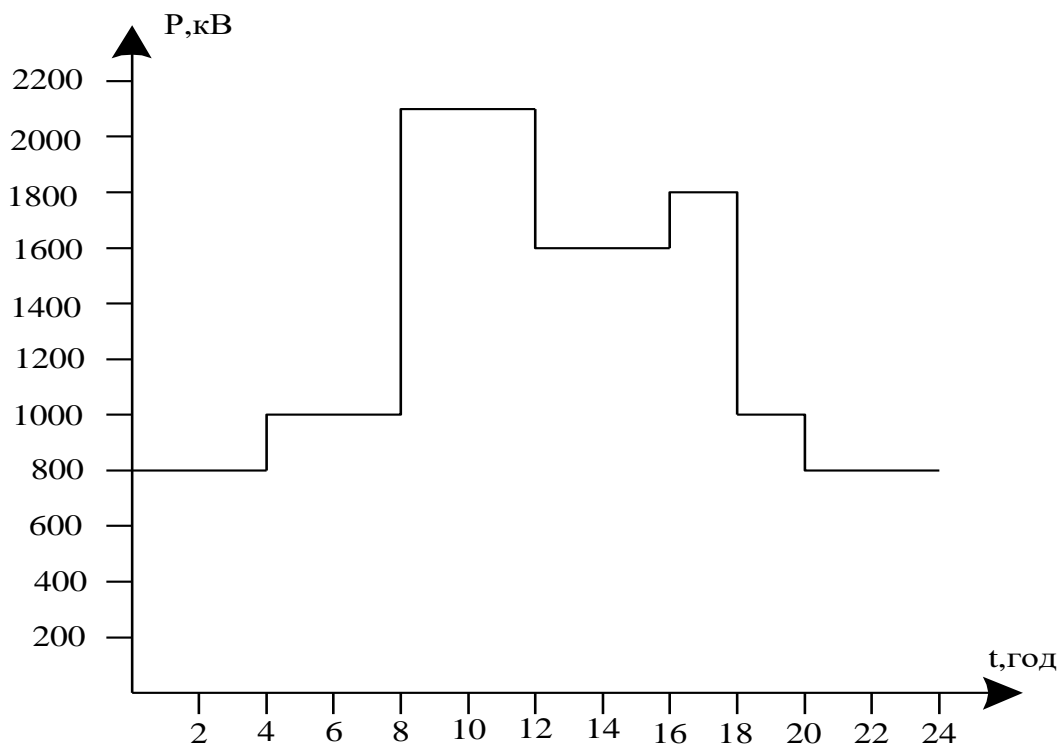


Рисунок 3.2. Добовий графік навантаження підприємства у базовому році

Після впровадження режимних заходів (розрахунковий рік) :

- зміна режиму роботи деяких ділянок таким чином, щоб початок змін приходився на закінчення зони максимуму енергосистеми;
- перенос роботи обладнання з періоду максимуму навантажень енергосистеми на інший час доби, яке протягом доби включається в роботу періодично;
- відключення на період максимуму мало завантаженого технологічного обладнання;
- створення резервних технологічних ліній і агрегатів та інших заходів, які вимагають додаткових капіталовкладень.

Отримано такий графік навантаження.

$$P_{\max}=1800 \text{ kW}$$

$$P_{\min}=1000 \text{ kW.}$$

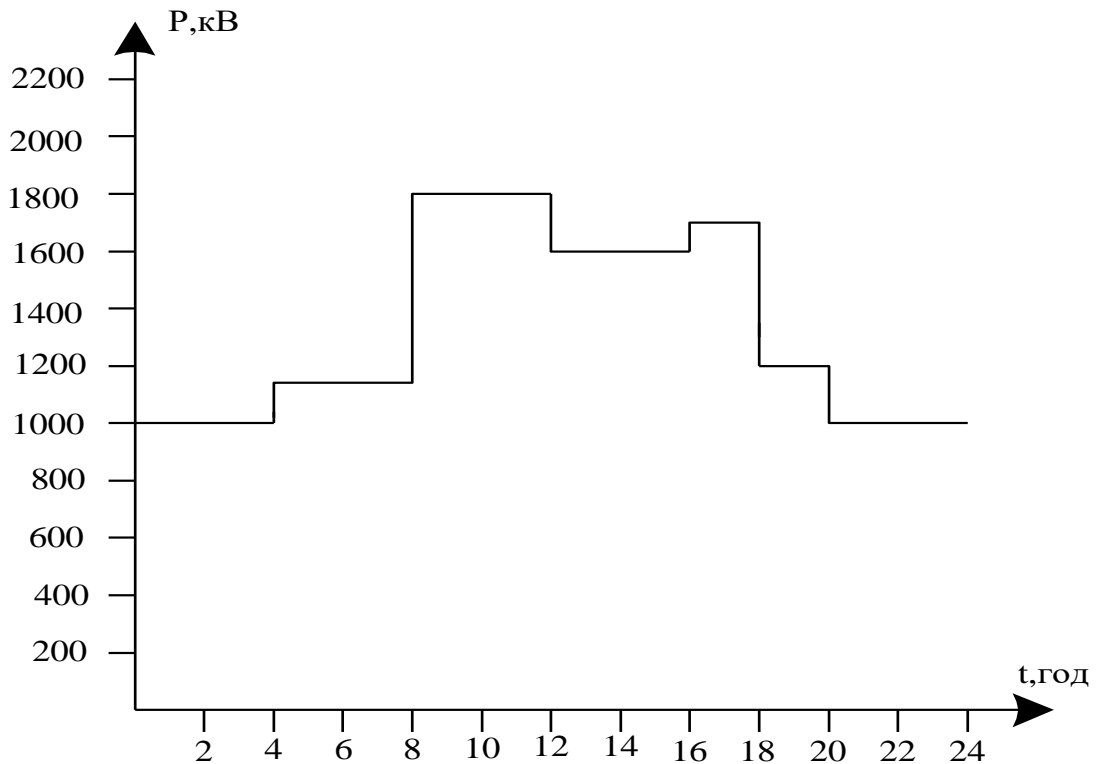


Рисунок 3.3. Добовий графік навантаження підприємства у розрахунковому році

Визначимо зниження втрат електроенергії після вирівнювання:

$$\Delta W_a = \frac{10^{-3} \cdot R_e}{U_H^2} \cdot \left(\sum_i \left(K_{\Phi B}^2 \cdot P_B^2 \cdot t_i \right) - \sum_i \left(K_{\Phi P}^2 \cdot P_P^2 \cdot t_i \right) \right) \cdot N_d, \quad (3.13)$$

де $R_e=0,242$ Ом – активний еквівалентний опір в схемі заміщення підприємства.

K_Φ - коефіцієнт форми базового та розрахункового добового графіка.

$$K_\Phi = \frac{P_{екв}}{P_c}, \quad (3.14)$$

де - $P_{\text{екв}} = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_i (P_i^2 \cdot t_s)}$ - еквівалентне навантаження;

$$P_c = \frac{1}{T} \sum_i (P_i \cdot t_s) - \text{середнє навантаження}.$$

Визначимо K_ϕ для базового графіка навантаження.

$$P_{\text{екв}}^{\text{б}} = \sqrt{\frac{2}{24} (800^2 + 800^2 + 1000^2 + \dots + 1800^2 + 1000^2 + 800^2 + 800^2)} = 1379,59 \text{ (кВт)};$$

$$P_c^{\text{б}} = \frac{2}{24} (800^2 + 800^2 + 1000^2 + \dots + 1800^2 + 1000^2 + 800^2 + 800^2) = 1283,33 \text{ (кВт)};$$

$$K_\phi = \frac{1379,59}{1283,33} = 1,073.$$

Визначимо K_ϕ для розрахункового графіка навантаження.

$$P_{\text{екв}}^{\text{р}} = \sqrt{\frac{2}{24} (1000^2 + 1000^2 + 1100^2 + \dots + 1700^2 + 1200^2 + 1000^2 + 1000^2)} = 1364,73 \text{ (кВт)};$$

$$P_c^{\text{р}} = \frac{2}{24} (1000^2 + 1000^2 + 1100^2 + \dots + 1700^2 + 1200^2 + 1000^2 + 1000^2) = 1325 \text{ (кВт)};$$

$$K_\phi = \frac{1364,73}{1325} = 1,03.$$

Знаходимо зниження втрат електроенергії після вирівнювання графіка.

$$\Delta W_a = \frac{10^{-3} \cdot 0,247}{10^2} \cdot (((1,072 \cdot 2 \cdot (800^2 + 800^2 + \dots + 1000^2 + 800^2 + 800^2)) - (1,03 \cdot 2 \cdot (1000^2 + 1000^2 + \dots + 1200^2 + 1000^2 + 1000^2))) \cdot 242 = 848,47 \text{ (кВт)}.$$

Отже, заходи які можуть бути впроваджені для вирівнювання графіків електроенергії дієві. Втрати після вирівнювання зменшилися на 848,47 кВт.

Визначення втрат напруги в електричних мережах підприємства. Визначення рівнів напруги на узагальнених шинах електричних приймачів в режимі найбільших та навантажень:

- найбільше навантаження;

$$P_{\max} = 2100 \text{ кВт}$$

$$Q_{\max} = 630 \text{ кВАр}$$

$$U_{\max} = 9,7 \text{ кВ}$$

- найменше навантаження;

$$P_{\min} = 800 \text{ кВт}$$

$$Q_{\max} = 230 \text{ кВАр}$$

$$U_{\max} = 10,8 \text{ кВ}$$

- значення активних та реактивних еквівалентних опорів.

$$R_e = 0,27 \text{ Ом}$$

$$X_e = 0,332 \text{ Ом}$$

$$\Delta U^{\max} = \frac{2100 \cdot 0,27 + 630 \cdot 0,332}{9,7} = 0,08 \text{ (кВ)};$$

$$\Delta U^{\min} = \frac{800 \cdot 0,27 + 230 \cdot 0,332}{10,8} = 0,027 \text{ (кВ)}.$$

Розрахуємо рівні напруги на узагальнених шинах.

$$\Delta U_{y,3}^{\max} = 9,7 - 0,08 = 9,62 \text{ (кВ)};$$

$$\Delta U_{y,3}^{\min} = 10,8 - 0,027 = 10,773 \text{ (кВ)}.$$

Розмах відхилень рівнів напруги на узагальнених шинах ЕП буде рівна:

$$\frac{U_H - U_{y,3}^{\max}}{U_H - U_{y,3}^{\min}} \Rightarrow 0,367 \div 0,777.$$

4. ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ В МЕРЕЖАХ ГІРНО-ЗБАГАЧУВАЛЬНОГО КОМБІНАТУ

Розгляд даного питання необхідний для обґрунтування способів і технічних засобів управління компенсувальними установками в специфічних умовах гірничих підприємств і включення їх в загальну комплексну систему контролю електроспоживання і технологічних властивостей гірських порід і управління ним [11].

В умовах гірничих підприємств компенсація реактивної потужності набуває особливої актуальності. Це пояснюється рядом специфічних особливостей електропостачання і експлуатації електроприймачів.

Порівняльна оцінка можливих варіантів розміщення БК в кар'єрних мережах показала, що впровадження групової компенсації в кар'єрних мережах пов'язано з технічними труднощами. Не дивно, що такий вид компенсації там практично не використовується (за виключенням електроустановок пром. площадок кар'єрів). Не дивлячись на значні переваги, індивідуальна компенсація також не поширена. Це пояснюється тим, що гірничі машини і механізми проектуються без врахування місць для розміщення індивідуальних БК, а також відсутністю у електроперсонала інформації про переваги індивідуальної компенсації в даних умовах. В той же час на діючих кар'єрах використовується, як правило, найменш ефективна нерегульована централізована компенсація (з розміщенням на ГПП, ЦРП або РП 6(10)кВ). Це стає зрозуміло, якщо взяти до уваги переваги централізованої компенсації (менша потужність, простіше і дешевше управління, простіший нагляд за роботою БК). Для кар'єрних мереж при систематичному перерозподілу навантажень в окремих вузлах, зміни кількості і місць розташування вузлів в розподільчій мережі і її параметрів, розподіл БК за умовою мінімуму втрат електроенергії або мінімуму приведених витрат втрачає всякий сенс. Індивідуальна компенсація в умовах кар'єрних мереж має наступні переваги:

- втрати електроенергії і напруги знижуються найбільшою мірою (БК установлюються безпосередньо на гірничих машинах);

- найбільш просто здійснюється автоматичне регулювання потужності БК, при відсутності затрат на апаратуру управління і комутації;
- в силу викладених в пунктах "1" і "2" причин, індивідуальна компенсація найбільш сприятливо впливає на підвищення рівнів напруги на затискачах низьковольтних електроприймачів в нормальному і пусковому режимах їх роботи.
- спрощується обслуговування БК і одночасно покращується контроль за їх станом. Змінний контроль (шляхом зовнішнього огляду) можна покласти на машиністів гірничих машин і механізмів;
- при індивідуальній компенсації зростання опору мереж, електричних навантажень та їх періодичний перерозподіл серед вузлів, зміна місць приєднання гірничих машин до кар'єрних розподільчих мереж 6(10)кВ, не тільки не зменшує, а навпаки, збільшує ефективність компенсації;
- достатньо велика одинична потужність БК, які встановлюються на гірничих машинах і механізмах (80-320 кВАр), при їх 2-х або 3-х змінній роботі сприяє застосуванню індивідуальної компенсації в кар'єрних мережах. З врахуванням викладеного пропонується така схема попереднього розміщення, розрахунку і розподілу БК:
 - визначається вхідна реактивна потужність підприємства на період максимуму активних навантажень енергосистеми Q_{en} , яка порівнюється з величиною, що задала енергосистема Q_e (для подальших розрахунків приймається менша із цих величин) [11];
 - розрахункова величина Q_e розподіляється за умовою мінімуму втрат серед таких споживачів підприємства, як кар'єр, промплощадка кар'єру, дробильно-сортувальний завод та інші [11]
 - в кар'єрних мережах передбачається установка БК на екскаваторах, бурових станках, водовідливних станціях, конвеєрних комплексах, агрегатах гідровкриші та інш. (індивідуальна компенсація);
 - потужність БК на екскаваторах приймається рівною потужності холостого ходу. При різкозмінних графіках навантажень екскаваторів такий підхід дозволяє

уникнути перекомпенсації і в той же час досягнути достатньо високої степені компенсації реактивних навантажень екскаваторів;

- потужність БК для решти кар'єрних електроприймачів визначається з використанням спрощеного пропорційного методу за формулами [11]:

$$Q_{ki} = Q_k \cdot (Q_i / Q_M); Q_{ki} = a_{\text{опт}} \cdot Q_i; Q_{ki} = (1 - (Q_e / Q_M)) Q_i; Q_{ki} = (1 - \Psi_{\text{опт}}) Q_i \quad (4.1)$$

де Q_{ki} – потужність БК в i -му вузлі; Q_k – сумарна потужність БК; Q_i – реактивне навантаження i -го вузла; Q_M – максимум реактивного навантаження підприємства; $a_{\text{опт}}$ – оптимальна ступінь компенсації реактивних навантажень підприємства; $\Psi_{\text{опт}}$, a_e – оптимальне (у відносних та абсолютних одиницях) значення вхідної реактивної потужності.

