

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет електроенергетики та електромеханіки

(повне найменування інституту)

Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного

(повна назва кафедри)

менеджменту

Пояснювальна записка

до магістерської кваліфікаційної роботи

Магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: «ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРИВАТНОГО
АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА «ВІННИЦЬКИЙ ОЛІЙНОЖИРОВИЙ
КОМБІНАТ»

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

Березовський Олександр Степанович

(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., доц. Шулле Ю. А.

(прізвище та ініціали)

Рецензент _____

(прізвище та ініціали)

Вінниця – 2019

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**

Березовському Олександрю Степановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРИВАТНОГО АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА «ВІННИЦЬКИЙ ОЛІЙНОЖИРОВИЙ КОМБІНАТ»

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

затверджена 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 ХАРАКТЕРИСТИКА СПОЖИВАЧІВ ПІДПРИЄМСТВА

2 СИСТЕМА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПАТ «ВІННИЦЬКИЙ ОЛІЙНОЖИРОВИЙ КОМБІНАТ» ТА ПІДВИЩЕННЯ ЇЇ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

3 МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА

4 ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПАТ «ВІННИЦЬКИЙ ОЛІЙНОЖИРОВИЙ КОМБІНАТ»

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА РОБОТИ

6 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., к.т.н., доц., каф. ЕСЕМ		
Теплова частина	Головченко О. М., к.т.н., доц. каф. ЕСЕМ		
Економічна частина	Шулле Ю. А., к.т.н., доцент, каф. ЕСЕМ		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Кобилянський О. В., д.пед.н., професор		
Нормконтроль	Войтюк Ю. П., к.т.н., ст. викл., каф. ЕСЕМ		

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Характеристика споживачів підприємства	04.09.19	виконано
2	Система електропостачання ПАТ «Вінницький олійножировий комбінат» та підвищення її енергоефективності	08.10.19	виконано
3	Модернізація системи тепlopостачання підприємства	25.10.19	виконано
4	Підвищення енергоефективності ПАТ «Вінницький олійножировий комбінат»	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)

Березовський О. С.
(прізвище та ініціали)

Шулле Ю. А.
(прізвище та ініціали)

УДК 621.311

АНОТАЦІЯ

Березовський О. С. Підвищення енергоефективності приватного акціонерного товариства «Вінницький олійножировий комбінат». Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. – Вінниця: ВНТУ, ФЕЕЕМ, кафедра ЕСЕЕМ, 2019. – 128 с.

В даній магістерській кваліфікаційній роботі розглядається підвищення ефективності енергоспоживання досліджуваного промислового підприємства. 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.

Рисунків – 25

Таблиць – 32

Бібліографій – 35

ABSTRACT

Berezovsky O. S. Increasing the energy efficiency of the Private joint stock company «Vinnytsia oil and fat plant». Master's qualification work. Specialty 141 - Electricity, electrical engineering and electromechanics. - Vinnytsia: VNTU, FEEEM, chair of ESEEM, 2019. - 128 p.

In this master's qualification work is considered increasing the energy efficiency of the studied industrial enterprise. 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.

Pictures - 25

Tables – 32

Bibliographies - 35

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 ХАРАКТЕРИСТИКА СПОЖИВАЧІВ ПІДПРИЄМСТВА.....	10
1.1 Характеристики технологічних процесів підприємства	10
1.2 Відомості про електричні навантаження підприємства	11
2 СИСТЕМА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПАТ «ВІННИЦЬКИЙ ОЛІЙНОЖИРОВИЙ КОМБІНАТ» ТА ПІДВИЩЕННЯ ЇЇ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ.....	14
2.1 Навантаження цехової мережі	14
2.2 Комутаційно-захисна апаратура та кабельні зв'язки цехової мережі	16
2.3 Схема внутрішньозаводського електропостачання та основні елементи заводської мережі	21
2.4 Розрахунок струмів КЗ в мережах напругою до 1000 В.....	22
2.5 Розрахунок струмів КЗ загальнозаводської мережі.....	27
3 МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА	32
3.1 Розрахунок існуючої теплової схеми котельні	32
3.2 Допоміжне обладнання.....	44
3.3 Інфрачервоне опалення цеху.....	51
4 ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПАТ «ВІННИЦЬКИЙ ОЛІЙНОЖИРОВИЙ КОМБІНАТ»	61
4.1 Основні теоретичні засади підвищення енергоефективності підприємства.....	62
4.2 Аналіз впровадження стандарту ISO 50001 на досліджуваному підприємстві.....	64

