

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

Пояснювальна записка
до магістерської кваліфікаційної роботи

магістр
(освітній ступінь)

на тему: «ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ З
УРАХУВАННЯМ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЧОГО
ПІДПРИЄМСТВА «КИЇВСЬКЕ ТЕРИТОРІАЛЬНЕ УПРАВЛІННЯ» ФІЛІЯ «ЦЕНТР
БУДІВЕЛЬНОМОНТАЖНИХ РОБІТ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД»
АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА «УКРАЇНСЬКА ЗАЛІЗНИЦЯ»

Виконав: студент 2 курсу, гр. ЕМ-18м
спеціальність 141 – Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка
освітня програма «Енергетичний менеджмент»

Гилун Микола Борисович
(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н. доц., Шуллер Ю. А.
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали)

Вінниця – 2019 року

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет електроенергетики та електромеханіки
Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту
Освітньо-кваліфікаційний рівень – магістр
Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Освітня програма – Енергетичний менеджмент

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

« ____ » _____ 2019р.

**ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

Гилуну Миколі Борисовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ З УРАХУВАННЯМ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЧОГО ПІДПРИЄМСТВА «КИЇВСЬКЕ ТЕРИТОРІАЛЬНЕ УПРАВЛІННЯ» ФІЛІЯ «ЦЕНТР БУДІВЕЛЬНОМОНТАЖНИХ РОБІТ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД» АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА «УКРАЇНСЬКА ЗАЛІЗНИЦЯ»

керівник роботи Шулле Юлія Андріївна, к.т.н., доцент.

затверджені наказом по ВНТУ від «02» 10 2019 року, № 254

2. Строк подання студентом роботи «03» 12 2019 року.

3. Вихідні дані: генплан підприємства; відомості про електричні навантаження підприємства; відомості про джерела живлення, їх віддаленість (Додаток Б).

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки

АНОТАЦІЯ

ВСТУП

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ДОСЛІДЖЕНЬ

2 АНАЛІЗ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА

3 МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА

4 ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ З УРАХУВАННЯМ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПІДПРИЄМСТВА

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА РОБОТИ

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НС

ВИСНОВКИ

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

ДОДАТКИ

5. Перелік графічного матеріалу: матеріали роботи.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Спеціальна частина	Шулле Ю.А., д.т.н., проф., каф. ЕСЕЕМ		
Теплова частина	Головченко О. М., к.т.н., доц. каф. ЕСЕЕМ		
Економічна частина	Шулле Ю. А., к.т.н., доцент, каф. ЕСЕЕМ		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Кобилянський О. В., д.пед.н., професор		
Нормконтроль	Войтюк Ю. П., к.т.н., ст. викл., каф. ЕСЕЕМ		

7. Дата видачі завдання « 03 » 09 2019 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Загальні відомості про підприємство та постановка задач досліджень	04.09.19	виконано
2	Оцінка ефективності системи електропостачання АТ «Українська залізниця»	08.10.19	виконано
3	Підвищення ефективності котельні підприємства АТ «Українська залізниця»	25.10.19	виконано
4	Аналіз стану проблеми стимулювання промислових підприємств до енергозбереження	15.11.19	виконано
5	Економічна частина роботи	22.11.19	виконано
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	29.11.19	виконано

Студент

_____ (підпис)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

Гилун М. Б.

(прізвище та ініціали)

Шулле Ю. А.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Гилун М. Б. «Підвищення ефективності енергоспоживання з урахуванням технологічного процесу виробничого підприємства «Київське територіальне управління» філія «Центр будівельномонтажних робіт та експлуатації будівель і споруд» Акціонерного товариства «Українська залізниця» Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. – Вінниця: ВНТУ, ФЕЕЕМ, кафедра ЕСЕЕМ, 2019. – 116 с.

В даній магістерській кваліфікаційній роботі розглядається підвищення ефективності енергоспоживання досліджуваного промислового підприємства з урахуванням технологічного процесу. Розглянуто основні відомості про досліджуване підприємство та проаналізовано існуючу систему електропостачання та теплопостачання. Проведено аналіз стану енергоефективності промислового підприємства та розроблено заходи щодо підвищення енергоефективності.

Ключові слова: ефективність енергоспоживання, електропостачання, теплопостачання, енергозбереження.

ABSTRACT

Gylun M. B. «Increasing the efficiency of energy consumption in view of the technological process of the production enterprise «Kyiv territorial administration» branch «Center of construction works and operation of buildings and structures» joint-stock company «Ukrainian railways» - specialty 141 - Electric power, electrical engineering and electromechanics. - Vinnytsia: VNTU, FEEEM, department of ESEEM, 2019. – 116 P.

In this master's qualification work is considered the increase of energy efficiency of the studied industrial enterprise taking into account the technological process. The basic information about the studied enterprise is considered and the existing system of power supply and heat supply is analyzed. An analysis of the energy efficiency of an industrial enterprise was carried out and measures were taken to improve energy efficiency.

Keywords: energy efficiency, electricity supply, heat supply, energy saving.

Drawings – 23

Tables – 37

Bibliographies – 42

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ	10
1.1 Характеристики технологічних процесів підприємства	10
1.2 Відомості про електричні навантаження підприємства	11
2 АНАЛІЗ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА.....	14
2.1 Навантаження цехової мережі	14
2.2 Комутаційно-захисна апаратура та кабельні зв'язки цехової мережі	17
2.3 Схема внутрішньозаводського електропостачання та основні елементи заводської мережі	20
2.4 Розрахунок струмів КЗ в мережах напругою до 1000 В.....	22
2.5 Розрахунок струмів КЗ загальнозаводської мережі.....	25
3 МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА	33
3.1 Розрахунок існуючої теплової схеми котельні	33
3.2 Математична модель розрахунків.....	34
3.3 Розрахунок теплової схеми на ЕОМ.....	39
3.4 Модернізація теплової схеми котельні.....	44
3.5 Капіталовкладення в проект.....	46
3.6 Розрахунок техніко-економічних показників заміни котлів.....	49
3.7 Реконструкція котлоагрегатів на спалювання вугілля.....	54
4 ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ З УРАХУВАННЯМ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПІДПРИЄМСТВА	62
4.1 Основні теоретичні засади ефективності енергоспоживання	58
4.2 Підвищення ефективності енергоспоживання шляхом встановлення обліку витрат енергоресурсів на підприємстві	66
4.3 Додаткові заходи для підвищення ефективності енергоспоживання на підприємстві.....	72

5 РОЗРАХУНОК СОБІВАРТОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА ПРОМИСЛОВОМУ ПІДПРИЄМСТВІ ПРИ ПРИЙНЯТТІ ІНОВАЦІЙНИХ РІШЕНЬ.....	75
5.1 Мета розрахунків та характеристика вихідних даних.....	75
5.2 Розрахунок капіталовкладень та характеристика вихідних даних.....	78
5.3 Розрахунок поточних витрат.....	80
5.4 Розрахунок собівартості електроенергії.....	92
6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	99
6.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта.....	105
6.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії	115
6.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Дослідження стійкості роботи системи енергопостачання підприємства в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій.....	109
ВИСНОВКИ.....	120
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	122
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Актуальність роботи. На сьогоднішній день підвищення енергоефективності є одним з основних завдань щодо збільшення результативності виробництва та зниження собівартості виробленої продукції. Сучасним промисловим підприємствам необхідно змінити підхід до використання енергоресурсів. Основним завданням є економне витрачання енергоресурсів системою електропостачання підприємства.

Система електропостачання (СЕП) – це сукупність електроустановок, що пов'язані процесом виробництва, передачі, перетворення і розподілу електричної енергії до споживачів.

Головним фактором при прийнятті проектних рішень щодо підвищення енергоефективності промислових підприємств є вартість і трудомісткість впровадження енергозберігаючих засобів та заходів, надійність та безпечність експлуатації енергоефективних електротехнічних установок, економічна доцільність та вигідність прийнятих рішень, а також дотримання в допустимих межах показників якості електроенергії.

Мета і задачі дослідження. Метою даної магістерської кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності енергоспоживання з урахуванням технологічного процесу Виробничого підприємства «Київське територіальне управління» філія «Центр будівельномонтажних робіт та експлуатації будівель і споруд» Акціонерного товариства «Українська залізниця».

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі задачі:

- Розглянути основні відомості про досліджуване підприємство та проаналізувати існуючу систему електропостачання та теплопостачання;
- Провести аналіз стану енергоефективності промислового підприємства та розробити заходи щодо підвищення енергоефективності;
- Виконати розрахунок економічної частини роботи;
- Розробити заходи з охорони праці та безпеки виробництва в надзвичайних ситуаціях.

Об'єктом дослідження є процес підвищення енергоефективності промисловим підприємством.

Предмет дослідження – енергоефективність системи енергопостачання та теплопостачання підприємства.

Методи дослідження. Виконані дослідження базуються на основних положеннях електротехніки та теплотехніки.

Наукова новизна дослідження полягає в обґрунтуванні теоретичних та практичних основ впровадження заходів з підвищення енергоефективності системи електропостачання та теплопостачання.

Практичне значення одержаних результатів. Здійснення запропонованих у роботі заходів дозволить:

- Підвищити енергоефективність промислового підприємства,
- Забезпечити зниження витрат і втрат енергоресурсів,
- Знизити собівартість продукції.

Апробація результатів магістерської кваліфікаційної роботи. Основні теоретичні положення й найвагоміші практичні результати виконаного дослідження було обговорено на науково-технічній конференції професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету за участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м. Вінниці та області у 2019 році. За результатами опубліковано тези доповіді [34, 35].

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО

1.1 Характеристики технологічних процесів підприємства

Підприємство знаходиться за адресою м. Київ, вул. Будіндустрії, 5, 01013. На сьогоднішній день на підприємстві виробляється широкий спектр продукції з бетону та залізобетону. Виробничі потужності заводу дозволяють у найкоротший термін виготовити необхідну для забезпечення потреб замовника кількість продукції. Лінії з виробництва бетонів та будівельних розчинів дозволяють виробляти всі існуючі марки бетонів та розчинів. Виробничі потужності підприємства дозволяють забезпечити виробництво всіх типів залізобетонних виробів та конструкцій. Асортимент продукції задовольнить потреби найвибагливіших замовників. [1]

Контроль якості продукції здійснюється у виробничій лабораторії заводу з використанням сучасних засобів вимірювання та випробувального обладнання. Продукція підприємства відповідає всім стандартам, що підтверджено сертифікатами відповідності Державної Системи Сертифікації УкрСЕПРО.

На сьогодні залізобетон є одним з найпоширеніших будівельних матеріалів. Він має масу позитивних характеристик і якостей для різного роду будівельних процесів. Будівлі, які були виконані з цього матеріалу, будуть довговічними, вогнестійким і стійкими до дій з боку зовнішнього середовища.

Також до позитивних якостей залізобетону можна додати надійність і стійкість до будь-яких видів навантаження. Варто відмітити, що залізобетонні конструкції стійкі до різких перепадів температури, що робить його незамінним матеріалом.

Враховуючи великий досвід роботи та виробничі потужності, завод пропонує замовникам комплекс послуг на всіх етапах співробітництва, а саме: виготовлення складних залізобетонних виробів за індивідуальним проектом та по ескізам замовника, сертифікація; гарантія отримання виробів надійної якості та вчасної доставки на об'єкти будівництва; консультації спеціалістів; доставка бетону та розчину; проектні та монтажні роботи; доставка залізобетонних виробів.

На підприємстві діють такі системи: система електропостачання, система теплопостачання, система водопостачання та каналізації, система освітлення.

В котельні встановленні три котли типу ГМ-50-14-250. Коефіцієнт корисної дії парового котла – 90%, річне викорстання газу 5371 тис. м³. Паливом для котельні є: природній газ. Паровидатність котла 50 т/год, тиск пари 1,4 МПа, температура насиченої пари $t_0 = 250^{\circ}\text{C}$ [1].

1.2 Відомості про електричні навантаження підприємства

Підприємство споживає електричну енергію яка постачається від п/ст. 110/10 та природній газ. Плата за електроенергію здійснюється за тарифом при споживанні по першому класу і дорівнює $T = 3$ грн/кВт год.

Переважною частиною електроприймачів підприємства є приймачі з тривалим режимом роботи. За надійністю електропостачання підприємство в цілому відноситься до II категорії[1].

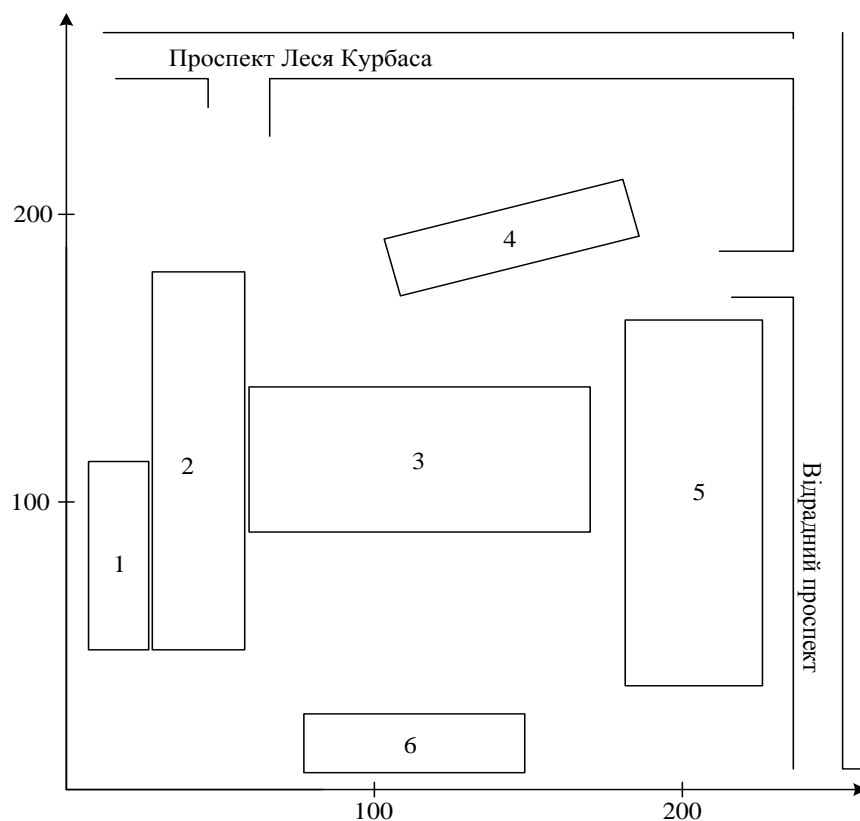


Рисунок 1.1 – Генплан підприємства

Таблиця 1.1 – Відомості про електричні навантаження підприємства

№	Назва цеху	Рн, кВт
1	Адмінкорпус	95
2	Арматурний цех	215
3	Формувальний цех	500
4	Цех металоконструкцій	200
5	Склад готової продукції	90
6	Котельня	60

Відомості про електричні навантаження виробничого корпусу подано в таблиці 1.2, план цеху зображено на рисунку 1.2.

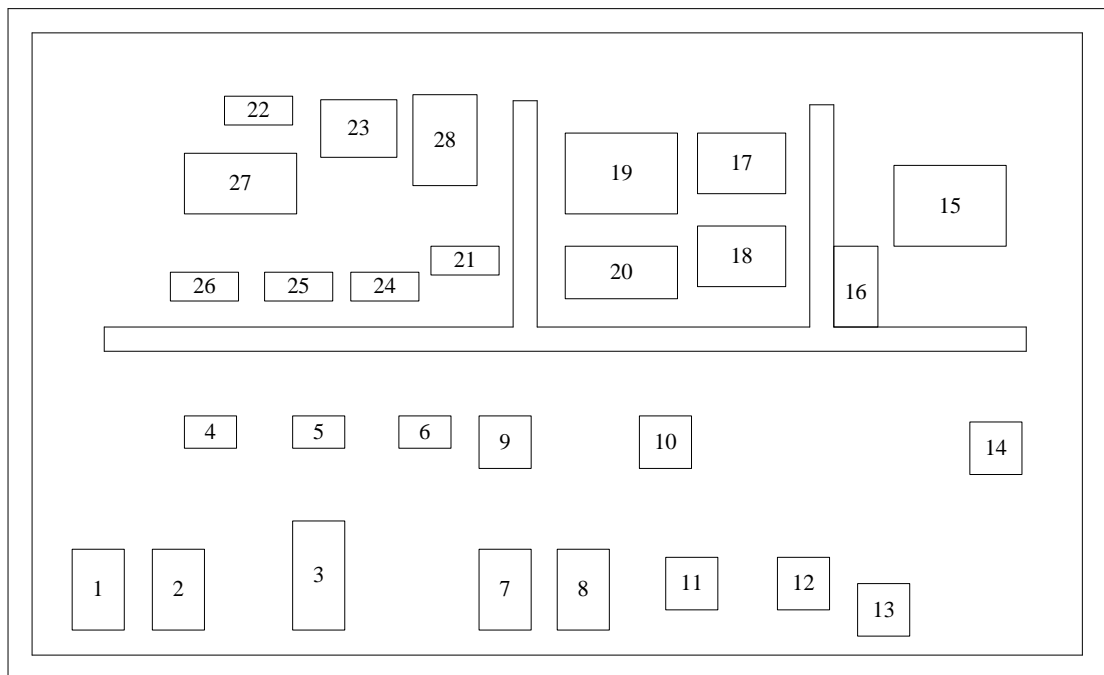


Рисунок 1.2 – План цеху

Таблиця 1.2 – Електричні навантаження цеху

№	Найменування ЕП	Рн, кВт
1,2	Прес	7,5
3	Гільйотина	7,5
4	Наждак	4

Продовження таблиці 1.2

5,6	Станок згинальний	5
7,8	Прес	5,5
9,10	Прес	3
11,12	Зварювальний апарат	20
13	Свердлильний верстат	1,1
14	Компресор	20
15	Пилка маятникова	0,55
16	Прес для паперу	4
17,18	Прес	4
19	Прес	5,5
20	Прес	6
21,22	Установка для видалення накали	0,25
23	Установка для заповнення труби	16
24,25	Установка для зняття фасок	1,5
26	Автомат для нарізання паперу	3
27	Правельний верстат	4
28	Піч	18

2 АНАЛІЗ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА

2.1 Навантаження цехової мережі

Схема живлення електроприймачів цеху складається із 2 магістральних шинопроводів до яких приєднано електроприймачі цеху рисунок 2.1. Оскільки радіальні схеми забезпечують високу надійність електропостачання, то на підприємстві застосовано радіальну схему цехової мережі, що показано на рисунку 2.1. ГРП цеху заживлено від ТП за допомогою кабелів АВВГ прокладених в трубі в землі. Приєднання під ШР до ЕП здійснюється провідником АПВ в кабельних каналах.

В якості вимикачів на лініях встановлені автоматичні вимикачі від виробника ЕТІ типу ЕВ та ЕВ2 з напівпровідниковим чи тепловими і електромагнітним розчіплювачем.

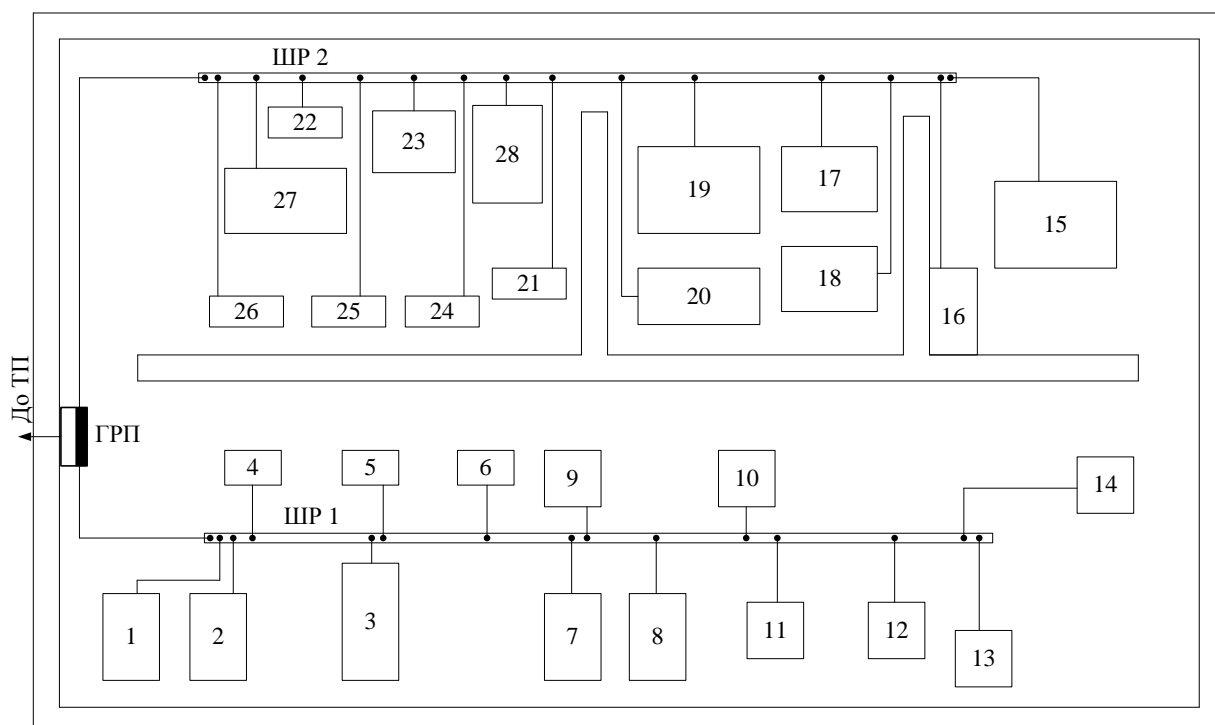


Рисунок 2.1 – План електропостачання цеху

Розрахункові навантаження для живлячих мереж напругою до 1 кВ визначають за формулами [2]:

$$P_p = K_p \cdot \sum_{i=1}^n k_{Bi} \cdot P_{Hi} ; \quad (2.1)$$

$$Q_p = \begin{cases} 1,1 \cdot \sum_{i=1}^n k_{Bi} \cdot P_{Hi} \cdot \operatorname{tg} \varphi_{Ci}, & \text{при } n_e \leq 10, \\ \sum_{i=1}^n k_{Bi} \cdot P_{Hi} \cdot \operatorname{tg} \varphi_{Ci}, & \text{при } n_e > 10; \end{cases} \quad (2.2)$$

Для магістральних шинопроводів:

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

$$Q_p = K_p \cdot \sum_{i=1}^n k_{Bi} \cdot P_{Hi} \cdot \operatorname{tg} \varphi_{Ci} ; \quad (2.4)$$

де K_p – коефіцієнт розрахункового максимуму активної потужності;

n_e – ефективне число ЕП;

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

Середні величини, активна і реактивна потужності:

$$P_C = K_B \cdot P_H ; \quad Q_C = P_C \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (2.5)$$

Електричні навантаження цехової мережі наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Розрахунок електричних навантажень цехової мережі

Вихідні дані	Розрахункові величини	n_e	K_p	Розрахункові навантаження
--------------	-----------------------	-------	-------	---------------------------

Завдання технологів				Довідкові дані			$n \square K_B \square P_H$	Q_H	$n \square P_H^2$			$P_p, \text{кВт}$	$Q_p, \text{квар}$	$S_p, \text{кВА}$	$I_p, \text{А}$
Найменування ЕП	n	$P_H, \text{кВт}$	$n \square P_H, \text{кВт}$	K_B	$\cos \phi$	$\text{tg} \phi$									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Прес	2	7,5	15	0,3	0,7	1,02	4,50	4,59	112,50						
Гільйотина	1	7,5	7,5	0,17	0,8	0,75	1,28	0,96	56,25						
Наждак	1	4	4	0,13	0,8	0,75	0,52	0,39	16,00						
Станок згинальний	2	5	10	0,17	0,65	1,17	1,70	1,99	50,00						
Прес	2	5,5	11	0,3	0,7	1,02	3,30	3,37	60,50						
Прес	2	3	6	0,3	0,7	1,02	1,80	1,84	18,00						
Зварювальний апарат	2	20	40	0,2	0,4	2,29	8,00	18,33	800,00						
Свердлильний верстат	1	1,1	1,1	0,13	0,65	1,17	0,14	0,17	1,21						
Компресор	1	20	20	0,17	0,65	1,17	3,40	3,98	400,00						
Всього ШР 1	14		114,6	0,21			24,64	35,60	1514,46	8	1,48	36,46	39,16	53,51	81,30
Пилка маятникова	1	0,55	0,55	0,15	0,65	1,17	0,08	0,10	0,30						
Прес для паперу	1	4	4	0,3	0,7	1,02	1,20	1,22	16,00						
Прес	2	4	8	0,3	0,7	1,02	2,40	2,45	32,00						
Прес	1	5,5	5,5	0,3	0,7	1,02	1,65	1,68	30,25						
Прес	1	6	6	0,3	0,7	1,02	1,80	1,84	36,00						
Установка для видалення накалу	2	0,25	0,5	0,35	0,8	0,75	0,18	0,13	0,13						
Установка для заповнення труби	1	16	16	0,3	0,65	1,17	4,80	5,61	256,00						
Установка для зняття фасок	2	1,5	3	0,35	0,8	0,75	1,05	0,79	4,50						
Автомат для нарізання паперу	1	3	3	0,13	0,7	1,02	0,39	0,40	9,00						
Правельний верстат	1	4	4	0,13	0,65	1,17	0,52	0,61	16,00						
Піч	1	18	18	0,25	0,65	1,17	4,50	5,26	324,00						
Всього ШР 2	14		68,55	0,27			18,57	20,09	724,18	6	1,28	23,77	22,10	32,45	49,30
Всього ГРП	28		183,15	0,24			43,21	55,69	2238,64	14	1,27	54,87	55,69	78,18	118,78

2.2 Комутаційно-захисна апаратура та кабельні зв'язки цехової мережі. Розміщення цехових трансформаторних підстанцій

Захисні апарати, що захищають РП встановлюються в розподільчому пристрою низької напруги трансформаторної підстанції.

Для захисту РП-1 встановлено автоматичний вимикач серії ЕВ 100/3Е 100А 4р. з номінальним струмом 100 А, номінальним струмом розчіплювача 100 А та струмом спрацювання відсічки 500 А [3].

При виборі автоматичних вимикачів повинні виконуватись наступні умови:

$$I_{н.розч} \geq K_{відс} \cdot I_p; \quad (2.6)$$

$$I_{с.в} = K_n \cdot I_n. \quad (2.7)$$

$$I_{н.ВІДК} \geq I_{К.мах}^{(3)}. \quad (2.8)$$

де $I_{н.розч}$ – номінальний струм розчіплювача;

$I_{с.в}$ – струм спрацювання відсічки;

$K_{відс}$ – коефіцієнт відстроювання, що визначається з умов надійності відстроювання захисту від перевантажень і його неспрацювання (повернення) при (після) пуску або само запуску[2];

I_m – розрахунковий струм окремого електроприймача;

K_n – коефіцієнт надійності відстроювання струмової відсічки.

Для захисту ЕП–5 встановлено автоматичний вимикач EB2S160/3LA 25A 3р з тепловими і електромагнітними розчіплювачами з номінальним струмом вимикача 25 А, номінальним струмом розчіплювача 25 А та струмом спрацювання відсічки 125 А.

Перевіримо доцільність встановлення даного типу вимикача.

Розрахунковий струм ЕП–5:

$$I_p = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi_n}; \quad (2.9)$$

$$I_p = \frac{7,5}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,7} = 16,3 \text{ (А)}.$$

Пусковий струм ЕП-5, в залежності від типу приводу:

$$I_p = \begin{cases} 5 \cdot I_p & \text{для АД з КЗ ротором чи СД;} \\ 2,5 \cdot I_p & \text{для АД з ФР;} \\ 3 \cdot I_p & \text{для ДПС та зварювальних Т – рів;} \end{cases} \quad (2.10)$$

$$I_n = 5 \cdot I_p = 5 \cdot 16,3 = 81,4 \text{ (A)}.$$

Розрахуємо номінальний струм розчіплювача та струм спрацювання відсічки для ЕП–5:

$$I_{n,\text{розчп}} \geq 1,1 \cdot 16,3 = 18 \text{ (A)};$$

$$I_{c,\text{відс}} \geq 1,5 \cdot 81,4 = 122 \text{ (A)}.$$

Отже, встановлений для захисту ЕП–5 автоматичний вимикач з напівпровідниковим розчіплювачами обрано вірно.

Характеристика комутаційно-захисної апаратури та кабельної продукції цеху наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Комутаційно–захисна апаратура та кабельні зв'язки цеху

Найменування ЕП	I_p , А	I_n , А	Тип АВ	$I_{ном}$, А	$I_{розч}$, А	$I_{св}$, А	$I_{н.ві}$ дк, кА	Тип ЛЖ	S, мм ²	спос. прок.	$I_{доп}$, А
ГРП	118,8	534,5	ЕВ2 250/3Е 125А 4р	125	125	700	15	АВВГ	3x50+1x25	відкрито	136
ШР 1	81,3	365,8	ЕВ 100/3L 100А 3р	100	100	500	6	АВВГ	3x35+1x16	відкрито	109
ШР 2	49,3	221,9	ЕВ 100/3L 63А 3р	63	63	300	6	АВВГ	3x16+1x10	відкрито	67
Прес	16,3	81,4	ЕВ 100/3L 25А 3р	25	25	125	6	АПВ	4(1x6)	в трубі	30
Гільйотина	14,2	71,2	ЕВ 100/3L 16А 3р	16	16	80	6	АПВ	4(1x4)	в трубі	23
Наждак	7,6	38,0	ЕВ 100/3L 16А 3р	16	16	80	6	АПВ	4(1x4)	в трубі	23
Станок згинальний	11,7	58,4	ЕВ 100/3L 16А 3р	16	16	80	6	АПВ	4(1x4)	в трубі	23
Прес	11,9	59,7	ЕВ 100/3L 16А 3р	16	16	80	6	АПВ	4(1x4)	в трубі	23

Продовження таблиці 2.2

Прес	6,5	32,6	ЕВ 100/3L 16А 3р	16	16	80	6	АПВ	4(1x4)	в трубі	23
Зварювальний апарат	76,0	379,8	ЕВ 100/3L 80А 3р	80	80	400	6	АПВ	4(1x35)	в трубі	85
Свердлильний верстат	2,6	12,9	ЕВ 100/3L 16А 3р	16	16	80	6	АПВ	4(1x4)	в трубі	23
Компресор	46,7	233,7	ЕВ 100/3L 63А 3р	63	63	300	6	АПВ	4(1x25)	в трубі	70
Пилка маятникова	1,3	6,4	ЕВ 100/3L	16	16	80	6	АПВ	4(1x4)	в трубі	23

			16A 3р								
Прес для паперу	8,7	43,4	ЕВ 100/3Л 16А 3р	16	16	80	6	АПВ	4(1x4)	в трубі	23
Прес	8,7	43,4	ЕВ 100/3Л 16А 3р	16	16	80	6	АПВ	4(1x4)	в трубі	23
Прес	11,9	59,7	ЕВ 100/3Л 16А 3р	16	16	80	6	АПВ	4(1x4)	в трубі	23
Прес	13,0	65,1	ЕВ 100/3Л 16А 3р	16	16	80	6	АПВ	4(1x4)	в трубі	23
Установка для видалення накалу	0,5	2,4	ЕВ 100/3Л 16А 3р	16	16	80	6	АПВ	4(1x4)	в трубі	23
Установка для заповнення труби	37,4	187,0	ЕВ 100/3Л 40А 3р	40	40	200	6	АПВ	4(1x16)	в трубі	55
Установка для зняття фасок	2,8	14,2	ЕВ 100/3Л 16А 3р	16	16	80	6	АПВ	4(1x4)	в трубі	23
Автомат для нарізання паперу	6,5	32,6	ЕВ 100/3Л 16А 3р	16	16	80	6	АПВ	4(1x4)	в трубі	23
Правельний верстат	9,3	46,7	ЕВ 100/3Л 16А 3р	16	16	80	6	АПВ	4(1x4)	в трубі	23
Піч	42,1	210,4	ЕВ 100/3Л 63А 3р	63	63	300	6	АПВ	4(1x25)	в трубі	70

Для живлення цехів заводу встановлено одну двотрансформаторну підстанцію з потужністю трансформаторів 630 кВА. Номінальні параметри яких представлені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Номінальні параметри трансформаторів

Марка	S_H , кВА	U_{BH} , КВ	U_{HH} , кВ	ΔP_{XX} , кВт	ΔP_K , кВт	I_{XX} , %	U_K , %
ТМ-630/10	630	10	0,4	1,31	8,5	2	5,5

В таблиці 2.5 наведено розподіл трансформаторних підстанцій між цехами.