- на кар'єрній підстанції передбачається балансуєча БК для компенсації найменшого реактивного навантаження кар'єру і недокомпенсованого реактивного навантаження гірничих машин. В умовах експлуатації найменше реактивне навантаження Q_{min} визначається експериментально. При проектуванні систем електропостачання кар'єрів величину Q_{min} можна визначати за виразом:

$$Q_{\text{min}} = \sum_{i=1}^n Q_{x.ti} + \sum_{j=1}^m Q_{x.lj} + \sum_{s=1}^k Q_s + \sum_{\gamma=1}^p Q_{\text{ек.}\gamma} \quad (4.2)$$

де Q_{xTi} - реактивна потужність холостого ходу i -го трансформатора, МВАр; Q_{xLj} - реактивна потужність холостого ходу j -ї кар'єрної ЛЕП, МВАр; Q_s - розрахункова реактивна потужність s -го електроприймача, який працює в період найменших навантажень кар'єру, МВ Ар; $Q_{\text{ек}\gamma}$ -недокомпенсована реактивна потужність γ -го екскаватора.

Передбачаємо найвигідніший спосіб компенсації – централізовану компенсацію, отже компенсаційні пристрої передбачаємо встановити на шини 0,4 кВ живлячої підстанції, котра проектується.

Розраховуємо втрати потужності в трансформаторах живлячої підстанції, котра проектується:

$$\Delta P_{\text{тр}} = n \cdot \Delta P_{xx} + \frac{1}{n} \cdot \Delta P_k \cdot \left(\frac{S_p}{S_{\text{н.тр}}} \right)^2, \quad (4.3)$$

$$\Delta Q_{\text{тр}} = n \cdot \frac{\Delta I_{x\%}}{100} \cdot S_{\text{н.тр}} + \frac{1}{n} \cdot \frac{\Delta U_k}{100} \cdot \left(\frac{S_p}{S_{\text{н.тр}}} \right)^2, \quad (4.4)$$

де, S_{max} – максимальне повне навантаження ТП, кВА.

$$\Delta P_{\text{тр}} = 2 \cdot 5,4 + \frac{1}{2} \cdot 18 \cdot \left(\frac{2338,3}{1600} \right)^2 = 30 (\text{кВт}).$$

$$\Delta Q_{\text{тр}} = 2 \cdot \frac{1,8}{100} \cdot 1600 + \frac{1}{2} \cdot \frac{5,5}{100} \cdot \left(\frac{2338,3}{1600} \right)^2 = 58 (\text{кВар}).$$

Розраховуємо максимальні дійсні навантаження електроприймачів цеху:

$$P_{\text{макс.д.}} = K_{\text{сум}} \cdot (P_{\text{макс}} + \Delta P_{\text{т}}), \quad (4.5)$$

де $K_{\text{сум}} = 0,9-0,95$ – коефіцієнт суміщення максимальних навантажень

$$P_{\text{макс.д.}} = 0,99 \cdot (1689 + 30) = 1701,8 (\text{кВт}).$$

Визначимо реактивну потужність, що може бути спожита з енергосистеми в години великих навантажень:

$$Q_{1e} = a \cdot P_M, \quad (4.6)$$

$$Q_{1e} = 0,15 \cdot 1701,8 = 255,3 (\text{кВар}).$$

де $a = 0,15$ - для підстанцій напругою 6 кВ [1];

Визначимо необхідну потужність компенсувальних пристроїв:

$$Q_{\text{ку}} \geq Q_M - Q_{1e}, \quad (4.7)$$

$$1440 \geq 1617 - 255,3 = 1361,8 \text{ (кВар)}.$$

Розрахуємо повну потужність, що споживається підприємством з енергосистеми:

$$S_{max.\partial} = \sqrt{P_{max.\partial\Pi}^2 + Q_{max.\partial}^2}, \quad (4.8)$$

$$S_{max.\partial} = \sqrt{1701,8^2 + 255,3^2} = 1720,9 \text{ (кВА)}.$$

5. УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯМ НА ГІРНО-ЗБАГАЧУВАЛЬНОМУ КОМБІНАТІ

Загальновідомі фактори зумовлюють надзвичайно високу актуальність проблеми підвищення ефективності електроспоживання промисловими підприємствами. Однією з багатьох причин незадовільного вирішення цієї проблеми є відсутність ефективних систем управління енергозбереженням.

Для реалізації політики енергозбереження в масштабі всієї країни програми енергозберігаючих заходів і механізми їх впровадження повинні бути розроблені на всіх рівнях управління (національному, галузевому, регіональному, місцевому і на рівні підприємств). Всі програми повинні бути взаємопов'язані.

Програми нижчого рівня повинні включати елементи програм більш високого рівня, якщо вони стосуються даного регіону, галузі, міста, підприємства і доповнювати їх заходами, які відображають місцеву специфіку. На більш високому рівні централізовано формулюються цілі, які реалізуються за допомогою механізмів економічного регулювання. На більш низькому рівні пропонується форма індикативного управління [11] яка передбачає визначену цілісну систему заходів і методів цілеспрямованого впливу на процеси енергозбереження. Реалізація лише всієї системи заходів може дати позитивні результати в досягненні кінцевих (часто різнопланових) цілей. Задача формування системи заходів на процеси енергозбереження на підприємстві носить поетапний характер. На даному етапі розвитку економіки система першочергових заходів і методів, направлених на стимулювання і регулювання енергозбереження, повинна мати комплекс адміністративних, економічних і суспільних заходів, що включаються в загальну схему системи управління енергозбереженням.

До першочергових адміністративних заходів в початковій системі необхідно віднести: створення спеціальних органів управління енергозбереженням. Загальна схема системи управління енергозбереженням на гірничому підприємстві є організація виконання програм; удосконалення системи контролю за споживанням енергоресурсів і управління енергозбереженням, а також внутрішньозаводської

статзвітності із виконання річних організаційно-технічних заходів (ОТЗ) з економії енергії; організація правового регулювання енергозбереженням.

До економічних заходів відносяться: застосування системи стимулювання працівників підприємства за впровадження заходів із енергозбереження; застосування системи пільг за ефективне використання енергоресурсів; застосування системи податків за невиконання установлених нормативів; системи дотацій; без повернення кредитів; відстрочення платежів; пільгове і безвідсоткове кредитування енергозберігаючих заходів; пільгові нормативи плати за енергозберігаючі фонди; прискорені строки амортизації енергозберігаючого обладнання; фонди преміювання в держбюджетних організаціях в розмірі 100% суми економії електроенергії і т.ін. Першочергові суспільні заходи: заходи із популяризації економічних, екологічних, соціальних і інших переваг енергозбереження; підвищення освіти працівників підприємства в області енергозбереження; залучення енергопостачальних, суспільних і неформальних організацій до проведення політики енергозбереження на підприємствах.

На підприємстві пропонується: рада з енергозбереження в складі головного інженера - голови ради, головних спеціалістів і начальників цехів - членів ради; відділ або група з енергозбереження в складі спеціалістів енергетиків, технологів і механіків. На невеликих підприємствах це може бути замісник головного енергетика з енергозбереження (енергоменеджер).

Завданням відділу (групи, енергоменеджера) є: програмування енергозбереження; контроль виконання і оцінка ефективності заходів; розробка системи стимулювання енергозбереження; контроль за відповідністю обладнання, технологій і установок, побутової техніки, теплопровідності житлових споруд і приміщень спеціальним нормам і енергетичним стандартам.

Дуже важливим елементом в загальній системі управління енергозбереженням є системі контролю і обліку електроспоживання і управління ним. Сама по собі ця система енергії не зберігає. Також справедливе і зворотне твердження - реалізація

програм енергозбереження підприємств на основі зниження нераціональних витрат і витрат неможлива без такої системи.

Пропонується наступна структура системи обліку і контролю електроспоживання і управління ним [11] умовах гірничих підприємств, яка вміщує:

- автоматизовану систему обліку і контролю електроспоживання з комп'ютерною обробкою даним;
- спеціалізовані системи обліку і контролю електроспоживання гірничих машин і технологічних властивостей порід з передачею даних на пункт комп'ютерної обробки за радіоканалами (за допомогою даних систем визначають: загальні і питомі витрати електроенергії, категорії порід за екскавацією і бурінням, питомі і загальні витрати часу, час роботи в режимі холостого ходу, продуктивність);
- системи автоматичного оптимального централізованого управління електричним навантаженням з метою вирівнювання і зниження максимуму добових графіків електричних навантажень;
- пристрої автономного (локального) управління електричним навантаженням з фіксованої: програмою вимкнення і ввімкнення споживачів-регуляторів (їх застосування дозволяє зменшити затрати на лінії зв'язку централізованих систем управління);
- системи автоматичного централізованого оптимального управління компенсувальними установками (батареями конденсаторів і синхронними двигунами);
- пристрої автоматичного управління БК локальної дії (призначені для установки у вузлах з підвищеними вимогами до рівнів напруги або застосовуються як альтернативний варіант централізованих систем управління);
- індивідуальні БК гірничих машин, поточно-транспортних електротехнічних комплексів, які приєднуються до мережі через сумісні з технологічними агрегатами комутаційні апарати або включаються в систему автоматичного управління поточно-транспортних комплексів.

В залежності від конкретних умов ті чи інші засоби в загальній структурі системи управління можуть бути відсутні. Наприклад, замість роздільного

управління споживачами-регулятора і КУ можуть застосовуватись мікропроцесорні системи їх сумісного управління тощо.

За останні роки на більшості промислових підприємств одержав нову якість відомий раніше фактор різниці інтересів на різних ступенях управління підприємством: розрахунки за енергоносії здійснює підприємство в цілому, тобто це турбота найвищої ланки керівництва - тут концентрується інтерес до енергозбереження і матеріалізується вірогідний прибуток від зниження непродуктивних затрат; основні втрати енергоресурсів концентруються в цехах, дільницях, службах, агрегатах і т.д. В цій середній ланці нема зацікавленості в зниженні втрат, оцінки ситуації в цілому. Але саме в цій ланці концентрується найбільший потенціал енергозбереження і найбільший опір впровадженню заходів (через відсутність зацікавленості і необхідності виконувати практично весь обсяг робіт із впровадження).

Виходячи з цієї ситуації, що склалася, необхідно змінити внутрішньогосподарські відносини, поставивши середню ланку управління виробництвом і безпосередніх виконавців в ті ж самі умови обмежень і стимулів до енергозбереження, в яких знаходиться підприємство з цілому, тобто доводити їм нормативи і ліміти на електроспоживання.

Енергозбереження в промисловості європейських країн розвивалось двома основними способами: шляхом реконструкції основних фондів на основі енергозберігаючої техніки і зниження непродуктивних затрат і витрат електроенергії [11]. Реалізація першого способу пов'язана з капітальними затратами. Тому в першу чергу реалізуються заходи, які не вимагають капіталовкладень, після заходи, при здійсненні яких необхідні додаткові капітальні вкладення з найменшими приведеними затратами. Умова економічної доцільності впровадження заходів із енергозбереження запишеться у вигляді:

$$Z_p < Z_6 \quad (5.1)$$

де Z_p і $Z_б$ - приведені затрати на здійснення технологічної операції (процесу, виду роботи) в розрахунковому році (після впровадження заходу) і в базовому (до впровадження), тис.грн.