5 РОЗРАХУНОК СОБІВАРТОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА ПРОМИСЛОВОМУ ПІДПРИЄМСТВІ ПРИ ПРИЙНЯТТІ ІНОВАЦІЙНИХ РІШЕНЬ.....	73
5.1 Мета розрахунків та характеристика вихідних даних.....	73
5.2 Розрахунок капіталовкладень та характеристика вихідних даних.....	76
5.3 Розрахунок поточних витрат.....	79
5.4 Розрахунок собівартості електроенергії.....	90
6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	98
6.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта.....	99
6.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії	102
6.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Дослідження стійкості роботи системи енергопостачання ПАТ «Вінницький олійножировий комбінат» в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій.....	116
ВИСНОВКИ.....	121
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 енергоефективності ПАТ «Вінницький олійножировий комбінат».

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 [35, 36].

1 ХАРАКТЕРИСТИКА СПОЖИВАЧІВ ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Характеристики технологічних процесів підприємства

ПАТ «Вінницький олійножировий комбінат» заснований в 1955 році. В даний час Вінницький олійножировий комбінат розташований на території близько 23 гектарів і складається з наступних виробничих заводів:

- завод з переробки олійних культур з добовою переробної потужністю 1000 тон насіння соняшнику, 600 тон насіння ріпаку або 355 тон сої;
- цех гідрогенізації і рафінації добовою продуктивністю 140 тон жирів і 50 тон дезодорованих масел;
- лінія розливу в PET пляшки , продуктивністю 20 тон на добу.

У липні - серпні 2010 р. була проведена істотна модернізація олійножирового комбінату, в результаті якої переробна потужність заводу була збільшена з 690 тон до 1000 тон насіння соняшнику на добу. Удосконалення включали в себе установку пресів і пресового цеху, пресового відділення, пічного відділення та жаровні, модернізацію фільтруючого обладнання та устаткування за очищення насіння.

Підприємство працює в дві зміни.

Підприємство містить в собі більш ніж 40 об'єктів.

Виробничі площі характеризуються наступними показниками: загальна площа території-23 га; розгорнута площа виробничих споруд більше-26403 м.кв.

Підприємство живиться від п/ст 110/35/10 кВ «Технологічна» кабельними лініями 10 кВ, що прокладені в траншеях.

Підприємство ПАТ «Вінницький олійножировий комбінат» являє собою найбільший у Вінницькій області комбінат, який зосереджує свою діяльність на виробництві масел та олії, переробці сої та соняшнику. Висока потужність підприємства дає йому змогу переробляти близько 170 тис. тон олійних культур на рік. Підприємство володіє такими системами:

- система теплопостачання;
- система водопостачання та каналізації;

- система вентиляції, підігріву повітря та кондиціонування;
- система електропостачання;
- система обліку і контролю споживання енергоносіїв і води;
- будинки і споруди (до яких відносять пожежна частина, медпункт та інші);
- внутрішнє освітлення;

ПАТ «Вінницький олійножировий комбінат» випускає такі основні види продукції: нерафінована олія, олія рафінована дезодорована, жир кондитерський, жир кулінарний, маргаринові напівфабрикати, саломаси. Також реалізуються побічні продукти виробництва, а саме: шрот, кисень газоподібний технічний. Продукція сертифікована органом по сертифікації продукції Вінницьким ДЦСМС. Підприємство забезпечене всіма необхідними держстандартами і НТД, чинними на території України на сировину, матеріали і готову продукцію [1].

1.2 Відомості про електричні навантаження підприємства

Вихідні дані по підприємству:

- генплан підприємства (рисунок 1.1),
- дані про електричні навантаження підприємства (таблиця 1.1),
- кількість годин використання максимального навантаження – $T_m = 6000$ год;
- число годин максимальних втрат $\tau = 4591,78$ год;
- тариф за активну електроенергію $t = 2$ грн/кВт·год;
- відстань до джерела живлення $L = 2$ км;
- вхідна реактивна потужність $Q_{вх} = 680$ квар;
- потужність к.з. зі сторони 10 кВ джерела живлення $S_{кз} = 200$ МВА.