Таблиця 2.5 – Розподіл трансформаторних підстанцій між цехами

№ ТП	№ цеху	Назва цеху	P_p , кВт	Q_p , кВАр	S_p , кВА	S_t , кВА	N, шт.	Kз, в.о.
ТП1	1	Адмінкорпус	77,96	42,75	88,91	630	2	0,81
	2	Арматурний цех	171,47	120,64	209,66			
	3	Формувальний цех	351,08	206,25	407,18			
	4	Цех металоконструкцій	142,86	90,00	168,85			
	5	Склад готової продукції	90,66	30,38	95,61			
	6	Котельня	52,22	22,31	56,78			
		Всього по ТП1	886,25	512,32	1023,67			

В таблиці 2.6 наведено розрахункові значення електричних навантажень підприємства

Таблиця 2.6 – Розрахункові значення електричних навантажень підприємства

№	Назва цеху	Силове навантаження						Освітлювальне навантаження					Сумарне навантаження		
		$P_{н\prime}$, кВт	$K_{п\prime}$	$\cos\phi$	$\tan\phi$	P_c , кВт	Q_c , квар	$F, м^2$	$\frac{P_{пит.}}{2}$, Вт/м	$K_{по}$	$K_{пр\prime}$, А	P_o , кВт	P_p , кВт	Q_p , квар	S_p , кВА
1	Адмінкорпус	95	0,6	0,8	0,75	57	42,75	1386	0,014	0,9	1,2	20,96	77,96	42,75	88,91
2	Арматурний цех	215	0,55	0,7	1,02	118,25	120,64	3960	0,014	0,8	1,2	53,22	171,47	120,64	209,66
3	Формувальний цех	500	0,55	0,8	0,75	275	206,25	5661	0,014	0,8	1,2	76,08	351,08	206,25	407,18
4	Цех металоконструкцій	200	0,6	0,8	0,75	120	90,00	1701	0,014	0,8	1,2	22,86	142,86	90,00	168,85
5	Склад готової продукції	90	0,45	0,8	0,75	40,5	30,38	5805	0,012	0,6	1,2	50,16	90,66	30,38	95,61
6	Котельня	60	0,6	0,85	0,62	36	22,31	1512	0,013	0,75	1,1	16,22	52,22	22,31	56,78
	Всього по підприємству	1160,00				646,75	512,32	20025				239,50	853,91	486,71	982,88

2.3 Схема внутрішньозаводського електропостачання та основні елементи заводської мережі

Живлення здійснюється від ПС 110/10, що знаходиться на відстані 2 км від підприємства.

Конструктивно заводські мережі підприємства виконані кабелями прокладеними в траншеях.

Для встановлення на стороні 10 кВ вибрано вакуумні вимикачі ВБЭ-М-10-20/630. Номінальний струм вимикачів $I_{\text{НОМ.В}} = 630 \text{ А} > I_{\text{М.ав}}$ для всіх приєднань. Власний час відключення вимикача 0,075 с.

Для живлення заводу встановлено броньовані кабелі з ізоляцією із зшитого поліетилену в ПВХ оболонці типу АПвЭБВ-10 прокладені в траншеї. Вибір кабелю виконано за допустимим струмом.

Для живлення ЦРП прокладено кабель АПвЭБВ-10 перерізом $3 \times 35 \text{ мм}^2$ з $I_{\text{доп}} = 119 \text{ А}$ [4].

Інші дані про високовольтні вимикачі та кабелі наведені в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Вибір високовольтних вимикачів та кабелів

Ділянка	I _ж , А	I _{жа} , А	Вимикач	I _{н.в} , А	Лінія Живлення		I _{доп} , А
					Тип	Переріз	
С-ТП	28	56	ВБЭ-М-10-20/200	200	АПвЭБВ-10	3x35	119
Цех №1	128,3		ЕВ2 250/3Е 160А 4р	160	АВВГ 0,4 кВ	3x70+1x35	167
Цех №2	302,6		ЕВ2 250/3Е 160А 4р	160	АВВГ 0,4 кВ	2x(3x70+1x35)	2x167
Цех №3	587,7		ЕВ2 400/3Е 400А 4р	400	АВВГ 0,4 кВ	2x(3x185+1x70)	2x320
Цех №4	243,7		ЕВ2 250/3Е 125А 4р	125	АВВГ 0,4 кВ	2x(3x50+1x25)	2x136
Цех №5	138,0		ЕВ2 250/3Е 160А 4р	160	АВВГ 0,4 кВ	3x70+1x35	167
Цех №6	82,0		ЕВ 100/3L 100А 3р	100	АВВГ 0,4 кВ	3x35+1x16	109

Схема внутрішньозаводського електропостачання показана на рисунку 2.2.

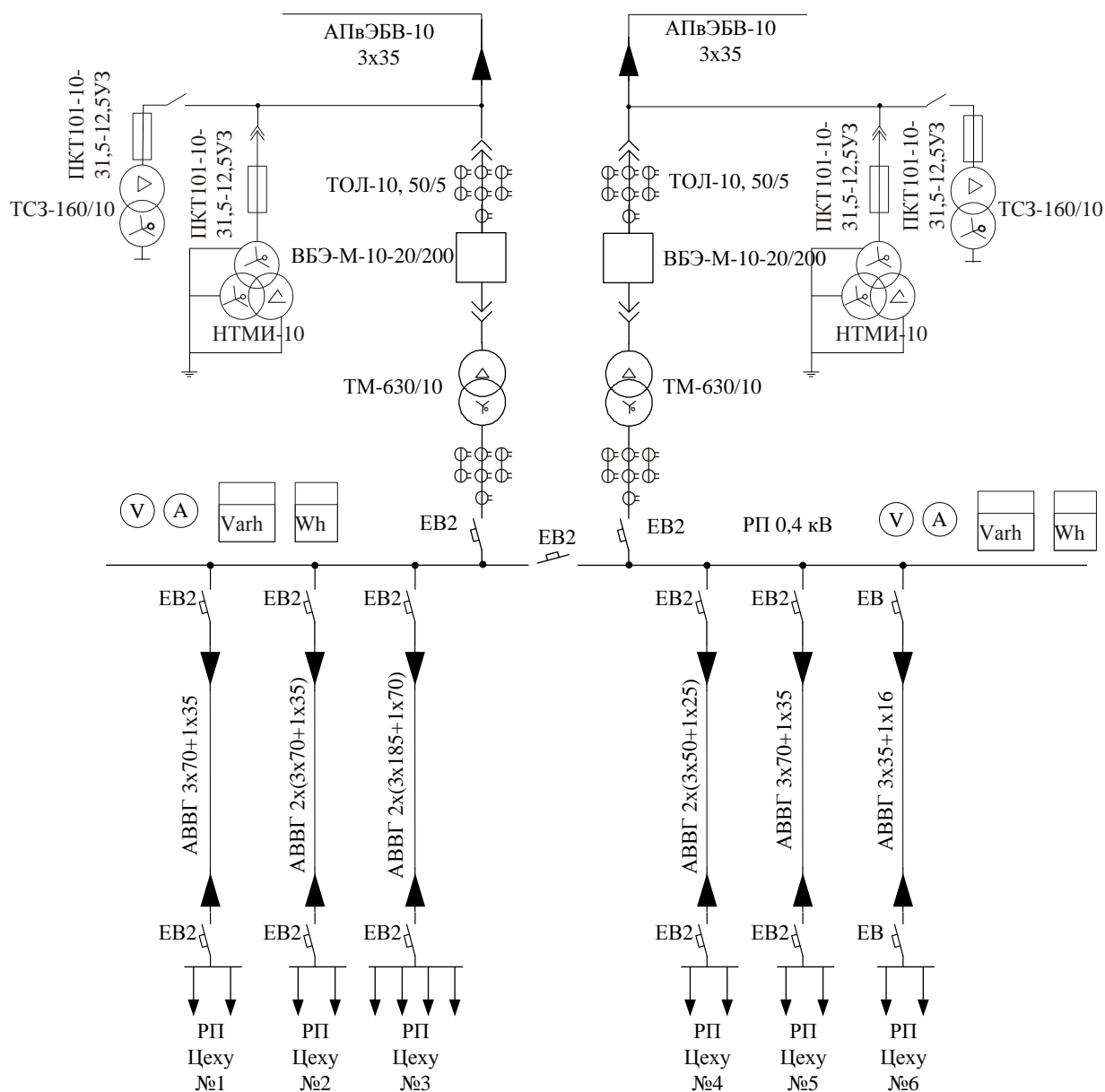


Рисунок 2.2 – Схема внутрішньозаводського електропостачання

2.4 Розрахунок струмів КЗ в мережах напругою до 1000 В

Розрахунок струмів короткого замикання проводиться з метою перевірки захисних апаратів за умовою комутаційної здатності [2].

Виконаємо розрахунок струмів короткого замикання для ділянки ТП-ГРП-ШРА. Складемо розрахункову схему (рисунок 2.3).

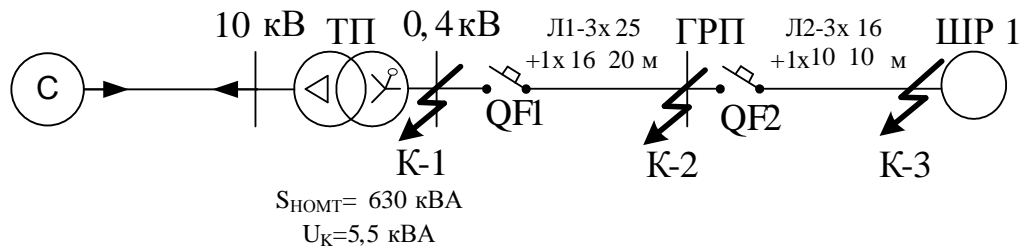


Рисунок 2.3 – Схема електропостачання ЕП-1

Знаходимо номінальний коефіцієнт трансформації

$$t_{\Gamma} = \frac{U_{\text{ВН}}}{U_{\text{НН}}} = \frac{10}{0,4} = 25. \quad (2.11)$$

Якщо трансформатор отримує живлення середньою або високою напругою, то енергопостачальна компанія повинна вказувати характеристики підстанції з якої здійснюється живлення, $I_{\text{К}}'' = 10 \text{ кА}$ [2].

Визначаємо опір системи

$$Z_c = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot I_{\text{К}}''} \cdot \frac{1}{t_{\Gamma}^2} = \frac{1,1 \cdot 10}{\sqrt{3} \cdot 10} \cdot \frac{1}{25^2} = 1,016 \text{ (МОм)}. \quad (2.12)$$

де C - коефіцієнт напруги;

U_n – номінальна напруга системи в точці з'єднання з мережею;

$I_{\text{К}}''$ – початкова сила струму КЗ.

Оскільки живлення здійснюється на напрузі 10 кВ то активний і реактивний опір системи знаходиться

$$X_c = 0,955 \cdot Z_c = 0,955 \cdot 1,016 = 0,97 \text{ (МОм)};$$

$$R_c = 0,1 \cdot X_c = 0,1 \cdot 0,97 = 0,097 \text{ (МОм)}.$$

Оскільки підприємство живиться через КЛ 10 кВ при розрахунку кз на стороні 0,4 кВ то їх опір потрібно привести до сторони 0,4 кВ. Знаходимо опори лінії 1

$$R_{L1} = r_{\text{пит}} \cdot L_1 \cdot \frac{1}{t_{\Gamma}^2} = 0,073 \cdot 1000 \cdot \frac{1}{25^2} = 11,9 \text{ (мОм)};$$

$$X_{L1} = x_{\text{пит}} \cdot L_1 \cdot \frac{1}{t_{\Gamma}^2} = 3,1 \cdot 1000 \cdot \frac{1}{25^2} = 0,28 \text{ (мОм)}.$$

Опори інших ліній

$$R_{L2} = r_{\text{пит}} \cdot L_2 = 0,549 \cdot 170 = 93,33 \text{ (мОм)};$$

$$X_{L2} = x_{\text{пит}} \cdot L_2 = 0,065 \cdot 170 = 11,05 \text{ (мОм)};$$

$$R_{L3} = r_{\text{пит}} \cdot L_3 = 0,208 \cdot 50 = 10,4 \text{ (мОм)};$$

$$X_{L3} = x_{\text{пит}} \cdot L_3 = 0,063 \cdot 50 = 3,15 \text{ (мОм)}.$$

Визначаємо опір трансформатора

$$R_{\Gamma} = 1,9 \text{ (мОм)};$$

$$X_{\Gamma} = 8,6 \text{ (мОм)}.$$

Знаходимо струми КЗ

$$I_{\text{КЗ}}^{(3)} = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{\Sigma}} ; \quad (2.13)$$

Знайдемо струм для трифазного та однофазного КЗ т. 3

$$Z_{\Sigma} = (R_c + R_{L1} + R_{\Gamma} + R_{L2} + R_{L3}) +$$

$$+ j(X_c + X_{L1} + X_{L2} + X_{\Gamma} + X_{L3})$$

$$Z_{\Sigma} = (0,97 + 11,9 + 1,9 + 93,33 + 10,4) +$$

$$+ j(0,97 + 0,28 + 8,6 + 11,05 + 3,15)$$

$$Z_{\Sigma} = 117,6 + j24 \text{ (мОм)}.$$

$$I_{\text{кз3}}^{(3)} = \frac{1,1 \cdot 380}{\sqrt{3} \cdot 120} = 2,01 \text{ (кА)}.$$

КЗ в точці 2:

$$I_{\text{кз2}}^{(3)} = \frac{1,1 \cdot 380}{\sqrt{3} \cdot 109,2} = 2,21 \text{ (кА)}.$$

КЗ в точці 1:

$$I_{\text{кз1}}^{(3)} = \frac{1,1 \cdot 380}{\sqrt{3} \cdot 17,03} = 14,2 \text{ (кА)}.$$

Для перевірки чутливості захисту необхідно визначити струми однофазних КЗ для точок, зображених на рисунку 2.4.

$$I_{\text{к}}^{(1)} = \frac{U_{\text{ф.ном}}}{\frac{Z_{\text{т}}^{(1)}}{3} + Z_{\text{ф-н}} \cdot 1} ; \quad (2.14)$$

- для точки К2

$$I_{\text{к}}^{(1)} = \frac{220}{\frac{42}{3} + 2,96 \cdot 130} = 0,55 \text{ (кА)}.$$

- для точки К3

$$I_{\text{к}}^{(1)} = \frac{220}{\frac{42}{3} + 2,96 \cdot 130 + 18,52 \cdot 12} = 0,354 \text{ (кА)}.$$

Перевіримо чи виконується умова чутливості захисту:

$$I_{H.ROZЧ} \leq \frac{I_{K.MIH}^{(1)}}{3}; \quad (2.15)$$

- для точки К2

$$I_{H.ROZЧ} = 100,8(A) < \frac{I_K^{(1)}}{3} = \frac{550}{3} = 183,3 (A).$$

- для точки К3

$$I_{H.ROZЧ} = 12,5(A) < \frac{I_K^{(1)}}{3} = \frac{354}{3} = 118 (A).$$

Умови перевірки чутливості автоматичних вимикачів виконуються.

Селективність автоматичних вимикачів перевіряємо за умовами:

$$\begin{cases} I_{c.B1} > (1,3..1,5)I_{c.B2}, \\ t_{c.B1} > t_{c.B2} + \Delta t. \end{cases} \quad (2.16)$$

Виконаємо перевірку на селективність для вимикачів, що захищають лінії ТП1 - РП1 та РП1 – ЕП5 [5].

$$\begin{cases} I_{c.B1} = 302,4(A) > (1,3..1,5) \cdot 125 = 162,5 \div 187,5(A), \\ t_{c.B1} = t_{c.B2} + \Delta t = 0,015 + 0,1 = 0,115(c). \end{cases}$$

Умови селективності виконуються.

Побудуємо карту селективності дії захисту. Зображено на рисунку 2.4.

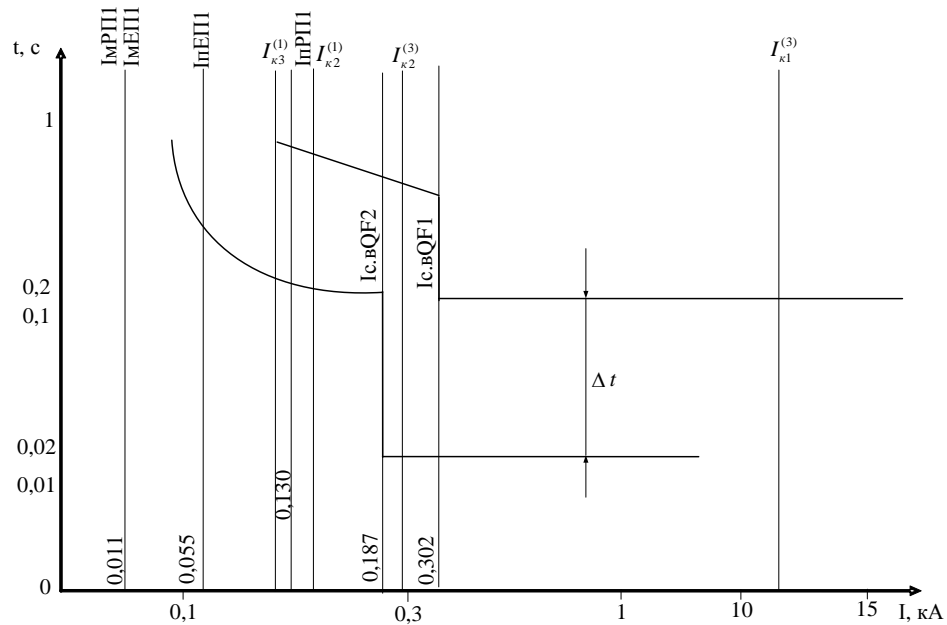


Рисунок 2.4 – Карта селективності дії захисту

2.5 Розрахунок струмів КЗ загальнозаводської мережі

В електричних установках можуть виникати різні види КЗ, які супроводжуються різким збільшенням струму. Все електрообладнання, встановлене в системах електропостачання, повинно бути стійким до струмів короткого замикання і вибирається з урахуванням цих струмів. Основними причинами виникнення струмів короткого замикання в мережі можуть бути: пошкодження ізоляції окремих частин електроустановок, неправильні дії обслуговуючого персоналу, перекриття струмоведучих установок.

Схема внутрішньозаводського електропостачання показана на рисунку 2.2.

Розрахунок струмів короткого замикання виконується з метою перевірки вибраних вимикачів і кабелів [6]. Тому необхідно визначити: періодичну складову струму трифазного КЗ в початковий момент часу $I_{ПО}$, періодичну та аперіодичну складові в момент розходження контактів, ударний струм КЗ та тепловий імпульс V_K

Складаємо схему заміщення

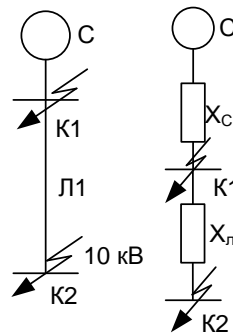


Рисунок 2.6– Розрахункова схема і схема заміщення системи електропостачання

Визначаємо опори елементів, що зведені до базисних умов

$$S_R = 1000; \quad S_{K3} = 58.$$

$$X_C = \frac{S_R}{S_K} = \frac{1000}{58} = 17,24 \text{ (в.о.)}. \quad (2.17)$$

$$\begin{aligned} X_{Л} &= X_{ЖЛ} + X_{КЛ} = X_{пит.ЖЛ} \cdot 1 \cdot \frac{S_R}{U_{сеп}^2} + X_{пит.КЛ} \cdot 1 \cdot \frac{S_R}{U_{сеп}^2} = \\ &= 0,068 \cdot 0,8 \cdot \frac{1000}{10,5^2} + 0,068 \cdot 0,04 \cdot \frac{1000}{10,5^2} = 0,54 \text{ (в.о.)} \end{aligned} \quad (2.18)$$

Знаходимо результуючі опори

$$X_{\Sigma c} = X_c + x_{л}; \quad (2.19)$$

$$x_{\Sigma c} = 17,24 + 0,54 = 17,78.$$

Початкове діюче значення струму КЗ в точці К1

$$I_R = \frac{S_R}{\sqrt{3} \cdot U_{сеп}} \quad (2.20)$$

$$I_R = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 55,05 \text{ (кА)}.$$

$$I_{\text{по.с}} = \frac{E_c''}{X_c} \cdot I_R; \quad (2.21)$$

$$I_{\text{по.с}} = \frac{1}{17,24} \cdot 55,05 = 3,19 \text{ (кА)}.$$

Розрахуємо тепловий імпульс

$$W_k = I_{\text{по.с}}^2 \cdot (t_{\text{від}} + T_{\text{асх}}). \quad (2.22)$$

$$W_k = 3,19^2 \cdot (0,115 + 0,03) = 1,48 \text{ (кА}^2\text{с)}.$$

Перевіримо живлячу лінію за умовою термічної стійкості

$$S_{\text{ек}} \geq S_{\text{мін}} = \frac{\sqrt{W_k}}{C_T}.$$

де $C_T = 90 \cdot A \cdot C^{0,5} / \text{мм}^2$ – для алюмінієвих кабелів.

$$S_{\text{мін}} = \frac{\sqrt{1,48 \cdot 10^3}}{90} = 13,5 \text{ (мм}^2\text{)}.$$

$$35 \text{ мм}^2 > 13,5 \text{ мм}^2.$$

Умова виконується, отже живлячі кабелі АПвЭБВ-10 3x35 з Ідоп=140 А вибрані вірно.

Проведемо розрахунок КЗ в точці К2 для перевірки обраних вимикачів та кабелів після ТП.

Початкове діюче значення струму КЗ в точці К2

$$I_{\text{по.с}} = \frac{E_c''}{X_{\Sigma c}} \cdot I_6; \quad (2.23)$$

$$I_{\text{но.с}} = \frac{1}{17,78} \cdot 55,05 = 3,1 \text{ (кА)}.$$

Періодична складова струму від системи не зміниться

$$I_{\text{нт_с}} = I_{\text{но.с}} = 3,1 \text{ (кА)}.$$

Розрахуємо розрахунковий час початку розмикання

$$t_{\text{від}} = t_{\text{рз.мін}} + t_{\text{В.В}} \quad (2.24)$$

$$t_{\text{від}} = 0,01 + 0,105 = 0,115 \text{ (с)}.$$

Постійна часу аперіодичної складової:

$$T_{\text{ac}} = 0,03 \text{ (с)}.$$

Аперіодична складова струму КЗ при $\tau = 0,05 \text{ с}$

$$i_{\text{ат_с}} = \sqrt{2} \cdot I_{\text{но.с}} \cdot e^{-\frac{\tau}{T_{\text{ac}}}} \quad (2.25)$$

$$i_{\text{ат_с}} = \sqrt{2} \cdot 3,1 \cdot e^{-\frac{0,115}{0,03}} = 0,09 \text{ (кА)}.$$

Ударний струм КЗ

$$i_{\text{уд.с}} = \sqrt{2} \cdot I_{\text{но.с}} \cdot \left(1 + e^{-\frac{\tau}{T_{\text{ac}}}} \right); \quad (2.26)$$

$$i_{\text{уд.с}} = \sqrt{2} \cdot 3,1 \cdot \left(1 + e^{-\frac{0,01}{0,03}} \right) = 7,53 \text{ (кА)}.$$

Розрахуємо тепловий імпульс

$$B_k = I_{\text{по.с}}^2 \cdot (t_{\text{від}} + T_{\text{асх}}); \quad (2.27)$$

$$B_k = 3,1^2 \cdot (0,115 + 0,03) = 1,39 \text{ (кА}^2\text{с)}.$$

Відповідно до ДЕСТ 687 - 78 високовольтні вимикачі повинні бути перевірені на комутаційну здатність, на динамічну стійкість, а також на термічну стійкість до дії струмів КЗ [7].

Перевірку вибраних вимикачів і провідників покажемо на прикладі встановленого вимикача ВБЭ-М-10-20/630. Дані занесені у таблицю 2.8.

Таблиця 2.8 - Перевірка вимикача ВБЭ-М-10-20/630

Умови вибору	Дані для вимикачів	Дані розрахунків
$I_{\text{н.відк}} \geq I_{\text{пт}}$	$I_{\text{н.відк}} = 10 \text{ кА}$	$I_{\text{пт}} = I_{\text{пт.с}} = 3,19 \text{ кА}$
$\sqrt{2}I_{\text{н.відкл}} \geq \sqrt{2}I_{\text{пт.с}} + i_{\text{пт.с}}$	$\sqrt{2}I_{\text{н.відкл}} = \sqrt{2} \cdot 10 = 14,1 \text{ кА}$	$\sqrt{2} \cdot 3,19 + 0,09 = 4,587 \text{ (кА)}$
$i_{\text{дин}} \geq i_{\text{уд}}$	$i_{\text{дин}} = 25 \text{ кА}$	$i_{\text{уд}} = i_{\text{уд.с}} = 7,53 \text{ (кА)}$
$I_{\text{дин}} \geq I_{\text{по}}$	$I_{\text{дин}} = 10 \text{ кА}$	$I_{\text{по}} = I_{\text{по.с}} = 3,19 \text{ (кА)}$

Висновки до розділу

В даному розділі була проаналізована система електропостачання виробничого підприємства «Київське територіальне управління» філія «Центр будівельномонтажних робіт та експлуатації будівель і споруд» Акціонерного товариства «Українська залізниця».

Обрані комутаційно-захисна апаратура та живлячі провідники заводської мережі перевірені на допустимість, та термічну стійкість на основі розрахунку коротких замикань.

На лініях, що підходять безпосередньо до електроприймачів, встановлено автоматичні вимикачі серії ВА з тепловим і електромагнітними розчіплювачами. Розроблена система електропостачання забезпечує надійне та безперебійне живлення підприємства електроенергією.

Техніко-економічне обґрунтування доцільності розроблених рішень для встановлення системи електропостачання наведено в 5 розділі магістерської роботи.

3 МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА

3.1 Розрахунок існуючої теплової схеми котельні

На підприємстві діє система теплопостачання. В котельні встановленні три котли типу ГМ-50-14-250. Коефіцієнт корисної дії парового котла – 90%. Паливом для котельні є: природній газ. Паровидатність котла 50 т/год, тиск пари 1,4 МПа, температура насиченої пари $t_0 = 250^\circ\text{C}$.

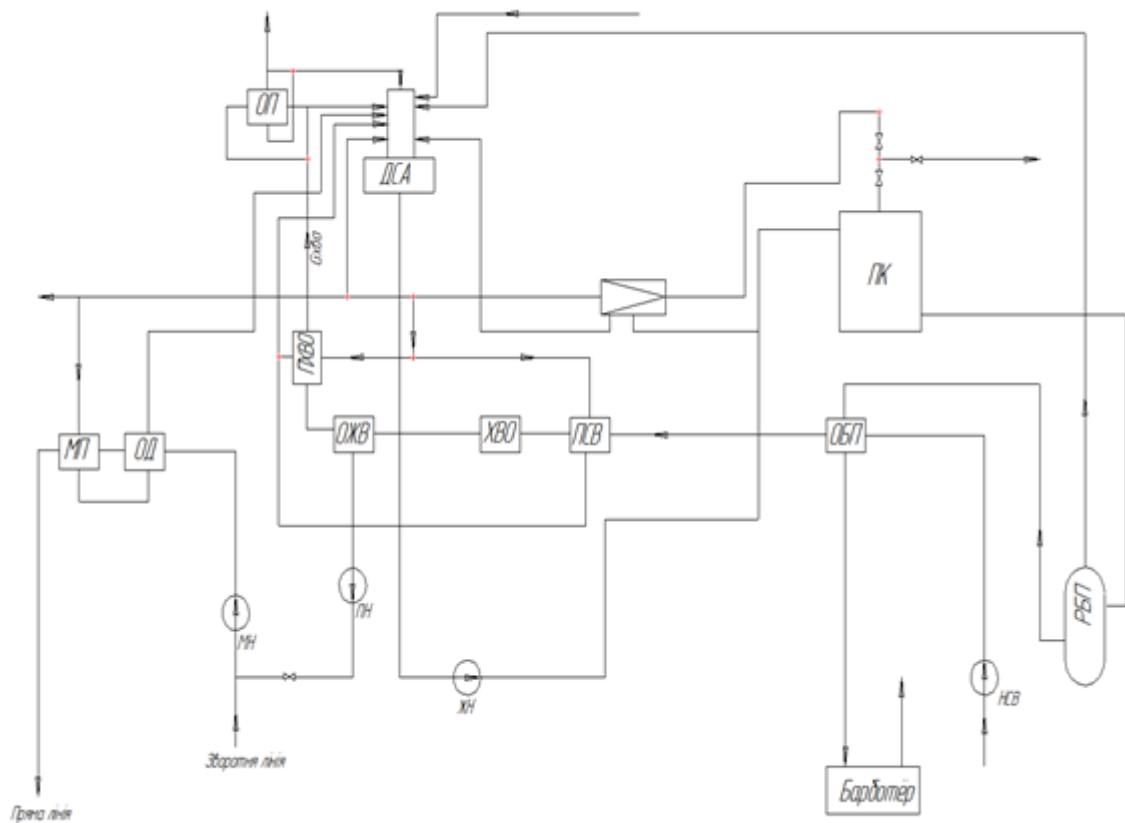


Рисунок 3.1 – Діюча схема промислово-опалювальної котельні

На рисунку 3.1:

- ОБП - охолодник безперервної продувки
- РБП - безперервна продувка
- ПСВ - підігрівник сирої води
- ХВО - хімоводоочистка

- ОЖВ - охолодник живильної води
- ПХВО - підігрівник хім. очищеної води
- ОВ - охолодник випару
- МП - мережний підігрівник
- ОК - охолодник конденсату
- ДСА - деаератор атмосферний
- МН - мережний насос
- ЖН - насос живильної води
- ЦН - циркуляційний насос
- НСВ - насос сирі води
- ПН - підживлювальний насос

3.2 Математична модель теплової схеми

Математична модель створена в програмі Mathcad(наведена в додатку Е) відповідає теоретичному образу досліджуваного об'єкта. Дана модель є теоретичною і тотожною вимогам, щодо моделювання, забезпечено відповідність характеристик моделі характеристикам об'єкта. Цей метод був обраний з метою простішої інтерпретації інформації.