Приведені затрати на виконання окремої технологічної операції (процесу, виду роботи) з загальному випадку пропонується визначати за формулою:

$$Z = E\Delta K + [(W_{o.б} - \Delta W_{o.p}) \cdot C_{т.д} + (n_{o.б} \pm \Delta n_{o.p})] + \\ + \Pi_{г.б} + \sum_{i=1}^n (P_{м.б_i} - \Delta P_{м.б_i}) C_{т.o} \pm \Delta \Phi \quad (5.2)$$

де E - сумарний коефіцієнт відрахувань від капітальних вкладень; ΔK - додаткові капітальні затрати на реалізацію заходу по енергозбереженню; $W_{o.б}$, $\Delta W_{o.p}$ - відповідно, питома витрата електроенергії на одиницю продукції в базовому році і її заплановане або фактичне зниження в розрахунковому році; $C_{т.д}$, $C_{т.o}$ - відповідно, додаткова і основна тарифні ставки за електроенергію; $n_{o.б}$, Δn_o - відповідно, питома вартість сировини і матеріалів, необхідних для виробництва одиниці продукції в базовому році заплановане або фактичне зниження або збільшення в розрахунковому році; $P_{м.б_i}$, $\Delta P_{м.б_i}$ - відповідно, максимум активного навантаження в i -му кварталі в період максимуму енергосистеми в базовому році і його заплановане або фактичне зниження в розрахунковому році; $\Delta \Phi$ - можливе збільшення або зменшення фонду заробітної плати в результаті впровадження заходу із енергозбереження; $\Pi_{г.б}$ - випуск продукції в базовому році.

За формулою (5.2) визначають приведені затрати, як для базового, так і для розрахункового років при впровадженні будь-якого заходу з енергозбереження. За умови $Z_p=Z_б$ підприємство одержує економію електроенергії при відсутності прибутку і можливості зробити відрахування в фонд енергозбереження підприємства.

Разом з тим впровадження заходів з енергозбереження не повинно погіршувати економічні показники підприємства. Можна поставити умову, щоб ефективність цих заходів була не менша ефективності виробництва продукції, яка

планується на розрахунковий рік. Тоді граничну умову економічної доцільності реалізації заходів з енергозбереження можна записати так:

$$Z_p \leq Z_6 / \left(1 + \frac{P_p}{Z_n} \right) \quad (5.3)$$

де P_p - прибуток підприємства, що планується з розрахунковому році, грн.; Z_n - собівартість продукції, яка планується в розрахунковому році, грн.

При виконанні умови (5.3) підприємства і безпосередньо виконавці зацікавлені у здійсненні заходів із енергозбереження, є можливість поповнювати фонд енергозбереження і стимулювати впровадження наступних заходів. Умова (8.3) може також служити критерієм черговості впровадження заходів з енергозбереження. При наявності конкуруючих варіантів і незначній різниці між значеннями приведених затрат (в межах $\pm 5\%$) перевага віддається варіанту з більшою економією електроенергії.

6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Розрахунок капіталовкладень в систему електропостачання

Відповідно до схеми електричної мережі підприємства та вихідних даних, необхідно виконати такі розрахунки:

1. Розрахувати величину капітальних вкладень в трансформаторну підстанцію, кабельні лінії та високовольтні вимикачі.

2. Розрахувати оплату за спожиту електроенергію.

3. Розрахувати величину складових експлуатаційних витрат:

- витрат в мережах підприємства;

- витрат на заробітну плату;

- витрат на матеріали;

- амортизаційних витрат.

4. Розрахувати собівартість електроенергії на підприємстві.

Таблиця 6.1 – Характеристики трансформаторних підстанцій

Підстанція	Тип трансформатора	Кількість трансформаторів	Факт. потужність підстанції, кВА
ТП 1	ТМ-1600	2	2284,5

Таблиця 6.2 – Відомості про кабельні лінії

Найменування ліній	Довжина лінії від ТП до РП, м	Марка кабелю	К-сть
ТП – РП1	48,3	АВВГ 4x185	2
ТП – РП2	13,5	АВВГ 4x185	2
ТП – РП3	26,4	АВВГ 4x70	2
ТП – РП4	23,4	АВВГ 4x185	2
ТП – РП5	43,3	АВВГ 4x185	2
ТП – РП6	51,5	АВВГ 4x185	2

Продовження Таблиці 6.2 – Відомості про кабельні лінії

ТП – РП7	43	АВВГ 4x185	2
ТП – РП8	72	АВВГ 4x185	2
ТП – РП9	194,4	АВВГ 4x10	2

Рекомендації до виконання:

1. Кількість вимикачів визначається відповідно до даної схеми.

2. Розрахунки необхідно проводити відповідно даних, приведених в [3].

Вартість основного електрообладнання, приведеного в [3] збільшити на 50 %.

3. Прийняти норму амортизації – 6 %,

4. Нарахування:

– в пенсійний фонд – 33,3 %,

– у фонд зайнятості – 1,5 %,

– на соціальне страхування – 1,5%.

5. Якщо заводська мережа складається тільки з живильного кабелю 10 кВ і однієї ТП 10/0,4 кВ, то необхідно розраховувати капіталовкладення і експлуатаційні витрати для мережі 0,38 кВ. Техніко-економічні характеристики обладнання 0,38 кВ приведено в [3].

За відсутності даних щодо вартості високовольтних вимикачів можна приблизно вартість вимикача 10 кВ прийняти рівною (20–30) тис. грн.

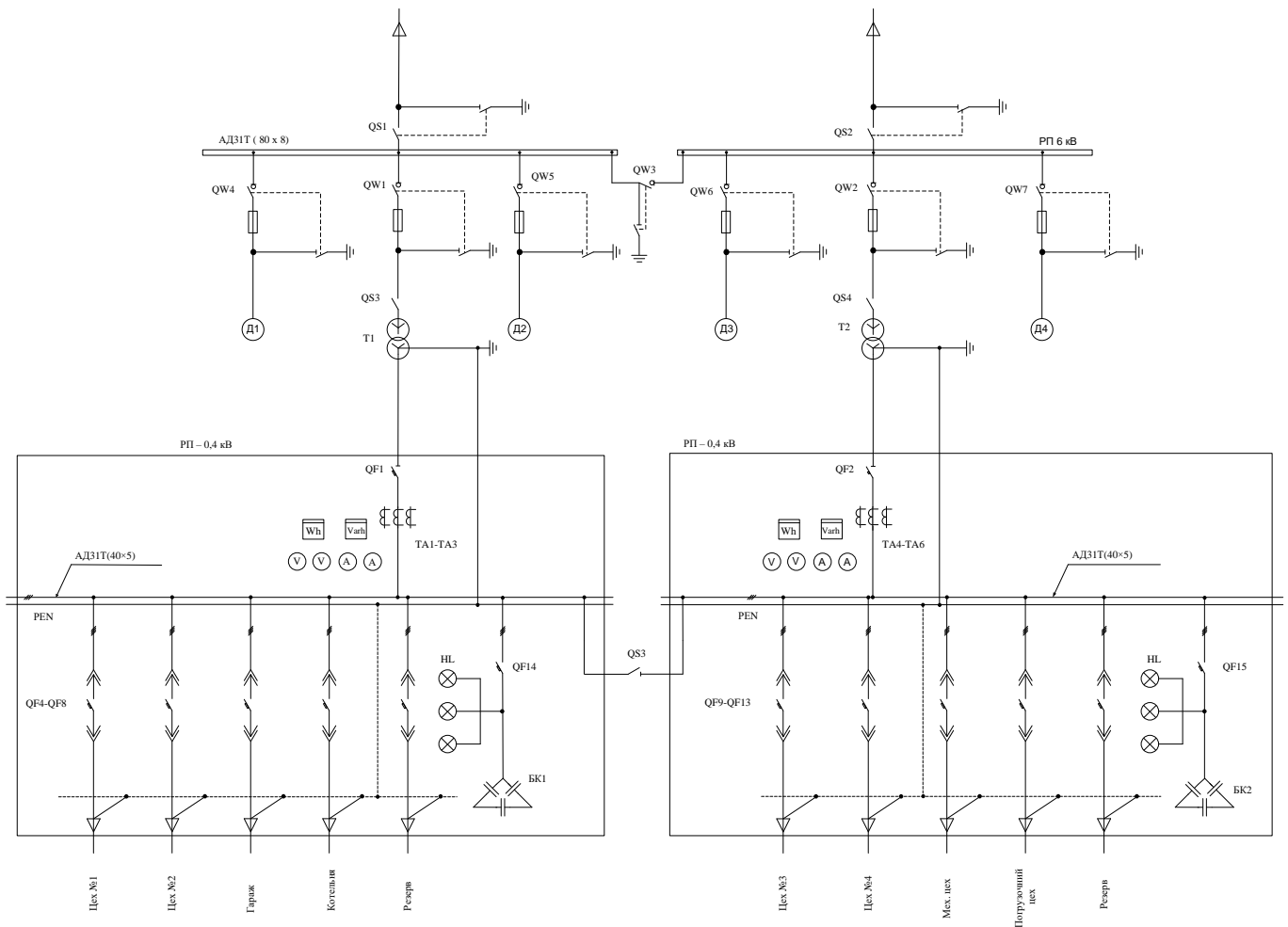


Рисунок 6.1 – Схема електропостачання підприємства

Розрахунок капіталовкладень в лінії електропередач виконуємо за вартістю кабелів та їх прокладання, які наведені в табл. 2.4 і табл. 2.5 [3].

Капітальні вкладення для ліній електропередач:

$$K_{\text{л}} = (K_{\text{пит}} \cdot n + K_{\text{прок}}) \cdot L, \quad (6.1)$$

де $K_{\text{пит}}$ – питома вартість на 1км лінії, тис. грн./км (табл. А.4, 2.5 [3]);

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

L – довжина лінії електропередачі, км.

n – кількість кабелів в траншеї, шт.

Визначимо вартість прокладання кабельної лінії від ТП до РП9 в ґрунті, II категорії без врахування переходів:

$$K_{л1} = (K_{пит} \cdot n + K_{прок}) L = (3,735 \cdot 2 + 2,73) \cdot 0,194 = 1,9788 \text{ тис.грн.}$$

Для інших ліній розрахунки виконуються аналогічно, результати розрахунків заносимо в табл. 6.3.

Таблиця 6.3 – Розрахунок капіталовкладень для ліній електропередач

Назва лінії	Марка кабелю	Кіл-ть	Довжина, км	$K_{пит}$,	$K_{прок}$	$K_{л}$,
				тис.грн	тис.грн	тис.грн
ТП-РП1	АВВГ 4x185	2	0,048	44,415	2,73	4,395
ТП-РП2	АВВГ 4x185	2	0,013	44,415	2,73	1,19
ТП-РП3	АВВГ 4x70	2	0,026	18,96	2,73	1,057
ТП-РП4	АВВГ 4x185	2	0,023	44,415	2,73	2,106
ТП-РП5	АВВГ 4x185	2	0,043	44,415	2,73	3,937
ТП-РП6	АВВГ 4x185	2	0,051	44,415	2,73	4,67
ТП-РП7	АВВГ 4x185	2	0,043	44,415	2,73	3,937
ТП-РП8	АВВГ 4x185	2	0,072	44,415	2,73	6,592
ТП-РП9	АВВГ 4x10	2	0,194	3,735	2,73	1,9788
Всього						29,8628

Капітальні вкладення для електричних підстанцій будуть:

$$K_{пс} = \sum_{i=1}^l K_{псі} + K_{пост}, \quad (6.2)$$

де $K_{псі}$ – вартість однієї трансформаторної підстанції, тис. грн. (табл. 2.7 і табл. 2.8 [3]);

l – кількість підстанцій;

$K_{пост}$ – постійні витрати, що практично не залежать від потужності підстанції і пов'язані з устроєм території, зі створенням майстерень, лабораторій і

диспетчерських пунктів, з будівництвом житла тощо, тис. грн. Постійні витрати прийняти у розмірі 20 % від повної вартості всіх підстанцій.

З табл. 2.7 [3] визначаємо величину капіталовкладень для трансформаторної підстанції ТП-1:

$$K_{пс1} = 420 + 84 = 504 \text{ тис.грн.}$$

Результати розрахунків заносимо в табл. 6.4.

Таблиця 6.4 – Розрахунок капіталовкладень для електричних підстанцій

№	Тип тр-ра	Кількість тр-рів	Код, тис.грн	Кпост, тис.грн	Кпс, тис.грн
ТП-1	ТМ-1600	2	420	84	504

Розрахуємо сумарну вартість вимикачів. Відповідно до схеми, зображеної на рис.1, кількість вимикачів 0,38 кВ – 30 шт. Відповідно до таблиці А.16 [3] і рекомендацій по проведенню розрахунків, приймаємо вартість вимикача 0,38 кВ рівною 1197 грн.

Сумарна вартість вимикачів:

$$K_B = 30 \cdot 1,197 = 35,91 \text{ тис. грн.}$$

Вартість підстанцій з вимикачами:

$$K_{пс} = 504 + 35,91 = 539,91 \text{ тис.грн.}$$

Відповідно сумарна величина капітальних вкладень в систему електропостачання підприємства.

$$K = 29,8628 + 539,91 = 569,7728 \text{ тис.грн.}$$

6.2 Розрахунок поточних витрат

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:

$$T = \Pi \cdot t_{\text{норм}} \cdot h, \quad (6.3)$$

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 [3]);

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

Для схеми, представленої на рис.1 трудомісткість ремонту вимикачів 0,38 кВ, люд.-год./рік:

$$T = 1 \cdot 8 \cdot 30 = 240.$$

Проводимо розрахунки трудомісткості ремонту іншого електрообладнання та заносимо їх результати до табл. 6.5.