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

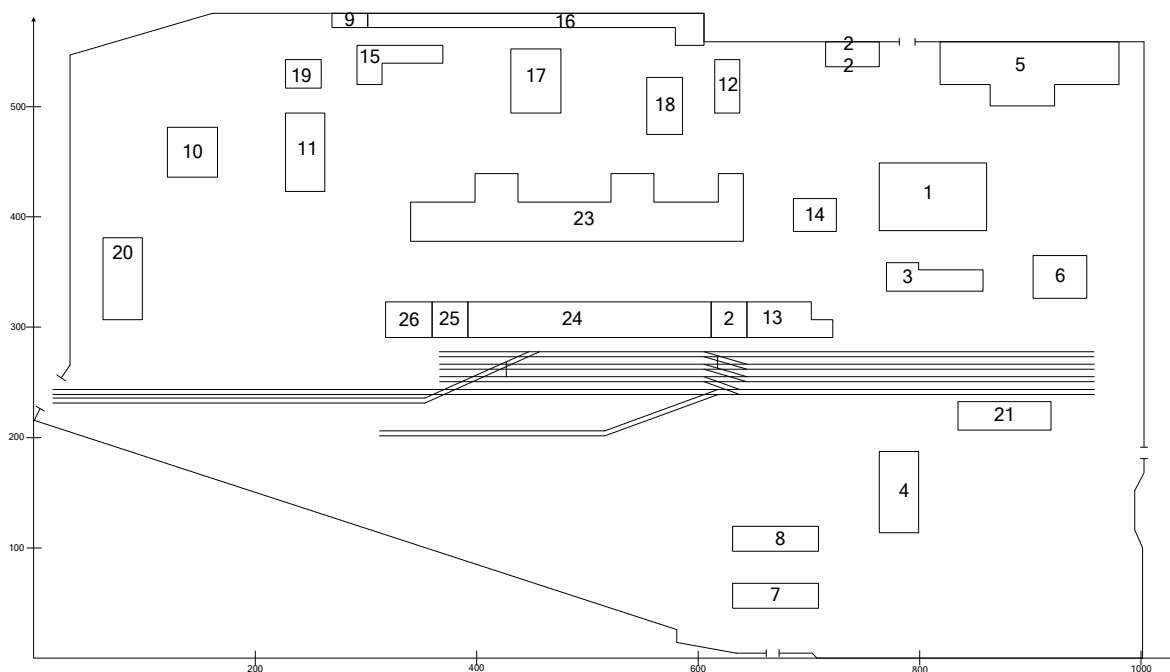


Рисунок 1.1 – Генплан підприємства

Таблиця 1.1 – Відомості про електричні навантаження підприємства

№	Назва цеху	P
1	Екстракційний цех	4
2	Пресовий цех	5
3	Склад шпрота	4
4	Відсіювальний цех	3
5	Адміністративний	1
6	Бензосховище	2
7	Котельня	7
8	Оліє зливна	1
9	Склад насіння	1
10	Електролізний цех	1
11	Електроцех	1
12	Напорна флотажія	1
13	Цех розфасовки олії	5
14	Механічна майстерня	1
15	Гараж	3
16	Ремонтно-будівельний	1
17	Градирні	6
18	Насосна станція	1
19	Другий підйом	1
20	Матеріальний склад	3
21	ТЕЦ	6
22	Їдальня	3
23	Гідрогенізаційний цех	1
24	Миловарний цех	9
25	Вальцовочний цех	1
26	Лецитиновий цех	9

Електроприймачі відсіювального цеху належать до споживачів II категорії тому, що порушення електропостачання може бути небезпечним для життя людей, призвести до значних втрат в господарстві, призвести до пошкодження обладнання, до масового браку продукції, до порушення складного технологічного процесу або роботи особливо важливих елементів міського господарства [2].

Відомості про електричні навантаження відсіювального цеху подано в табл. 1.2, план цеху зображено на рисунку 1.2.