3.2.1 Показники роботи котельні

Витрата пари на теплофікацію

$$G = \frac{860 \cdot Q}{t_1 - t_2} \text{ [т/год]}. \quad (3.1)$$

Витрата пари на промислові споживачі

$$D_{п.с.в} = \frac{4,2 \cdot G \cdot (t_1 - t_2)}{(i_{\text{РОУ}}'' - i_k) \cdot \eta} \quad (3.2)$$

Затрати редуційованої пари зовнішніми споживачами

$$D''_{\text{POY}} = D_{\text{T}} + D_{\text{п.с.в}} \quad (3.3)$$

Сумарні затрати свіжої пари зовнішніми споживачами

$$D_{\text{вн}} = D'_{\text{POY}} + D'_{\text{T}} \quad (3.4)$$

$$D'_{\text{POY}} = D''_{\text{POY}} \frac{i''_{\text{POY}} - i_{\text{п.в}}}{i'_{\text{POY}} - i_{\text{п.в}}} \quad (3.5)$$

Кількість вприскнутої води

$$G_{\text{POY}} = D''_{\text{POY}} \frac{i'_{\text{POY}} - i''_{\text{POY}}}{i'_{\text{POY}} - i_{\text{п.в}}} \quad (3.6)$$

Затрати пари на власні потреби котельної

$$D'_{\text{с.н}} = 0,01 \cdot K_{\text{с.н}} \cdot D_{\text{вн}} \quad (3.7)$$

Витрати пари на власні потреби котельні

$$D_{\text{м}} = 0,01 \cdot K_{\text{м}} \cdot D_{\text{вн}} \quad (3.8)$$

Затрати пари на покриття втрат в котельні

$$D_{\text{п}} = 0,01 \cdot K_{\text{п}} \cdot (D_{\text{вн}} - D'_{\text{с.н}} + D_{\text{м}}) \quad (3.9)$$

Сумарні затрати пари на власні потреби

$$D_{c.n} = D'_{c.n} + D_M + D_{\Pi} \quad (3.10)$$

Сумарна продуктивність котельні

$$D = D_{BH} + D_{c.n} \quad (3.11)$$

Втрати конденсата в обладнанні зовнішніх споживачів і всередині котельні

$$G_K^{пот} = (1-\beta) \cdot (D_T + D'_T) + 0,001 \cdot K_K \cdot D \quad (3.12)$$

Витрата хімічно очищеної води

$$F_{x.o.b} = G_K^{пот} + 0,01 \cdot K_{TC} \cdot G \quad (3.13)$$

Затрати сирі води

$$G_{c.b} = K_{x.o.b} \cdot G_{x.o.b} \quad (3.14)$$

Кількість води, поступаючої в розширювачі неприривною продувкою

$$G_{пр} = 0,01 \cdot p_{пр} \cdot D \quad (3.15)$$

Кількість пари, отриманої в розширювачі безперервної продувки

$$D_{расш} = \frac{G_{пр} \cdot (i_{к.в} - i'_{расш})}{x(i''_{расш} - i'_{расш})} \quad (3.16)$$

Кількість води, на виході із розширювача безперервної продувки

$$G_{\text{расш}} = G_{\text{пр}} - D_{\text{расш}} \quad (3.17)$$

Температура сирії води після охолоджувача безперервної продувки

$$t_{\text{с.в}} = \frac{G_{\text{расш}} \cdot (i'_{\text{расш}} \cdot \eta - i''_{\text{пр}})}{4.2 \cdot G_{\text{с.в}}} + t_{\text{с.в}} \quad (3.18)$$

Затрати пари на підігрівачі сирії води

$$D_{\text{с.в}} = G_{\text{с.в}} \cdot \frac{i'_{\text{х.о.в}} - i'_{\text{с.в}}}{i'_{\text{поу}} - i_{\text{к}}^{\text{поу}}} \quad (3.19)$$

Температура хімічно очищеної води після охолоджувача деаерованої води

$$t''_{\text{х.о.в}} = t'_{\text{х.о.в}} + \frac{0.01 \cdot K_{\text{тс}} \cdot G \cdot (t_{\text{п.в}} - t_2) \cdot \eta}{G_{\text{х.о.в}}} \quad (3.20)$$

Затрати пари на підігрів хімічно очищеної води в підігрівачі перед деаератором

$$D_{\text{х.о.в}} = \frac{G_{\text{х.о.в}} \cdot (i_{\text{к}} - i''_{\text{х.о.в}})}{i''_{\text{поу}} - i_{\text{к}}^{\text{поу}}} \quad (3.21)$$

Сумарна кількість води і пари, поступаючих в деаератор, за виключенням гріючої пари деаератора

$$G_{\text{д}} = G_{\text{к.о.в}} + \beta \cdot (D_{\text{т}} + D'_{\text{т}}) + D_{\text{к.о.в}} + D_{\text{с.в}} + D_{\text{п.с.в}} + D_{\text{расш}} \quad (3.22)$$

Середня температура води в деаераторі

$$t'_d = \frac{G_{\text{к.о.в}} \cdot i_{\text{к}} + \beta \cdot (D_{\text{т}} + D'_{\text{т}}) \cdot i_{\text{к}} + D_{\text{к.о.в}} \cdot i_{\text{к}}^{\text{поу}}}{G_{\text{д}}} + \frac{D_{\text{с.в}} \cdot i_{\text{к}}^{\text{поу}} + D_{\text{п.с.в}} \cdot i_{\text{к}} + D_{\text{расш}} \cdot i''_{\text{расш}}}{G_{\text{д}}} \quad (3.23)$$

Затрати грійучої пари на деаератор

$$D_{\text{д}} = \frac{G_{\text{д}} \cdot (i_{\text{п.в}} - 4,2 \cdot t_{\text{д}}^1)}{(i''_{\text{поу}} - i_{\text{п.в}}) \cdot \eta} \quad (3.24)$$

Затрати редуційованої пари на власні потреби котельні

$$D_{\text{с.н}}^{\text{поу}} = D_{\text{д}} + D_{\text{х.о}} + D_{\text{с.в}} \quad (3.25)$$

Затрати свіжої пари на власні потреби котельні

$$D_{\text{с.н}}^{\text{с}} = D_{\text{с.н}}^{\text{поу}} \cdot \frac{i''_{\text{поу}} - i_{\text{п.в}}}{i^1_{\text{поу}} - i_{\text{п.в}}} \quad (3.26)$$

Дійсна паропотужність котельні з врахуванням затрат на власні потреби і втрати пари в котельній

$$D_{\text{к}} = (D_{\text{вн}} + D_{\text{с.н}}^{\text{с}}) + 0,01 \cdot K_{\text{п}} (D_{\text{вн}} + D_{\text{с.н}}^{\text{с}}) \quad (3.27)$$

Нев'язка з попередньо прийнятою паропотужністю котельні

$$\Delta D = \frac{D_{\text{к}} - D}{D_{\text{к}}} \cdot 100 \quad (3.28)$$

3.3 Розрахунок теплової схеми на ЕОМ

3.3.1 Розрахунок максимально-зимового опалювального періоду

За формулами математичного моделювання внаслідок складання програми на ЕОМ та проведення багатоваріантних розрахунків можна зробити висновок про те, що в опалювальний період з максимальною потужністю, працюють три котла ГМ-50-14-250 [40]. Навантаження котло-агрегата становить 140 т/год, результати розрахунків зведені до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Розрахунок теплової схеми в опалювальний період з максимальною потужністю

Найменування	Розмірність	Значення
1	2	3
Коефіцієнт зниження затрат теплоти на опалення і вентиляцію		0,791
Затрати води на підігрівачі мережевої води	т/год	129
Затрати пари на підігрівачі мережевої води	т/год	17,8
Затрати редуцірованої пари зовнішніми споживачами	т/год	122,8
Сумарні затрати свіжої пари зовнішніми споживачами	т/год	126
Кількість вприскнутої води	т/год	5,9

Затрати пари на власні потреби котельної	т/год	6,3
Затрати пари на покриття втрат в котельній.	т/год	4
Сумарні затрати пари на власні потреби	т/год	10,3
Сумарна продуктивність котельні	т/год	136,3
Втрати конденсата в обладнанні зовнішніх споживачів і всередині котельні	т/год	49,7
Затрати хімічно очищеної води	т/год	52,3
Затрати сирогої води	т/год	65,4

Продовження таблиці 3.1

Кількість пари, отриманої в розширювачі безперервної продувки.	т/год	0,73
Кількість води, на виході із розширювача	т/год	3,37

безперервної продувки		
Температура сирі води після охолоджувача безперервної	°C	7,7
Затрати пари на підігрівачі сирі води	т/год	1,6
Температура хімічно очищеної води після охолоджувача деаерованої води	°C	21,7
Затрати пари на підігрів хімічно очищеної води в підігрівачі перед деаератором	т/год	6,1
Середня температура води в деаераторі	°C	86,8
Затрати грючої пари на деаератор	т/год	4,5
Затрати редуцірованої пари на власні потреби котельні	т/год	12,2
Затрати свіжої пари на власні потреби котельні	т/год	11,6
Дійсна паропотужність котельні з врахуванням затрат на власні потреби і втрати пари в котельній	т/год	141,7

3.3.2 Розрахунок опалювального періоду

В опалювальний період, працюють три котла ГМ-50-14-250. Навантаження котлоагрегата становить 138,7 т/год, результати розрахунків зведені до таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Розрахунок теплової схеми в опалювальний період

Найменування	Розмірність	Значення
1	2	3
Коефіцієнт зниження затрат теплоти на опалення і вентиляцію		0,791
Затрати води на підігрівачі мережевої води	т/год	108
Затрати пари на підігрівачі мережевої води	т/год	14,9
Затрати редуцірованої пари зовнішніми споживачами	т/год	119,9
Сумарні затрати свіжої пари зовнішніми споживачами	т/год	123,2
Кількість вприскнутої води	т/год	5,7
Затрати пари на власні потреби котельної	т/год	6,2
Затрати пари на покриття втрат в котельній.	т/год	3,9
Сумарні затрати пари на власні потреби	т/год	10,1
Сумарна продуктивність котельні	т/год	133,3
Втрати конденсата в обладнанні зовнішніх споживачів і всередині котельні	т/год	49,6

Продовження таблиці 3.2

Затрати хімічно очищеної води	т/год	51,8
Затрати сирі води	т/год	64,7

Кількість пари, отриманої в розширювачі безперервної продувки.	т/год	0,71
Кількість води, на виході із розширювача безперервної продувки	т/год	3,29
Температура сирі води після охолоджувача безперервної	°C	7,6
Затрати пари на підігрівачі сирі води	т/год	1,6
Температура хімічно очищеної води після охолоджувача деаерованої води	°C	21,4
Затрати пари на підігрів хімічно очищеної води в підігрівачі перед деаератором	т/год	6,1
Сумарна кількість води і пари, поступаючих в деаератор, за виключенням гріючої пари деаератора	т/год	143,5
Середня температура води в деаераторі	°C	87
Затрати гріючої пари на деаератор	т/год	4,4
Затрати редуцірованої пари на власні потреби котельні	т/год	12,1
Затрати свіжої пари на власні потреби котельні	т/год	11,5
Дійсна паропотужність котельні з врахуванням затрат на власні потреби і втрати пари в котельній	т/год	138,7

3.2.4 Розрахунок міжопалювального періоду

В міжопалювальний період, працює два котла ГМ-50-14-250, а один знаходиться в резерві. Навантаження котлоагрегата становить 82,7 т/год., результати розрахунків зведені до таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Розрахунок теплової схеми в міжопалювальний період

Найменування	Розмірність	Значення
1	2	3
Коефіцієнт зниження затрат теплоти на опалення і вентиляцію		
Затрати води на підігрівачі мережевої води	т/год	21,5

Продовження таблиці 3.3

Затрати пари на підігрівачі мережевої води	т/год	3
Затрати редуцірованої пари зовнішніми споживачами	т/год	73
Сумарні затрати свіжої пари зовнішніми	т/год	76,5

споживачами		
Кількість вприскнутої води	т/год	3,5
Затрати пари на власні потреби котельної	т/год	3,8
Затрати пари на покриття втрат в котельній.	т/год	2,4
Сумарні затрати пари на власні потреби	т/год	6,2
Сумарна продуктивність котельні	т/год	82,7
Втрати конденсата в обладнанні зовнішніх споживачів і всередині котельні	т/год	33,3
Затрати хімічно очищеної води	т/год	33,7
Затрати сирої води	т/год	42,1
Кількість пари, отриманої в розширювачі безперервної продувки.	т/год	0,44
Кількість води, на виході із розширювача безперервної продувки	т/год	2,06
Температура сирої води після охолоджувача безперервної	°C	17,5
Затрати пари на підігрівачі сирої води	т/год	0,2
Температура хімічно очищеної води після охолоджувача деаерованої води	°C	20,4
Затрати пари на підігрів хімічно очищеної води в підігрівачі перед деаератором	т/год	4
Сумарна кількість води і пари, поступаючих в деаератор, за виключенням гріючої пари деаератора	т/год	87,5
Середня температура води в деаераторі	°C	86,6
Затрати гріючої пари на деаератор	т/год	2,7
Затрати редуцірованої пари на власні потреби котельні	т/год	6,9
Затрати свіжої пари на власні потреби котельні	т/год	6,6
Дійсна паропотужність котельні з врахуванням затрат на власні потреби і втрати пари в котельній	т/год	85,6

3.3.3 Річні показники роботи котельні

За даною математичної моделі в програмі Matchcad було пораховано річні показники, програма показана на рисунку 3.4.

$$\begin{aligned}
 T_{mz} &:= 100 \cdot 3600 & D_{pamz} &:= 141.6 & \eta_{kot} &:= 0.90 & i_{par} &:= 2934 \\
 T_{op} &:= 4000 \cdot 3600 & D_{parop} &:= 138.7 & \beta_{gaz} &:= 13.4 \frac{\text{gm}}{\text{m}^3} & i_{vod} &:= 437 \\
 T_{mizh} &:= 2400 \cdot 3600 & D_{pamizh} &:= 85.6 & Q_n &:= 40000
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 B_{mz} &:= \frac{\frac{D_{pamz} \cdot 1000}{3600} \cdot (i_{par} - i_{vod})}{\eta_{kot} \cdot Q_n} = 2.728 \frac{\text{m}^3}{\text{c}} + \\
 B_{op} &:= \frac{\frac{D_{parop} \cdot 1000}{3600} \cdot (i_{par} - i_{vod})}{\eta_{kot} \cdot Q_n} = 2.672 \frac{\text{m}^3}{\text{c}} \\
 B_{mizh} &:= \frac{\frac{D_{pamizh} \cdot 1000}{3600} \cdot (i_{par} - i_{vod})}{\eta_{kot} \cdot Q_n} = 1.649 \frac{\text{m}^3}{\text{c}} \\
 B_{\Sigma} &:= B_{mz} \cdot T_{mz} + B_{op} \cdot T_{op} + B_{mizh} \cdot T_{mizh} = 5.371 \times 10^7 \text{ m}^3 \\
 C_{gaz} &:= B_{\Sigma} \cdot \beta_{gaz} = 7.198 \times 10^8 \text{ gm}
 \end{aligned}$$

Рисунок 3.4 – Математична модель

Отримані результати наведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Річні показники роботи котельні

Найменування	Розмірність	Значення
Сумарна витрата умовного палива котлів, $V_{y}^{сум}$	m^3/c	7,3
Річна витрата робочого палива, $V_{r}^{оп}$	тис. m^3	5371
Річні затрати на паливо, $C_{газ}$	тис.грн	878900

3.4 Модернізація теплової схеми котельні

3.4.1 Аналіз модернізованої теплової схеми котельні

Теплова схема модернізованої котельні буде відрізнятися від існуючої тим, що замість РОУ взагалі буде встановлений турбоагрегат призначений для виробітку електроенергії в існуючих (або які будуються) парових котельнях. Дана модернізація спрямована на зменшення плати за електроенергію [36].

Модернізована теплова схема котельні зображена на ртсунку 3.1.

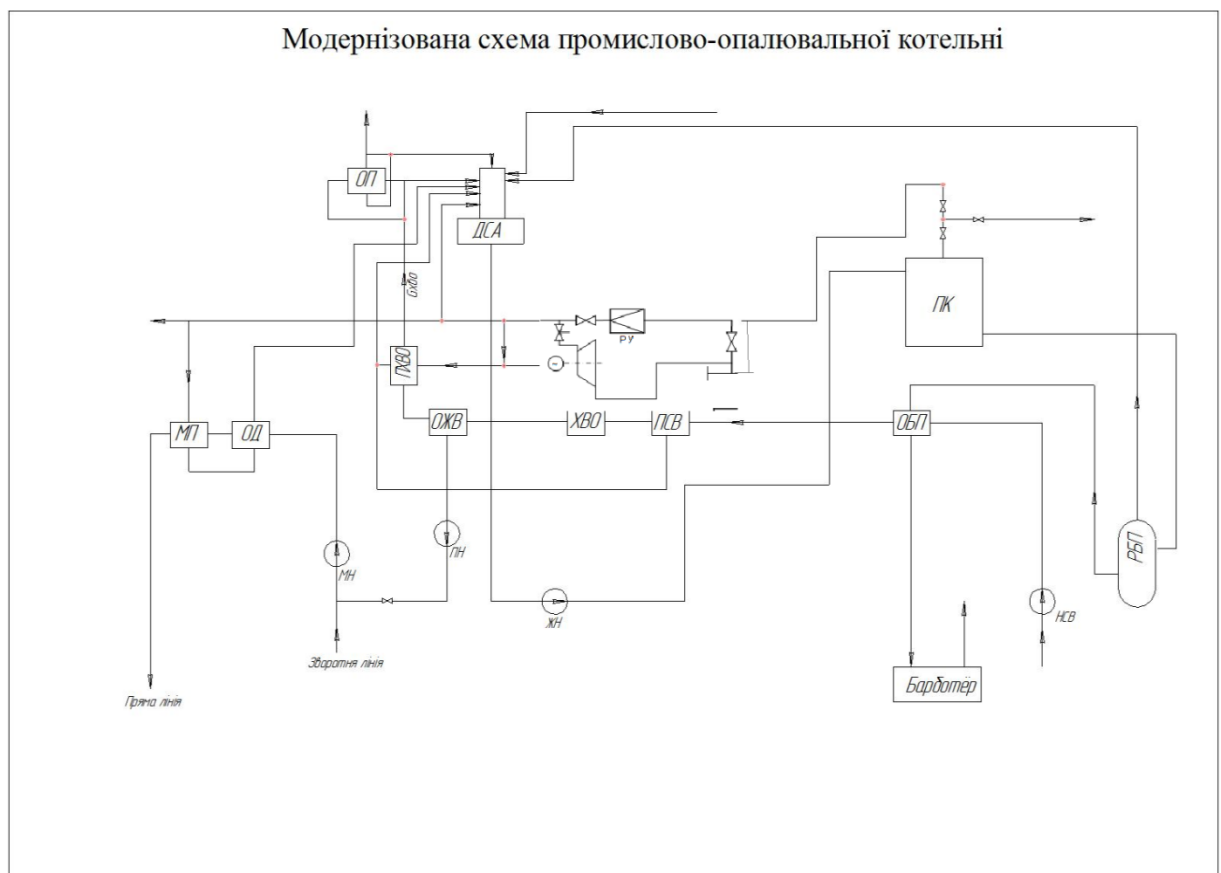


Рисунок 3.1- Модернізована теплова схема котельні

3.4.2 Визначення електричної потужності турбіни

Для того, щоб визначити електричну потужність турбіни, будемо графік робочого процесу розширення пари в паровій турбіні на h-S діаграмі (рис.3.2).

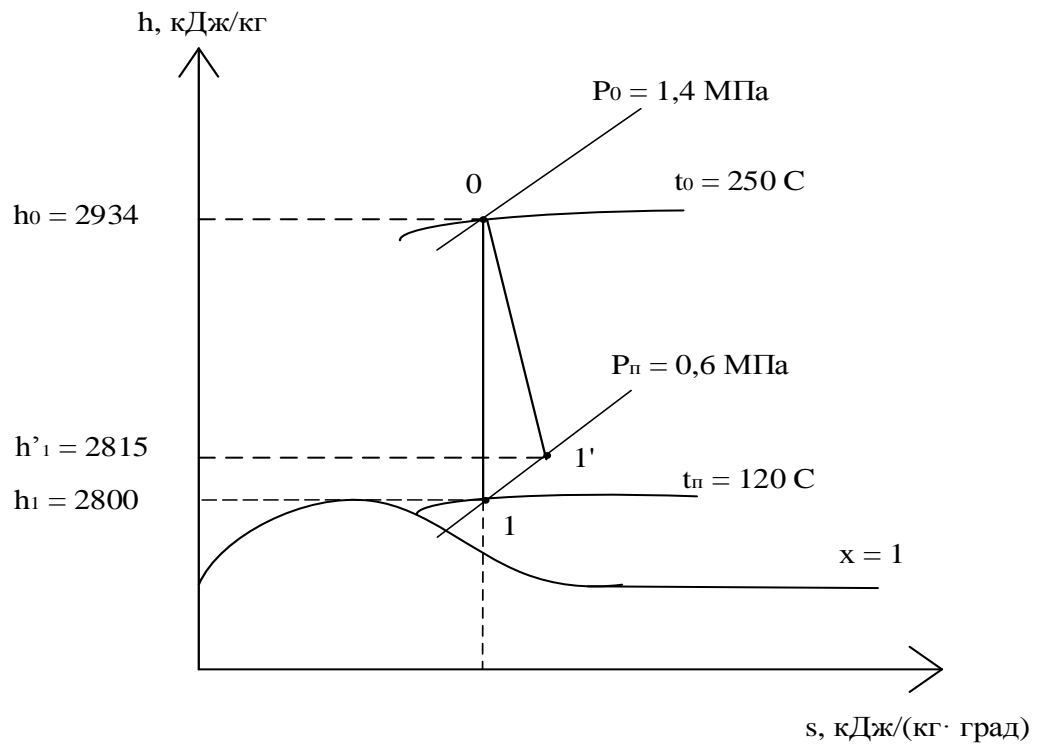


Рисунок 3.2 - Графік робочого процесу розширення пари в паровій турбіні

З графіка робочого процесу при $P_0 = 1400$ кПа знаходимо перепад ентальпій, кДж/кг

$$H_0 = h_0 - h_{k'}, \quad (3.29)$$

$$H_0 = 2934 - 2815 = 119.$$

$$H_p = H_0 \cdot \eta_{oi}, \quad (3.30)$$

$$H_p = 119 \cdot 0,8 = 95,2.$$

Електрична потужність турбіни в максимально-зимовий опалювальний період, кВт/год

$$N_e^{M3.П.} = H_p \cdot D_0^{M3.П.} \quad (3.31)$$

$$N_e^{M3.П.} = 95,2 \cdot 37,7 = 3596.$$

Турбіна не завжди буде працювати в номінальному режимі, її роботу можна буде регулювати і можна підібрати модульний турбоагрегат на базі парової турбіни потужністю $N=3,5$ мВт (TURBOPAR)[38].

Річна кількість виробленої турбогенератором електроенергії, кВт/год

$$E_e = N \cdot \tau, \quad (3.32)$$

$$E_e = 3500 \cdot 4000 = 14000000.$$

де τ –річне число годин роботи турбоагенератора на встановленій потужності, $\tau = 4000$ годин

Річні затрати на електроенергію яку виробляє турбіна, грн

$$Z_T^r = E_e \cdot 2,8, \quad (3.33)$$

$$Z_T^r = 14000000 \cdot 2,8 = 39200000.$$

3.5 Капіталовкладення в проект

Капіталовкладення на парову турбіну та турбогенератор, грн [38]

$$K_T = 101848000.$$

Капітальні витрати на транспортування турбіни, млн.грн

$$K_T^{Tp} = K_{Tp} \cdot K_T, \quad (3.35)$$

де K_{Tp} - коефіцієнт, що враховує витрати на транспортування.

$$K_T^{Tp} = 0,12 \cdot 101848000 = 12,22.$$

Капітальні витрати на монтаж, млн.грн

$$K_T^M = K_M \cdot K_T, \quad (3.36)$$

$$K_T^M = 0,1 \cdot 101,848 = 10,184.$$

Загальні капіталовкладення, млн.грн

$$K_T^{3ar} = K_T \cdot K_T^{Tp} \cdot K_T^M, \quad (3.37)$$

$$K_T^{3ar} = 101,848 + 12,22 + 10,181 = 124,249.$$

Загальні капіталовкладення на встановлення турбіни, млн.грн

$$K_T^{3ar1} = K_T^{3ar} + K_T^{Доп}, \quad (3.38)$$

$K_T^{Доп} = 100000$ - капіталовкладення на допоміжне устаткування, млн.грн

$$K_T^{3ar1} = 124,249 + 0,1 = 124,349.$$

Норма амортизаційних відрахувань для третьої групи основних фондів складає

$$K_{CA} = 0,15.$$

Тоді річна сума амортизаційних відрахувань, млн.грн

$$S_A = K_{CA} \cdot K_T^{3ar1}, \quad (3.39)$$

$$S_A = 0,15 \cdot 124,39 = 18,65.$$

Річні витрати коштів на поточний ремонт устаткування, млн.грн

$$S_{\text{пр}} = 0,2 \cdot S_A, \quad (3.40)$$

$$S_{\text{пр}} = 0,2 \cdot 18,65 = 3,73.$$

Інші витрати

$$S_{\text{ІНШ}} = 0,4 \cdot (S_A + S_{\text{пр}}), \quad (3.41)$$

$$S_{\text{ІНШ}} = 0,4 \cdot (18,65 + 3,73) = 11,19.$$

Сумарні капіталовкладення в турбіну з урахуванням амортизаційних відрахувань, коштів на поточний ремонт та інших витрат, млн.грн

$$K_{\text{Сум}} = K_T^{\text{Зар}} + S_A + S_{\text{пр}} + S_{\text{ІНШ}}, \quad (3.42)$$

$$K_{\text{Сум}} = 124,349 + 18,65 + 3,73 + 11,9 = 158,279.$$

Термін окупності капіталовкладень, років

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{Сум}}}{E_{\text{ф}}}, \quad (3.43)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{158,279}{39,2} = 4,03.$$

Таблиця 3.5 – Порівняльна таблиця

№ п/п	Показники	Котельня	
		Базова	Модернізована
1	Річна економія електроенергії, кВтгод/рік	50	36
2	Витрати на турбіну та турбогенератор, млн.грн		101,84

3	Загальні витрати на встановлення обладнання, млн.грн	-	158,279
4	Термін окупності, рік	-	4.03

3.6 Розрахунок техніко-економічних показників заміни котлів

На підприємстві встановлені три котли типу ГМ-50-14-250, їх ККД складає 90%, дані котли є застарілими, а загальна витрата палива за рік складає $V_p = 5371$ тис.м³ (дані взяті з програмного розрахунку, який наведений на рисунку 3.5)

$$\begin{aligned}
 T_{mz} &:= 100 \cdot 3600 & D_{pamz} &:= 141.6 & \eta_{kot} &:= 0.90 & i_{par} &:= 2934 \\
 T_{op} &:= 4000 \cdot 3600 & D_{parop} &:= 138.7 & & & i_{vod} &:= 437 \\
 T_{mizh} &:= 2400 \cdot 3600 & D_{pamizh} &:= 85.6 & \beta_{gaz} &:= 13.4 \frac{gm}{m^3} & & \\
 & & & & Q_n &:= 40000 & &
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 B_{mz} &:= \frac{\frac{D_{pamz} \cdot 1000}{3600} \cdot (i_{par} - i_{vod})}{\eta_{kot} \cdot Q_n} = 2.728 \frac{m^3}{c} & + \\
 B_{op} &:= \frac{\frac{D_{parop} \cdot 1000}{3600} \cdot (i_{par} - i_{vod})}{\eta_{kot} \cdot Q_n} = 2.672 \frac{m^3}{c} \\
 B_{mizh} &:= \frac{\frac{D_{pamizh} \cdot 1000}{3600} \cdot (i_{par} - i_{vod})}{\eta_{kot} \cdot Q_n} = 1.649 \frac{m^3}{c} \\
 B_{\Sigma} &:= B_{mz} \cdot T_{mz} + B_{op} \cdot T_{op} + B_{mizh} \cdot T_{mizh} = 5.371 \times 10^7 m^3 \\
 C_{gaz} &:= B_{\Sigma} \cdot \beta_{gaz} = 7.198 \times 10^8 gm
 \end{aligned}$$

Рисунок 3.5 – Програмний розрахунок

Розглянемо в якості котлів яким будуть замінюватись старі, ДЕ-50-14-250[40], з паропродуктивністю 50т/год., та ККД=94%.

Дані котли є більш новішими, також вони мають однакову конструкцію, і відносно невелику вартість (ціна одного котла складає 11 млн.грн.)