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

$$T_{\text{то}} = 12 \cdot t_{\text{пр}} \cdot K_{\text{ср}} \cdot K_{\text{зм}} \cdot h, \quad (6.4)$$

де 12 – кількість місяців у році;

$t_{\text{пр}}$ – планова (таблична) трудомісткість поточного ремонту одиниці устаткування люд.-год. (табл. 2.13 [3]);

$K_{\text{ср}}$ – 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, $K_{\text{ср}} = 0,1$.

h – кількість обладнання в групі.

Для вимикачів 0,38 кВ, люд-год/рік:

$$T_{\text{то}} = 12 \cdot 8 \cdot 0,1 \cdot 1 \cdot 30 = 288.$$

Проводимо розрахунки трудомісткості технічного обслуговування іншого електрообладнання та заносимо їх результати до табл. 6.5.

Таблиця 5.5 – Трудомісткість поточного ремонту та огляду

Обладнання	К-ть	Поточний ремонт			Огляд		
		К-сть на одиницю обладнання рем/рік	Норма трудомісткості люд.год.	Заг. трудомісткість люд.год.	К-сть на одиницю обладнання огл/рік	Норма трудомісткості люд.год.	Заг. трудомісткість люд.год.
Вимикач 0,38 кВ	30	1	8	240	12	1	360
ТМ-1600	2	0,33	120	79,2	12	20	480
КЛ 10 мм ²	0,194	1	30	5,82	1	11,5	2,231
КЛ 70 мм ²	0,026	1	46	1,196	1	11,5	0,299
КЛ 185 мм ²	0,29	1	72	20,88	1	18	5,22
Разом				347,096			847,75

Таблиця 6.6 – Трудомісткість технічного обслуговування і загальна трудомісткість

Обладнання	К-ть	Технічне обслуговування				Загальна трудомісткість обслуговування люд.год.
		Змінність роботи	Коеф. складності і	К-ть місяців	Загал. трудомісткість люд.год.	
Вимикач 0,38 кВ	30	1	0,1	12	288	648
ТМ-1000	2	1	0,1	12	288	768
КЛ 10 мм ²	0,194	1	0,1	12	6,984	9,215
КЛ 70 мм ²	0,026	1	0,1	12	1,435	1,734
КЛ 185 мм ²	0,29	1	0,1	12	25,056	30,276
Разом					609,475	1457,225

Якщо ремонтний персонал виконує лише поточні ремонти, то його чисельність

$$H_{пр} = \frac{T_{пр}}{\Phi_{д} \cdot K_{в.н}}, \quad (6.5)$$

експлуатаційні робітники, чол.:

$$H_{обс} = \frac{T_{обс}}{\Phi_{обс} \cdot K_{в.н}}, \quad (6.6)$$

де $T_{пр}$ – 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.:

$$H_{обс} = \frac{1457,225}{1900 \cdot 1,05} = 0,73,$$

та персоналу для ремонтних робіт, чол.:

$$H_{тр} = \frac{347,096}{1900 \cdot 1,1} = 0,166.$$

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

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:

$$\Phi_{\text{е}} = N_{\text{обс}} \cdot \beta_{\text{н}} \cdot t_{\text{ге}} \cdot \Phi_{\text{д}} \quad (6.7)$$

Годинну тарифну ставку рекомендується розраховувати за формулою:

$$t_{\text{ге}} = (K3 + K4) / 2 \cdot C_1, \quad (6.8)$$

де $K3, K4$ – тарифні коефіцієнти III та IV розрядів, відповідно, (табл. 1.1) [1];

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

$$C_1 = \frac{Z_{\text{min}} \cdot k_{r,i}}{\Phi_{\text{н}}}, \quad (6.9)$$

де Z_{min} – мінімальний розмір заробітної плати;

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

$\Phi_{\text{н}}$ – номінальний місячний фонд робочого часу ($\Phi_{\text{н}} = 22 \cdot 8 = 176$ год).

Законом України „Про Державний бюджет України на 2014 рік та про внесення змін до деяких законодавчих актів України” встановлено розміри мінімальної заробітної плати, зокрема: з 01.01.2014 по 30.11.2014 – 1218 грн.

$$C_1 = 1218 \cdot 1 / 176 = 6,9 \text{ грн./год.}$$

Тоді годинна тарифна ставка 3,5 розряду становитиме:

$$t_{ге} = ((1,18+1,27)/2) \cdot 6,9 = 8,45 \text{ грн./год.};$$

Заробітна плата робітників-погодинників:

$$\Phi_e = 2 \cdot 0,9 \cdot 8,45 \cdot 1900 = 28899 \text{ грн./рік};$$

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

$$\begin{aligned} \Phi_p &= T_{пр} \cdot t_{гр}, \\ t_{гр} &= ((K4+K5)/2) \cdot C_1, \end{aligned} \quad (6.10)$$

де $K4, K5$ – тарифні коефіцієнти IV та V розрядів, відповідно, (табл. 1.1) [1].

Розраховуємо годинну тарифну ставку 4,5 розряду:

$$\begin{aligned} t_{гр} &= ((1,27+1,36)/2) \cdot 6,9 = 9,07 \text{ грн./год}; \\ \Phi_p &= 347,096 \cdot 9,07 = 3148,16072 \text{ грн./рік}. \end{aligned}$$

Фонд основної заробітної плати, грн./рік:

$$\Phi_o = \Phi(1+0,05+0,01+\alpha), \quad (6.11)$$

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:

$$\Phi_{\text{ос}} = 28899 \cdot (1 + 0,05 + 0,01 + 0,2) = 36412,74 \text{ грн./рік,}$$

і для ремонтних:

$$\Phi_{\text{ор}} = 3148,16072 (1 + 0,05 + 0,01 + 0,25) = 4124,091 \text{ грн./рік.}$$

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:

$$\Phi_{\text{од}} = \Phi_{\text{о}} \cdot 1,15; \quad (6.12)$$

$$\Phi_{\text{осд}} = 36412,74 \cdot 1,15 = 41874,651 \text{ грн./рік;}$$

$$\Phi_{\text{орд}} = 4124,091 \cdot 1,15 = 4742,70465 \text{ грн./рік.}$$

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

$$C_{зп} = \Phi_{об} \cdot \left(1 + \frac{\beta_{п} + \beta_{з} + \beta_{с}}{100}\right), \quad (6.13)$$

де $\beta_{п}$ - нарахування в пенсійний фонд, $\beta_{п} = 33,3\%$;

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

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

Відповідно розраховуємо витрати по заробітній платі експлуатаційному персоналу:

$$C_{зпе} = 41874,651 \cdot \left(1 + \frac{33,3 + 1,5 + 1,5}{100}\right) = 57080 \text{ грн./рік};$$

і ремонтному персоналу:

$$C_{зпр} = 4742,70465 \cdot \left(1 + \frac{33,3 + 1,5 + 1,5}{100}\right) = 6464,306 \text{ грн./рік}.$$

Таблиця 6.7 – Розрахунок витрат по заробітній платі

$\Phi_{с}$	Заробітна плата робітників-погодинників	28899 грн.
$\Phi_{р}$	Заробітна плата робітників-ремонтників	3148,16 грн.
$\Phi_{ое}$	Величина основної ЗП експлуатаційного персоналу	36412,74 грн.
$\Phi_{ор}$	Величина основної ЗП ремонтного персоналу	4124,091 грн.
$\Phi_{оед}$	Основний фонд ЗП погодинників	41874,65 грн.
$\Phi_{орд}$	Основний фонд ЗП ремонтників	4742,7 грн.
$C_{зпе}$	Витрати по ЗП погодинників	57080 грн.
$C_{зпр}$	Витрати по ЗП ремонтників	6464,306 грн.

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) [1]. 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 [1], результати розрахунків заносимо до таблиці 6.8.

Таблиця 6.8 – Розрахунок вартості матеріалів, включених у норму витрат

Матеріал	Ціна матеріалу, грн.	Норми витрат матер. на 100 люд.-год. трудомісткості ремонту і тех. обслуговування		Вартість матеріалу, грн.	
Силові трансформатори		1000	1000	1000	1000
Сталь сортова, кг	3,7455	6	6	22,35	22,35
Провід установлюваний, м	1,554	0,5	0,5	1,95	1,95
Мідь-алюміній (гола), кг	34,875	62	62	2161,5	2161,5
Картон електроізоляційний, кг	16,815	1,4	1,4	23,55	23,55
Кабельний папір, кг	13,7505	0,6	0,6	8,25	8,25
Стрічка кіперна, кг	168,15	40	40	6726	6726
Стрічка тафтяна, кг	124,92	18	18	2248,5	2248,5

Стрічка азбестова, м	3,681	0,05	0,05	0,18	0,18
Лаки ізоляційні, кг	20,115	1,5	1,5	30,165	30,165
Емалі ґрунтові, кг	22,065	2,5	2,5	55,17	55,17
Масло трансформаторне, кг	6,8175	0,58	0,58	3,96	3,96
Бензин, кг	3,459	0,7	0,7	2,415	2,415
Розчиники кг	9,7485	0,8	0,8	7,8	7,8
Маслостійка гума, кг	25,005	0,4	0,4	10,005	10,005
Гума профільна, кг	25,005	0,13	0,13	3,255	3,255
Припій олов'яно-свинцевий, кг	238,05	0,02	0,02	4,77	4,77
Припій мідно-фосфорний, кг	44,25	0,03	0,03	1,335	1,335
Електроди, кг	8,22	0,15	0,15	1,23	1,23
Засоби кріплення, кг	10,47	2	2	20,955	20,955
Дріт кручений,	1,365	0,3	0,3	0,405	0,405
Матеріали обтиску, кг	13,635	0,4	0,4	5,46	5,46
Разом:				11349	11349
Кабельні лінії					
Сталь сортова, кг	3,7455	2		7,485	
Електроди, кг	8,226	0,1		0,825	
Разом:				8,31	
Лакотканина (ширина 700мм), м	46,635	0,2	0,2	9,3	9,3

Вартість матеріалу на технічну операцію:

$$C_M = 0,01 \times \left(\sum_{i=1}^n C_{0i} \cdot T_i + L \cdot C_{л0} \right), \quad (6.14)$$

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

T_i – трудомісткість обслуговування i -го виду трансформаторів,

L – сумарна довжина кабелів,

$С_{Л0}$ – питома вартість матеріалів на обслуговування кабелів.

Отже, вартість матеріалів, потрібних на ремонт:

$$C_{\text{мр}} = 0,01 \cdot (11349 \cdot 79,2 + 8,31 \cdot 5,82 + 8,31 \cdot 1,196 + 8,31 \cdot 20,88) = 8991 \text{ грн/рік};$$

і вартість матеріалів, потрібних на технічне обслуговування:

$$C_{\text{мто}} = 0,01 \cdot (768 \cdot 11349 + 3,37 \cdot 8,31 + 24,192 \cdot 8,31) = 87163,746 \text{ грн/рік}.$$

Таблиця 6.9 – 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	11349	79,2	8988,48	768	87160,32
КЛ - 10 мм ²	8,31	5,82	0,484	9,215	0,77
КЛ - 70 мм ²	8,31	1,196	0,093	1,734	0,14
КЛ - 185 мм ²	8,31	20,88	1,74	30,276	2,52
Всього витрат на матеріали			8991		87163,746

Отже, можна розрахувати:

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

$$C_{\text{обс}} = C_{\text{зпе}} + C_{\text{мто}}, \quad (6.15)$$

$$C_{\text{обс}} = 57080 + 87163,746 = 144243,746 \text{ грн/рік};$$

та витрати на їх поточний ремонт, грн/рік:

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{зпр}} + C_{\text{мпр}}, \quad (6.16)$$

$$C_{\text{пр}} = 6464,306 + 8991 = 15455,306 \text{ грн/рік}.$$

Знаходимо амортизаційні відрахування за формулою:

$$C_a = a \cdot K, \quad (6.17)$$

де a – норма амортизації, %

K – капіталовкладення, грн.

$$C_a = 0,06 \cdot 569,7728 = 34,186 \text{ тис.грн/рік}.$$

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:

$$C_{\text{ip}} = \beta_{\text{ip}}(C_{\text{обс}} + C_{\text{пр}} + C_a); \quad (6.18)$$

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

$$C_{ip}=0,25 \cdot (144243 + 15455,306 + 34186) = 48471,077 \text{ грн/рік.}$$

Після визначення всіх елементів витрат підприємства, необхідних для передавання і розподілення електроенергії, зведемо їх в таблицю 6.10.

Таблиця 6.10 – Кошторис річних поточних витрат

Стаття витрат	Витрати, грн.	Структура, %
Витрати по експлуатації обладнання	144243,746	59,87
Витрати на поточний ремонт	15455,306	6,427
Витрати на амортизацію	34186	13,703
Інші витрати	48471,077	20
Разом	242356,129	100,00

6.3 Розрахунок собівартості електроенергії

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

$$E_{ai} = P_p \cdot T_{mi}, = K_{п} \cdot P_{ном} \cdot T_{mi}, \quad (6.19)$$

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

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

K_{Π} – коефіцієнт попиту.