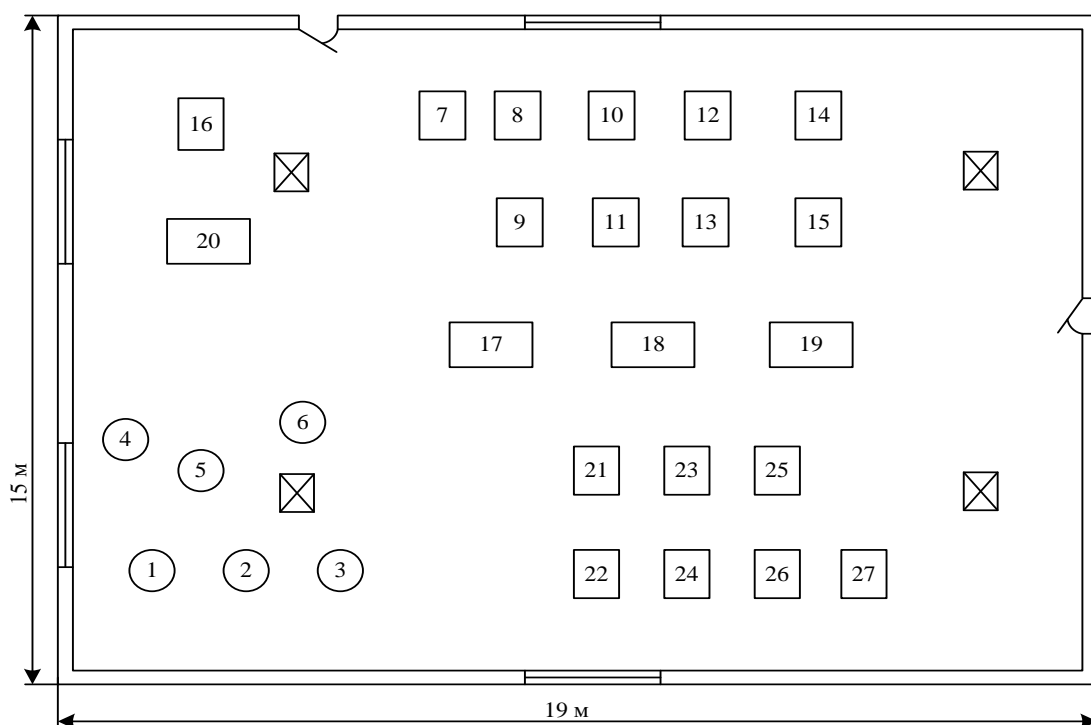


Рисунок 1.2 – План відсіювального цеху

Таблиця 1.2 – Електричні навантаження відсіювального цеху

№ на плані	Назва електроприймача	P_n , кВт
1	Шнек ядра	2,8
2,3	Шнек	2,8
4-6	Шнек недоруш	2,8
7-15	Рушка	4,5
16	Шлюзовий запір	2,8
17-19	Норія	4,5
20	Водяний насос	10
21-27	Віялка	4,5

2 СИСТЕМА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПАТ «ВІННИЦЬКИЙ ОЛІЙНОЖИРОВИЙ КОМБІНАТ» ТА ПІДВИЩЕННЯ ЇЇ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

2.1 Навантаження цехової мережі

ЕП цеху живитимуться за допомогою магістральних шинопроводів які під'єднано до ГРП який в свою чергу під'єднано до ТП (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 ТПЗ за допомогою броньованих кабелів (АВВГ) прокладених в землі в трубі. Приєднання під РП до ШРА здійснюється провідником АПВ в трубі, живлення від ШРА 1,2 до ЕП здійснено провідником АПВ прокладених в трубі [3].