Змінивши в програмі вхідні дані, розрахуємо витрату газу з новими котлами $V_p = 5143$ тис.м³., результати наведені на рисунку 3.6

$$\begin{aligned}
 T_{mz} &:= 100 \cdot 3600 & D_{pamz} &:= 141.6 & \eta_{kot} &:= 0.94 & i_{par} &:= 2934 \\
 T_{op} &:= 4000 \cdot 3600 & D_{parop} &:= 138.7 & \beta_{gaz} &:= 13.4 \frac{gm}{m^3} & i_{vod} &:= 437 \\
 T_{mizh} &:= 2400 \cdot 3600 & D_{pamizh} &:= 85.6 & Q_n &:= 40000 & & \\
 \\
 B_{mz} &:= \frac{\frac{D_{pamz} \cdot 1000}{3600} \cdot (i_{par} - i_{vod})}{\eta_{kot} \cdot Q_n} = 2.612 \frac{m^3}{c} & & & & & + & \\
 B_{op} &:= \frac{\frac{D_{parop} \cdot 1000}{3600} \cdot (i_{par} - i_{vod})}{\eta_{kot} \cdot Q_n} = 2.559 \frac{m^3}{c} & & & & & & \\
 B_{mizh} &:= \frac{\frac{D_{pamizh} \cdot 1000}{3600} \cdot (i_{par} - i_{vod})}{\eta_{kot} \cdot Q_n} = 1.579 \frac{m^3}{c} & & & & & & \\
 \\
 B_{\Sigma} &:= B_{mz} \cdot T_{mz} + B_{op} \cdot T_{op} + B_{mizh} \cdot T_{mizh} = 5.143 \times 10^7 m^3 \\
 C_{gaz} &:= B_{\Sigma} \cdot \beta_{gaz} = 6.891 \times 10^8 gm
 \end{aligned}$$

Рисунок 3.6- витрату газу з новими котлами

Результати розрахунків наведені у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 - Результат розрахунків

Показник	ГМ-50-14-250	ДЕ-50-14-250
Витрата робочого палива за опалювальний період, тис. м ³	5371	5143
Затрати на паливо в опалювальний період, млн.грн.	719,8	689,1
Економія затрати на паливо в опалювальний період, млн.грн	30,7	

Капіталовкладення на котли складе, млн.грн

$$K_T = 3 \cdot 11 = 33.$$

Капітальні витрати на транспортування котлів, млн.грн

$$K_T^{Tp} = K_{Tp} \cdot K_T, \quad (3.44)$$

де K_{Tp} - коефіцієнт, що враховує витрати на транспортування .

$$K_T^{Tp} = 0,12 \cdot 33 = 3,96 .$$

Капітальні витрати на монтаж, млн.грн

$$K_T^M = K_M \cdot K_T, \quad (3.45)$$

$$K_T^M = 0,1 \cdot 33 = 3,3 .$$

Загальні капіталовкладення, млн.грн

$$K_T^{3ar} = K_T \cdot K_T^{Tp} \cdot K_T^M, \quad (3.46)$$

$$K_T^{3ar} = 33 + 3,96 + 3,3 = 40 .$$

Загальні капіталовкладення на встановлення котлів, млн.грн

$$K_T^{3ar1} = K_T^{3ar} + K_T^{Доп}, \quad (3.47)$$

$K_T^{Доп} = 1000000$ - капіталовкладення на допоміжне устаткування, млн.грн

$$K_T^{3ar1} = 40 + 1 = 41 .$$

Норма амортизаційних відрахувань для третьої групи основних фондів складає

$$K_{CA} = 0,15 .$$

Тоді річна сума амортизаційних відрахувань, млн.грн

$$S_A = K_{CA} \cdot K_T^{3ar1}, \quad (3.48)$$

$$S_A = 0,15 \cdot 41 = 6,15.$$

Річні витрати коштів на поточний ремонт устаткування, млн.грн

$$S_{пр} = 0,2 \cdot S_A, \quad (3.49)$$

$$S_{пр} = 0,2 \cdot 6,15 = 1,23.$$

Інші витрати

$$S_{ІНШ} = 0,4 \cdot (S_A + S_{пр}), \quad (3.50)$$

$$S_{ІНШ} = 0,4 \cdot (6,15 + 1,23) = 2,9.$$

Сумарні капіталовкладення в турбіну з урахуванням амортизаційних відрахувань, коштів на поточний ремонт та інших витрат, млн.грн

$$K_{Сум} = K_T^{3ar} + S_A + S_{пр} + S_{ІНШ}, \quad (3.51)$$

$$K_{Сум} = 41 + 6,15 + 1,23 + 2,9 = 51,28.$$

Термін окупності капіталовкладень, років

$$T_{ок} = \frac{K_{Сум}}{E_{ф}}, \quad (3.52)$$

$$T_{ок} = \frac{51,28}{30,7} = 1,67.$$

Таким чином, заміна котлів показує достатньо високу економічну ефективність даного методу практичного використання.

3.7 Реконструкція котлоагрегатів на спалювання вугілля

Реконструкція котлоагрегатів на спалювання вугілля передбачає [42]:

1. Встановлення топки (грати) ВЦКС зворотного ходу, що передбачає або підйом котла, або заглиблення решітки;
2. Реконструкція фронтального екрану топкової камери - установка пневмогравітаційного закидувача, демонтаж газомазутних пальників, зміна конфігурації в нижній частині для утворення охолоджуваного зводу;
3. Встановлення поворотного (заднього) екрана топкової камери з амбразурами для розпалювального пальника і для сопел повернення винесення;
4. Встановлення охолоджуючих панелей решітки киплячого шару;
5. Організація в топковій камері запального пояса з вогнетривкого матеріалу;
6. Оснащення конвективного пучка бункерами для збору золи (зольниками);
7. Організація повернення винесення золи з зольників в надшаровий простір;
8. Організація підвода під грати первинного повітря;
9. Організація підвода в надшаровий простір вторинного повітря;
10. Встановлення розпалювального пальника природного газу.

При максимальному навантаженні трьох котлоагрегатів ГМ-50-14-250 їх паровидатність становить 140 т/год, при цьому спалюється 15,8 т/год вугілля з $Q^P_H = 24,93$ МДж/м³, і ККД = 86%. Визначаємо витрату вугілля для котлоагрегатів (таблиця 3.7).

Таблиця 3.7 – Витрата вугілля для котлоагрегатів

	Опалювальний період Максимальний	Опалювальний період Середній	Опалювальний період неопалювальний

Витрата пари, т/год	140	137,7	82,7
Коефіцієнт завантаження	0,93	0,918	0,551
Витрата вугілля, т/год	14,694	14,504	8,7

Визначимо річні затрати котельні на вугілля $Z_{\text{вуг}}$ згідно із завданням $\tau_{\text{оп}}=100$ год (для максимально-опалювального періоду), $\tau_{\text{оп}}=4000$ год (для середньо-опалювального періоду), $\tau_{\text{оп}}=2400$ год (для між опалювального періоду). Ціна вугілля – 6000 грн/т і транспортні витрати 1000 грн [41] разом 7000 грн/т.

Таблиця 3.8 – Річні затрати на вугілля

Опалювальний період	Річна витрата вугілля $V_{\text{р}}^{\text{оп}}$, (тон)	Затрати на вугілля $Z_{\text{вуг}}$, млн.грн.
Максимальний	1469,4	10,285
Середній	58016	417,186
Неопалювальний	20880	146,1
Сума	80365,4	573,54

Для порівняння вищенаведених варіантів розраховуємо річні показники котельні на різних видах палива (таблиця 3.9).

Таблиця 3.9 – Річні витрати та вартість палив

Вид палива	Річна витрата робочого палива, $V_{\text{р}}^{\text{оп}}$, тис. м ³ (тон)	Вартість палива, $Z^{\text{сум}}$, млн.грн.
газ	5371	719,8
вугілля	80365,4	573,54

З таблиці 3.9 робимо висновок, що реконструкція котлів на вугілля є доцільною, оскільки річні витрати на паливо суттєво різняться порівняно з існуючими.

Таким чином, проведемо розрахунок капітальних та експлуатаційних затрат на переобладнання котельні та визначимо економічну ефективність даного заходу.

З методики, наведеної у [42], визначаємо капітальні затрати на переобладнання (таблиця 3.10):

Таблиця 3.10 – Капітальні затрати

№, п/п	Найменування затрат	Затрати, млн. грн
1	Обладнання	3,885
2	Монтажні роботи	1,555
3	Будівельні роботи	0,68
4	Інші затрати	0,55
5	ПДВ (20%)	1,334
6	Всього	8,004

Оскільки дана методика приведена для котла ДКВр 10/14 , то для врахування переобладнання і котла, кінцеві результати множимо на коефіцієнт 15 (збільшення потужності відносно методики).

$$K_3 = 120,6 \text{ (млн.грн)}$$

Ідея реконструкції котлів передбачає приріст прибутку $\Delta\Pi$, визначеного як різниця між витратою коштів на природний газ (E_1 табл. 5.3) і витратами, пов'язаними з переведенням котлів на спалювання вугілля (E_2).

$$E_1 = 719,8 \text{ (млн. грн.)}$$

Збільшення E_2 включає в себе збільшення споживання електроенергії.

Електропостачання обладнання планується виконати на напрузі 380 і 220 В. Перелік основних споживачів приведений у таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 – Додаткове електрообладнання

№ п/п	Найменування	Встановлена
-------	--------------	-------------

		потужність, кВт
1	Кран-балка	24
2	Дробилка вугілля	24,5
3	Конвеєр вугілля	15
4	Живильник двохгвинтовий ПВ-2	7,5
5	Топка (решітка) ВЦКС	0,55
6	Дробилка шлаку	7,5
7	Конвеєр шлаку	7,5
8	Електрообладнання циклофільтра	3,0
9	Вентилятор первинного дуття ВДН-8у	15,0
10	Вентилятор вторинного повітря ВДН-8у	11,0
11	Вентилятор повернення 19ЦС-63	11,0
12	Димосос ДН-11,2	45,0
13	Компресор стисненого повітря	11,0
14	МЕО, живильники	3,0
15	Аспірація	3,0
16	Освітлення	8,5
17	Всього	197,05
18	Збільшення встановленої потужності	110,0
19	Збільшення споживаної електроенергії	кВт·год
	за годину	197,05
	за рік	1674x10 ³

У таблиці приведено електрообладнання для одного котла, наші умови експлуатації передбачають реконструкцію трьох котлів, тому річне споживання електроенергії потроюється:

$$W_{\text{рік}} = 5022 (\text{МВт год}).$$

Збільшення експлуатаційних витрат (E_2) з переведенням котлів включає (таблиця 3.12)

1. Витрати на вугілля [41];
2. Витрати на вапнякову муку (300 грн за 1 т);
3. Збільшення витрат на електроенергію (2,8 коп. за 1 кВт*год);
4. Збільшення витрат на амортизаційні відрахування (8% від величини капітальних витрат без ПДВ);

5. Збільшення витрат на поточний ремонт (20% величини амортизаційних відрахувань);

6. Збільшення інших витрат (30% від суми амортизаційних відрахувань і витрат на поточний ремонт). З врахуванням коефіцієнта зменшення потужності відносно методики [42]

Таблиця 3.12 – Розрахунок витрат при переведенні котлів на вугілля

№ п/п	Найменування	Витрата	Ціна	Витрата за рік, млн. грн
1	Вугілля	80365,4т	7000 грн/т	573,54
2	Мука вапняков	800 т	600 грн/т	0,48
3	Електроенергія	5022000 кВт*год	2,8 грн/кВт*год	14,061
4	Амортизаційні відрахування			45,51
6	Поточний ремо			9,10
7	Інші витрати			16,38
8	Всього			659,071

$$E_2 = 659,071 \text{ (млн. грн).}$$

На основі усіх вищевказаних даних можна розрахувати термін окупності реконструкції котлів:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_z}{E_1 - E_2};$$

(3.53)

$$T_{\text{ок}} = \frac{120,6}{719,8 - 659,071} = 1,98 \text{ (років).}$$

Аналіз результатів розрахунків показує, що перехід котлів на спалювання вугілля є доцільним і ефективним заходом. Термін окупності витрат становить 1,98 року.

Але, щоб остаточно обрати найкращий варіант для впровадження, необхідно також врахувати екологічні показники, які мають суттєву вагу при використанні в якості палива вугілля [40].

Середня вартість фільтру, який очищує викиди від золи, сірки, азотних сполук у вугільному газі, і який відповідає європейським стандартам, становить 1500 грн/кВт потужності котельні.

Затрати на фільтри для очистки викидів від котельні, що працює на вугіллі:

$$C_{\phi} = Q_k \cdot C_{\phi}, \quad (3.54)$$

де Q_k – потужність котельні;

C_{ϕ} – вартість фільтру на один кіловат потужності котельні ($C_{\phi} = 1500$ грн/кВт.).

$$C_{\phi} = 52 \cdot 10^3 \cdot 1500 = 78,2 (\text{млн. грн.})$$

Отже, провівши розрахунок викидів речовин від котельні, що працює на вугіллі, було встановлено, що до капітальних затрат додається вартість фільтрів очищення від шкідливих речовин, валовий викид яких перевищує допустимі межі.

Капітальні витрати з врахуванням фільтрів очистки відхідних газів становлять:

$$K_{в+\phi} = 120,6 + 78,2 \cdot 1,2 = 214,44 (\text{млн. грн.}).$$

Термін окупності реконструкції котлів з врахуванням фільтрів очистки відхідних газів:

$$T_{ок} = \frac{214,44}{719,8 - 659,071} = 3,52 (\text{років}).$$

Результати розрахунків всіх розглянутих енергоощадних заходів зведемо в порівняльну таблицю 3.13

Таблиця 3.13 – Порівняльна таблиця техніко-економічних показників всіх варіантів схем тепlopостачання

	Існуюча схема	З ТНУ для ГВП	З новими котлами	Котли на вугіллі
Витрата газу, тис. м3/рік	53710	53710	5143	-
Витрата вугілля, тонн/рік	-	-	-	80365,4
Витрата електроенергії, кВт*год/рік	50100000	26075000	-	50105220
Витрати на паливо, млн. грн./рік	719,8	719,8	689,1	573,54
Витрати на електроенергію, млн. грн./рік	140	72,74	140	154,061
Сумарні річні млн.гр	859,8	792,6	829,1	727,601

Продовження таблиці 3.13

Капіталовкладення, млн..грн	-	158,229	51,28	214,44
Економія коштів, млн.грн	-	67,2	30,7	132,199

Термін окупності, років	-	2,3	1,67	3,52
----------------------------	---	-----	------	------

Отже, з даних показників можна зробити висновок, що найдоцільнішим варіантом модернізації є заміна котлів на сучасні, оскільки при виборі даного варіанту будуть менші витрати палива і набагато менший термін окупності.

Висновки до розділу

В даному розділі магістерської роботи здійснено модернізацію котельні шляхом встановлення парової турбіни та шляхом заміни котлів на більш економічні.

При встановленні парової турбіни було досягнуто економії електроенергії, для комбінату. З розрахунків було визначена потужність турбоагрегата 3.5 мВт.

В результаті заміни котлів на нові (з більшим ККД) , була розрахована щорічна економія коштів на паливо - складає 36,4 млн.грн.

Отже, впроваджені енергозберігаючі заходи на підприємстві сприяють більш ефективному використанню енергоресурсів заводу та підвищенню техніко-економічних показників роботи, тому є доцільними та необхідними.

4 ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ З УРАХУВАННЯМ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПІДПРИЄМСТВА

4.1 Основні теоретичні засади ефективності енергоспоживання

На сьогодні підвищення енергоефективності виробництва - одне з основних завдань щодо підвищення результативності та зниження собівартості. Адже зниження собівартості - це одна з конкурентних переваг будь-якої продукції, особливо зараз, коли ринок збуту стає все більш розбірливим. Сьогодні сучасним промисловим підприємствам необхідно докорінно змінити свій підхід до використання енергетичних ресурсів. Першочерговим завданням є економне витрачання енергетичних ресурсів і підвищення ефективності їх використання на всіх стадіях виробництва і споживання [17].

На відміну від розвинених країн, де політика енергоефективності є елементом економічно та екологічно раціонального використання ресурсів, для України це – питання виживання, оскільки пов'язане з проблемою збалансованого платоспроможного споживання ПЕР і має гостро негативні соціальні наслідки.

Незважаючи на те, що прийнята Енергетична стратегія України передбачає впровадження та проведення заходів з енергоефективності підприємств, в цілому не ставиться завдання, щоб зупинити динамічне зростання попиту на енергію і потужність з боку як економіки країни в цілому, так і з боку її окремих регіонів, галузей, підприємств. Так до 2030 року планується збільшення попиту на енергію на 37% [18].

Управління енергоефективністю – це поєднання законодавчої бази та механізмів фінансування, інституційної організації та механізмів координування, які всі разом спрямовані на підтримку реалізації стратегій, політики та програм енергоефективності.

Підвищення рівня енергоефективності в усіх галузях економіки визначено Президентом України та Урядом України як пріоритетні напрямки забезпечення енергетичної безпеки нашої країни. На сучасному етапі розвитку України фактор

зниження енергоємності валового внутрішнього продукту є головним чинником для забезпечення енергетичної незалежності держави та підвищення її енергетичної безпеки, а також сталого соціально-економічного розвитку України.

Відповідно до Закону України "Про енергозбереження" енергоефективні продукція, технологія, обладнання це - продукція або метод, засіб її виробництва, що забезпечують раціональне використання паливноенергетичних ресурсів порівняно з іншими варіантами використання або виробництва продукції однакового споживчого рівня чи з аналогічними техніко-економічними показниками.

Підвищення енергоефективності на підприємстві підвищує доходи підприємства і разом з тим приносить такі результати:

- заощадження коштів, що забезпечує зростання конкурентоспроможність підприємства, особливо при зростанні цін на енергоносії;
- збільшення продуктивності через удосконалення виробничих процесів, що пов'язані із способом використання енергії; встановлення квот на викиди, що дозволяє знизити залежність від цін на енергоносії, зменшити ризики компанії, що, в свою чергу, підвищує вартість підприємства;
- скорочення викидів у навколишнє середовище, через що покращується екологічний стан, а з ним – імідж підприємства.

Нормування витрат паливно-енергетичних ресурсів на виробництво продукції закладено в основу "Положення про матеріальне стимулювання колективів і окремих працівників підприємств, організацій та установ за економію паливно-енергетичних ресурсів у суспільному виробництві", яке затверджене спільним наказом Держкоменергозбереження та Мінекономіки від 21.06.2000 р. №47/127. Відповідно до Положення «Про матеріальне стимулювання колективів і окремих працівників підприємств, організацій та установ за економію паливно-енергетичних ресурсів у суспільному виробництві» за ефективне використання енергоресурсів здійснюється преміювання працівників у межах до 30 відсотків від вартості зекономлених придбаних енергоресурсів. Кількість зекономлених ПЕР для розрахунку коштів, які використовуються на матеріальне стимулювання за

зниження питомих витрат ПЕР на підприємствах, визначаються накопичувальним підсумком за результатами роботи підприємства (цеху, відділу) за останні 6 місяців [19].

Оцінка значущості факторів, що впливають на енергоефективність промислових підприємств і виділення найбільш значущих є необхідним для створення методики оцінки впливу даних факторів на енергоефективність та розробки заходів з підвищення енергоефективності промислових підприємств. Основоположним етапом став аналіз, систематизація та доповнення пропонованих різними авторами класифікацій даних факторів, на підставі чого була розроблена система організаційно-економічних факторів, що впливають на енергоефективність промислового підприємства. Для аналізу значущості факторів через неможливість кількісної оцінки деяких з них був вибраний метод експертних оцінок, а саме метод безпосереднього оцінювання.

Експертна оцінка показує, що, з точки зору експертів, найбільш значущими факторами у групі економічних факторів є:

1. Тарифна політика держави у сфері ПЕР.
2. Інвестиційні можливості підприємства.
3. Фіскальна політика держави в області енергозбереження.
4. Політика постачальної ПЕР організації.
5. Особисте стимулювання персоналу.

У групі організаційних факторів найбільш значущими, з точки зору експертів, є:

1. Застосування енергозберігаючих технологій і обладнання.
2. Інфраструктура підприємства з постачання ПЕР.
3. Система нормування і обліку ПЕР.
4. Енергоаудит.
5. Частка виробництва енергоємної продукції.

Проте у сфері енергозбереження спостерігаються бар'єри, що стримують її розвиток:

- економічна політика та політика енергоефективності мають несистемний характер (протиріччя; нестимулюючий характер; часта зміна норм; відповідальність різних відомств; різні «кишені» для бюджетних коштів, які спрямовуються для вирішення одних і тих же завдань; логічна незавершеність окремих етапів економічної політики, наприклад, кампанії з обов'язкових енергетичних обстежень);

- економічні моделі непрозорі й часто не стимулюють до розвитку (перехресне субсидування, тарифоутворення, монополізм);

- діюча тарифна політика не стимулює кращі та ефективні підприємства (метод «витрати плюс»; відсутність реальних процедур обліку витрат на корпоративну програму енергоефективності в тарифі на тепло, коли підприємства опалюють місто тощо);

- недостатній облік інтересів споживачів (інституціональних і приватних) у законодавчих нормах, тарифній політиці;

- як наслідок, а, також через недостатню інформованість відсутня згода у прийнятті проведеної політики, прийнятих рішень і пропонованих ринком технологій як суб'єктами бізнесу, споживачами;

- недостатньо фінансових коштів для реалізації модернізаційних та енергоефективних проектів (високі процентні ставки зупиняють інвестиції);

Для подолання бар'єрів пропонується впроваджувати певні заходи на рівні підприємства [20]:

- автоматизувати комерційний облік енергоресурсів, що використовуються на підприємстві;

- застосовувати з урахуванням технології виробництва диференційований облік електроенергії за зонами доби, що дає змогу обрати вигідний тариф на електроенергію. Якщо підприємство досконало знає структуру споживання своїх ресурсів, то може зрозуміти, де можна заощадити, як змістити графік виробництва і т.п.;

- використання енергозберігаючого освітлення.

4.2 Підвищення ефективності енергоспоживання шляхом встановлення обліку витрат енергоресурсів на підприємстві

До основних напрямків рішення задачі економії енергетичних ресурсів поряд із створенням енергозберігаючих технологій і устаткування відноситься вдосконалення контролю й обліку витрат енергоносіїв на промислових підприємствах. Від ефективності контролю залежить якість оперативного керування енергоспоживанням, можливість одержання об'єктивних даних для розрахунків, зв'язаних з упорядкуванням енергобалансів, нормуванням витрат енергоресурсів.

Керування виробничими процесами вироблення і розподілу енергоресурсів ускладнюється через наявність великого числа територіально розосереджених енергетичних і технологічних об'єктів, що входять до складу підприємства, розмаїтість параметрів споживаних енергоносіїв, складності енергетичних мереж і, як слідство, необхідності збору й опрацювання великих об'ємів оперативної інформації, що характеризує поточний стан виробництва і споживання енергоресурсів [21].

За останні роки на підприємствах різних галузей зросло використання приладів контролю витрат енергоносіїв, всі більше розповсюдження одержують автоматизовані системи керування енергозбереженням.

Витрата електричної енергії, а також відпуск на сторону електричної енергії промисловими підприємствами оцінюється розрахунковим обліком. Використання електроенергії окремими виробничими підрозділами й енергоємними споживачами промислового підприємства визначається технічним (контрольним) обліком. Необхідність і доцільність установки приладів технічного обліку залежить від об'єму електроспоживання і комплексу взаємозалежних робіт, спрямованих на підвищення ефективності енерговикористання, включаючи нормування. Доцільність установки приладів, що вимірюють витрату електроенергії для технічного обліку, визначається розрахунковим або дослідно-розрахунковим способом.

На підприємствах, що мають власні джерела електропостачання, здійснюється приладовий облік активної складової електричної енергії - власних джерел

(виробленої генераторами, спожитої на власні потреби, виданої в розподільну мережу), від енергетичної системи і відпущеної стороннім споживачем, а також облік реактивної складової електричної енергії - виробленої генераторами, батареями конденсаторів, отриманої від енергосистеми і переданої стороннім споживачам.

Облік по підприємству в цілому служить для визначення кількості електричної енергії, отриманої від енергопостачальної організації. Він здійснюється за допомогою розрахункових лічильників електричної енергії, що розміщують на межі поділу мережі енергопостачальної організації і підприємства. При енергопостачанні від мереж 35...110 кВ розрахункові лічильники встановлюють на вторинній стороні прийомних трансформаторів, при енергопостачанні по кабельних лініях 10 кВ - на вводах у розподільні пункти підприємства. Кількість споживаної підприємством електричної енергії визначають, як правило, сумуючи показання декількох лічильників.

Облік по основних цехах і окремих енергоємних установках служить для контролю за виконанням питомих норм витрати електричної енергії. Облік по допоміжних цехах і об'єктам дозволяє визначити норми витрати електричної енергії на допоміжні потреби.

Для складних і розгалужених електричних мереж промислових підприємств одержання достовірної інформації з зазначених показників з обліком сучасних вимог існуючих директивних і нормативних документів, а також удосконалювання нормування електроспоживання можливі тільки за допомогою спеціальних інформаційно-вимірювальних і керуючих систем.

В даний час при створенні оптимальної структури керування енергогосподарством підприємства однією з найважливіших задач є правильний вибір принципів керування системою електроспоживання в цілому. У цьому зв'язку виникає необхідність створення цільової функціональної системи керування процесами в промислової енергетику - автоматизованої системи керування енергопостачанням (АСКЕ), що є підсистемою автоматизованої системи керування виробництвом. Водночас, вирішуючи функціональні задачі керування енергогосподарством, АСКЕ нерозривно зв'язана з рішенням функцій АСК технологічних процесів виробництва (АСКТП).

Як показує практика, застосування АСКЕ сприяє підвищенню ефективності використання ПЕР, тому що за рахунок зниження перевитрат і прямих утрат енергоспоживання основними технологічними і допоміжними підрозділами підприємствами зменшується в середньому на 5% при цьому витрата електроенергії - на 5-10%. Крім того, за рахунок підвищення надійності забезпечення енергоресурсами підвищується продуктивність основного виробництва [22].

Інформаційно-керуючі підсистеми АСКЕ в якості самостійних систем диспетчерського керування енергопостачанням підприємств успішно функціонують у деяких галузях промисловості. Цілий ряд підприємств чорної металургії, хімічної промисловості, машинобудування й інших галузей забезпечені системами телемеханічного диспетчерського керування енергопостачанням. В даний час на промислових підприємствах створена система автоматизації керування і контролю планування і прогнозування електроспоживання. Впровадження оптимального планування і керування електропостачанням підприємств зокрема заготівельної галузі, до якої відноситься елеватор с. м. т. Крижопіль, доцільно здійснювати на базі автоматизованих інформаційно-вимірювальних систем обліку і контролю режимів електроспоживання, що випускаються промисловістю й забезпечують достатню повноту і якість одержуваної інформації.

Використання АСКЕ дозволяє вирішувати такі задачі:

- 1) комплексний автоматизований комерційний і технічний облік електроенергії і енергоносіїв по підприємству відповідно до діючих тарифних систем для всіх

параметрів енергообліку (для електроенергії - по кількості і потужності, для енергоносіїв - по кількості і витраті тепла із середовищем, по тиску і температурі середовища) із метою зовнішніх і внутрішніх розрахунків по енергоресурсах і забезпечення їхньої раціональної витрати.

2) контроль електроспоживання по всіх енергоносіях, точкам обліку і вищевказаних структур обліку в заданих тимчасових інтервалах (3 і 30 хв., зони, зміни, доба, місяці, квартали і т.д.) щодо заданих лімітів, режимних і технологічних обмежень потужності, витрати, тиск і температури з метою економії енергоресурсів і забезпечення безпеки енергопостачання;

3) фіксація відхилень контрольованих величин енергообліку і їх оцінки;

4) сигналізація відхилень контрольованих величин понад припустимий діапазон значень із метою прийняття оперативних рішень;

5) прогнозування значень параметрів енергообліку з метою планування електроспоживання;

6) автоматичне керування енергоспоживанням на основі заданих критеріїв і пріоритетних схем вмикання-вимикання споживачів - регуляторів із метою економії ручної праці і забезпечення якості керування;

7) внутрішній госпрозрахунок по енергоресурсах між цехами і підрозділами заводу з метою економії енергоресурсів і їхньої раціональної витрати на робочих місцях;

8) точний розрахунок із субабонентами підприємства по енергоспоживання з метою справедливого розподілу енерговитрат [23].

Керування електропостачанням підприємства являє собою складний комплекс взаємозалежних процесів, обумовлених необхідністю дотримання режимів електроспоживання, що задаються енергосистемою, і забезпечення випуску продукції, виходячи з вимог технологічного процесу на елеваторі. При цьому важливе значення має визначення необхідного об'єму і характеру інформації про процеси, що протікають. Одержання достовірної інформації вимагає визначених витрат, що збільшуються зі збільшенням об'єму інформації і швидкості доставки. Якщо інформація необхідна з метою підтримки параметрів електроспоживання для

забезпечення надійної роботи енергосистеми, швидкість її доставки повинна бути максимальної і якість інформації досить вірогідною для ухвалення рішення оперативного впливу на систему. Для проведення техніко-економічного аналізу режимів електроспоживання швидкість доставки інформації не має визначального значення. З можливого об'єму показників різного характеру, одержуваних із загального масиву інформації, необхідно вибрати найбільше повно показники, що відбивають процеси, що протікають. Визначальними чинниками, що характеризують функціонування системи електропостачання підприємства, є надійність електропостачання, якість електричної енергії і нормування електроспоживання.

Вирішення питання раціональної організації обліку витрати енергоресурсів на промислових підприємствах можливо лише на основі системного підходу, в комплексі з іншими елементами раціональної організації енерговикористання (впорядкуванням і аналізом енергобалансів підприємства, окремих цехів і найбільше енергоємних агрегатів, розробкою і проведенням організаційно-технічних заходів щодо поліпшення енерговикористання; організацією діючої системи матеріального заохочення за раціональне використання й економію енергії) [24].

Сьогодні на підприємстві впроваджується тризонна система обліку. Зони обліку електроенергії представлені нижче на рисунку 4.1.

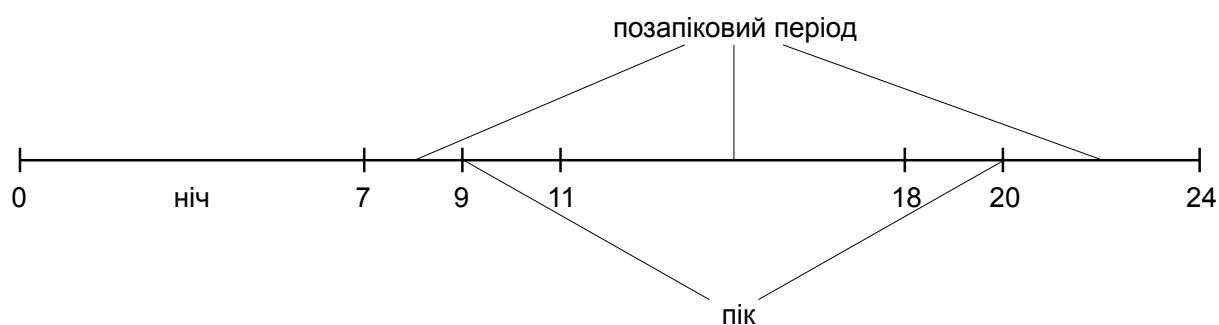


Рисунок 4.1 – Зони обліку електроенергії

Існуючий тариф – 248 коп/кВт·год; ніч – 186 коп/кВт·год; пік – 287 коп/кВт·год; позапіковий період - 248 коп/кВт·год.

Економічна ефективність впровадження тризонного тарифу

$$Z^{\text{до}} = W \cdot T, \quad (4.1)$$

де $Z^{\text{до}}$ – витрати до впровадження системи;

W – кількість спожитої електроенергії;

T – тариф.

$$Z^{\text{після}} = W_1 \cdot T_1 + W_2 \cdot T_2 + W_3 \cdot T_3 + B_{\text{сист.об.}}, \quad (4.2)$$

де $Z^{\text{після}}$ – витрати після впровадження системи;

W_1, W_2, W_3 , – кількість електроенергії, що споживається в нічний, піковий та позапіковий час;

B – вартість системи обліку.

Заміна лічильників типу СА4-И678 на багатофункціональні лічильники типу «Енергия-9».

Лічильники індукційної системи, змінного струму, з номінальною частотою 50 Гц, стаціонарні призначені для безпосереднього обліку споживаної енергії, а також при під'єднанні до вбудованому індуктивному датчику, наприклад формувач імпульсів Сх5000 ТУ У 00227560.007-94, для отримання інформаційного сигналу при автоматизованому обліку енергії по однотарифній системі, або при підключенні до датчика лічильників активної енергії, наприклад пристрою пільгового тарифу СВ5009 ТУ У 000227560.004-93, для обліку активної енергії по двотарифній системі [25].