Річна кількість годин використання максимуму активної потужності по галузях промисловості при різній кількості робочих змін приводяться в галузевих інструкціях і довідкових матеріалах. Величина T_m у середньому за рік складає: для освітлювальних навантажень – 1500 – 2000 год.; для однозмінних підприємств – 2000 – 3000 год.; для двозмінних – 3000 – 4500 год і тризмінних 4500 – 8000 год.

Для прикладу визначимо річні витрати активної електроенергії для першого цеху:

$$E_{a1} = 226,54 \cdot 2000 = 453080 \text{ кВт год./ рік.}$$

Аналогічно визначаємо річні витрати активної електроенергії для інших цехів гірничо-збагачувального комбінату. Загальні річні витрати активної електроенергії становлять 1597180 кВт*год./рік

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

Втрати електроенергії в лініях розраховуємо так:

$$\Delta E_{\text{л}} = 3 \cdot n \cdot I_m^2 \cdot R \cdot \tau \cdot 10^{-3}, \quad (6.20)$$

де I_m – максимальний струм у лінії, А;

τ – час максимальних втрат, год./рік.

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

n – кількість кабелів в лінії.

$$R = r_0 \cdot L, \quad (6.21)$$

де r_0 – питомий опір однієї фази кабелю, Ом / км (див. табл. 2.25 [1]),

Величина τ визначається за часом використання максимального навантаження

T_m :

$$\tau_m = \left(0,124 + \frac{T_m}{10000} \right)^2 \cdot 8760 = \left(0,124 + \frac{2000}{10000} \right)^2 \cdot 8760 = 919,59 \text{ год.}$$

Для лінії ТП – РП1:

Активний опір однієї фази кабелю від ТП до РП1.:

$$R = 0,208 \cdot 0,048 = 0,009984 \text{ Ом.}$$

Відповідно втрати електроенергії в лінії ТП-РП1:

$$\Delta E_{\text{л}} = 3 \cdot 2 \cdot 38^2 \cdot 0,00998 \cdot 919,59 \cdot 10^{-3} = 79,514 \text{ кВт*год./рік.}$$

Аналогічно виконуємо розрахунок втрат електроенергії в інших лініях і результати заносимо до табл. 6.11.

Таблиця 6.11 – Втрати електроенергії в лініях

Лінія	Марка кабелю	К-сть ліній	Довжина, км	I_m , А	R, Ом	τ , год./рік	R _{пит} , Ом/км	$\Delta E_{\text{л}}$, кВт*год.
ТП-РП1	АВВГ 4x185	2	0,048	38	0,00998	919,59	0,208	79,51
ТП-РП2	АВВГ 4x185	2	0,013	18	0,0027	919,59	0,208	4,83

ТП-РП3	АВВГ 4x70	2	0,026	6	0,01427	919,59	0,549	2,83
ТП-РП4	АВВГ 4x185	2	0,023	35	0,00478	919,59	0,208	32,30
ТП-РП5	АВВГ 4x185	2	0,043	30	0,00894	919,59	0,208	44,39
ТП-РП6	АВВГ 4x185	2	0,051	23	0,01061	919,59	0,208	30,97
ТП-РП7	АВВГ 4x185	2	0,043	27	0,00894	919,59	0,208	35,96
ТП-РП8	АВВГ 4x185	2	0,072	26	0,01498	919,59	0,208	55,87
ТП-РП9	АВВГ 4x10	2	0,194	1	0,744	919,59	3,840	4,10
Разом								290,78

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

$$\Delta E_T = n \cdot \Delta P_{xx} \cdot T_p + \frac{1}{n} \cdot \Delta P_{кз} \cdot \left(\frac{S_\phi}{S_H} \right)^2 \cdot \tau, \quad (6.22)$$

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:

$$\Delta E_T = 2 \cdot 2,1 \cdot 8760 + (1/2) \cdot 10,5 \cdot \left(\frac{931}{1000} \right)^2 \cdot 919,59 = 40976,59 \text{ кВт}\cdot\text{год./рік.}$$

Для інших КТП проводимо аналогічні розрахунки і їх результати зводимо у табл. 6.12.

Таблиця 6.12 – Втрати енергії в трансформаторах

№	Тип трансформатора	К-сть тр-рів	ΔP_x , кВт	ΔP_k , кВт	S_p , кВА	S_n , кВА	ΔE_T , кВт*год./рік
ТП-1	ТМ-1600	2	2,1	10,5	931	1000	40976,59

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

$$E = E_a + \Delta E_d + \Delta E_T; \quad (6.23)$$

$$E = 1597180 + 290,782 + 40976,59 = 1638447,372 \text{ кВт}\cdot\text{год./рік.}$$

Оплата за електроенергію при одноставковому тарифі визначається як:

$$П_1 = v \cdot E, \text{ грн.}, \quad (6.24)$$

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

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

Оплата за спожиту електроенергію:

$$П_1 = 1,86 \cdot 1638447,372 = 1769523,162 \text{ тис. грн.}$$

Собівартість корисної, споживаної підприємством кіловат-години

електроенергії, коп./кВт·г:

$$S = \frac{C_n \cdot 100}{E_a}, \quad (6.25)$$

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.

Промислові підприємства, що споживають електроенергію від зовнішнього джерела, з одного боку, оплачують кількість отриманої енергії за тарифом, а з іншого – несуть додаткові витрати при передаванні та розподілі електроенергії від мереж енергосистеми до цехових споживачів. Отже, загальні (сумарні) витрати підприємства на електроенергію за рік будуть складати, тис. грн./рік:

$$C_{\text{сум}} = П + C_{\text{п}}, \quad (6.26)$$

де $П$ – оплата за спожиту електроенергію;

$C_{\text{п}}$ – річні витрати підприємства при передаванні електроенергії.

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

$$C_{\text{п}} = C_{\text{обс}} + C_{\text{пр}} + C_a + C_{\text{ір}}, \quad (6.27)$$

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;

$$C_{\Pi} = 144243,746 + 15455,306 + 34186 + 48471,077 = 242356,129 \text{ грн/рік.}$$

$$C_{\text{сум}} = 242356,129 + 1769523,162 = 2011879,291$$

Отже, собівартість електроенергії

$$S = \frac{2011879,291 \cdot 100}{1597180} = 198,9 \text{ коп./кВт}\cdot\text{год.}$$

Для наочності результати розрахунків зводимо в таблицю 6.13.

Таблиця 6.13 –Результати розрахунків

Показники	Позначення	Величина показників	Одиниця вимірювання
К-сть корисно спожитої ел.енергії	E_a	1597180	кВт·год.
Річне споживання ел.енергії із втратами	E	1638447,372	кВт·год.
Плата за електроенергію	Π_1	1769523,162	грн.
Витрати на передачу і розподіл ел.ен.	C_{Π}	242356,129	грн.
Собівартість ел.енергії	S	198,9	коп/кВт·год.

7. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У випускній кваліфікаційній роботі досліджено особливості енергозбереження в системі електропостачання ПАТ «Товкачівський гірничо-збагачувальний комбінат».

У цехах підприємства на оперативно-ремонтний електротехнічний персонал впливають такі небезпечні та шкідливі фактори, у відповідності з прийнятою класифікацією за ГОСТ 12.0.003-74:

Фізичні:

- рухомі машини і механізми, незахищені рухомі елементи виробничого обладнання;
- підвищена температура поверхонь обладнання, матеріалів;
- підвищена запиленість повітря робочої зони;
- підвищена та понижена температура повітря робочої зони;
- підвищена та понижена вологість повітря.
- підвищена та понижена рухливість повітря;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищений рівень вібрації;
- недостатня освітленість робочої зони;
- недостатність природного освітлення;
- небезпечний рівень напруги в електричному колі, замикання якого може відбутися через тіло людини;

Психофізіологічні:

- фізичні перевантаження (динамічні);
- нервово – психічні перевантаження (монотонність праці, емоційні перевантаження, перенапруга аналізаторів).

12.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту

12.1.1 Електробезпека

На території підприємства експлуатується комплектна ТП напругою 10/0,4 кВ. Електропостачання виконується трифазною кабельною лінією ААБ(3х50). Підприємство ПАТ «Товкачівський гірничо-збагачувальний комбінат» відноситься до 1 категорії надійності електропостачання. Дане підприємство живиться від підстанції РЕМу, яка знаходиться на відстані 1 кілометра. Напруга, що відходить від ТП живить розподільчі пункти цехів трифазною чотирипровідною мережею, величина якої складає 380/220 В.

Для забезпечення нормальної роботи електрообладнання та безпеку обслуговуючого персоналу, на підприємстві, яке проектується, передбачається встановлення штучних захисних заземлюючих пристроїв. Даний засіб збільшення електробезпеки використовують на всіх виробничих одиницях підприємства. В даному проекті виконано розрахунок заземлюючого пристрою для ТП, де ймовірність ураження обслуговуючого персоналу набагато вища.

Під час обслуговування електроустановок повинні застосовуватись індивідуальні та колективні засоби захисту від ураження електричним струмом.

Більше число ергономічних вимог до якості техніки, елементів устаткування і просторової організації виробничого середовища може зробити враження закінченості процесу оптимізації робочих місць. Тут як і в кожній іншій складовій робочого місця, варто прийняти багато вирішень, що впливають на естетичну якість робочого середовища. Зокрема необхідно:

визначити і реалізувати помірний ступінь упорядкованості елементів робочого середовища з урахуванням площі робочого місця і розмірів цих елементів;

установити раціональний розподіл світла і тіні;

визначити ступінь взаємного узгодження елементів робочого середовища за формою, кольором і матеріалом.

Робітники можуть бути допущені до роботи тільки після проходження інструктажу з техніки безпеки.

12.1.2 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

З точки зору охорони праці основними вимогами до устаткування є безпечність для здоров'я і життя людей, надійність і зручність під час експлуатації. При проектуванні машин і механізмів обов'язково повинні враховуватися ергономічні вимоги: розміщення механізмів керування на робочому місці, зусилля для приведення в дію механізмів керування тощо.

При конструюванні устаткування частини, що обертаються, рухаються, комунікації (трубопроводи, кабелі тощо) необхідно розміщувати у корпусі машини, щоб вилучити можливість доступу до них працюючих. Устаткування має відповідати вимогам електробезпеки і гарантувати захист працюючих від ураження електричним струмом.

У конструкції устаткування повинні передбачатися вбудовані (місцеві) відсмоктувачі, необхідні для видалення пожежо-і вибухонебезпечних сумішей, небезпечних і шкідливих хімічних речовин, пилу тощо безпосередньо з місця їх виникнення. Щоб уникнути шуму та вібрації або знизити їх до регламентованих рівнів, необхідно застосовувати звукопоглинаючі матеріали, кожухи тощо.

Механізми керування технологічним обладнанням повинні мати безпечні та зручні форми і поверхню, встановлюватися у безпечному для працюючих місці, приводитись у дію зусиллями, що встановлені відповідними нормами, мати напис про призначення, інструкцію з експлуатації тощо.

При монтажі всі стаціонарні машини, верстати, апарати тощо мають бути встановлені й закріплені таким чином, щоб вилучити можливість їхнього зсуву під час роботи.

Під час експлуатації все технологічне устаткування має утримуватися у справному стані й використовуватися лише за призначенням. Крім того, необхідно усунути можливість випадкового дотику працюючих до устаткування, що має температуру понад 45°C. Якщо цього зробити неможливо, поверхня устаткування повинна мати теплоізоляцію або огороження.

Технологічне устаткування, обслуговування якого пов'язане з переміщеннями працюючого на висоті, повинне мати безпечні й зручні за

конструкцією і розмірами робочі майданчики, переходи та драбини. Майданчики та драбини заввишки понад 1,3 м від підлоги обладнуються поручнями.

Устаткування має підлягати періодичному профілактичному оглядові, ремонтам за графіками.

Щойно встановлене устаткування приймається комісією за участю представників органів державного нагляду за охороною праці.

Заходи, що забезпечують безпечність робіт в електроустановках, поділяються на організаційні та технічні.

До організаційних заходів належать:

- дотримання вимог охорони праці жінок та осіб віком до 18 років;
- проведення попередніх та періодичних медичних оглядів осіб, які працюють у шкідливих умовах;
- забезпечення працюючих у шкідливих умовах лікувально-профілактичним обслуговуванням тощо.

Технічні заходи передбачають:

- систематичне підтримання чистоти у приміщеннях і на робочих місцях;
- розробку та конструювання обладнання, що вилучає виділення пилу, газів та пари, інших шкідливих речовин у виробничих приміщеннях;
- забезпечення санітарно-гігієнічних вимог до повітря виробничого середовища;
- улаштування систем вентиляції та кондиціонування робочих місць зі шкідливими умовами праці;
- забезпечення захисту працюючих від шуму, ультра- та інфразвуку, вібрації, різних видів випромінювання
- установка заземлювачів в електроустановках підстанцій та в розподільчих пристроях;
- заземлення повітряної лінії електропередач;
- зберігання та врахування заземлень.

При роботах за межами КРУ на відходячих ПЛ або КЛ на підключеному до них обладнанні візок з вимикачем необхідно викотити з шафи; верхню заслінку або

дверці закрити на замок та повісити плакат «НЕ ВМИКАТИ!» або «НЕ ВИКАТИ! РОБОТА НА ЛІНІЇ».