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

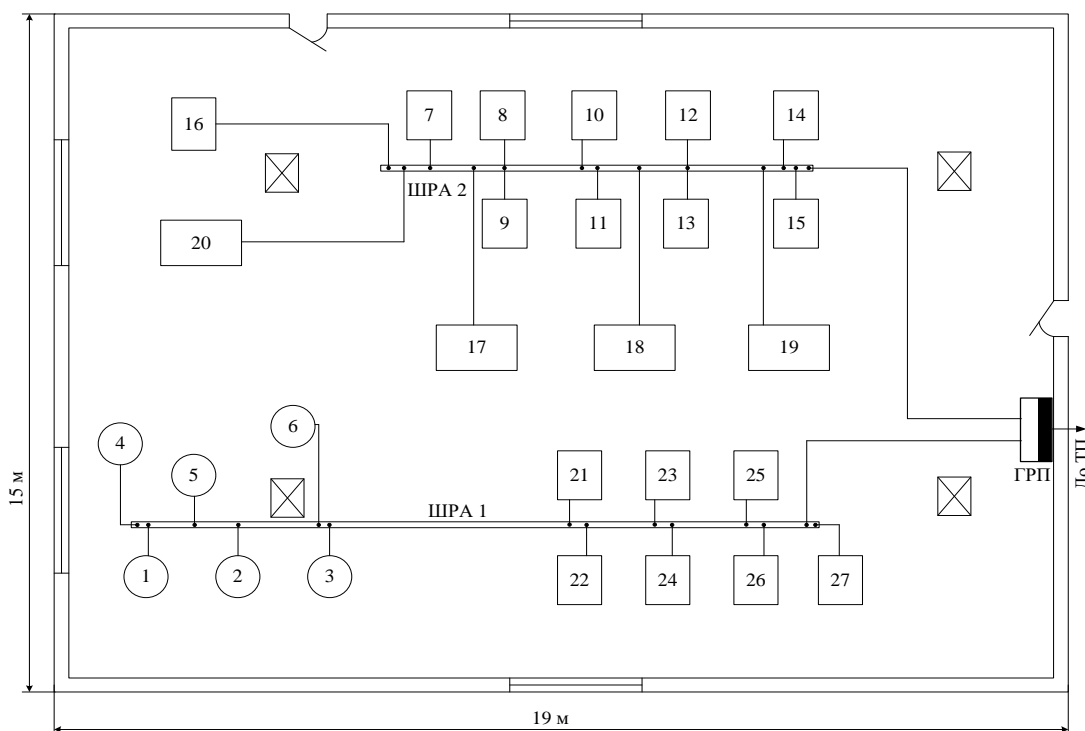


Рисунок 2.1 – План електропостачання цеху

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

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

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

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 _с	K _р	Розрахункові навантаження				
Завдання технологів				Довідкові дані			P _с	Q _с	n×P ² _н			P _р , кВт	Q _р , квар	S _р , кВА	I _р , А	
Найменування ЕП	n	P _н , кВт	n×P _н , кВт	K _в	cosφ	tgφ										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
ШРА 1																
1	Шнек ядра	1	2,8	2,8	0,4	0,85	0,62	1,12	0,69	7,84						
2	Шнек	2	2,8	5,6	0,4	0,8	0,75	2,24	1,68	15,68						
3	Шнек недоруш	3	2,8	8,4	0,35	0,85	0,62	2,94	1,82	23,52						
8	Віялка	7	4,5	31,5	0,35	0,7	1,02	11,03	11,25	141,75						
	Всього ШРА 1	13		48,3	0,36			17,33	15,44	188,79	12	1,05	18,19	15,44	23,86	36,26
ШРА 2																
4	Рушка	9	4,5	40,5	0,35	0,8	0,75	14,18	10,63	182,25						
5	Шлюзовий запір	1	2,8	2,8	0,4	0,65	1,17	1,12	1,31	7,84						
6	Норія	3	4,5	13,5	0,35	0,65	1,17	4,73	5,52	60,75						
7	Водяний насос	1	10	10	0,4	0,7	1,02	4,00	4,08	100,00						
	Всього ШРА 2	14		66,8	0,36			24,02	21,55	350,84	12	1,05	25,22	21,55	33,17	50,40
	Всього цеху	27		115,1	0,36			41,35	36,99	539,63	24	1	41,35	36,99	55,48	84,29

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.

При виборі автоматичних вимикачів повинні виконуватись наступні умови:

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

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

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

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

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

$K_{\text{відс}}$ – коефіцієнт відстроювання, що визначається з умов надійності відстроювання захисту від перевантажень і його неспрацювання (повернення) при (після) пуску або само запуску [4];

I_m – розрахунковий струм окремого електроприймача;

K_n – коефіцієнт надійності відстроювання струмової відсічки.

Для захисту ГРП встановлено автоматичний вимикач серії EB2 250/3E 125A 4р. з номінальним струмом 125 А, номінальним струмом розчіплювача 125 А та струмом спрацювання відсічки 700 А.

Перевіримо доцільність встановлення даного типу вимикача.