Лічильники електричної енергії типу “Енергия-9”, в залежності від виконання, призначені:

- для вимірювання активної і реактивної енергії в одному або у двох напрямках за диференційованими в часі тарифами у трифазних мережах змінного струму промислової частоти;

- окремі виконання лічильників забезпечують контроль (моніторинг) основних параметрів вимірювання мережі.

Лічильники забезпечують:

- формування бази даних, що містить вимірювальну інформацію;
- передачу інтерфейсними каналами вимірювання інформації, що зберігається в базі даних, пристроями обліку електричної енергії.

Галузь застосування лічильників – облік електричної енергії на промислових підприємствах і в комунально-побутовій сфері в умовах застосування диференційованого за часом тарифів на електричну енергію. Лічильники розраховані для застосування в автоматизованих системах обліку та контролю електричної енергії, мають послідовний інтерфейс і телеметричний імпульсний вихід.

4.3 Додаткові заходи для підвищення ефективності енергоспоживання на підприємстві

На основі розглянутих даних рекомендовано заходи щодо створення умов для запровадження енергоефективності на досліджуваному промисловому підприємстві. Це ведення жорсткого контролю за споживанням енергоресурсів за допомогою сучасних систем обліку. Так при диференційованому обліку за зонами доби електроенергія хоча і не зберігається, але дозволяє скоротити витрати, і тим самим зменшити собівартість продукції. У той же час, якщо перемістити споживання електроенергії на час напівпікових і мінімальних (нічних) навантажень енергосистеми міста за рахунок перенесення енергоємного виробництва на ці періоди, то можна й допомагати енергосистемі міста позбавлятися від критичних режимів.

Особливу увагу необхідно приділити заходам з енергозбереження організаційного спрямування. Реалізація даних заходів не потребує капітальних витрат і економічний ефект, отриманий від їх впровадження, у багатьох випадках може перевищувати ефекти від заходів технічного або виробничого спрямування.

Не менш важливими є напрями підвищення енергоефективності підприємства, що передбачають використання власного енергетичного потенціалу підприємства. Після ґрунтовного економіко-енергетичного дослідження підприємства, що є першим етапом всього комплексу організаційно-економічних заходів, значну увагу необхідно звернути на використання енергетичного потенціалу шляхом реалізації наступних напрямів енергозбереження виробничого процесу:

- зниження споживання енергії завдяки покращенню управління підприємством, зменшення енергоємності переробки сировини, покращення якості палива і сировини, поліпшення і оптимізації технологічного процесу;

- заміщення традиційних джерел енергії альтернативними або більш дешевими місцевими видами палива. Використання потенціалу теплових викидів, димових газів, стічних вод, твердих побутових відходів. Генерація енергії за допомогою теплових насосів, сонячних колекторів, біогазових установок. Перехід на локалізовані джерела енергопостачання;

- збільшення коефіцієнта використання ПЕР. Заміна і модернізація обладнання, теплоізоляція обладнання, будівель і мереж, заміна освітлювальних приладів на енергозберігаючі, автоматизація і механізація праці, підвищення кваліфікації працівників виробництва;

- стимулювання та заохочення працівників підприємства до реалізації політики енергоефективності.

Електроенергія та теплоенергія використовуються в переважній більшості технологічних процесів підприємства.

Заходом для підвищення ефективності енергоспоживання, що буде розглядатися в наступному розділі магістерської роботи, є аналіз існуючої системи електропостачання виробничого цеху та підприємства в цілому і наступна розробка проектних рішень щодо заміни і модернізації обладнання та кабельно-провідникової продукції.

Доцільність прийняття розроблених проектних рішень буде перевірено шляхом проведення техніко-економічних розрахунків.

Для збереження теплоенергії на підприємстві буде розглянуто доцільність

модернізації теплової схеми котельні.

Внаслідок такої модернізації виникає можливість виробляти електроенергію, яка надалі використовуватиметься для забезпечення власних потреб підприємства і, в результаті, помітно зменшити витрати на купівлю електроенергії та витрати підприємства в цілому.

Висновки до розділу

В даному розділі магістерської роботи проведено аналіз контролю й обліку витрат енергоносіїв на підприємстві. Обґрунтовано заміну лічильників типу СА4-И678 на багатофункціональні лічильники типу «Энергия-9».

Також в розділі розроблено комплекс доцільних заходів для підвищення ефективності енергоспоживання підприємством.

5.1 Мета розрахунків та характеристика вихідних даних

Собівартість продукції – це основний якісний показник роботи підприємства. Це грошова форма витрат на підготовку її виробництва, виготовлення і збут. Відображаючи рівень витрат на виробництво, собівартість комплексно характеризує ступінь використання усіх ресурсів підприємства, а значить, і рівень техніки, технології та організації виробництва. Рівень собівартості відбиває досягнення та недоліки роботи як підприємства в цілому, так і кожного структурного підрозділу. Систематичне зниження собівартості продукції має важливе народногосподарське значення, бо дає змогу за стабільних ринкових цін збільшувати прибуток на кожен гривню витрат, підвищує конкурентоспроможність продукції [26].

Однією із важливих складових собівартості продукції є собівартість електроенергії. Собівартість електроенергії виражає всі витрати на її виробництво, передавання, а також реалізацію та є основним показником роботи електрогосподарства і підприємства в цілому. В зниженні собівартості продукції підприємства велику роль відіграє зниження собівартості електроенергії. Запровадження ефективних заходів зі зниження собівартості електроенергії потребує її аналізу і планування. У даній роботі і розглядається задача планування собівартості електроенергії промислового підприємства на стадії його проектування.

Собівартість електричної енергії на підприємстві складається із таких складових: кількість корисної споживаної підприємством електроенергії; річне споживання електроенергії з урахуванням втрат; плата енергосистемі за електроенергію; річні витрати на передавання і розподіл електроенергії; сумарні витрати підприємства. В роботі виконується розрахунок капітальних вкладень в систему електропостачання підприємства, що включають вартість устаткування і будівельно-монтажних робіт, експлуатаційних витрат на її обслуговування і оплату за електроенергію.

Об'єкт роботи: промислове підприємство.

Предмет роботи: розрахунок собівартості електроенергії при прийнятті

інноваційних рішень на промисловому підприємстві.

Завданнями роботи є:

- розрахунок капіталовкладень в систему електропостачання;
- розрахунок потреби в робочій силі та витрат по заробітній платі;
- визначення амортизаційних відрахувань і інших витрат;
- розрахунок річного споживання і втрат електроенергії;
- розрахунок оплати за електроенергію та її собівартості.

Вихідна інформація для розрахунків наведена в табл. 5.1-3.

Таблиця 5.1 – Відомості про електричні навантаження підприємства

№	Назва цеху	Р _н , кВт
1	Адмінкорпус	95
2	Арматурний цех	215
3	Формувальний цех	500
4	Цех металоконструкцій	200
5	Склад готової продукції	90
6	Котельня	60

Таблиця 5.2 – Номінальні параметри трансформаторів

Марка	S _н , кВА	U _{вн} , кВ	U _{нн} , кВ	ΔP _{хх} , кВт	ΔP _к , кВт	I _{хх} , %	U _к , %
ТМ-630/10	630	10	0,4	1,31	8,5	2	5,5

Таблиця 5.3 – Дані про високовольтні вимикачі та кабельні

Ділянка	I _ж , А	I _{жа} , А	Вимикач	I _{н.в} , А	Лінія Живлення		I _{доп} , А
					Тип	Переріз	
С-ТП	28	56	ВБЭ-М-10-20/200	200	АПвЭБВ-10	3x35	119
Цех №1	128,3		ЕВ2 250/3Е 160А 4р	160	АВВГ 0,4 кВ	3x70+1x35	167
Цех №2	302,6		ЕВ2 250/3Е 160А 4р	160	АВВГ 0,4 кВ	2x(3x70+1x35)	2x167
Цех №3	587,7		ЕВ2 400/3Е 400А 4р	400	АВВГ 0,4 кВ	2x(3x185+1x70)	2x320
Цех №4	243,7		ЕВ2 250/3Е 125А 4р	125	АВВГ 0,4 кВ	2x(3x50+1x25)	2x136
Цех №5	138,0		ЕВ2 250/3Е 160А 4р	160	АВВГ 0,4 кВ	3x70+1x35	167
Цех №6	82,0		ЕВ 100/3L 100А 3р	100	АВВГ 0,4 кВ	3x35+1x16	109

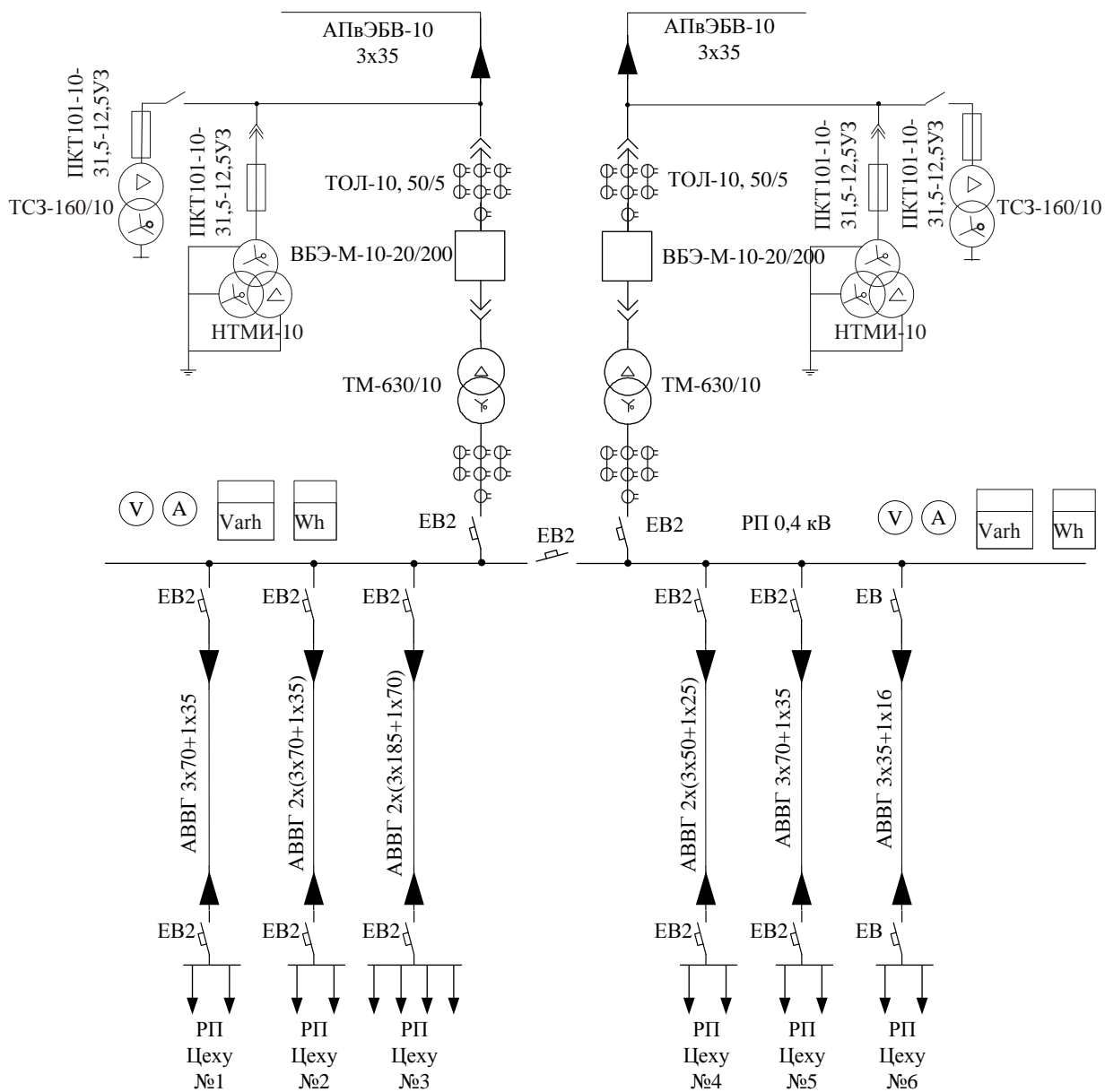


Рисунок 5.1 – Схема внутрішньозаводського електропостачання

Відповідно до схеми електричної мережі підприємства, показаної на рис. 5.1, та вихідних даних, приведених у табл. 5.1 – 5.3, необхідно виконати такі розрахунки:

- Розрахувати величину капітальних вкладень в трансформаторні підстанції, кабельні лінії та високовольтні вимикачі.
- Розрахувати оплату за спожиту електроенергію.
- Розрахувати величину складових експлуатаційних витрат:
 - витрат в мережах підприємства;
 - витрат на заробітну плату;
 - витрат на матеріали;

- амортизаційних витрат.
- Розрахувати собівартість електроенергії на підприємстві.

При проведенні розрахунків прийнято наступні умови:

- Оплату за спожиту електроенергію розраховують за одноставковим тарифом:

2,5 грн/кВт·год;

- Норма амортизації – 6%,
- Нарахування:
 - в пенсійний фонд – 32%,
 - у фонд зайнятості – 1,5%,
 - на соціальне страхування – 1,5%.

Вартість вимикача 10 кВ прийняти рівною 50–70 тис. грн., а вимикача 110 кВ – 100–120 тис.грн.

5.2 Розрахунок капіталовкладень в систему електропостачання

Розрахунок капіталовкладень в лінії електропередач виконуємо за вартістю кабелів та їх прокладання, які наведені в табл. 2.4 і табл. 2.5 [28].

Капітальні вкладення для ліній електропередач:

$$K_{л} = (K_{пит} \cdot n + K_{прок}) \cdot L, \quad (5.1)$$

де $K_{пит}$ - питома вартість на 1 км лінії, тис. грн./км [28];

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

L - довжина лінії електропередачі, км.

n – кількість кабелів в траншеї, шт.

Визначимо вартість прокладання кабельної лінії від ГПП до ТП1:

$$K_{л1} = (40 \cdot 1 + 2,22) \cdot 2 = 84,44 \text{ (тис.грн.)}$$

Для інших ліній розрахунки виконуються аналогічно, результати розрахунків заносимо в табл. 5.4.

Таблиця 5.4 – Розрахунок капіталовкладень для ліній електропередач

Назва лінії	Марка кабелю	Кіл-ть	Довжина, км	К _{лит} , тис.грн	К _{прок} , тис.грн	К _л , тис.грн
ГПП - ТП1	АПвЭБВ3х35	1	2	40	2,22	84,44
ТП1-РП1	АВВГ 3х70	1	0,150	48,08	2,22	7,54
ТП1-РП2	АВВГ 3х70	2	0,200	48,08	2,22	19,67
ТП1-РП3	АВВГ 3х185	2	0,250	70,72	2,22	35,91
ТП1-РП4	АВВГ 3х50	2	0,100	42,46	2,22	8,71
ТП1-РП5	АВВГ 3х70	1	0,120	48,08	2,22	6,036
ТП1-РП6	АВВГ 3х35	1	0,110	40	2,22	4,64
Всього						166,94

Капітальні вкладення для електричних підстанцій будуть:

$$K_{\text{пс}} = \sum_{i=1}^l K_{\text{псі}} + K_{\text{пост}}, \quad (5.2)$$

де $K_{\text{псі}}$ – вартість однієї трансформаторної підстанції, тис. грн. (табл. 2.7 і табл. 2.8 [28]);

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

З табл. 2.7–2.8 [28] визначаємо величину капіталовкладень для ТП–1:

$$K_{\text{пс1}} = 460 + 92 = 552 \text{ (тис.грн).}$$

Розрахуємо сумарну вартість вимикачів. Відповідно до схеми, зображеної на рис.5.1, кількість вимикачів 10 кВ – 2 шт., а вимикачів 110 кВ – 2 шт. Відповідно до рекомендацій приймаємо вартість вимикача 10 кВ рівною 50–70 тис. грн., а вимикача 110 кВ – 100–120 тис.грн.

Сумарна вартість вимикачів

$$K_B = 2 \cdot 60 + 2 \cdot 110 = 340 \text{ (тис. грн.)}$$

Вартість підстанцій з вимикачами

$$K_{пс} = 340 + 552 = 892 \text{ (тис. грн.)}$$

Відповідно сумарна величина капітальних вкладень в систему електропостачання підприємства.

$$K = 166,94 + 892 = 1058,94 \text{ (тис. грн.)}$$

5.3 Розрахунок поточних витрат

5.3.1 Розрахунок потреби в робочій силі

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

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

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

$$T = \Pi \cdot t_{\text{норм}} \cdot h, \quad (5.3)$$

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 [28]);

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

Для схеми, представленої на рис.5.1 трудомісткість ремонту вимикачів 110кВ, люд.-год./рік:

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

Проводимо розрахунки трудомісткості ремонту іншого електрообладнання та заносимо їх результати до табл. 5.5.

Слід зазначити, що норми тривалості міжремонтних періодів і пов'язана з ними розрахункова кількість ремонтів за рік, розроблені для енергоустаткування, яке працює в двох змінах, тобто при $K_{\text{зм}}=2$. При іншій змінності вводиться поправочний коефіцієнт β_p , який знаходимо за табл. 2.15 [28].

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

$$T_{\text{то}} = 12 \cdot t_{\text{пр}} \cdot K_{\text{ср}} \cdot K_{\text{зм}} \cdot h, \quad (5.4)$$

де 12 – кількість місяців у році;

$t_{\text{пр}}$ – планова (таблична) трудомісткість поточного ремонту одиниці устаткування люд.-год. (табл. 2.13 [28]);

$K_{\text{ср}}$ – 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 110 кВ, люд-год/рік

$$T_{\text{то}} = 12 \cdot 20 \cdot 0,1 \cdot 2 = 144.$$

Проводимо розрахунки трудомісткості технічного обслуговування іншого електрообладнання та заносимо їх результати до табл. 5.6.

Таблиця 5.5 – Трудомісткість поточного ремонту та огляду

Обладнання	К-ть	Поточний ремонт			Огляд		
		К-сть на одиницю облад. рем/рік	Норма трудомісткості люд.год.	Заг. трудомісткість люд.год.	К-сть на одиницю облад. огл/рік	Норма трудомісткості люд.год.	Заг. трудомісткість люд.год.
Вимикач 110кВ	2	1	20	40	12	2	48
Роз'єднувач 110кВ	4	1	12	48	12	2	96
Трансформатор 110/10кВ	2	0,33	300	198	12	20	480
Вимикач 10кВ	2	1	16	48	12	1	24
ТМ-630	2	0,33	100	66	12	20	480
Кабельна лінія 35 мм ² , км	2,11	1	30	63,3	1	11,5	24,26
Кабельна лінія 50 мм ² , км	0,2	1	46	9,2	1	11,5	2,3
Кабельна лінія 70 мм ² , км	0,52	1	46	23,92	1	11,5	5,98
Кабельна лінія 185 мм ² , км	0,5	1	72	36	1	18	9
Разом				516,42			1181,54

Таблиця 5.6 – Трудомісткість технічного обслуговування і загальна трудомісткість

Обладнання	К-ть	Технічне обслуговування				Загальна трудомісткість обслуговування люд.год.
		Змінність роботи	Коеф. складності	К-ть місяців	Загал. трудомісткість люд.год.	
Вимикач 110кВ	2	2	0,1	12	144	192
Роз'єднувач 110кВ	4	2	0,1	12	172,8	268,8
Трансформатор 110/10кВ	2	2	0,1	12	2160	2640

Продовження таблиці 5.6

Вимикач 10кВ	2	2	0,1	12	76,8	100,8
ТМ-630	2	2	0,1	12	720	1200
Кабельна лінія 35 мм ² , км	2,11	2	0,1	12	151,92	176,18
Кабельна лінія 50 мм ² , км	0,2	2	0,1	12	22,08	24,38
Кабельна лінія 70 мм ² , км	0,52	2	0,1	12	57,4	63,38
Кабельна лінія 185 мм ² , км	0,5	2	0,1	12	86,4	95,4
Разом					3591,4	4760,9

Якщо ремонтний персонал виконує лише поточні ремонти, то його чисельність

$$N_{\text{пр}} = \frac{T_{\text{пр}}}{\Phi_{\text{д}} \cdot K_{\text{в.н}}}, \quad (5.5)$$

експлуатаційні робітники, чол.:

$$N_{\text{обс}} = \frac{T_{\text{обс}}}{\Phi_{\text{обс}} \cdot K_{\text{в.н}}}, \quad (5.6)$$

де $T_{\text{пр}}$ – річна планова трудомісткість поточного ремонту, люд·год;

$\Phi_{\text{д}}$ – дійсний (ефективний) фонд часу роботи одного робітника за рік; приймається рівним 1850-1900 год;

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

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

Знаходимо кількість експлуатаційних робітників, чол.:

$$N_{\text{обс}} = \frac{4868,1}{1900 \cdot 1,05} = 2,44,$$

та персоналу для ремонтних робіт, чол.:

$$H_{\text{обс}} = \frac{490}{1900 \cdot 1,1} = 0,24.$$

Приймаємо $H_{\text{тр}} = 2$ чол., $H_{\text{обс}} = 3$ чол.

5.3.2 Розрахунок витрат по заробітній платі

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

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

Фонд прямої заробітної плати:

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

$$\Phi_e = H_{\text{обс}} \cdot \beta_n \cdot t_{\text{ге}} \cdot \Phi_d. \quad (5.7)$$

Годинну тарифну ставку рекомендується розраховувати за формулою:

$$t_{\text{ге}} = ((K3 + K4) / 2) \cdot C_1, \quad (5.8)$$

де $K3$, $K4$ – тарифні коефіцієнти III та IV розрядів, відповідно, (табл. 1.1) [28];

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

$$C_1 = \frac{Z_{\text{min}} \cdot K_{\text{в.н}}}{\Phi_H}, \quad (5.9)$$

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

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

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

$$C_1 = 3500 \cdot 1 / 176 = 19,88 \text{ (грн./год)}.$$

Тоді годинна тарифна ставка 3,5 розряду становитиме:

$$t_{re} = ((1,18 + 1,27) / 2) \cdot 19,88 = 24,353 \text{ (грн./год)}.$$

Заробітна плата робітників-погодинників:

$$\Phi_e = 3 \cdot 0,9 \cdot 24,353 \cdot 1900 = 124930,9 \text{ (грн./рік)};$$

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

$$\Phi_p = T_{гр} \cdot t_{гр}, \quad (5.10)$$

$$T_{гр} = ((K4 + K5) / 2) \cdot C_1, \quad (5.11)$$

де $K4$, $K5$ – тарифні коефіцієнти IV та V розрядів, відповідно, (табл. 1.1) [28].

Розраховуємо годинну тарифну ставку 4,5 розряду:

$$t_{гр} = ((1,27 + 1,36) / 2) \cdot 19,88 = 26,14 \text{ грн./год};$$

$$\Phi_p = 516,42 \cdot 26,14 = 13499,21 \text{ грн./рік}.$$

Фонд основної заробітної плати, грн./рік:

$$\Phi_o = \Phi(1 + 0,05 + 0,01 + \alpha), \quad (5.12)$$

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

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

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

α – частка преміальних доплат для відповідної категорії робітників.

Величина основної заробітної плати для експлуатаційних робітників:

$$\Phi_{oe} = 124930,9 \cdot (1+0,05+0,01+0,2) = 157412,9 \text{ (грн./рік)},$$

і для ремонтних:

$$\Phi_{op} = 13499,21 \cdot (1+0,05+0,01+0,25) = 17683,97 \text{ (грн./рік)}.$$

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

$$\Phi_{од} = \Phi_o \cdot 1,15; \quad (5.13)$$

$$\Phi_{оед} = 157412,9 \cdot 1,15 = 181024,85 \text{ (грн./рік)};$$

$$\Phi_{опд} = 17683,97 \cdot 1,15 = 20336,57 \text{ (грн./рік)}.$$

З метою утворення фонду соціального страхування здійснюються нарахування на заробітну плату. З цього фонду кошти витрачаються на виплату по тимчасовій втраті працездатності, оплату відпусток по вагітності, санаторно-курортні лікування й організацію відпочинку працівників, оздоровчі заходи для дітей працівників та інше. Крім того, на заробітну плату здійснюються нарахування в пенсійний фонд та фонд зайнятості. Отже, витрати по заробітній платі ($C_{зп}$) розраховуються так, грн./рік

$$C_{зп} = \Phi_H \cdot \left(1 + \frac{\beta_{п} + \beta_{з} + \beta_{с}}{100}\right), \quad (5.14)$$

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

β_3 – нарахування у фонд зайнятості, $\beta_3 = 1,5\%$;

β_c – нарахування на соціальне страхування, $\beta_c = 1,5\%$.

Відповідно розраховуємо витрати по заробітній платі експлуатаційному персоналу

$$C_{\text{зпе}} = 181024,85 \cdot \left(1 + \frac{32 + 1,5 + 1,5}{100}\right) = 244383,5 \text{ (грн./рік);}$$

і ремонтному персоналу

$$C_{\text{зпр}} = 20336,57 \cdot \left(1 + \frac{32 + 1,5 + 1,5}{100}\right) = 27454,37 \text{ (грн./рік).}$$

Таблиця 5.7 – Розрахунок витрат по заробітній платі

Показник		Заробітна плата
Φ_e	Заробітна плата експлуатаційного персоналу	124930,9 грн.
Φ_p	Заробітна плата ремонтного персоналу	13499,21 грн.
Φ_{oe}	Величина основної ЗП експлуатаційного персоналу	157412,9 грн.
Φ_{op}	Величина основної ЗП ремонтного персоналу	17683,97 грн.
Φ_{oed}	Основний фонд ЗП експлуатаційного персоналу	181024,85 грн.
Φ_{ord}	Основний фонд ЗП ремонтного персоналу	20336,57 грн.
$C_{\text{зпе}}$	Витрати по ЗП експлуатаційного персоналу	244383,5 грн.
$C_{\text{зпр}}$	Витрати по ЗП ремонтного персоналу	27454,37 грн.

5.3.3 Планування вартості матеріалів, що витрачаються

Розрахунок необхідної на рік кількості основних матеріалів для усіх видів ремонтів і технічного енергетичного обслуговування устаткування та мереж розробляється на основі трудомісткості і існуючих норм витрат матеріалів (табл. 2.19) [28].

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 [28], результати розрахунків заносимо до таблиці 5.8.

Таблиця 5.8 – 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		630	1000	630	1000
Сталь сортова, кг	13,38	6	6	80,3	80,3
Провід установлюваний, м	5,55	0,5	0,5	2,7	2,7
Мідь-алюміній (гола), кг	124,6	62	62	7726,4	7726,4
Картон електроізоляційний, кг	60,08	1,4	1,4	84,1	84,1
Лакотканина (ширина 700мм), м	166,6	0,2	0,2	33,3	33,3
Кабельний папір, кг	49,1	0,6	0,6	29,4	29,4
Стрічка кіперна, кг	600,8	40	40	24034,2	24034,2
Стрічка тафтяна, кг	446,3	18	18	8034,8	8034,8
Стрічка азбестова, м	13,1	0,05	0,05	0,6	0,6
Лаки ізоляційні, кг	71,8	1,5	1,5	107,8	107,8
Емалі ґрунтові, кг	78,8	2,5	2,5	197,1	197,1
Масло трансформаторне, кг	24,3	0,58	0,58	14,1	14,1
Бензин, кг	12,3	0,7	0,7	8,6	8,6
Розчиники кг	34,8	0,8	0,8	27,8	27,8
Маслостійка гума, кг	89,3	0,4	0,4	35,7	35,7
Гума профільна, кг	89,3	0,13	0,13	11,6	11,6

Продовження таблиці 5.8

Припій олов'яно-свинцевий, кг	8	0,02	0,02	17,01	17,01
Припій мідно-фосфорний, кг	1	0,03	0,03	4,7	4,7

Електрооди, кг	2	0,15	0,15	4,4	4,4
Засоби кріплення, кг	3	2	2	74,8	74,8
Дріт кручений,	4	0,3	0,3	1,4	1,4
Матеріали обтиску, кг	4	0,4	0,4	19,4	19,4
Разом:				40551,07	40551,07
Кабельні лінії					
Сталь сортова, кг	1	2		26,7	
Електрооди, кг	2	0,1		2,9	
Разом:				29,7	

Вартість матеріалу на технічну операцію:

$$C_1 = 0,01 \cdot \left(\sum_{i=1}^n C_{0i} \cdot T_i + L \cdot C_{\text{ло}} \right), \quad (5.15)$$

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

T_i – трудомісткість обслуговування i -го виду трансформаторів,

L – сумарна довжина кабелів,

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

Отже, вартість матеріалів, потрібних на ремонт:

$$C_{\text{мпр}} = 0,01 \cdot (66 \cdot 40551,08 + 3,33 \cdot 29,7) = 26764,7 \text{ (грн/рік);}$$

i вартість матеріалів, потрібних на технічне обслуговування:

$$C_{\text{мпо}} = 0,01 \cdot (1200 \cdot 40551,08 + 3,33 \cdot 29,7) = 486613,9 \text{ (грн/рік).}$$

Таблиця 5.9 – Планування вартості матеріалів, що витрачаються

Назва об'єкта	Вартість витрат матеріалів на 100 норм.год	Ремонт		Обслуговування	
		Загальна трудомісткість ремонтів	Вартість витрат матеріалів грн.	Загальна трудомісткість обслуговування	Вартість витрат матеріалів грн.
ТМ- 630	40551	66	2676366	1200	48661296
Кабелі	29,7	132,42	98,9	359,34	98,9
Всього витрат на матеріали			26764,64		486613,94

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

$$C_{\text{обс}} = C_{\text{зпе}} + C_{\text{мто}}, \quad (5.16)$$

$$C_{\text{обс}} = 244383,5 + 486613,94 = 730997,44 \text{ (грн/рік);}$$

та витрати на їх поточний ремонт, грн/рік:

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{зпр}} + C_{\text{мпр}}, \quad (5.17)$$

$$C_{\text{пр}} = 27454,37 + 26764,64 = 54219,01 \text{ (грн/рік).}$$

5.3.4 Визначання амортизаційних відрахувань та інших витрат

Знаходимо амортизаційні відрахування за формулою:

$$C_a = a \cdot K, \quad (5.18)$$

де a – норма амортизації, %

K – капіталовкладення, грн.

$$C_a = 0,06 \cdot 1058940 = 63536,4 \text{ (грн/рік).}$$

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

$$C_{ip} = \beta_{ip}(C_{обс} + C_{пр} + C_a); \quad (5.19)$$

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

$$C_{ip} = 0,25 \cdot (730997,44 + 54219,01 + 63536,4) = 212188,21 \text{ (грн/рік)}.$$

Після визначення всіх елементів витрат підприємства, необхідних для передавання і розподілення електроенергії, зведемо їх в таблицю 5.10.