При роботі, яка зв'язана з доторканням до струмоведучих частин електродвигуна або до обертових частин електродвигуна, який приводить в рух механізм, необхідно зупинити електродвигун та на його пусковому пристрої або ключі керування повісити плакат «НЕ ВМИКАТИ, ПРАЦЮЮТЬ ЛЮДИ».

РП, в яких є наявні неізольовані струмопроводи, виконуються у вигляді щита, в середині якого на шини, що пофарбовані в залежності від фази у відповідні кольори, підключається пускозахисна апаратура (автоматичні вимикачі та запобіжники), що в певній мірі виконує захист робітників шляхом вимкнення електрообладнання в аварійних режимах. На дверцятах кожного РП з внутрішньої сторони приведена електрична схема приєднань, а з зовнішньої – попереджувальний знак, що вказує на небезпеку для життя. Внутрішньо-цехова мережа виконана ізольованими струмопроводами прокладення відкрите, кріплення за допомогою скоб. Жили кабелів зроблені так, що візуально за кольором ізоляції їх можна відрізнити (це відноситься до всіх струмопроводів).

В електроустановках до 1000 В при роботах на збірних шинах РУ, щитів, збірок напруга з шин повинна бути знята та шини (за винятком шин, які виконані ізольованим проводом) повинні бути заземлені. Необхідність та можливість встановлення на приєднання цих РУ, щитів, збірок та підключеного до них обладнання визначає працівник, який видає наряд (розпорядження).

12.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

Визначення загальної оцінки умов праці базується на диференційованому аналізі визначення умов праці для окремих факторів виробничого середовища і трудового процесу.

До факторів виробничого середовища належать:

Показники мікроклімату;

Вміст шкідливих речовин в повітрі робочої зони;

Рівень шуму, вібрації, інфра- та ультразвуку; стан освітленості;

Вплив електромагнітних полів та іонізуючого випромінювання.

12.2.1 Мікроклімат

Для забезпечення нормального мікроклімату в робочій зоні встановлюють допустиму температуру, відносну вологість і швидкість руху повітря у певних діапазонах в залежності від періоду року та категорії робіт і допустиму інтенсивність опромінення. Слюсарі-електромонтери виконують роботи категорії важкості Пб (роботи, які пов'язані з ходінням і переміщенням вантажів масою до 10 кг).

Таблиця 12.1 – Нормовані параметри мікроклімату в робочій зоні виробничих приміщень з категорією робіт П б.

Період року	Категорія робіт	Температура повітря	Відносна вологість %	Швидкість руху повітря
		Допустима на роб. місці	Допустима на роб. місці	Допустима на роб. Місці
Холодний і перехідний	П б	15-21	75	не більше 0,4 м/с
Теплий		16-27	70 при 25 °С	0,2-0,5 м/с

12.2.2 Склад повітря робочої зони

В умовах даного виробництва у заготівельному цеху можливими забруднювачами являється: нетоксичний пил.

Таблиця 12.2 – Концентрація шкідливих речовин в повітрі

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимальна разова	Середня добова	
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4

Для видалення шкідливих домішок з повітря у виробничих приміщеннях проектом передбачено застосування вентиляції і кондиціонування повітря.

Природню аерацію в теплу пору року можна регулювати за допомогою фрамуг, які встановлюються у віконних пройомах і через витяжні ліхтарі, які встановлюються на даху приміщення – це безканална вентиляція. Більш активна вентиляція забезпечується пристроєм вентиляційних каналів, які споруджуються у стінах приміщення. При цьому для підсилення швидкості руху повітря на виході теплого повітря зовні, а саме на трубі, яка розташовується на даху будівлі, встановлюють спеціальні камери-патрубки.

Природна вентиляція не передбачає підігрів та зволоження повітря, яке поступає у приміщення, і очистка від пилу повітря, яке видаляється на зовні, тому для досягнення максимального рівня вентиляції ще використовують механічну вентиляцію.

12.2.3 Виробниче освітлення

Вплив світла на життєдіяльність людини вивчений досить добре. Воно впливає не лише на функцію зору, а й на діяльність організму в цілому: посилюється обмін речовин, збільшується поглинання кисню і виділення вуглекислого газу. Відомий сприятливий вплив природного освітлення на скелетну мускулатуру. Недостатня або надмірна освітленість, нерівномірність освітлення в полі зору втомлює очі, призводить до зниження продуктивності праці; при цьому зростає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних випадків.

Раціональне освітлення – один з основних факторів створення сприятливих робочих умов праці. Недостатнє освітлення викликає передчасне стомлення працюючих, знижує продуктивність праці, може стати причиною нещасного випадку.

У приміщенні використовується штучне та природне освітлення.

Система штучного освітлення – комбінована, оскільки поряд із загальним освітленням (тип джерела освітлення – лампи світлодіодні) використовуються індивідуальні джерела світла (настільні світильники з лампами світлодіодними).

Норми освітленості при штучному освітленні та КПО при природному та суміщеному освітленні (відповідно до ДБН В.2.5-28-2018, характеристика зорової роботи – дуже високої точності, розряд зорової роботи – II, підрозряд – в) зазначені у таблиці 12.3.

Таблиця 12.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Харак-ка зорової роботи	Найменший 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		Природне Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Середньої точності	Від 0,15 до 0,3 включно	II	в	малий середній великий	світлий середній темний	1500	200	-	4,2

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.

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

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

12.2.4 Виробничий шум

Шум поділяється на широкосмуговий та тональний. До тонального відносять шуми, у спектрі яких є дискретні тони. Тональність шуму встановлюється шляхом вимірів у трьохоктавних смугах частот при умові перевищення рівня звукового тиску в одній смузі над сусідніми не менше ніж на 10 дБ. До широкосмуговий відносять шуми з нескінченним спектром і з шириною смуги більше однієї октави.

Також шуми діляться на постійні та непостійні. До постійного відносяться шуми, рівні звуку яких за восьмигодинний робочий день змінюються в часі не більше ніж на 5 дБ. Непостійні шуми діляться на коливальні в часі, переривчасті та імпульсні. До коливальних шумів відносяться такі рівні звуку, котрих безупинно змінюються в часі. До переривчастих відносяться шуми, рівні звуку яких змінюються східчасто на 5 дБ та більше; причому тривалість інтервалів, протягом яких рівень залишається незмінним, складає 1 с і більше. До імпульсних відносяться шуми, що складаються з одного або декількох звукових сигналів, кожний з яких тривалістю менше 1 с; при цьому рівні звуку, виміряні шумомірами на часових характеристиках «повільно», «імпульс» повинні відрізнятись не менше ніж на 7 дБ.

Таблиця 12.4 – Допустимі рівні звукового тиску і рівні тиску для постійного (непостійного) широкосмугового (тонального) шуму

Вид трудової ділянки	Рівні звукового тиску, дБ в октавних смугах із середньо геометричними частотами									Рівні звуку дБ
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
На постійних робочих місцях	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

На даному підприємстві джерелами шуму є виробниче обладнання, преси, верстати та інші види виробничого обладнання.

Дія шуму негативно впливає на людину, так як знижується гострота зору, підвищується кров'яний тиск, знижується увага, також шум впливає на негрову та серечно-судинну системи.

Методи зниження шуму:

Зниження шуму в умовах виробництва здійснюється головним чином експлуатацією мало шумного обладнання.

В машинах та механізмах підвищений шум часто виникає в результаті недопустимого зносу працюючих частин, підшипників та ін. Тому в процесі експлуатації потрібно своєчасно здійснювати ремонт обладнання.

Також для зниження рівня шуму проектом передбачається використання звукопоглинаючих матеріалів та ущільнення притворів вікон, дверей, воріт та ін.

В якості засобів індивідуального захисту від шуму використовуються спеціальні навушники та протишумні каски.

12.2.5 Виробничі вібрації

Вібрацією називаються будь-які механічні коливання пружних тіл. В залежності від дії на людину, вібрації діляться на загальну і локальну. Загальна вібрація передається через опорні поверхні на все тіло людини, що сидить або стоїть, локальна – тільки на окремі частини тіла (руки, ноги).

В цехах підприємства джерелами вібрації є різні технологічні процеси, дробарки та інше.

Таблиця 12.4 – 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 робочому місці	<u>1,3</u> 108	<u>0,45</u> 99	<u>0,22</u> 93	<u>0,2</u> 92	<u>0,2</u> 92	—	—	—	—	—

Методи і засоби зменшення вібрації поділяються на колективні та індивідуальні. Основними методами колективного віброзахисту є зниження вібрації шляхом дії на джерело виникнення: відстрочка від режиму резонансу, динамічного гасіння коливань, заміна конструктивних елементів установок та будівельних конструкцій. Засоби індивідуального захисту діляться на засоби для ніг, рук та тіла працюючого.

12.2.6 Психофізіологічні фактори

а) Класи умов праці за показниками важкості праці:

Загальні енергозатрати організму (кГ/м):

Зовнішнє фізичне динамічне навантаження, виражене в одиницях механічної роботи за зміну, кГ/(Вт);

При регіональному навантаженні (для чоловіків) - 12 000(40);

При загальному навантаженні (за участю м'язів рук, тулуба, ніг) - 40 000(80);

Маса вантажу. Що постійно підіймається – до 25.

Стереотипні робочі рухи:

При локальному навантаженні (участь м'язів кистей та пальців рук)- до 60 000;

При регіональному навантаженні(участь рук та плечового суглоба) – до 30 000;

Статичне навантаження (кГ/с):

Двома руками (чоловіки) – до 70 000;

За участю м'язів тулуба та ніг – до 200 000.

Робоча поза:

Періодичне перебування в незручній позі (робота з поворотом тулуба, незручним розташуванням кінцівок) до 25% часу зміни

Нахил тулуба:

Вимушені нахили протягом зміни – 150 разів;

Переміщення у просторі(переходи задля технологічного процесу) – більше 12

б) Класи умов праці за показниками напруженості праці:

Інтелектуальні навантаження:

Зміст роботи - рішення складних завдань з вибором за алгоритмом;

Сприймання інформації та їх оцінка - сприймання інформації з наступною корекцією дій та операцій;

Розподіл функцій за ступенем складності завдання - обробка, контроль, перевірка завдання.

Сенсорні навантаження:

Зосередження (%за зміну) - до 50;

Щільність сигналів (звукові за 1 год) - до 150;

Навантаження на слуховий аналізатор (%) – розбірливість слів та сигналів від 50 до 80;

Навантаження на голосовий апарат (протягом тижня) – від 20 до 25.

Емоційне навантаження:

Ступінь відповідальності за результат своєї діяльності - є відповідальним за функціональну якість основної роботи; Ступінь ризику для власного життя – вірогідний;

Ступінь відповідальності за безпеку інших осіб – є відповідальним за безпеку інших.

Тривалість робочого дня - більше 8 год;

Змінність роботи – тризмінна (цілодобова).

12.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Дослідження стійкості роботи СЕП ПАТ «Товкачівський гірничо-збагачувальний комбінат» в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій

Проблеми з енергопостачанням призводять до порушення роботи радіоелектронних засобів. Надзвичайні ситуації природного та техногенного характеру несуть велику загрозу для цивільного населення та об'єктів господарювання.

В елементній базі під дією іонізуючих випромінювань можлива зміна майже всіх електричних і експлуатаційних характеристик, що залежить від протікання процесів іонізації і порушення структури

матеріалів.

Вибір матеріалу для загород і екранів залежить від проникаючої здатності випромінювання. Альфа-частинки затримує навіть аркуш паперу, для захисту від бета-частинок необхідні матеріали більшої густини, а захист від гамма-променів здійснюється матеріалами з великою атомною масою (свинець, вольфрам).

ЕМІ може викликати високі імпульси струмів і напруг в провідниках і кабелях зв'язку, електропередач, систем тощо. Імпульсна напруга найбільш легко виникає в високоомних неекранових і несиметричних колах. В результаті наявності таких кіл імпульсу струму чи напруги проникає в систему і спричинює пошкодження, ступінь яких залежить від чутливості складових системи вузлів.

ЕМІ являє собою велику небезпеку для апаратури, добре захищеної від дії інших уражаючих факторів. Тому слід пам'ятати про те, що захист апаратури від механічних пошкоджень не захищає від дії електромагнітного імпульсу. Такий імпульс пробиває ізоляцію, випалює елементи електричної схеми радіоапаратури, викликає коротке замикання в радіопристроях, іонізацію діелектриків, спотворює або повністю стирає магнітний запис. Найбільш часто виходять з ладу напівпровідникові прилади, резистори, конденсатори.