Таблиця 5.10 – Кошторис річних поточних витрат

Стаття витрат	Величина витрат, грн.	Структура, % до підсумку
Витрати по експлуатації обладнання	730997,44	68,9
Витрати на поточний ремонт	54219,01	5,11
Витрати на амортизацію	63536,4	5,98
Інші витрати	212188,21	19,9
Разом	1060941,07	100

5.4 Розрахунок собівартості електроенергії

5.4.1 Розрахунок річного споживання і втрат електроенергії. Розрахунок оплати за електроенергію

Розрахунок обсягу споживання визначається, виходячи з розрахункової потужності, яка визначається як добуток установленної (номінальної) потужності

усіх електроприймачів, коефіцієнта попиту і кількості годин використання максимуму навантаження, тис. кВт·год./рік:

$$E_{ai} = P_p \cdot T_{mi}, = K_{п} \cdot P_{ном} \cdot T_{mi}, \quad (5.20)$$

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

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

$K_{п}$ – 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:

$$E_{a1} = 77,96 \cdot 4500 = 350820 \text{ (кВт·год./рік)}.$$

Аналогічно визначаємо річні витрати активної електроенергії для інших цехів. Результати розрахунків заносимо в таблицю 5.11.

Необхідно також визначити річні витрати реактивної електроенергії.

Таблиця 5.11 – Річні витрати активної електроенергії по цехах

Назва цеху	К-сть змін	T_m , год.	P_p , кВт	E_a , кВт·год./рік
Адмінкорпус	3	4500	77,96	350820
Арматурний цех	3	4500	171,47	771615
Формувальний цех	3	4500	351,08	1579860
Цех металоконструкцій	3	4500	142,86	642870

Склад готової продукції	3	4500	90,66	407970
Котельня	3	4500	52,22	237990
Вагова	3	4500	31,95	143775
Разом				4134900

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

Втрати електроенергії в лініях розраховуємо так:

$$\Delta E_{\text{л}} = 3 \cdot n \cdot I_{\text{м}}^2 \cdot R \cdot \tau \cdot 10^{-3}, \quad (5.21)$$

де $I_{\text{м}}$ – 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.

$$R = r_0 \cdot L, \quad (5.22)$$

де r_0 – питомий опір однієї фази кабелю, Ом / км (див. табл. 2.25 [28]),

Величина τ визначається за часом використання максимального навантаження $T_{\text{м}}$:

$$\tau_{\text{м}} = \left(0,124 + \frac{T_{\text{м}}}{10000}\right)^2 \cdot 8760, \quad (5.23)$$

$$\tau_{\text{м}} = \left(0,124 + \frac{4500}{10000}\right)^2 \cdot 8760 = 2886,2 \text{ (год).}$$

Для лінії ГПП –ТП1:

Активний опір однієї фази кабелю від ГПП до ТП1.:

$$R = 0,405 \cdot 2 = 0,81 \text{ (Ом).}$$

Відповідно втрати електроенергії в лінії ГПП-ТП1:

$$\Delta E_{л} = 3 \cdot 1 \cdot 56^2 \cdot 0,81 \cdot 2886,2 \cdot 10^{-3} = 21994,22 \text{ (кВт}\cdot\text{год./рік)}.$$

Аналогічно виконуємо розрахунок втрат електроенергії в інших лініях і результати заносимо до табл. 5.12.

Таблиця 5.12 – Втрати електроенергії в лініях

Лінія	Марка кабелю	К-сть ліній	Довжина, км	I _м , А	R, Ом	τ, год./рік	R _{пит} , Ом/км	ΔE _л , кВт·год.
ГПП - ТП1	АПвЭБВ 3x35	1	2	56	0,81	2886,2	0,405	21994,22
ТП1-РП1	АВВГ 3x70	1	0,150	128,3	0,066	2886,2	0,443	9406,8
ТП1-РП2	АВВГ 3x70	2	0,200	302,6	0,088	2886,2	0,443	139539,8
ТП1-РП3	АВВГ 3x185	2	0,250	587,7	0,041	2886,2	0,164	245229,61
ТП1-РП4	АВВГ 3x50	2	0,100	243,7	0,064	2886,2	0,641	65821,6
ТП1-РП5	АВВГ 3x70	1	0,120	138	0,053	2886,2	0,443	8739,4
ТП1-РП6	АВВГ 3x35	1	0,110	82	0,095	2886,2	0,868	5530,9
Разом								496262,33

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

$$\Delta E_{Т} = n \cdot \Delta P_{xx} \cdot T_{р} + \frac{1}{n} \cdot \Delta P_{кз} \cdot \left(\frac{S_{\phi}}{S_{H}} \right)^2 \cdot \tau, \quad (5.24)$$

де n - кількість трансформаторів;

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

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

S_{ϕ} - фактична потужність, яка передається через трансформатори, кВА;

S_n - номінальна потужність одного трансформатора, кВА.

Відповідно втрати енергії в трансформаторах КТП-1:

$$\Delta E_T = 2 \cdot 1,3 \cdot 8760 + (1/2) \cdot 7,6 \cdot \left(\frac{684,16}{630} \right)^2 \cdot 2886,2 = 35710,3 \text{ (Вт}\cdot\text{год./рік)}.$$

Для інших КТП проводимо аналогічні розрахунки і їх результати зводимо у табл. 5.13.

Таблиця 5.13 – Втрати енергії в трансформаторах

№	Тип т-ра	К-сть	ΔP_x , кВт	ΔP_k , кВт	S_p , кВА	S_n , кВА	ΔE_T , кВт·год./рік
КТП-1	ТМ-630	2	1,3	7,6	684,16	630	35710,3
Разом							35710,3

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

$$E = E_a + \Delta E_L + \Delta E_T, \quad (5.25)$$

$$E = 4134900 + 496262,33 + 35710,3 = 4666873 \text{ (кВт}\cdot\text{год./рік)}.$$

Оплата за електроенергію при одноставковому тарифі визначається як:

$$П_1 = v \cdot E / 100, \quad (5.26)$$

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

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

$$П_1 = 2,5 \cdot 4666873 = 11667182 \text{ (грн)}.$$

5.4.2 Розрахунок собівартості електроенергії

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

$$S = \frac{C_{\text{сум}} \cdot 100}{E_a}, \quad (5.27)$$

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:

$$C_{\text{сум}} = П + C_{\text{п}}, \quad (5.28)$$

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:

$$C_{\text{п}} = C_{\text{обс}} + C_{\text{пр}} + C_a + C_{\text{ір}}, \quad (5.29)$$

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;

$$C_{\Pi} = 1060941,07 \text{ (грн/рік)}.$$

Отже, сумарні витрати визначаються так:

$$C_{\text{сум}} = 11667182 + 1060941,07 = 12728123 \text{ (грн/рік)}.$$

Отже, собівартість електроенергії

$$S = \frac{12728123 \cdot 100}{4134900} = 307,8 \text{ (коп./кВт·год)}.$$

Для наочності результати розрахунків зводимо в таблицю 5.14.

Таблиця 5.14 –Результати розрахунків

Показники	Позначення	Величина показник	Одиниця вимірювання
Кількість корисно спожитої електроенергії	E_a	4134900	кВт·год.
Річне споживання електроенергії втратами	E	4666873	кВт·год.
Плата за електроенергію	Π_1	11667182	грн.
Витрати на передачу і розподіл електроенергії	C_{Π}	1060941,07	грн.
Сумарні витрати підприємства	$C_{\text{сум}}$	12728123	грн.
Собівартість електроенергії	S	307,8	коп./кВт·год.

Висновки до розділу

В даному розділі магістерської роботи було здійснено розрахунок собівартості електроенергії на промисловому підприємстві.

В першій частині було проаналізовано вихідні дані та розраховано розмір капіталовкладень в систему електропостачання. Відповідно сумарна величина капітальних вкладень в систему електропостачання підприємства для даного варіанту склала 1058,94 тис. грн.

Друга частина являє собою розрахунок поточних витрат підприємства. В ньому визначено необхідну кількість робочого персоналу, витрати по заробітній платі, вартість витратних матеріалів та величину амортизаційних відрахувань. Для розрахунку оплати праці експлуатаційних робітників прийнято погодинно-преміальну систему, а для ремонтного персоналу – відрядно-преміальну. Витрати по заробітній платі експлуатаційного персоналу склали 244383,5 грн. Витрати по заробітній платі ремонтного персоналу – 27454,37 грн.

В третій частині, на основі розрахунків проведених в попередніх розділах, проведено розрахунок річного споживання і втрат електроенергії, а також визначено плату за електроенергію. Величина собівартості електроенергії склала 307,8 коп./кВт·год. Тобто, кожна витрачена кВт·год коштує підприємству 307,8 коп.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У даному розділі розглянуті питання охорони праці оперативно-ремонтного персоналу по обслуговуванню електрообладнання Виробничого підприємства «Київське територіальне управління» філія «Центр будівельномонтажних робіт та експлуатації будівель і споруд» Акціонерного товариства «Українська залізниця».

Обслуговування електроустановок здійснюється адміністративно-технічним, черговим, ремонтним або оперативно-ремонтним електротехнічним персоналом. У процесі експлуатації електроустановок виробляються роботи, передбачені графіками планово-попереджувального ремонту діючого устаткування, профілактичні випробування ізоляції електромашин, трансформаторів, кабелів, релейного захисту й автоматики та ін.

Електромережа виконана таким чином, що в нормальному режимі доторкання людини до струмопровідних частин обладнання виключене, тобто виконані всі вимоги ПУЕ. Робота обладнання супроводжується великими шумами. Робота проводиться в 1 зміну.

На підприємстві на оперативно-ремонтний персонал впливають наступні небезпечні та шкідливі виробничі фактори у відповідності з прийнятою класифікацією (ГОСТ 12.0.003-74) [29].

а) фізичні:

- машини та механізми, що рухаються;
- незахищені елементи виробничого обладнання;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищена і понижена запиленість і загазованість повітря робочої зони;
- підвищена і понижена температура повітря робочої зони;
- підвищений рівень вібрації;
- підвищена і понижена температура поверхонь;
- підвищена і понижена вологість повітря робочої зони;
- нестача природного освітлення.

- небезпечний рівень напруги в електричному колі, замикання якого може збуватися через тіло людини.

б) психофізіологічні:

- перевантаження фізичні (динамічні)

- нервово-психічні (монотонність роботи, перенапруга аналізаторів).

6.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта

6.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Схема приміщення, де розміщується оперативно-ремонтний персонал, зображена на рис. 6.1. На плані вказано розташування обладнання на робочих місцях, проходи між виробничим обладнанням, улаштування перегородок та орієнтація робочих місць відносно світлових прорізів.

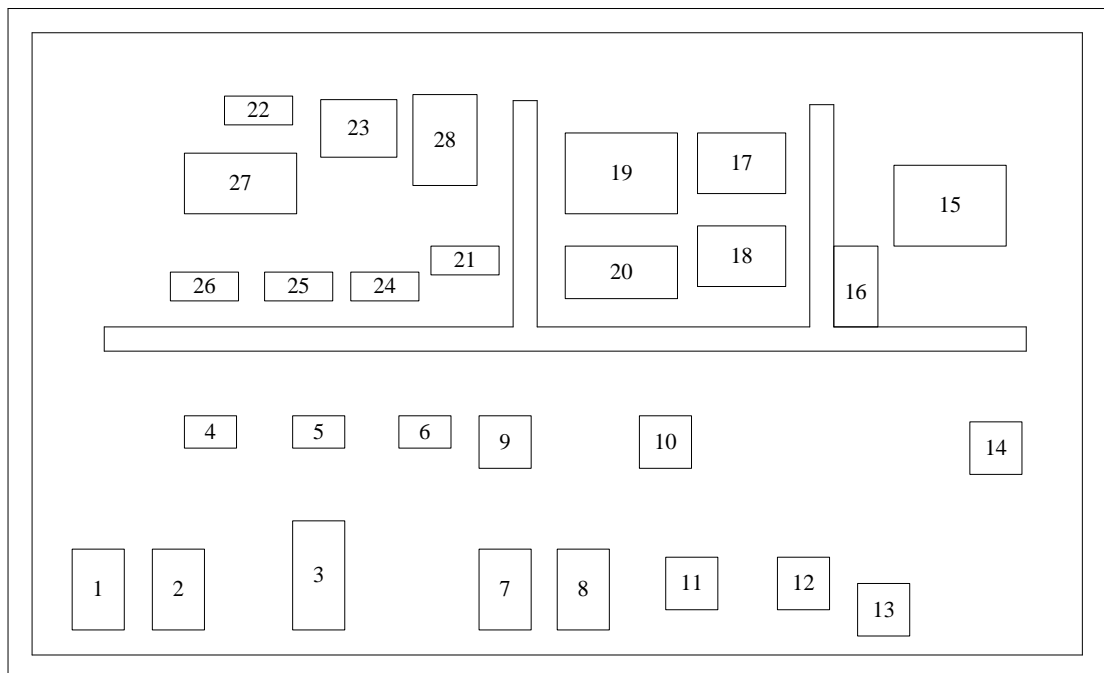


Рисунок 6.1 – План цеху

Площа цеху становить 255 м^2 , висота – 5 м, в якому розташовано 28 робочих місць, тобто на кожного працівника припадає $45,5 \text{ м}^3$ простору цеху.

Рациональне просторове розміщення основного технологічного обладнання та допоміжних матеріалів забезпечує зручність їх обслуговування, вільний доступ до механізмів, зручну робочу позу робітників.

6.1.2 Електробезпека

Живлення системи освітлення здійснюється від чотирипровідної трифазної мережі 380 х 220 В (фазна напруга (фаза – "0") – 220 В, а міжфазна лінійна (фаза – фаза) – 380 В). Категорія умов по небезпеці електротравматизму – підвищеної небезпеки, у зв'язку з наявністю струмопровідної підлоги. Технічні рішення щодо запобігання електротравмам [30]:

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

- розміщувати неізольовані струмовідні елементи в окремих приміщеннях з обмеженим доступом, у металевих шафах;

- використовувати засоби орієнтації в електроустаткуванні - написи, таблички, попереджувальні знаки;

- підвід кабелів до споживачів здійснювати у закритих конструкціях підлоги;

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

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

3) Електрозахисні засоби захисту

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

Основними споживачами електроенергії у виробничому цеху є електричні двигуни та виробниче обладнання, яке працює на напрузі 380 В.

Обладнання має відповідати вимогам ГОСТ 12.2.007.8 та ПВЕ.

До ремонтно-обслуговувальних робіт допускаються робітники, не молодші 18 років, які пройшли медичний огляд, спеціальну підготовку та перевірку теоретичних знань і практичних навичок, знань інструкції з охорони праці і мають кваліфікаційне свідоцтво з записом про допуск на виконання цих робіт, спеціальне навчання та щорічну перевірку знань з одержання спеціального посвідчення згідно з вимогами Правил пожежної безпеки в Україні. Оперативно-ремонтний персонал повинен мати II групу з електробезпеки [31].

Для установок, призначених для постійних робіт у будовах поза цехами та ділянками, мають бути передбачені спеціальні вентилязовані приміщення зі стінами з негорючих матеріалів.

Електроустановки повинні бути захищені запобіжниками чи автоматичними вимикачами з боку живильної мережі.

Для запобігання займанню електропроводів та електрообладнання слід правильно добирати переріз кабелів за значенням струму, ізоляцію кабелів за робочою напругою та плавкі вставки запобіжників за гранично допустимим струмом.

Електроустановки на весь час роботи слід заземлити мідним проводом з перерізом не менше 6 мм^2 або сталевим прутом (смугою) перерізом не менше 12 мм^2 . Заземлення здійснюється через спеціальний болт, який має бути на корпусів установки.

Перед початком робіт необхідно зовнішнім оглядом перевірити справність ізоляції зварювальних проводів та електро-приймачів, а також надійність з'єднання усіх контактів [32].

У разі пошкодження ізоляції проводів їх слід замінити або помістити в резиновий шланг.

При роботі на млині можуть бути небезпечні і шкідливі виробничі фактори, по відношенню до яких слід проявляти підвищену обережність: рухомі механізми, запиленість, рівень статистичного електричного поля, можливість появи на

струмопровідних частинах обладнання небезпечного електричного навантаження, можливість утворення вибухо-небезпечної суміші, пожежна безпека.

Забороняється до повної зупинки двигуна машини відкривати люки шлюзових запорів, знімати захисні кожухи, проводити змащення, підтягувати різьбові з'єднання чи проводити технічне обслуговування.

В кінці робочої зміни при зупинці машин, слід змити борошняний пил. Періодично проводити прибирання приміщення, провітрювати його, зволожувати повітря, слідкувати за герметичністю повітропроводів.

Перед зупинкою машин спершу припинити подачу продукту (виключенням подаючого транспортера, перекриттям заслінки і т. д.) і коли зерно перестало поступати, виключити двигун.

Забороняється залазити в бункера під час роботи машин. Силосні люки повинні бути закриті кришками і заперті на замок. Завальні ями повинні бути обладнані захисними решітками.

Очищення забивання норій і шнеків проводять при виключеному двигуні з допомогою спеціальних чистиків.

Слід регулярно очищати магнітний сепаратор, каменеуловлювач, подаючі вальці. Операція очищення проводиться при повністю зупиненій машині.

Електрообладнання повинно бути захищено від пилу, дверки електрошафи повинні бути завжди замкнені на ключ.

6.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

У відповідності до СН-245-71 "Санітарні норми проектування промислових підприємств" [33] підприємство відноситься до III класу з санітарно-захисною зоною 300 м.

Інструменти, матеріали і органи управління повинні бути розташовані дугою навколо робочого місця і по можливості ближче до оператора, інструменти і матеріали повинні знаходитись на відповідних місцях, щоб виключити зайві рухи на їх пошук і вибір.

В процесі експлуатації енергетичного обладнання з'являється ряд небезпечних і шкідливих факторів. До них належать наявність поверхонь з високою температурою, конвенційних і променевих теплових потоків, велике виділення вологи, застосування пожежонебезпечних матеріалів, наявність шуму і вібрації від трансформатора; вплив електромагнітних полів, які наводяться високою напругою. Досить значний вплив на організм людини мають електромагнітні поля, які наводяться високою напругою і діють, як фізіологічно так і електрично. Фізіологічна дія сприймається людиною з такими симптомами: відчуття поколювання відкритих частин тіла, загальна недуга, головні болі.

Споруди, у відповідності з діючими нормами та правилами, можуть мати будь-яку форму і розміри, які повинні забезпечити сприятливі санітарно-гігієнічні і безпечні умови праці. Особливу увагу потрібно приділити розміщенню обладнання, організації потоків людей і вантажів. Велику роль в забезпеченні санітарно-гігієнічних умов праці відіграють вимоги до організації робочих місць.

6.2.1 Мікроклімат

Для підвищення працездатності та збереження здоров'я важливо створити для людини стабільні метеорологічні умови - мікроклімат повітряного середовища. Для забезпечення нормального мікроклімату в робочій зоні. Унітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ГОСТ 12.1.005-88 встановлюють оптимальну та допустиму температуру, відносну швидкість та швидкість руху повітря у визначених діапазонах в залежності від періоду року та категорії робіт, та допустимої інтенсивності випромінювання [34].

До категорії Пб відносяться роботи, що виконуються стоячи, пов'язані з ходінням, переміщенням невеликих (до 10 кг) вантажів, та супроводжуються помірним фізичним напруженням, витрата енергії складає від 201 - 250 ккал/год. Допустимі параметри мікроклімату приведені в табл. 6.2.

Таблиця 6.2. – Нормовані параметри мікроклімату в робочій зоні виробничого приміщення

Період року	Категорія робіт по важкості	Температура °С	Відносна вологість %	Швидкість повітря м/с
		Допустима	Допустима	Допустима
Холодний	Середньої важкості II б	15-21	75	<0,4
Теплий	Середньої важкості II б	16-27	70 при 25°	0,2-0,5

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату проектом передбачена штучна проточна загально обмінна вентиляція, яка забезпечує створення необхідного мікроклімату та чистоти повітряного середовища у всьому об'ємі робочої зони.

Використання засобів індивідуального захисту. Важливе значення для профілактики перегрівання мають індивідуальні засоби захисту. Спецодяг повинен бути повітро- та вологопроникним (бавовняним, з льону, грубововняного сукна), мати зручний покрій.

6.2.2 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується концентраціями (ГДК) в мг/м. Шкідливі речовини, що потрапили в організм людини спричинюють порушення здоров'я лише в тому випадку, коли їхня кількість в повітрі перевищує граничну для кожної речовини величину. Під гранично допустимою концентрацією (ГДК) шкідливих речовин в повітрі робочої зони розуміють таку концентрацію, яка при щоденній (крім вихідних днів) роботі на протязі 8 годин чи іншої тривалості (але не більше 40 годин на тиждень) за час всього трудового стажу не може викликати професійних захворювань або розладів у стані здоров'я, що визначаються сучасними методами як у процесі праці.

В умовах виробничого процесу експлуатації верстату можливим забруднювачами повітря може бути промисловий пил, його ГДК відповідно до [35] наведено в табл. 6.3.

Таблиця 6.3 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин для повітря атмосфери в робочій зоні шокової дробарки

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас
	Максимально разова	Середньо добова	
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4

Пил може здійснювати на людину фіброгенну дію, при якій в легенях відбувається розростання сполучних тканин, що порушує нормальну будову та функцію органу. Вражаюча дія пилу в основному визначається дисперсністю (розміром частинок пилу), їх формою та твердістю, волокнистістю, питомою поверхнею.

Для нормалізації складу повітря робочої зони потрібно здійснювати щоденне прибирання робочого місця. Нагромадження пилу вказує на необхідність у вживанні заходів по очищенню від нього. Тому необхідно постійно очищувати пил та проводити вологе прибирання приміщень, за умови вимкнення устаткування.

6.2.3 Виробниче освітлення

Природне освітлення поділяється на бокове (одно- або двохстороннє), що здійснюється через світлові отвори (вікна) в зовнішніх стінах; верхнє, здійснюване через ліхтарі та отвори в дахах і перекриттях; комбіноване — поєднання верхнього та бокового освітлення.

На рівень освітленості приміщення при природному освітленні впливають наступні чинники: світловий клімат; площа та орієнтація світлових отворів; ступінь чистоти скла в світлових отворах; пофарбування стін та стелі приміщення; глибина приміщення; наявність предметів, що заступають вікно як зсередини так і з зовні приміщення. Нормування освітленості представлено в таблиці 6.4 [36].

Таблиця 6.4 – Нормування освітленості

Характеристика зорової роботи	Найменший об'єкт розрізнення, мм	Розділ зорової роботи	Підрозділ роботи	Контраст об'єкту розрізнення з фоном
Середньої точності	Більше 0,5 до 1	IV	а	малий
Характеристика фону	Освітленість, лк		КЕО E_H %	
	Штучне освітлення		Природне освітлення	Суміщене освітлення
	Комбіноване	Загальне		
темний	750	300	2	1

Оскільки природне освітлення непостійне впродовж дня, кількісна оцінка цього виду освітлення проводиться за відносним показником – коефіцієнтом природнього освітлення (КПО).

Прийняте роздільне нормування КПО для бічного і верхнього освітлення. Ті місця, що освітлюється тільки бічним світлом, нормується мінімальне значення КПО в межах робочої зони, що повинно бути забезпечене в точках, найбільше віддалених від вікна. Нормовані значення КПО визначаються за формулою:

$$e_n = e_H \cdot m_n, \quad (6.1)$$

де e_H - значення КПО для будинків;

m_n - коефіцієнт сонячності клімату - 0,85, вікна переважно зорієнтовані на захід.

Підставивши значення КПО, отримаємо:

а) Для природнього освітлення

$$e_n = 2 \cdot 0,85 = 1,7 \ %;$$

б) Для суміщеного освітлення

$$e_n = 1 \cdot 0,85 = 0,85 \ %.$$

Штучне освітлення передбачається у всіх виробничих та побутових приміщеннях, де недостатньо природного світла, а також для освітлення приміщень в темний період доби. При організації штучного освітлення необхідно забезпечити сприятливі гігієнічні умови для зорової роботи і одночасно враховувати економічні показники.

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

На робочих місцях встановлюються світильники місцевого освітлення ($e=2\%$). В місцях де постійно працюють робітники застосовують люмінесцентні лампи ЛБ. Щоб зменшити ефект пульсації світлового потоку, сусідні світильники включають на різні фази мережі. Освітлення сучасних електромеханічних та ремонтно-механічних цехів реалізують за допомогою прожекторів із галогеновими лампами. Освітленість робочих місць при застосуванні ламп розжарювання повинна бути не менше 10 лк. Черговий та оперативний персонал повинен бути забезпечений додатковими акумуляторними ліхтарями.

6.2.4 Виробничий шум

Дія шуму на людину може викликати зміни, функціональні розлади і механічні пошкодження. На ділянці роботи шум по характеру спектра - широкопasmовий, з безперервним спектром шириною більше октави. За часовою характеристикою шум відноситься до категорії постійного.

Види шуму:

- механічний, що виникає в результаті руху окремих вузлів та деталей

установок, машин;

- аеродинамічний, що виникає в результаті переміщення газоподібних речовин з великою швидкістю (вентиляторні, компресорні установки);
- гідродинамічний, що виникає внаслідок стаціонарних та нестаціонарних процесів в рідинах (насоси);
- електромагнітний, що виникає в електричних машинах, приладах, електричних апаратах.

Найбільш раціональний спосіб - пониження шуму в джерелі або зміна напрямку його випромінювання. Однак вони потребують конструкторської переробки джерела, яке випромінює шум або механізму в цілому, що є несприятливими. Можна рекомендувати застосування менш шумного обладнання, але іноді даний варіант не може бути використаний, так як деяке обладнання шумне саме по собі а не від того, що це неякісне обладнання.

Зменшення шуму, який проникає в приміщення через повітрявод, канали вентиляційних систем та прилади кондиціонування повітря, здійснюється глушниками. На більшості робочих місць присутній постійний шум, при роботі синхронного електродвигуна СТД-12500 - непостійний.

Допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях згідно СН 3223-85 приведені в таблиці 6.5 [37].

Таблиця 6.5 - Санітарні норми шуму

Робоче місце	Рівні звукового тиску (дБ) в активних полосах з середньо-геометричними частотами (Гц)								
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Виробниче приміщення	107	95	87	82	78	75	73	71	69

Для забезпечення допустимих параметрів шуму в приміщенні передбачено:

- 1) усунення, коливань у джерелі виникнення, ретельне балансування обладнання, мас, які обертаються;
- 2) усунення коливань на шляху розповсюдження, звукоізоляція, звукопоглинання, багатошарові огорожі;
- 3) проектно-архітектурні методи передбачають розташування обладнання, вибір перекриття;
- 4) організаційно-технологічні рішення: своєчасне і якісне проведення планово-попереджувального ремонту; контроль за правильною експлуатацією, вибір малошумного обладнання та технологій.

На підприємствах повинно бути забезпечено контроль шуму на робочих місцях не менше одного разу в рік.

6.2.5 Виробничі вібрації

Вібрацією називають будь-які механічні коливання пружних тіл, які проявляються в їх переміщенні в просторі. Коливання частотою нижче 16 (Гц) сприймаються органами як вібрації.

Джерелами вібрацій можуть бути дробарки, електродвигуни, вентилятори.

Основними гігієнічними характеристиками вібрації, які визначають вплив на людину, є середньоквадратичні значення віброшвидкості чи її логарифми. Систематична дія вібрації призводить до різних порушень здоров'я людини, стає причиною вібраційної хвороби. Загальна вібрація діє на нервову, серцево-судинну систему, порушується обмін речовин; виникає головний біль, порушується сон, знижується продуктивність праці.

З метою виключення можливості виникнення віброхвороби обмежують параметри вібрації робочих місць і поверхні контакту працюючих згідно. Допустимі значення нормованих вібрацій на постійних робочих місцях в даному виробничому приміщенні приведені в табл. 6.6 [38].

Таблиця 6.6 - Допустимі рівні вібрації на робочих місцях

Види	Октавні смуга з середньо-геометричними частотами, Гц
------	------------------------------------------------------

вібрацій	2	4	8	16	31,5
На постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях	1,3/108	0,45/99	0,22/93	0,2/92	0,2/92

Заходи боротьби: динамічне гасіння коливань і зміна конструктивних елементів установки.

Боротьба з вібрацією досягається вибором таких кінематичних і технологічних схем, при яких динамічні процеси, які викликані поштовхами, різкими прискореннями, будуть виключені чи гранично знижені. Динамічне гасіння вібрації відбувається частіше всього шляхом розміщення установок на фундаменті, масу яких визначають з розрахунку, щоб амплітуда коливань не перевищувала 0,1-0,2 (мм).

6.2.6 Психофізіологічні фактори

Оцінка важкості праці здійснюється на підставі обліку всіх наведених в таблиці 6.7 [23] показників. При цьому, спочатку встановлюється клас кожного із вимірюваних показників, а кінцева оцінка важкості праці встановлюється за показником, який має найвищий ступінь важкості.

Важкість праці оперативного-ремонтного персоналу характеризується фізичним динамічним навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальним числом стереотипних робочих рухів, розміром статичного навантаження, робочою позою, ступенем нахилу корпусу, переміщенням в просторі.

Таблиця 6.7 – Класи умов праці за показниками важкості трудового процесу

№ п/п	Клас умов праці	
	Показники важкості трудового процесу	Допустимий (середнє фізичне навантаження)
1.	Фізичне динамічне навантаження	
1.1	При регіональному навантаженні (з переважною участю м'язів рук та	

	плечового поясу) при переміщенні вантажу на відстань до 1 м:	
	- для чоловіків	До 5000
	- для жінок	До 3000
1.2	При переміщенні вантажу на відстань від 1 до 5 м:	
	- для чоловіків	До 25000
	- для жінок	До 15000
2.	Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну)	
2.1	При локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	До 40000
2.2	При регіональному навантаженні (при роботі з переважною участю м'язів рук та плечового поясу)	До 20000
3.	Робоча поза	Періодичне перебування в незручній позі (робота з поворотом тулуба, незручним розташуванням кінцівок) та/або фіксованій позі (неможливість зміни взаєморозташування різних частин тіла відносно одна одної) до 25% часу зміни. Знаходження в позі стоячи до 60% часу зміни.

Продовження таблиці 6.7

4.	Нахили корпусу, кількість за зміну	51-100
5.	Переміщення у просторі, км	
5.1	По горизонталі	До 8
5.2	По вертикалі	До 4

Напруженість праці відображає навантаження переважно на центральну нервову систему, органи чуттів, емоційну сферу працівника.

Оцінка напруженості праці здійснюється на підставі обліку всіх наявних значущих показників, які можуть перевищувати нормативні рівні згідно з таблицею

6.8. Кінцева оцінка напруженості праці встановлюється за показником, який має найвищу напруженість.

Таблиця 6.8 – Класи умов праці за показниками напруженості трудового процесу

№ п/п	Клас умов праці	
	Показники напруженості трудового процесу	Допустимий (напруженість праці середнього ступеня)
1.	Інтелектуальні навантаження	Рішення простих альтернативних завдань згідно з інструкцією
2.	Зміст роботи	
2.1	Сприймання сигналів (інформації) та їх оцінка	Сприймання сигналів з наступною корекцією дій та операцій
2.2	Розподіл функцій за ступенем складності завдання	Обробка виконання завдання та його перевірка
2.3	Характер виконуваної роботи	Робота за встановленим графіком
3.	Сенсорні навантаження	25-50
4.	Емоційне навантаження	
4.1	Ступінь відповідальності за результат своєї діяльності. Значущість помилки	Несе відповідальність за функціональну якість допоміжних робіт (завдань)
4.2	Монотонність навантаження	9-6

Продовження таблиці 6.8

4.3	Тривалість виконання простих виробничих завдань чи операцій, що повторюються (сек.)	100-25 19-10
4.4	Час активних дій (в % до тривалості зміни). Решту часу – спостереження за технологічним процесом	76-80
4.5	Монотонність виробничої обстановки (час пасивного спостереження за технологічним процесом в % від часу	20-24

	зміни)	
5.	Режим праці	
5.1	Фактична тривалість робочого дня (год.)	8-9
5.2	Змінність роботи	Двозмінна робота (без нічної зміни)
5.3	Наявність регламентованих перерв та їх тривалість	Перерви регламентовані, недостатньої тривалості: від 3% до 7% часу зміни

6.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Дослідження безпеки роботи системи енергоспоживання підприємства в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій

В даній частині розділу необхідно провести дослідження безпеки роботи системи енергоспоживання підприємства в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій. Найбільш актуальні чинники впливу на стійкість є іонізуючі випромінювання та електромагнітний імпульс.

Забезпечення безпеки роботи системи енергоспоживання підприємства в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій базується на комплексі організаційних, інженерно-технічних заходів і засобів, спрямованих на збереження працездатності в умовах дії загрозливих чинників. Для цього необхідно: прогнозувати та оцінити можливі наслідки, заздалегідь спланувати заходи із запобігання та зменшення вірогідності виникнення НС і скорочення масштабів прояву результатів НС, організація робіт в умовах НС та ліквідація її наслідків.

Вплив радіації призводить як до оборотних, так і необоротних змін електричних властивостей пристроїв, апаратів і інтегральних схем. Оскільки такі зміни можуть приводити до відмов електронних підсистем, значні зусилля повинні бути направлені на розробку методів, що дозволяють уникнути погіршення параметрів обладнання при опроміненні.

До часток, які при влученні в прилади можуть викликати небажані наслідки, відносять електрони, протони, фотони, альфа-частинки, важкі іони. Іонізація і зсув атомів викликають різні зміни в напівпровідникових приладах.

При бомбардуванні кремнію фотони й заряджені частинки можуть викликати зсув атомів з положення рівноваги. У випадку фотонів цей процес реалізується за рахунок появи комптоновських електронів з досить великою енергією. Поки ядрам передається мінімальна енергія (для кремнію 21 еВ), буде відбуватися зсув атомів. Відсутність атома у своєму нормальному положенні – це перший вид радіаційного дефекту.

Тому є необхідним провести дослідження безпеки роботи системи енергоспоживання при впливах іонізуючих випромінювань та електромагнітному імпульсі.

6.3.1 Дослідження безпеки роботи системи енергоспоживання підприємства в умовах дії іонізуючих випромінювань

За критерій безпеки роботи системи енергоспоживання підприємства в цих умовах приймається таке максимальне значення дози опромінення елементної бази ($D_{\text{грi}}, P$), при якому в елементній базі можуть виникнути зміни, але система енергоспоживання буде працювати з необхідною якістю і безперебійністю.

В якості критерію по безпеці роботи системи енергоспоживання можна використати граничне значення рівня радіації. Максимально допустимі значення потужності доз елементів системи наведені в таблиці 6.9.

Таблиця 6.9 – Максимальні допустимі потужності доз елементів системи енергоспоживання

№	Блок	Елементи	$P_{\text{грi}}$ (Р/год)	$P_{\text{гр}}$ (Р/год)
1	БЖ	Транзистори	10^5	10^4
		Діоди	10^5	
2	МПК	Конденсатори	10^6	
		Резистори	10^6	

		Мікросхеми	10^4	
		Діелектрики	10^4	

За мінімальним значенням $P_{\text{грi}}$ (з табл. 6.6) межа стійкості $P_{\text{гр}}$ роботи системи енергоспоживання складає $P_{\text{гр}} = 10^4$ (Р/год).

Для оцінки безпеки роботи системи енергоспоживання визначається граничне значення потужності дози гамма-випромінювання ($P_{\text{гр}}$) за наступною формулою:

$$P_{\text{гр}} = K \cdot P_{\text{грi}} \cdot K_{\text{пос}}, \quad (6.3)$$

де K – коефіцієнт надійності, $K = 0,9..0,95$;

$P_{\text{грi}}$ – рівень радіації, що відповідає початку зворотних змін у найменш стікому елементі;

$K_{\text{пос}}$ – коефіцієнт послаблення радіації ($K_{\text{пос}} = 1$).

$$P_{\text{гр}} = 0,9 \cdot 10^4 \cdot 1 = 9 \cdot 10^3 \left(\frac{\text{Р}}{\text{год}} \right).$$

З вищенаведених розрахунків можна зробити висновок, що стійкість роботи системи енергоспоживання в умовах дії іонізуючих випромінювань буде забезпечена, якщо радіація в умовах експлуатації не перевищуватиме $P_{\text{гр}} = 9 \cdot 10^3$ Р/год.

Розрахуємо максимально допустимий час перебування пристрою в умовах дії іонізуючих випромінювань.

$$D_{\text{м}} = \frac{2 \cdot P_{\text{гр}} \cdot (\sqrt{t_{\text{к}}} - \sqrt{t_{\text{п}}})}{K_{\text{осл}}}, \quad (6.4)$$

де $t_{\text{п}}$ – час початку опромінення ($t_{\text{п}} = 1$ год);

$$D_{\text{м}} = 10^3;$$

$K_{\text{осл}}$ – коефіцієнт послаблення радіації ($K_{\text{осл}} = 1$ год).

$$t_{\text{доп}} = 12,6 \cdot 10^3 \text{ (год)}.$$

Отже, працездатність системи енергоспоживання в умовах дії іонізуючих випромінювань можлива при $P_{\text{гр}} = 9 \cdot 10^3$ Р/год.

6.3.2 Дослідження безпеки роботи системи енергоспоживання підприємства в умовах дії електромагнітного імпульсу

Початкові дані: напруга живлення $U_{\text{ж}} = 12$ В; максимальна довжина горизонтальної струмопровідної частини електричної принципової схеми $l_{\text{в}} = 5$ м. В якості показника стійкості елементів системи до дії електромагнітного імпульсу використовують коефіцієнт безпеки

$$K_{\text{б.г}} = 20 \cdot \lg \frac{U_{\text{доп}}}{U_{\text{г(в)}}} \geq 40 \text{ (дБ)},$$

Де $U_{\text{доп}}$ – допустиме коливання напруги живлення;

$U_{\text{г(в)}}$ – напруга, наведена за рахунок електромагнітних випромінювань у горизонтальних (вертикальних) струмопровідних системах.

Спочатку визначається допустиме коливання напруги живлення

$$U_{\text{доп}} = U_{\text{ж}} + \frac{U_{\text{ж}}}{100} \cdot N, \quad (6.5)$$

$$U_{\text{доп}} = 12 + \frac{12}{100} \cdot 5 = 12,6 \text{ (В)}.$$

Визначається максимально очікувана напруга в вертикальних лініях

$$U_B = \frac{U_{\text{доп}}}{\frac{K}{10^{20}}}, \quad (6.6)$$

Після підстановки числових даних отримаємо

$$U_B = \frac{12,6}{\frac{40}{10^{20}}} = 0,126 \text{ (В)}.$$

З формули визначається горизонтальна складова напруженості електричного поля

$$U_B = E_{\Gamma} \cdot l_B. \quad (6.7)$$

Отже, визначаємо E_{Γ}

$$E_{\Gamma} = \frac{U_B}{l_B}. \quad (6.8)$$

Після підстановки числових даних отримаємо

$$E_{\Gamma} = \frac{0,126}{5} = 0,0252 \text{ (В/м)}.$$

Вертикальна складова напруженості електричного поля визначається з формули

$$E_{\Gamma} = E_B \cdot 10^{-3}. \quad (6.9)$$

Тоді E_B буде

$$E_B = 0,0252 \cdot 1000 = 25,2 \text{ (В/м)}.$$

Це значення вертикальної складової напруженості електромагнітного поля можна вважати граничним, до якого гарантується безпечна робота системи енергоспоживання підприємства.

Висновки до розділу

В розділі „Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях” були розроблені конкретні технічні рішення з електробезпеки, промислової санітарії та пожежної безпеки, пов’язані як з самою конструкцією основного і допоміжного технічного устаткування, так і з конкретними умовами його експлуатації чи монтажу.

Також в даному розділі було проведено дослідження безпеки роботи системи енергоспоживання досліджуваного підприємства до дії іонізуючих випромінювань та електромагнітного імпульсу. Як видно з отриманих результатів, робота системи енергоспоживання підприємства є безпечною при дії іонізуючих випромінювань до значення $P_{гр} = 9 \cdot 10^3$ Р/год.

Згідно з виконаними розрахунками безпека роботи системи енергоспоживання підприємства в умовах дії електромагнітного імпульсу можлива при напруженості вертикальної складової електричного поля $E_v < 25,2$ В/м.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання МКР щодо підвищення ефективності енергоспоживання з урахуванням технологічного процесу Виробничого підприємства «Київське територіальне управління» філія «Центр будівельномонтажних робіт та експлуатації будівель і споруд» Акціонерного товариства «Українська залізниця» на основі проведених розрахунків прийняті такі, наведені нижче, рішення.

В другому розділі була проаналізована система електропостачання досліджуваного виробничого підприємства. Обрані комутаційно-захисна апаратура та живлячі провідники заводської мережі перевірені на допустимість, та термічну стійкість на основі розрахунку коротких замикань. На лініях, що підходять безпосередньо до електроприймачів, встановлено автоматичні вимикачі серії ВА з тепловим і електромагнітними розчіплювачами. Розроблена система електропостачання забезпечує надійне та безперебійне живлення підприємства електроенергією.

При розрахунку цехових мереж та загальнозаводської мережі була вибрана оптимальна система електропостачання, яка забезпечує допустимі втрати напруги в лініях. Обрана схема електропостачання забезпечує надійне та безперебійне живлення підприємства електроенергією.

Був спроектований водоводяний водонагрівач для підігріву мережної води.

В результаті проектних розрахунків виконано здійснено модернізацію котельні шляхом встановлення парової турбіни та шляхом заміни котлів на більш економічні.

При встановленні парової турбіни було досягнуто економії електроенергії, для комбінату. З розрахунків було визначена потужність турбоагрегата 3.5 мВт.

В результаті заміни котлів на нові (з більшим ККД) , була розрахована щорічна економія коштів на паливо - складає 36,4 млн.грн.

Отже, впроваджені енергозберігаючі заходи на підприємстві сприяють більш ефективному використанню енергоресурсів заводу та підвищенню техніко-економічних показників роботи, тому є доцільними та необхідними.

На підприємстві впроваджена тризонна система обліку

В розділі „Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях” були розроблені конкретні технічні рішення з електробезпеки, промислової санітарії та пожежної безпеки, пов’язані як з самою конструкцією основного і допоміжного технічного устаткування, так і з конкретними умовами його експлуатації чи монтажу.

Також в даному розділі було проведено дослідження безпеки роботи системи енергоспоживання досліджуваного підприємства до дії іонізуючих випромінювань та електромагнітного імпульсу. Як видно з отриманих результатів, робота системи енергоспоживання підприємства є безпечною при дії іонізуючих випромінювань до значення $P_{гр} = 9 \cdot 10^3$ Р/год.

Згідно з виконаними розрахунками безпека роботи системи енергоспоживання підприємства в умовах дії електромагнітного імпульсу можлива при напруженості вертикальної складової електричного поля $E_v < 25,2$ В/м.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Правила улаштування електроустановок. – 5–те вид., переробл. й доповн. – Х .: Міненерговугілля України, 2014.
2. ГОСТ 14209–97 «Руководство по нагрузке силовых масляных трансформаторов».
3. ГОСТ 839–80 «Провода неизолированные для воздушных линий электропередачи. Технические условия».
4. РД 153–34.0–15.501–00 «Методические указания по контролю и анализу качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. Часть 1. Контроль качества электрической энергии».
5. М.Й. Бурбело «Проектування систем електропостачання. Приклади розрахунків» Вінниця: ВНТУ, 2005р.
6. РТМ 36.18.32.4–92 – «Методика расчёта электрических нагрузок».
7. Электроснабжение: учебное пособие по дипломному проектированию / Л.С. Синенко, Т.П. Рубан, Ю.П. Попов.– Красноярск : ИПК СФУ, 2008.
8. ДСТУ ІЕС/TR 60909–4:2008 (ІЕС/TR 60909–4:2000, IDT) Національний стандарт України. Струми короткого замикання в трифазних системах змінного струму. Частина 4. Приклади обчислення сили струму короткого замикання.
9. ГОСТ 12.0.003–74 – «Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
10. ДНАОП 0.03–3.01–71 – «Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий».
11. ГОСТ 12.1.008–83 – «Шум. Общие требования безопасности».
12. ГОСТ 12.1.012.–90 – «Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования».
13. Методичні вказівки щодо опрацювання розділу “Охорона праці” в дипломних проектах і роботах студентів електротехнічних спеціальностей /Уклад. О.В. Кобилянський , О.П. Терещенко – В .: ВНТУ, 2003.– 46 с.
14. ГОСТ 12.0.003 – 74. Система стандартов безопасности труда. Опасные и

вредные производственные факторы.

15. ГОСТ 12.1.030 – 81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.

16. ДСН 3.3.6.042–99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.

17. ГОСТ 12.1.005–88. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно–гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

18. ДБН В.2.5–28–2006. Природне і штучне освітлення.

19. Тарифи ПАТ "Вінницяобленерго" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.voe.com.ua/consumers/individuals/fees>

20. Кабельно–провідникова продукція [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ibud.ua/ua/catalog/kabelno–provodnikovaya–produktsiya–1189>

21. Сергеев М.Н. Методологічні аспекти енергозбереження і підвищення енергетичної ефективності промислових підприємств: [монографія] / М.Н. Сергеев. – Іжевськ: вид-во «Удмуртський університет», 2013. – 116 с.

22. Аліна Рушатинська Курсова робота ВНТУ 2015.

24. ДСТУ 4472:2005 «Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Загальні вимоги».

25. Осадчий О.О. Практика впровадження сучасних стандартів енергоменеджменту та підготовка до застосування ISO 50001 / А.А. Осадчий // Сертифікація. – 2012. – № 1. – С. 12–16.

26. Іншеков Є.М. Методологія ISO щодо розробки та розвитку стандартів з енергетичного менеджменту (серія стандартів ISO 50000) / Є.М. Іншеков, Д.Ю. Жуков // Енергетика. – 2014. – № 2. – С. 117–126.

27. Енергоменеджмент на Україні: початок нового шляху // Електрик: міжнародний електротехнічний журнал. – 2012. – № 1/2. – С. 36–38. 404 Мукачівський державний університет

28. Копитко М.І. Особливості організації процесу енергоменеджменту на промислових підприємствах з позиції стабілізації рівня економічної безпеки / М.І. Копитко // Управління проектами, системний аналіз і логістика. Технічна серія. – 2012. – Вип. 10. – С. 512–516.

29. Удосконалення механізму впровадження директиви 2012/27/EU про енергоефективність шляхом адаптації міжнародних стандартів з енергоменеджменту на національному рівні / [В.П. Розен, І.С. Соколовська, Є.М. Іншеков, І.І. Стоянова] // Проблеми загальної енергетики. – 2015. – Вип. 4. – С. 52–57. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/PZE_2015_4_9.

30. Оцінка потенціалу і тактика підвищення електроенергоефективності підземних залізородних виробництв / [О.М. Сінчук, І.О. Сінчук, Е.С. Гузов, О.Н. Ялова, М.О. Бауліна] // Технологічний аудит та резерви виробництва. – 2014. – № 3 (4). – С. 34–39.

31. Логутова Т.Г. Деякі аспекти розвитку та становлення енергетичного менеджменту в Україні / Т.Г. Логутова, О.В. Полторацька // Вісник Приазовського державного технічного університету. Серія: Економічні науки. – 2011. – Вип. 21. – С. 15–22. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VPDTU_ek_2011_21_5.

32. Кожухотрубний теплообмінник [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://prom.ua/p262223459-kozuhotrubnyj-teploobmennik-wtk.html>

33. Комплексное проектирование объектов электроснабжения, электросилового оборудования, автоматизированных систем управления, решение проблем энергосбережения и качества напряжения на предприятиях. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://электроснабжение.com.ua/promelektro.html>

34. Гилун М.Б., Шулле Ю.А. Вдосконалення контролю і обліку витрат енергоносіїв на промислових підприємствах// М. Б. Гилун // XLVIII науково-технічна конференція факультету електроенергетики та електромеханіки (2019) – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-feeem/all-feeem-2019/paper/view/6795/5587>

35. Гилун М.Б. Енергоменеджмент та енергетичні баланси підприємства// М. Б. Гилун // XLVII науково-технічна конференція факультету електроенергетики та електромеханіки (2019) – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-feeem/all-feeem-2018/paper/view/4202/3468>

36.Шпаків Л. С. й ін. Компресорні й насосні установки: Підручник для середніх професійно-технічних училищ / Л. С. Шпаків, В. А. Рачицький, В. Б. Ровенський. - М.: Машинобудування, 1988. - 264 с.

37.Алабовський О. М. Проектування котелень промислових підприємств. -К.: Вища школа, 1992. - 270с.

38. Парові турбіни [Електронний ресурс] Режим доступу <http://www.turbopar.ru/proizvodstvo-turbin/1000.html> (дата звернення 10.11.2019). — Назва з екрана.

39.С.Й.Ткаченко, М.М.Чепурний, Д.В.Степанов. Розрахунки теплових схем і основи проектування джерел тепlopостачання. – Вінниця., 2005.

40.Степанов Д.В. Котельні установки промислових підприємств: навчальний посібник. - Вінниця: ВНТУ, 2010 – 117 с.

41.Ціна вугілля [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://stroy-kapital.com.ua/p54899129-ugol-antratsit.html> (дата звернення 12.11.2019). — Назва з екрана.

42.Методика переведення котлів ДКВР на вугілля [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://www.atit-group.ru/biblioteka/rekonstruktsiya-kotel-noj-s-perevodom-kotla-dkvr-10-13-na-szhiganie-tverdogo-topliva/> (дата звернення 10.11.2019). — Назва з екрана.

ДОДАТКИ

Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

УЗГОДЖЕНО

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри ЕСЕМ

“ ___ ” _____ 2019р.д.т.н., проф. Бурбело М.Й._____
“ ___ ” _____ 2019р.**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**

до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему: ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ З
УРАХУВАННЯМ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЧОГО
ПІДПРИЄМСТВА «КИЇВСЬКЕ ТЕРИТОРІАЛЬНЕ УПРАВЛІННЯ» ФІЛІЯ «ЦЕНТР
БУДІВЕЛЬНОМОНТАЖНИХ РОБІТ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД»
АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА «УКРАЇНСЬКА ЗАЛІЗНИЦЯ»
08–17.МКР.002.03.000 ГМ

Науковий керівник:

к. т. н, доц. Шулле Ю. А. _____

(підпис)

Виконавець: студент гр. ЕМ- 18м

Гилун М. Б. _____

(підпис)

Вінниця 2019 р

1. ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (МКР)

Робота виконується на підставі наказу ВНТУ за № 254 від 02 . 10.19р.

Дата початку роботи 03 . 09 .19р.

Дата закінчення роботи 03 . 12 .19р.

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

а) мета – підвищення ефективності енергоспоживання;

б) призначення розробки – виконання магістерської кваліфікаційної роботи.

в) вихідні дані для виконання МКР: генплан підприємства; відомості про джерела живлення; основні техніко-економічні показники.

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 Рогальський Б. С., Нанака О. М., Праховник А. В., Денисенко М. А., Божко В. М. Концепція компенсації реактивної потужності в електричних мережах споживачів та енергопостачальних компаній // *Енергетика и электрификация*. – 2005. – №6 – 23-30 с.

3.3 Правила улаштування електроустановок (ПУЕ) – видання третє, перероблене і доповнене, - 2014 р.

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

3.5 Демов О. Д. «Економія електроенергії на промислових підприємствах». – Вінниця: ВНТУ, 2006р.

4. ЕТАПИ І ТЕРМІН ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Зміст етапу	Термін виконання	
	початок	кінець
4.1 Збір інформації, яка необхідна для дослідження	03.09.19	20.09.19
4.2 Проведення дослідних розрахунків	02.10.19	12.11.19
4.3 Розробка робочих креслень	12.11.19	26.11.19
4.4 Написання розрахунково-пояснювальної записки і захист магістерської роботи	27.11.19	03.12.19

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
Вихідні дані

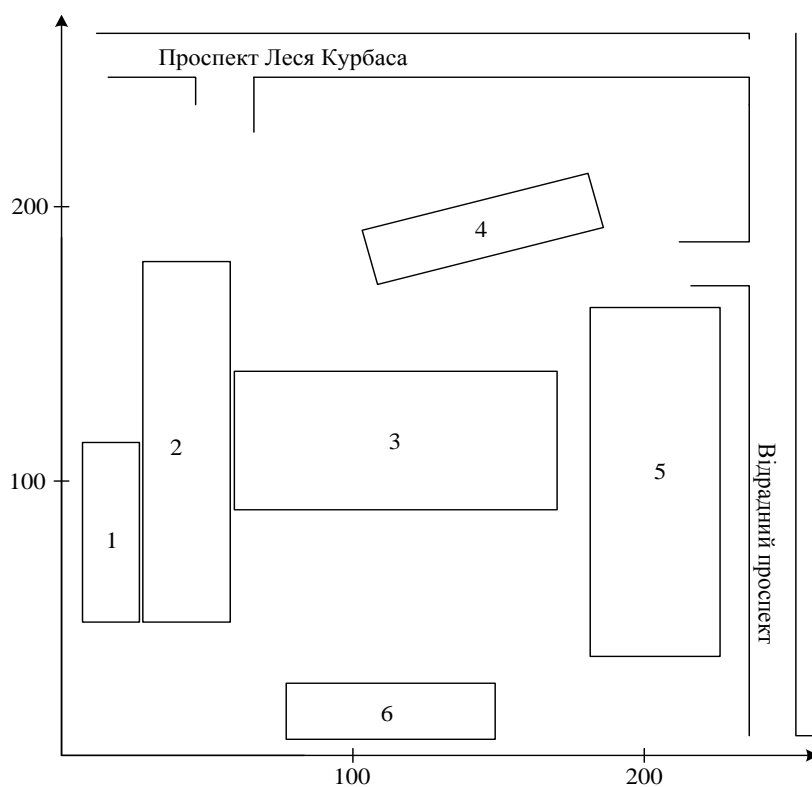


Рисунок Б.1 – Генплан підприємства

Таблиця 1.1 – Відомості про електричні навантаження підприємства

№ на плані	Назва цеху	P_n , кВт
1	Адмінкорпус	95
2	Арматурний цех	215
3	Формувальний цех	500
4	Цех металоконструкцій	200
5	Склад готової продукції	90
6	Котельня	60

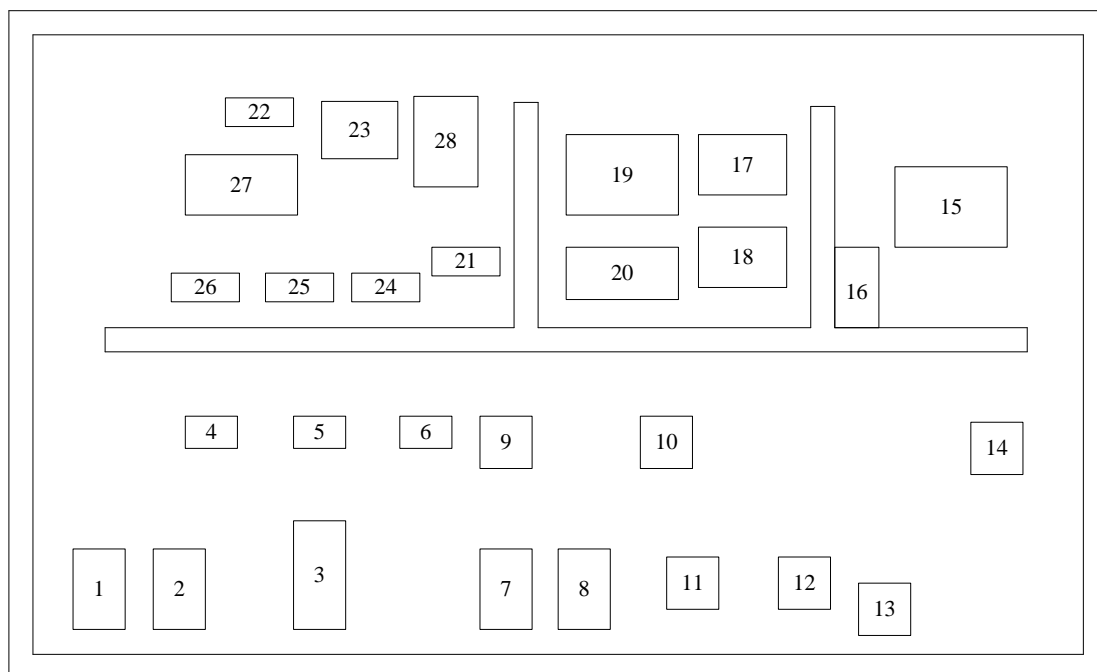


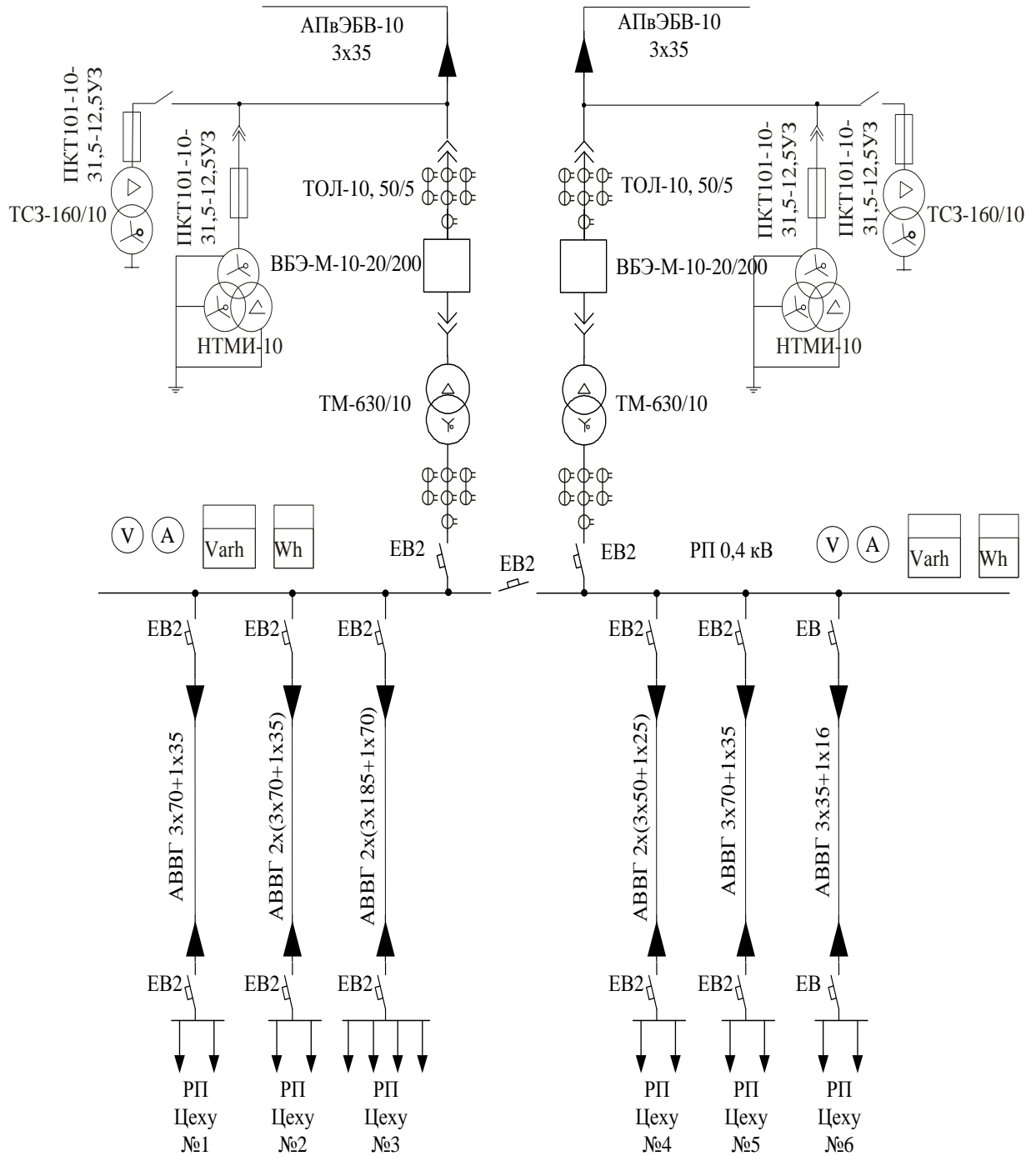
Рисунок Б-2 – План цеху

Таблиця 1.2 – Електричні навантаження цеху

№	Найменування ЕП	Р _н , кВт
1,2	Прес	7,5
3	Гільютина	7,5
4	Наждак	4
5,6	Станок згинальний	5
7,8	Прес	5,5
9,10	Прес	3
11,12	Зварювальний апарат	20
13	Свердлильний верстат	1,1
14	Компресор	20
15	Пилка маятникова	0,55
16	Прес для паперу	4
17,18	Прес	4
19	Прес	5,5
20	Прес	6
21,22	Установка для видалення накалу	0,25
23	Установка для заповнення труби	16
24,25	Установка для зняття фасок	1,5
26	Автомат для нарізання паперу	3
27	Правельний верстат	4
28	Піч	18