3.4.1 Дослідження стійкості роботи СЕП «Товкачівський гірничо-збагачувальний комбінат» в умовах дії іонізуючих випромінювань

Граничні значення експозиційних доз знаходяться в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Граничні значення експозиційних доз елементів СЕП

№	Блоки СЕП	Елементи РЕА	$D_{грi,P}$	$D_{гр,P}$
1	Блок живлення	Напівпровідники ПЗ4Н	10^5	10^4
		Резистори РК10	10^7	
		Конденсатор Modulo 10	10^6	
2	Пульт керування	Діод ДТ1253К	10^4	
		Транзистор КТ814А	10^5	
		Мікросхеми К554	10^5	

Проаналізувавши дані таблиці, визначаємо, що самим уразливим елементом системи з мінімально дозою $D_{гр}=10^4(P)$ є діоди загального призначення. Визначимо можливу дозу опромінення, прийнявши гарантійний термін роботи обладнання 3 роки, що дорівнює 26280 год.:

$$D_m = \frac{2 \cdot P_{1\max} \cdot (\sqrt{t_k} - \sqrt{t_n})}{K_{\text{нос}}} [P]; \quad (3.1)$$

Тоді можлива доза опромінення буде дорівнювати:

$$D_m = \frac{2 \cdot 4,62 \cdot (\sqrt{26280} - \sqrt{1})}{2} = 744,33 (P).$$

Так як $D_m < D_{гр}$ ($744,33 < 10^4$) то РЕА в електроенергетичній системі буде працювати стійко.

Визначаємо допустимий час роботи за формулою:

$$t_{\text{дон}} = \left(\frac{D_{gp} \cdot K_{\text{носл}} + 2 \cdot P_{1\max} \sqrt{1}}{2 \cdot P_1} \right)^2 [\text{год}]; \quad (3.2)$$

$$t_{\text{дон}} = \left(\frac{10^4 \cdot 1 + 2 \cdot 4,62 \cdot \sqrt{1}}{2 \cdot 4,62} \right)^2 = 1173432,9 \text{ (год)}.$$

Отже, можлива доза опромінення елементної бази $D_m = 744,33$ (Р), а допустима $D_d = 10^4$ (Р). Саме тому система енергопостачання є стійкою в умовах дії іонізуючого випромінювання. Допустимий час роботи в заданих умовах становить 1173432,9 год.

3.4.2 Дослідження стійкості роботи елементів системи електропостачання ТОВ «Товкачівський гірничо-збагачувальний комбінат» в умовах дії електромагнітного імпульсу

Початковими умовами оцінки стійкості є:

З початкових даних приймаємо, що $E_g = 9,59$ кВ/м;

допустиме коливання напруги живлення $U_{жк=5\%}$, В;

напруги живлення: блок живлення $U_{жк=380}$ (В);

пульт керування $U_{жк=36}$ (В).

Знаходимо напруженість поля горизонтальної складової:

$$E_z = 10^{-3} \cdot E_{\text{вмакс}}, [кВ/м]; \quad (3.3)$$

$$E_z = 9,59 \cdot 10^{-3} \text{ (кВ/м)}.$$

Максимальна довжина струмоведучих частин:

- блок живлення $l_{B1} = 25$ м; $l_{T1} = 17$ (м);

- пульт керування $l_{B2} = 19$ м; $l_{T2} = 24$ (м);

Визначаємо напругу наводки у вертикальних та горизонтальних струмопровідних частинах:

$$U_g = E_z \cdot l_g, [В]; \quad (3.4)$$

$$U_z = E_g \cdot l_z, [В]; \quad (3.5)$$

де l_g - максимальна довжина провідників, розташованих вертикально,

м,

l_z - максимальна довжина провідників, розташованих горизонтально,

М.

$$U_{B1} = 9,5 \cdot 10^{-3} \cdot 25 = 237,5 \text{ (В)}, \quad U_{Г1} = 9500 \cdot 17 = 161500 \text{ (В)},$$

$$U_{B2} = 9,5 \cdot 10^{-3} \cdot 19 = 180,5 \text{ (В)}, \quad U_{Г2} = 9500 \cdot 24 = 228000 \text{ (В)},$$

Знаходимо допустиме коливання напруги живлення та системи керування за формулою:

$$U_{Д} = U_{Ж} + \frac{U_{Ж}}{100} \cdot N \text{ [В]} \quad (3.6)$$

Де $U_{Ж}$ – напруга живлення, В;

N – допустиме відхилення напруги, %

$$U_{Д1} = 380 + \frac{380}{100} \cdot 5 = 399 \text{ (В)}$$

$$U_{Д2} = 36 + \frac{36}{100} \cdot 5 = 37,8 \text{ (В)}$$

Результат заносимо в таблицю 3.2.

Визначаємо коефіцієнти безпеки системи окремо:

$$K_{\text{бв}} = 20 \lg \frac{U_{\text{д}}}{U_{\text{в}}} \text{ [дБ]}; \quad K_{\text{бг}} = 20 \lg \frac{U_{\text{д}}}{U_{\text{г}}} \text{ [дБ]};$$

(3.7)

$$K_{\text{бв.1}} = 20 \lg \frac{399}{237,5} = 4,05 \text{ (дБ)}; \quad K_{\text{бг.1}} = 20 \lg \frac{399}{161500} = -52,1 \text{ (дБ)};$$

$$K_{\text{бв.2}} = 20 \lg \frac{37,8}{180,5} = -13,6 \text{ (дБ)}; \quad K_{\text{бг.2}} = 20 \lg \frac{37,8}{228000} = -75,6 \text{ (дБ)}.$$

Результати розрахунків заносимо в таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 – Результати оцінки стійкості СЕП

№	Блоки СЕП	$U_{\text{доп}}$	$K_{\text{Б}}^{\text{В}}, \text{ (дБ)}$	$K_{\text{Б}}^{\text{Г}}, \text{ (дБ)}$	Результат
1	Блок живлення	380	4,05	-52,1	нестійкий
2	Блок керування	30	-13,6	-76,5	нестійкий

Так як $K_{\text{бв}} < 40$ дБ , $K_{\text{бг}} < 40$ дБ то апаратура буде нестійка в роботі, потрібно проводити захисне екранування обладнання пасивними екранами.

3.5 Розробка превентивних заходів по підвищенню стійкості роботи елементів системи електропостачання СЕП «Товкачівський гірничо-збагачувальний комбінат» в умовах впливу загрозливих чинників надзвичайних ситуацій

Вибір матеріалу для загороджень і екранів залежить від проникаючої здатності випромінювань. Доцільно виконати захисне екранування обладнання СЕП, що дасть змогу зменшити вплив ЕМІ. Щоб визначити якої товщини необхідно застосувати екран, знайдемо перехідне затухання екрану:

$$A = K_{б.норм} - K_{б.роз.мін}, \quad (3.8)$$

де $K_{б.норм}$ - номінальний коефіцієнт безпеки ($K_{б.норм} = 40$ (дБ));

$K_{б.роз.мін}$ - мінімальний коефіцієнт безпеки, отриманий при розрахунку.

Визначаємо товщину захисного екрану:

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

де t – товщина стінки екрана, см;

$f=15000$ Гц.

Отже, визначаємо з даної формули товщину стінки екрана для кожного елемента СЕП:

$$t_1 = \frac{40 - (-52,1)}{5,2 \cdot \sqrt{15000}} = 0,13 \text{ (см)},$$

$$t_2 = \frac{40 - (-76,5)}{5,2 \cdot \sqrt{15000}} = 0,19 \text{ (см)}.$$

Таким чином, при екрануванні системи живлення з використанням екрану 0,13 см та пульта керування з використанням екрану товщиною 0,19 см, система електропостачання буде стійкою в умовах дії ЕМІ.

Також в даному розділі було оцінено стійкість роботи системи електропостачання СЕП «Товкачівський гірничо-збагачувальний комбінат» в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій та розроблено

заходи по підвищенню стійкості її роботи. В умовах дії іонізуючого випромінювання система електропостачання буде працювати стійко, оскільки $D_{гр} > D_m$, допустимий час роботи в заданих умовах становить 1173432,9 год.

Оцінка стійкості роботи системи при дії електромагнітного імпульсу показала, що робота обладнання стійка, при застосуванні захисних сталевих пасивних екранів товщиною 0,13 см та 0,19 см.

ВИСНОВОК

В магістерській кваліфікаційній роботі розроблені особовості енергозбереження в системі електропостачання ПАТ «Товкачівський гірничо-збагачувальний комбінат». В рамках цього синтезовано саму систему електропостачання, виявленні особливості протікання технологічного процесу добичі порід, визначенні операції, при виконанні яких, витрачається багато електроенергії.

Враховуючи енергоємність технологічного процесу, при розробці загальної системи електропостачання основна увага була сконцентрована на розрахунках електричних навантажень, потужності та кількості трансформаторних підстанцій, оптимальному вибору марок та перерізу провідників і кабелів, комутаційно-захисної апаратури 6-0,4 кВ.

В роботі запропоновано та розроблені заходи з регулювання графіків електричного навантаження, що безпосередньо впливає на економію електроенергії.

Сформульовані основні положення по регулюванню енергозбереженням на гірничих підприємствах і доведена необхідність створення ефективної системи керування ним. Рекомендовано створення та впровадження енергозберігаючих заходів на всіх рівнях керування підприємством. Тільки тоді буде досягнуто ефект від керування, коли всі програми різних ієрархічних рівнів будуть взаємо пов'язанні.

Запропонований оригінальний підхід до розрахунку компенсації реактивної потужності, що дозволяє значно зменшити втрати активної енергії.

В магістерській кваліфікаційній роботі розроблені також питання економічного характеру, охорони праці та безпеки життєдіяльності гірничо-збагачувального комбінату.

ЛІТЕРАТУРА

1. М.Й Бурбело Розрахунки в системах електропостачання – Вінниця ВДТУ, 2002. – 76 с.
2. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию /Под ред. А.А. Федорова. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - Т.1 - 580 с., т.2 - 591 с.
3. Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования /Под ред. Ю.Г. Барыбина/ и др. - М.: Энергоатомиздат, 1991.
4. Правила улаштування електроустановок. – Київ, 2017. – 617с.
5. А.Д.Смирнов, К.М.Антипов Справочная книжка энергетика . - М.: Энергоатомиздат, 1984. - 440 с.
6. Н.А. Казак., Б.А. Князевский, С.С. Лазарев, Д.С. Лившиц. Электроснабжения промышленных предприятий /Под ред. Н.А. Казак., Б.А. Князевский / и др. - М.-Л.: Энергия, 1966. - 535 с
7. Неклепаев Б.И., Крючков Й.П. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 608 с.
8. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий: Проектирование и расчет /А.С. Овчаренко и др. - Киев: Техніка, 1985. - 185 с.
9. Михайлов В.В. Тарифы и режимы электропотребления. – 2е изд.,перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 216 с.
10. Головкин П.П. Энергосистема и потребители электрической энергии. – М.: Энергоатомиздат, 1984, - 360с.
11. Рогальський Б.С., Войтюк Ю.П. Контроль електроспоживання гірничих машин і технологічних властивостей гірських порід. – Універсум- Вінниця, 2009. – 80с.
12. Методичні вказівки до виконання розділу “Охорона праці” в дипломних проектах і роботах студентів електротехнічних спеціальностей /Уклад. О.В. Кобилянський, О.П. Терещенко – Вінниця: ВНТУ, 2004. – 45 с.
13. Перелік небезпечних шкідливих факторів. Режим доступу:

http://pidruchniki.ws/15290527/bzhd/perelik_nebezpechnih_shkidlivih_virobnichih_faktoriv.

14. НПАОП 0.00-1.28-10 Правила охраны труда при эксплуатации электронно-вычислительных машин. - [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://document.ua/pravila-ohoroni-praci-pid-chas-ekspluataciyi-elektronno-obch-nor17970.html>

15. ДНАОП 0.00-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0093-98>

16. Гігієнічна класифікація праці (за показниками шкідливості і небезпеки факторів виробничого середовища від 12.08.1986 № 4137-86. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/v4137400-86>

17. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>

18. ДБН В.2.5-28-2006 Природне і штучне освітлення - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://document.ua/prirodne-i-shtuchne-osvitlennja-nor8425.html>

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

Додатки

Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

УЗГОДЖЕНО

“ ” _____ 2020р.ЗАТВЕРДЖЕНО
Зав. кафедри ЕСЕМд.т.н., проф. Бурбело М.Й.
“ ” _____ 2020 р.**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**

до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему:

Особливості енергозбереження в системі електропостачання Приватного акціонерного товариства «Товкачівський гірничо-збагачувальний комбінат»

Науковий керівник:

к.т.н., доц. Войтюк Ю.П.

(підпис)

Виконавець: студент гр. ЕСЕ - 19м

Тимошенко В.С. _____
(підпис)

Вінниця 2020 р.

1. ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (МКР)

Робота виконується на підставі наказу ВНТУ за № ____ від ____ . ____ .20.

Дата початку роботи ____ . ____ .20р.

Дата закінчення роботи ____ . ____ .020.

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

а) мета – розробка системи електропостачання.

б) призначення розробки – виконання магістерської кваліфікаційної роботи.

в) вихідні дані для виконання МКР:

Генплан підприємства (рисунок А.1); відомості про особливості технологічних процесів, відомості про електричні навантаження підприємства (таблиця А.1); відомості про джерела живлення та перспективу розвитку підприємства.

3. ДЖЕРЕЛА РОЗРОБКИ

3.1 Методичні вказівки до оформлення дипломних проектів (робіт) у Вінницькому національному технічному університеті / Уклад. Г.Л. Лисенко, А.Г. Буда, Р.Р. Обертюх. – Вінниця: ВНТУ, 2006. – 60 с,

3.2 Правила улаштування електроустановок. - 5-те вид., переробл. й доповн. - Х .: Міненерговугілля України, 2014.

3.3. М.Й. Бурбело «Проектування систем електропостачання. Приклади розрахунків».- Вінниця: ВНТУ, 2005р.