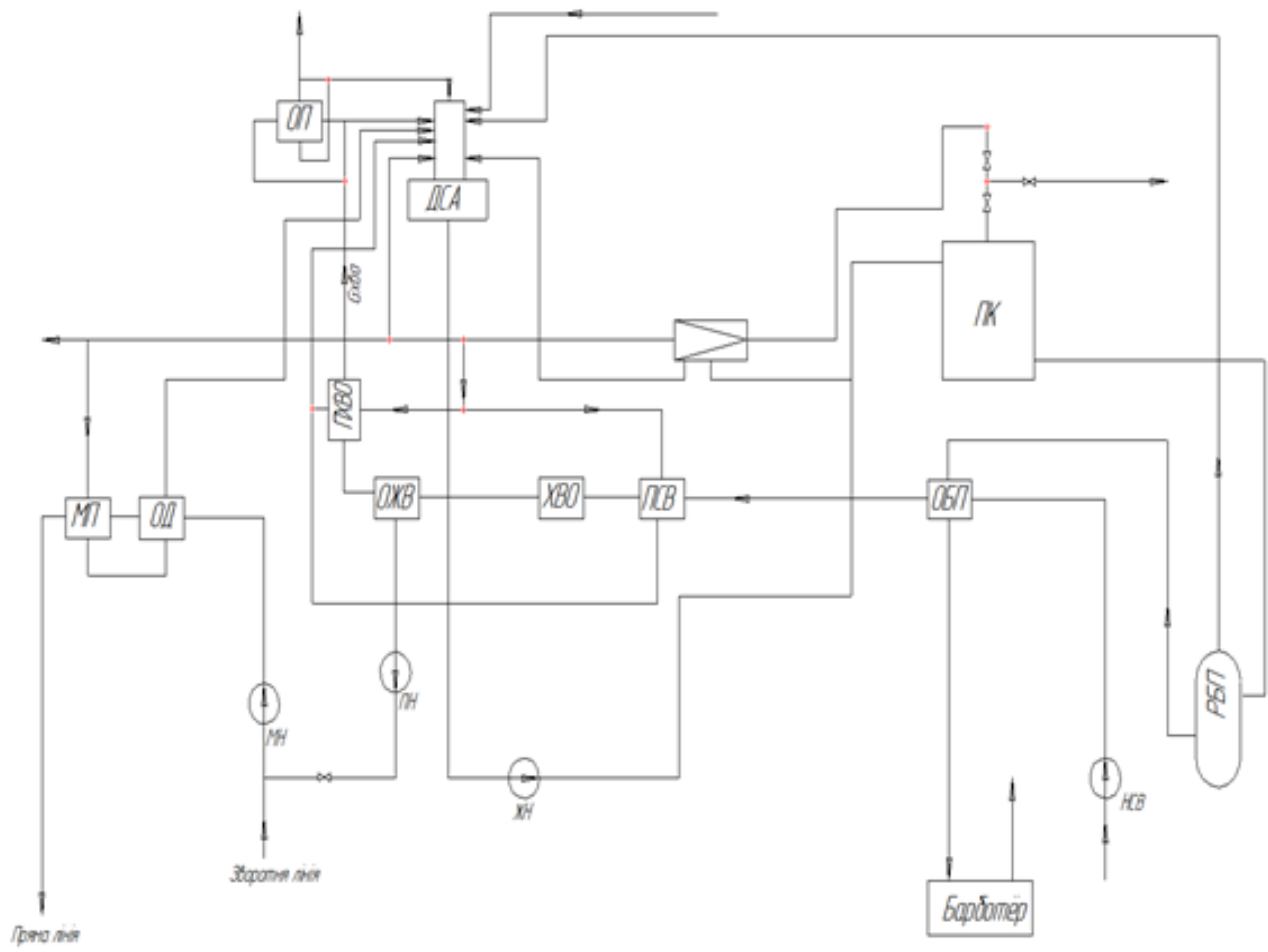
Додаток В

Схема електрозабезпечення



Додаток Д

Діюча схема промислово-опалювальної котельні



Додаток Е

Математична модель теплової схеми створена у Mathcad

$$\begin{array}{l}
 Dt1 := 7 \quad Tpo := -25 \quad Q := 12 \\
 Dt := 105 \quad Tpb := -16 \quad t1 := 150 \\
 Qob := 7 \quad Tbh := 18 \quad t2 := 70 \\
 Qgb := 7
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 1 \quad 2 \\
 Kob := \frac{Tbh - Tpb}{Tbh - Tpo} \quad Kob = 0.791 \quad G := \frac{860 \cdot Q}{t1 - t2} \quad G = 129
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 3 \\
 Dpsv := \frac{4.2 \cdot G \cdot (t1 - t2)}{(2815 - 336) \cdot 0.98} \quad Dpsv = 17.841
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 4 \\
 Dpoy2 := Dt + Dpsv \quad Dpoy2 = 122.841
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 5 \\
 Dvh := Dpoy1 + Dt \quad Dvh = 123.987
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 6 \\
 Gpoy := \frac{122.8 \cdot (2934 - 2815)}{2934 - 437} \quad Gpoy = 5.852
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 7 \\
 Dch1 := 0.01 \cdot 5 \cdot Dvt \quad Dch1 = 6.199
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 8 \\
 Dp := 0.01 \cdot 3 \cdot (Dvh + Dch1) \quad Dp = 3.906
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 9 \\
 Dch := Dch1 + Dp \quad Dch = 10.105
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 10 \quad 11 \\
 D := Dvh + Dch \quad D = 134.092 \\
 Gk := (1 - 0.6) \cdot (Dt + Dt1) + 0.01 \cdot 3 \cdot D \quad Gk = 48.823
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 12 \quad 13 \\
 Gnov := Gk + 0.01 \cdot 2 \cdot C \quad Gnov = 51.403 \quad Gcv := 1.25 \cdot Gnov \quad Gcv = 64.253
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 14 \\
 Gpr := 0.01 \cdot 3 \cdot D \quad Gpr = 4.023
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 15 \quad 16 \\
 Drash := \frac{Gpr \cdot (829 - 437)}{(2691 - 437) \cdot 0.98} \quad Drash = 0.714 \quad Grash := Gpr - Drash \\
 Grash = 3.309
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 17 \\
 tcv1 := 5 + \frac{Grash \cdot (437 \cdot 0.98 - 210)}{4.2 \cdot Gcv} \quad tcv1 = 7.676
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 18 \\
 Dcv := \frac{Gcv \cdot (84 - 32.8)}{(2815 - 669) \cdot 0.98} \quad Dcv = 1.564
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 19 \quad 20 \\
 tnov2 := 20 + \frac{0.01 \cdot 2 \cdot G \cdot (104 - 70) \cdot 0.98}{Gnov} \quad tnov2 = 21.672
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 21 \\
 Dnov := \frac{Gnov \cdot (336 - 91.1)}{(2815 - 669) \cdot 0.98} \quad Dnov = 5.986
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 Gd := Gnov + 0.6 \cdot (Dt + Dt1) + Dnov + Dcv + Dpsv + Drash \quad Gd = 144.708
 \end{array}$$

$$tD1 := Gxov \cdot 336 + 0.6 \cdot (Dt + Dt1) \cdot 336 + Dxov \cdot 669 + Dcv \cdot 669 + Dpsv \cdot 336 + Drash \cdot 2691$$

$$tD1 = 5.282 \times 10^4 \quad td1 := \frac{tD1}{4.2 \cdot Gd} \quad td1 = 86.903$$

$$\begin{array}{l} 23 \\ Dd := \frac{Gd \cdot (437 - 365)}{(2815 - 437) \cdot 0.98} \end{array} \quad \begin{array}{l} 24 \\ Dd = 4.471 \quad Dcnroy := Dd + Dcv + Dxov \\ Dcnroy = 12.021 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 25 \\ Dcn := \frac{Dcnroy \cdot (2815 - 437)}{2934 - 437} \end{array} \quad \begin{array}{l} 26 \\ Dcn = 11.448 \\ Dk := (Dvh + Dcn) \cdot 0.01 \cdot 3 + Dvh + Dcr \\ Dk = 139.498 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 27 \\ \Delta D := \frac{Dk - D}{Dk} \cdot 100 \quad \Delta D = 3.875 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 1 \\ Dypoy2 := Dt + Dpsv + Dcnroy \end{array} \quad Dypoy2 = 134.862$$

$$\begin{array}{l} 2 \\ Dypoy1 := \frac{Dypoy2 \cdot (2815 - 437)}{2934 - 437} \end{array} \quad Dypoy1 = 128.435$$

$$\begin{array}{l} 3 \\ Gypoy := \frac{Dypoy2 \cdot (2934 - 2815)}{2934 - 437} \end{array} \quad Gypoy = 6.427$$

Фізична величина	Значення	Значення величини при характерних режимах роботи котельні	
		Максимально зимній	Літній місяць
Ентальпія пари на виході із розширювача безперервної продувки	Грасш	2691	
Температура подпиточной води, °С	t подп	70	
Ентальпія підпиточної води, кДж/кг	i l	336	
Температура конденсата, повертаємого споживачами, °С	t k	80	
Ентальпія конденсата, повертаємого споживачами, °С	i k	336	
Температура води після охолоджувача неперервної продувки, °С	t пр	50	
Ентальпія конденсату при тиску 0,6 Мпа, кДж/кг	ік роу	669	
Температура сирієї води, °С	t с в	5	15
Температура хімічно очищеної води переохолоджувачем деаерованої води, °С	Т.Х.о.в.	20	

Фізична величина	Значення	Значення величини при характерних режимах роботи котельні	
		Максимально зимній	Літній місяць
Коефіцієнт зниження витрати теплоти на опалення і вентиляцію.	Кo в	0,791	0,791
Витрата води на підігрівники мереженої води, т/ч	G	215	75,25
Витрата пари на підігрівники мереженої води, т/ч	Dп.с.в	29,735	10,407
Витрата редуцированої пари зовнішніми споживачами, Т/ч	D'роу	134,735	80,4
Сумарна витрата свіжої пари зовнішніми споживачами, т/ч	Dв.н	138,314	83,575
Кількість вприскоємої води, т/ч	Gроу	6,421	3,832
Витрата пари на власні потреби, т/ч	D'с.н	6,916	4,179
Витрата пари на покриття витрат в котельні, т/ч	Dп	4,357	2,633
Сумарна витрата пари на покриття на власні потреби, т/ч	Dс.н	11,273	6,811
Сумарне паро виробництво котельні, т/ч	D	149,587	90,387
Втрати конденсату у зоні споживачів і в середині котельні, т/ч	Gкпот	50,488	33,512
Витрата хімічно очищеної води, т/ч	Gх.о.в	54,788	35,017
Витрата сирієї води, т/ч	Gс.в	68,485	43,771
Кількість води, потрапляючої в розширювач з неперервною продувкою, т/ч	Gп.р	4,488	2,712
Кількість пари, отриманої в розширювачі, неперервної продувки, т/ч	Dрасш	0,796	0,481

Фізична величина	Значення	Значення величини при характерних режимах роботи котельні	
		Максимально зіній	Літній місяць
Кількість води на виході із розширювача неперервної продувки, т/ч	G _{расш}	3,691	2,23
Температура сирі води після охолоджувача неперервної продувки, °С	t' с.в.	7,801	7,648
Витрата пари на підігрів сирі води, т/ч	D _{с.в.}	1,667	1,066
Температура хімічно очищеної води після охолоджувача деаерованої води, °С	t' х.о.в.	22,615	21,432
Витрата пари на підігрів хімічно очищеної води в підігрівнику перед деаератором, т/ч	D _{х.о.в.}	6,38	4,078
Сумарна кількість води і пари, потрапляючих в деаератор, за винятком грійочої пари деаератора, т/ч	G _д	162,367	97,248
Середня температура води в деаераторі, °С	t' д	86,68	86,968
Витрата грійочої пари на деаератор, т/ч	D _д	5,016	3,005
Витрата редуцированої пари на власні потреби, т/ч	D _{с.н.роу}	13,064	8,148
Витрата свіжої пари на власні потреби, т/ч	D _{с.н}	12,441	7,795
Дійсне паро виробництво котельні з врахуванням витрати на власні потреби і втрати пари в котельні, т/ч	D _к	155,278	94,075

Додаток Є
Матеріали роботи

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Факультет електроенергетики та електромеханіки

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ З УРАХУВАННЯМ
ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЧОГО ПІДПРИЄМСТВА
«КИЇВСЬКЕ ТЕРИТОРІАЛЬНЕ УПРАВЛІННЯ» ФІЛІЯ «ЦЕНТР
БУДІВЕЛЬНОМОНТАЖНИХ РОБІТ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ БУДІВЕЛЬ І
СПОРУД» АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА «УКРАЇНСЬКА ЗАЛІЗНИЦЯ»

Керівник: к.т.н., доц. Шулле Ю. А.

Доповідач: ст. гр. ЕМ-18м Гилун М.Б.

2019 ВНТУ

Об'єктом дослідження є процес підвищення енергоефективності промисловим підприємством.

Предмет дослідження – енергоефективність системи енергопостачання та тепlopостачання підприємства.

Методи дослідження. Виконані дослідження базуються на основних положеннях електротехніки та теплотехніки. Використані програмні продукти: MS Excel, Mathcad, ThermoPhys.

Наукова новизна – дослідження полягає в розробці оптимальної моделі стимулювання промислових підприємств до енергозбереження.

Актуальність теми. дослідження полягає в обґрунтуванні теоретичних та практичних основ впровадження заходів з підвищення енергоефективності системи електропостачання та тепlopостачання.

Практичне значення одержаних результатів. Застосування розроблених заходів у роботі дозволяє:

- підвищити мотивацію промислових підприємств до енергозбереження шляхом застосування оптимальної моделі стимулювання;
- збільшити ефективність енергоспоживання промисловим підприємством;
- забезпечити зниження втрат та витрат енергоресурсів підприємством.

Продовження додатку Є

Мета і задачі дослідження. Метою магістерської кваліфікаційної роботи є стимулювання промислового підприємства до енергозбереження.

Для досягнення даної мети розв'язуються наступні задачі:

- приведено основні відомості про досліджуване підприємство та про його систему електропостачання;
- досліджено існуючу систему тепlopостачання підприємства та розраховано теплову схему парової котельні;
- розроблено технічні рішення щодо встановлення парової турбіни в котельні підприємства;
- розглянуто техніко-економічну доцільність реконструкції котельні ;
- проведено техніко-економічний розрахунок;
- розроблено заходи з охорони праці на підприємстві та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Апробація результатів магістерської кваліфікаційної роботи. Основні теоретичні положення й найвагоміші практичні результати виконаного дослідження було обговорено на науково-технічній конференції професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету за участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м.Вінниці та області у 2019 році. За результатами опубліковано тези доповіді [34, 35].

Генеральний план

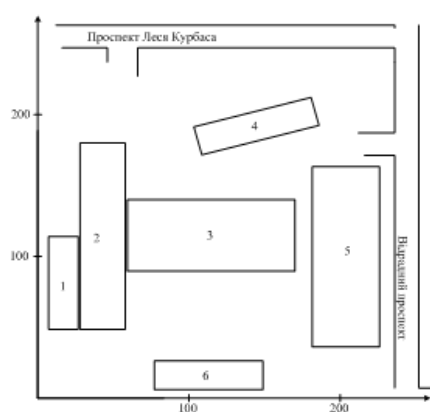


Рисунок 1 – Генеральний план підприємства

Таблиця 1 – Вхідні дані про електричні навантаження заводу

№	Назва цеху	Рн, кВт
1	Адмінкорпус	95
2	Арматурний цех	215
3	Формувальний цех	500
4	Цех металокопструкцій	200
5	Склад готової продукції	90
6	Котельня	60

Продовження додатку Є

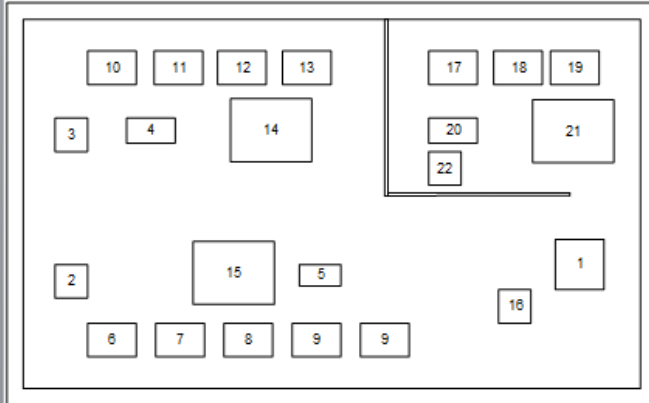


Рисунок 2 – План виробничого корпусу

Таблиця 2 – Відомості про електричне навантаження цеху

№	Найменування ЕП	Рн, кВт
1,2	Прес	7,5
3	Гільютина	7,5
4	Наждак	4
5,6	Станок згинальний	5
7,8	Прес	5,5
9,10	Прес	3
11,12	Зварювальний апарат	20
13	Свердильний верстат	1,1
14	Компресор	20
15	Пилка м'ягнкова	0,55
16	Прес для паперу	4
17,18	Прес	4
19	Прес	5,5
20	Прес	6
21,22	Установка для видалення накалу	0,25
23	Установка для заповнення труби	16
24,25	Установка для зняття фасок	1,5
26	Автомат для нарізання паперу	3
27	Правильний верстат	4
28	Піч	18

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ
ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

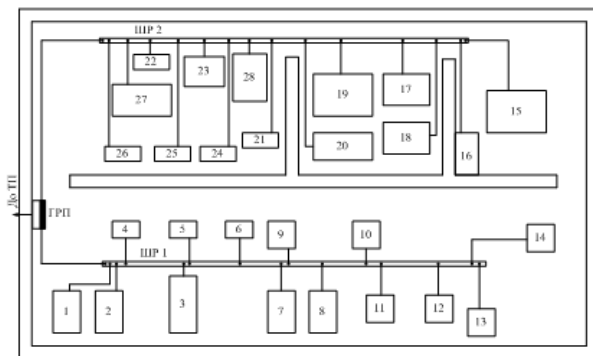


Рисунок 3 – Схема електропостачання цеху

Оскільки радіальні схеми забезпечують високу надійність електропостачання, то на підприємстві застосовано радіальну схему цехової мережі, що показано на рисунку 2.1. ГРП цеху заживлено від ТП за допомогою кабелів АВВГ прокладених в трубі в землі. Приєднання під ШР до ЕП здійснюється провідником АПВ в кабельних каналах.

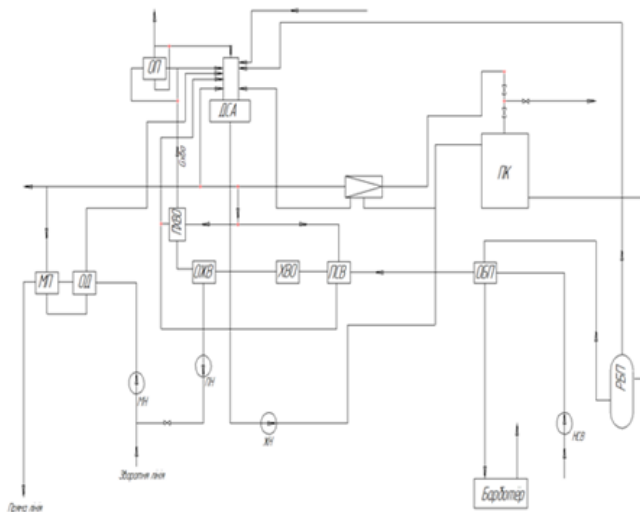
Дані про навантаження цехової мережі наведено в таблиці 3.

Продовження додатку Є

Таблиця 3 – Розрахунок електричних навантажень цехової мережі

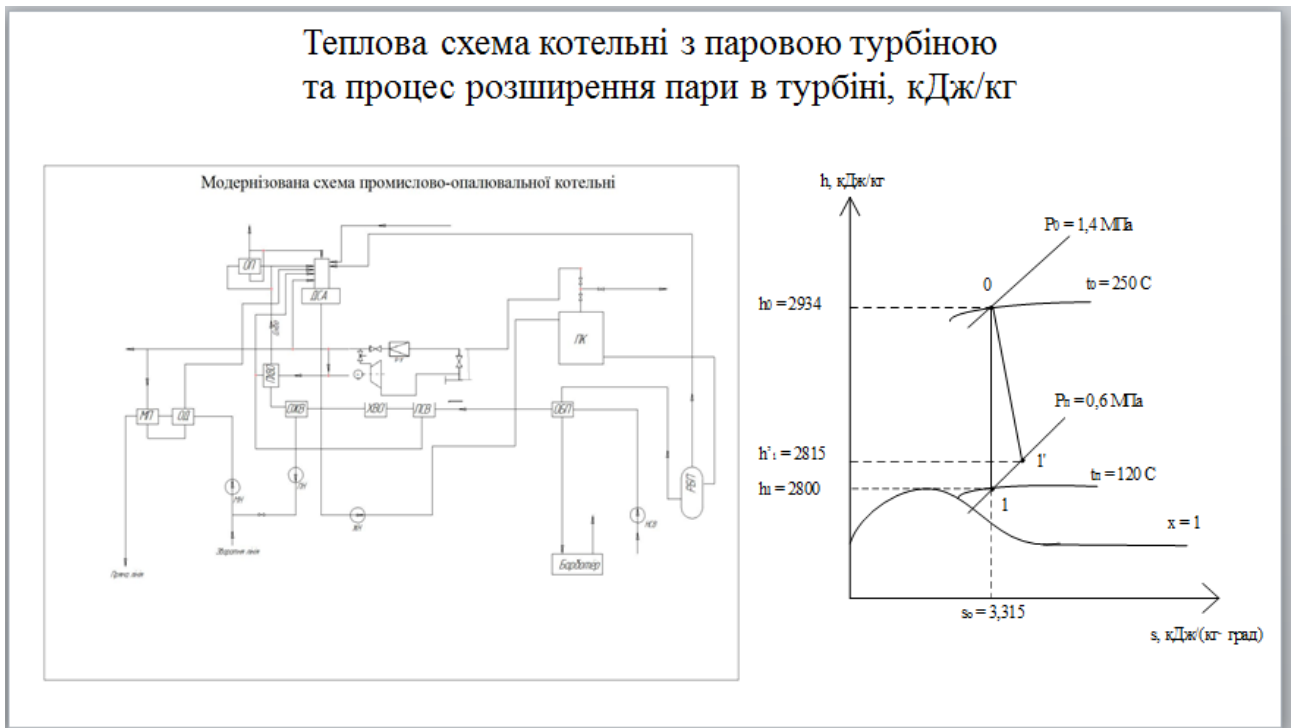
Вихідні дані						Розрахункові величини			Розрахункові навантаження					
Задані технології						Додаткові дані			n _г	K _г	P _г , кВт	Q _г , квар	S _г , кВА	I _г , А
Найменування ЕП	n	P _н , кВт	n*P _н , кВт	K _н	cos φ	η	P _р	Q _р						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Прес	2	7,5	15	0,3	0,7	1,02	4,50	4,59	112,50					
Гільютина	1	7,5	7,5	0,1	0,8	0,75	1,28	0,96	56,25					
Наждак	1	4	4	0,13	0,8	0,75	0,52	0,39	16,00					
Станок гнзальний	2	5	10	0,1	0,65	1,1	1,70	1,99	50,00					
Прес	2	5,5	11	0,3	0,7	1,02	3,30	3,37	60,50					
Прес	2	3	6	0,3	0,7	1,02	1,80	1,84	18,00					
Зварювальний апарат	2	20	40	0,2	0,4	2,29	8,00	18,33	800,00					
Свердильний верстат	1	1,1	1,1	0,13	0,65	1,1	0,14	0,17	1,21					
Компресор	1	20	20	0,1	0,65	1,1	3,40	3,98	400,00					
Всього ШР 1	14		114,6	0,21			24,64	35,80	1314,48	8	1,48	36,46	39,16	81,30
Нилка малярська	1	0,35	0,35	0,13	0,65	1,1	0,08	0,10	0,30					
Прес для паперу	1	4	4	0,3	0,7	1,02	1,20	1,22	16,00					
Прес	2	4	8	0,3	0,7	1,02	2,40	2,45	32,00					
Прес	1	5,5	5,5	0,3	0,7	1,02	1,65	1,68	30,25					
Прес	1	6	6	0,3	0,7	1,02	1,80	1,84	36,00					
Установка для відсіювання бруду	2	0,25	0,5	0,33	0,8	0,75	0,18	0,13	0,13					
Установка для заповнення труби	1	16	16	0,3	0,65	1,1	4,80	5,61	256,00					
Установка для зняття факок	2	1,5	3	0,33	0,8	0,75	1,05	0,79	4,50					
Автомат для маркування паперу	1	3	3	0,13	0,7	1,02	0,39	0,40	9,00					
Правильний верстат	1	4	4	0,13	0,65	1,1	0,52	0,61	16,00					
Піч	1	18	18	0,23	0,65	1,1	4,50	5,26	324,00					
Всього ШР 2	14		68,55	0,27			18,57	20,09	724,18	6	1,28	23,77	22,10	32,45
Всього ГРП	28		183,15	0,24			43,21	55,89	2238,64	14	1,27	54,87	55,69	78,18

Існуюча тепла схема котельні



- ОБП - охолодник безперервної продувки
- РБП - безперервна продувка
- ПСВ - підігрівник сиріої води
- ХВО - хімовдоочистка
- ОЖВ - охолодник живильної води
- ПХВО - підігрівник хім. очищеної води
- ОВ - охолодник випару
- МП - мережний підігрівник
- ОК - охолодник конденсату
- ДСА - деаератор атмосферний
- МН - мережний насос
- ЖН - насос живильної води
- ЦН - циркуляційний насос
- НСВ - насос сиріої води
- ПН - підживлювальний насос

Продовження додатку Є



Таблиця 3.13 – Порівняльна таблиця техніко-економічних показників всіх варіантів модернізації схем теплопостачання

	Існуюча схема	З ТНУ для ГВП	З новими котлами	Котли на вугіллі
Витрата газу, тис. м3/рік	53710	53710	5143	-
Витрата вугілля, тони/рік	-	-	-	80365,4
Витрата електроенергії, кВт*год/рік	50100000	26075000	-	50105220
Витрати на паливо, млн. грн./рік	719,8	719,8	689,1	573,54
Витрати на електроенергію, млн. грн./рік	140	72,74	140	154,061
Сумарні річні витрати на ПЕР	859,8	792,6	829,1	727,601

Продовження таблиці 3.13

Капіталовкладення, млн. грн	-	158,229	51,28	214,44
Економія коштів, млн. грн	-	67,2	30,7	132,199
Термін окупності, років	-	2,3	1,67	3,52

Отже, з даних показників можна зробити висновок, що найдоцільнішим варіантом модернізації є заміна котлів на сучасні, оскільки при виборі даного варіанту будуть менші витрати палива і набагато менший термін окупності.

Продовження додатку Є

РОЗРАХУНОК СОБІВАРТОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА ПРОМИСЛОВОМУ ПІДПРИЄМСТВІ ПРИ ПРИЙНЯТТІ ІНОВАЦІЙНИХ РІШЕНЬ

Таблиця 4 – Трудомісткість поточного ремонту та огляду

Обладнання	К-ть	Поточний ремонт			Огляд		
		К-сть на одиницю облад. рем/рік	Норма трудомісткості люд.год.	Заг. трудомісткість люд.год.	К-сть на одиницю облад. огл/рік	Норма трудомісткості люд.год.	Заг. трудомісткість люд.год.
Вимикач 110кВ	2	1	20	40	12	2	48
Роз'єднувач 110кВ	4	1	12	48	12	2	96
Трансформатор 110/10кВ	2	0,33	300	198	12	20	480
Вимикач 10кВ	2	1	16	48	12	1	24
ТМ-630	2	0,33	100	66	12	20	480
Кабельна лінія 35 мм ² , км	2,11	1	30	63,3	1	11,5	24,26
Кабельна лінія 50 мм ² , км	0,2	1	46	9,2	1	11,5	2,3
Кабельна лінія 70 мм ² , км	0,52	1	46	23,92	1	11,5	5,98
Кабельна лінія 185 мм ² , км	0,5	1	72	36	1	18	9
Разом				516,42			1181,54

Таблиця 5 – Трудомісткість технічного обслуговування і загальна трудомісткість

Обладнання	К-ть	Технічне обслуговування				Загальна трудомісткість обслуговування люд.год.
		Змінність роботи	Коеф. складності	К-ть місяців	Загальна трудомісткість люд.год.	
Вимикач 110кВ	2	2	0,1	12	144	192
Роз'єднувач 110кВ	4	2	0,1	12	172,8	268,8
Трансформатор 110/10кВ	2	2	0,1	12	2160	2640
Вимикач 10кВ	2	2	0,1	12	76,8	100,8
ТМ-630	2	2	0,1	12	720	1200
Кабельна лінія 35 мм ² , км	2,11	2	0,1	12	151,92	176,18
Кабельна лінія 50 мм ² , км	0,2	2	0,1	12	22,08	24,38
Кабельна лінія 70 мм ² , км	0,52	2	0,1	12	57,4	63,38
Кабельна лінія 185 мм ² , км	0,5	2	0,1	12	86,4	95,4
Разом					3591,4	4760,9

Таблиця 6 – Кошторис річних поточних витрат

Стаття витрат	Величина витрат, грн.	Структура, % до підсумку
Витрати по експлуатації обладнання	730997,44	68,9
Витрати на поточний ремонт	54219,01	5,11
Витрати на амортизацію	63536,4	5,98
Інші витрати	212188,21	19,9
Разом	1060941,07	100

Таблиця 7 – Річні витрати активної електроенергії по цехах

Назва цеху	К-сть змін	Тм, год.	Рр, кВт	Еа, кВт-год./рік
Адмінкорпус	3	4500	77,96	350820
Арматурний цех	3	4500	171,47	771615
Формувальний цех	3	4500	351,08	1579860
Цех металоконструкцій	3	4500	142,86	642870
Склад готової продукції	3	4500	90,66	407970
Котельня	3	4500	52,22	237990
Вагова	3	4500	31,95	143775
Разом				4134900

Продовження додатку Є

ВИСНОВКИ

В результаті виконання МКР щодо підвищення ефективності енергоспоживання з урахуванням технологічного процесу Виробничого підприємства «Київське територіальне управління» філія «Центр будівельномонтажних робіт та експлуатації будівель і споруд» Акціонерного товариства «Українська залізниця» на основі проведених розрахунків прийняті такі, наведені нижче, рішення.

Для досягнення даної мети розв'язано такі задачі: приведено основні відомості про досліджуване підприємство та про його систему електропостачання; досліджено існуючу систему тепlopостачання підприємства та розраховано теплову схему парової котельні; розроблено технічні рішення щодо встановлення парової турбіни в котельні підприємства; розглянуто техніко-економічну доцільність реконструкції котельні; розроблено заходи з охорони праці на підприємстві та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

В першому розділі наведено короткий опис технологічних процесів підприємства.

В другому розділі проаналізовано систему електропостачання підприємства в цілому та виробничого цеху. Обрані комутаційно-захисна апаратура та живлячі провідники заводської мережі перевірені на допустимість, та термічну стійкість на основі розрахунку коротких замикань.

В результаті проектних розрахунків виконано здійснено модернізацію котельні шляхом встановлення парової турбіни та шляхом заміни котлів на більш економічні, також проводилась реконструкція котлоагрегатів на спалювання вугілля. Найдоцільнішим варіантом модернізації є заміна котлів на сучасні, оскільки при виборі даного варіанту будуть менші витрати палива і набагато менший термін окупності.

Отже, впроваджені енергозберігаючі заходи на підприємстві сприяють більш ефективному використанню енергоресурсів заводу та підвищенню техніко-економічних показників роботи, тому є доцільними та необхідними.

					08-17.МКР.002.03.000 ГМ					
Зм	Лист	№ Докум	Підп.	Дата	ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ З УРАХУВАННЯМ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЧОГО ПІДПРИЄМСТВА «КИЇВСЬКЕ ТЕРИТОРІАЛЬНЕ УПРАВЛІННЯ» ФІЛІЯ «ЦЕНТР БУДІВЕЛЬНОМОНТАЖНИХ РОБІТ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД» АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА «УКРАЇНСЬКА ЗАЛІЗНИЦЯ»			Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив	Гилун М.Б.									
Перевірив	Шулле Ю. А.									
Н.контр.	Войтюк Ю.П.									
Рецензент										
Затв.	Бурбело М.Й.				ВНТУ, ст. гр ЕМ-18м					