3.4 ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення.

3.5 Методичні вказівки до виконання магістерської кваліфікаційної роботи студентами спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» /Л.Б. Терешкевич, О.Д.Демов, Ю.А. Шулле. – Вінниця: ВНТУ, 2006р.

4. ЕТАПИ І ТЕРМІН ВИКОНАННЯ РОБОТИ

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

5. МАТЕРІАЛИ, ЩО ПОДАЮТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ МКР

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

6. ПОРЯДОК КОНТРОЛЮ ВИКОНАННЯ ТА ЗАХИСТУ МКР

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

7. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

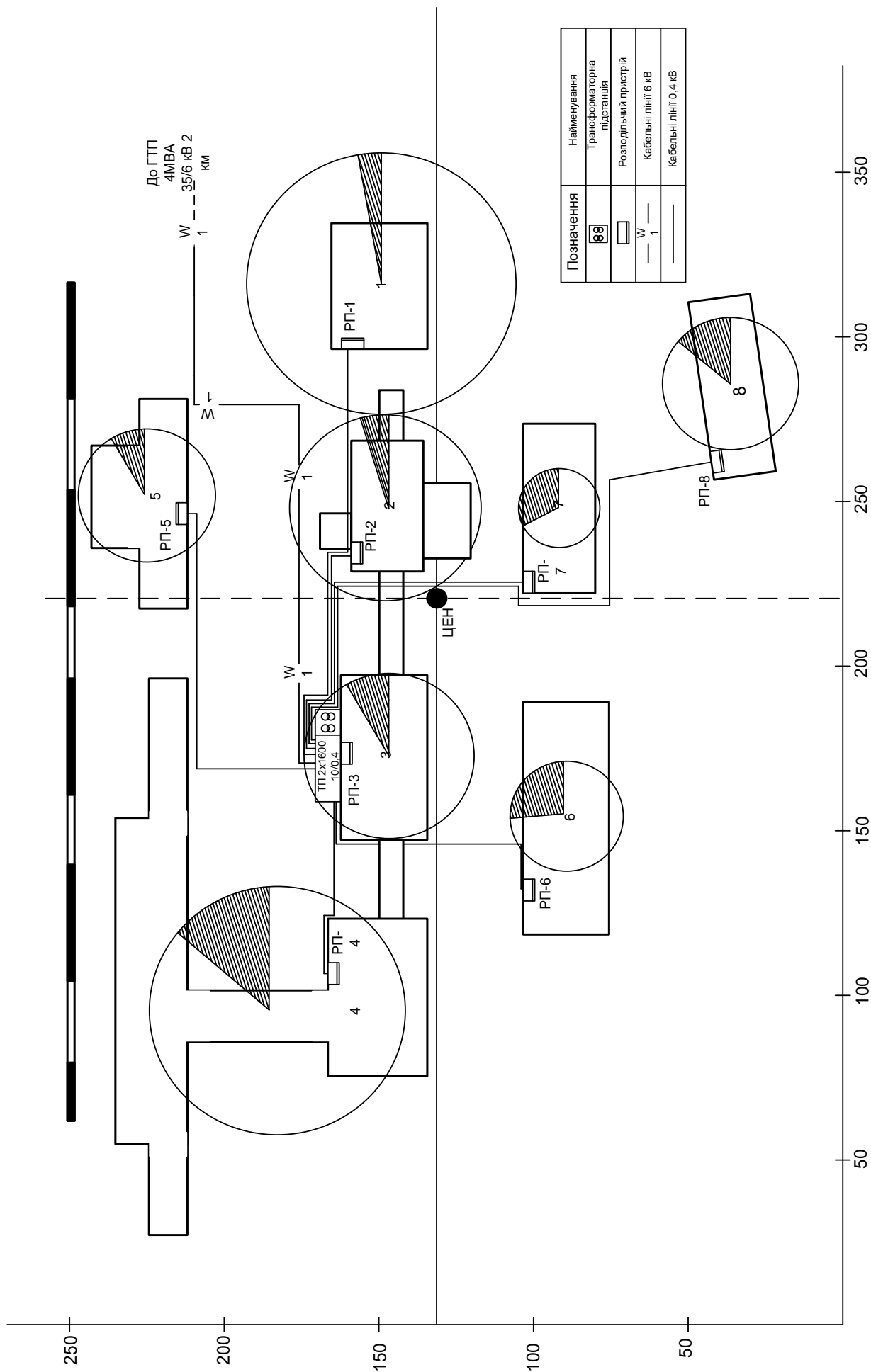
7.1 Дані про патентоспроможність

Не передбачається

8 ОЧІКУВАНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ

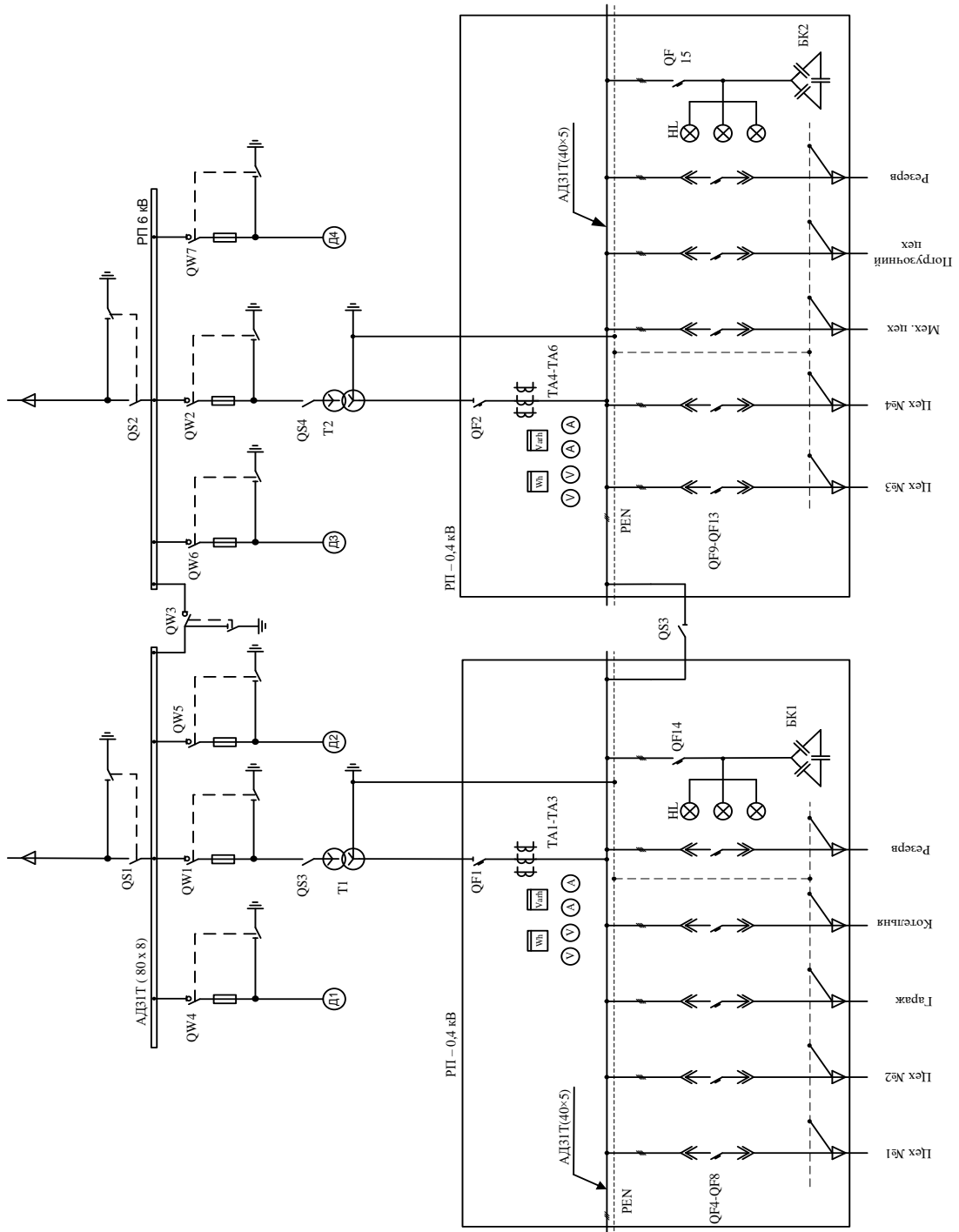
Не передбачається

Додаток Б
Генплан підприємства



Додаток В

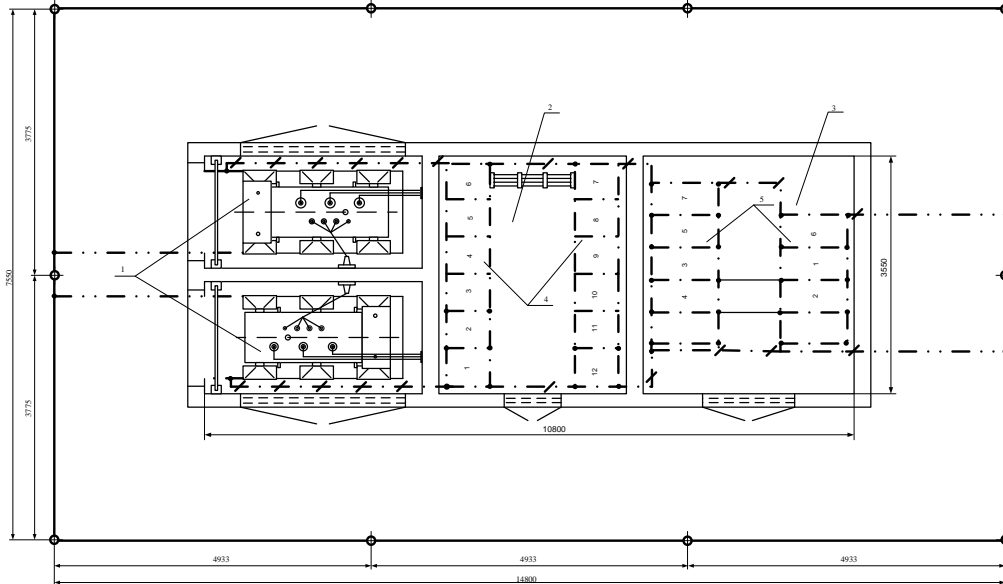
Однолінійна схема електричних з'єднань



Позн.	Найменування	К	Проби тис
OW1-QW5	Вимикач навантаження ВНУ-6400-10мУ3	5	
QS1-QS2	Роз'єднувач SL3 3х3	2	
T1, T2	Трансформатор ступінчатий ТМ 1600/60,4	2	
PK, PK2	Личильник активної енергії СЕ300	2	
PA1-PA6	Личильник реактивної енергії LZQM	6	
PV1, PV2	Амперметр Соколикс 72	2	
TA1-AT6	Вольтметр Соколикс 96	6	
TA1-A6	Трансформатор струму ТСВ-100-125	6	
QF	Вимикач автоматичний АР440S	2	
QF4-F13	Вимикач автоматичний серії ВА	12	
BK1, BK2	Відгарт конденсатор	2	
HL	Розрядний опір	2	

Додаток Г

План заземлення ТП



- Умірений проміслювання**
- ⊕ - Зовнішній заземлювач (сталевої арматури Ø 12 мм, l = 4 м)
 - + · + - Внутрішній контур заземлення
 - · — - Металоконструкції, котрі заземлюються
 - · - · - Зовнішній контур заземлення
- Примітка:**
1. Заземлювачі пристрої виконують у відстані до 0,6 м від стіни.
 2. Зовнішній опір заземлювача контуру не повинен перевищувати 4 Ом; цей опір має бути забезпечений у будь-яку пору року;
 3. Заземлення металоконструкцій під електрообладування здійснюється відлученням від основних магістралей і виконуються сталеві перерізи 25x4 мм.
 4. В РП та у приміщенні щитової у місці магістралей заземлення використовуються закладки кутини для встановлення кавер КСО на панелі ЩО-70М щита 0,4 кВ.

Системізація на метал

№	Назва	Розмір мм	Об'єм		Маса, кг		Примітка
			м	м ²	кг	кг	
I Внутрішній контур заземлення							
1	Сталь стрічкова	25x4	1	20	0,79	36	КОСТ 100-57
II Зовнішній контур заземлення							
2	Електрош	Ø12	8	1,2	9,6		
3	Сталь стрічкова	Ø12	45	1,26	36		КОСТ 100-57

Поз.	Позначення типу виробу	Найменування	К-ть шт.	Примітка
1	ТМ-160006	Системний трансформатор	2	
2		Розподільний пристрій 0,4 кВ	1	
3		Розподільний пристрій 6 кВ	1	
4	ЩО-70М	Панель 0,4 кВ	12	
5	КСО-272	Панель 6 кВ	7	

Додаток Д

Техніко-економічні характеристики СЕП

Показники	Позначення	Величина показників	Одиниця вимірювання
К-сть корисно спожитої ел.енергії	Е _а	1597180	кВт·год.
Річне споживання ел.енергії із втратами	Е	1638447,372	кВт·год.
Плата за електроенергію	П ₁	1769523,162	грн.
Витрати на передачу і розподіл ел.ен.	С _п	242356,129	грн.
Собівартість ел.енергії	S	198,9	коп/кВт·год.