Розрахунковий струм ЕП:

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

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

Пусковий струм ЕП, в залежності від типу приводу:

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

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

Розрахуємо номінальний струм розчіплювача та струм спрацювання відсічки для ЕП:

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

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

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

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

Таблиця 2.2 – Вибір комутаційно–захисної апаратури

Найменування ЕП	І _p , А	І _п , А	Тип АВ	І _{ном} , А	І _{розч} , А	І _{св} , А	І _{н.відк} , кА	Тип ЛЖ	S, мм ²	спос. прок.	І _{доп} , А
ГРП	84,3	421,4	ЕВ2 250/3Е 125А 4р	125	125	700	15	АВВГ	4(1x50)	відкрито	136
ШРА-1	36,26	181,3	ЕВ 100/3L 40А 3р	40	40	200	6	АПВ	4(1x16)	в трубі	55
ШРА-2	50,4	252,0	ЕВ 100/3L 63А 3р	63	63	300	6	АПВ	4(1x25)	в трубі	70
Шнек ядра	5,0	25,0	ЕВ 100/3L 16А 3р	16	16	80	6	АПВ	4(1x4)	в трубі	23
Шнек	5,3	26,6	ЕВ 100/3L 16А 3р	16	16	80	6	АПВ	4(1x4)	в трубі	23
Шнек недоруш	5,0	25,0	ЕВ 100/3L 16А 3р	16	16	80	6	АПВ	4(1x4)	в трубі	23
Віалка	9,8	48,8	ЕВ 100/3L 16А 3р	16	16	80	6	АПВ	4(1x4)	в трубі	23
Рушка	8,5	42,7	ЕВ 100/3L 16А 3р	16	16	80	6	АПВ	4(1x4)	в трубі	23
Шлюзовий запір	6,5	32,7	ЕВ 100/3L 16А 3р	16	16	80	6	АПВ	4(1x4)	в трубі	23
Норія	10,5	52,6	ЕВ 100/3L 16А 3р	16	16	80	6	АПВ	4(1x4)	в трубі	23
Водяний насос	21,7	108,5	ЕВ 100/3L 25А 3р	25	25	200	6	АПВ	4(1x6)	в трубі	30

Для живлення цехів заводу встановлено чотири двотрансформаторні підстанції з потужністю трансформаторів 1000 кВА. Номінальні параметри яких представлені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Номінальні параметри трансформаторів

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

Розподіл трансформаторні підстанції між цехами приведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Розподіл трансформаторних підстанцій між цехами

№ ТП	№ цеху	Назва цеху	P_p , кВт	Q_p , кВАр	S_p , кВА	S_T , кВА	N, шт.	Кз, в.о.
ТП1	1	Екстракційний цех	241,98	118,13	269,27	1000	2	0,59
	3	Склад шпота	25,23	4,18	25,57			
	4	Відсіювальний цех	158,88	112,36	194,59			
	5	Адміністративний корпус	80,32	4,80	80,46			
	6	Бензосховище	31,93	4,69	32,27			
	14	Механічна майстерня	208,77	81,84	224,24			
	21	ТЕЦ	289,17	167,33	334,10			
	22	Їдальня	21,76	7,44	22,99			
		Всього по ТП1	1058,04	500,76	1170,56			
ТП2	2	Пресовий цех	202,42	117,13	233,86	1000	2	0,78
	7	Котельня	438,17	260,29	509,65			
	8	Оліє зливна	66,65	38,25	76,85			
	13	Цех розфасовки олії «Вінізпак»	52,00	23,33	56,99			
	24	Миловарний цех	407,93	321,36	519,31			
	25	Вальцовочний цех	79,06	61,38	100,09			
	26	Лецитиновий цех	51,76	29,73	59,69			
		Всього по ТП2	1297,99	851,48	1552,35			
ТП3	9	Склад насіння	26,05	19,84	32,75	1000	2	0,46
	10	Електролізний цех	478,51	526,11	711,17			
	11	Електроцех	73,00	45,01	85,76			
	15	Гараж	30,90	4,50	31,23			
	19	Другий підйом	41,26	26,46	49,02			
	20	Матеріальний склад	28,43	3,38	28,63			
		Всього по ТП3	678,15	625,30	922,44			
ТП4	12	Напорна флотація	76,51	36,00	84,56	1000	2	0,52
	16	Ремонтно-будівельний цех	178,21	3,60	178,24			
	17	Градири	60,75	24,48	65,50			
	18	Насосна станція	62,31	22,50	66,25			
	23	Гідрогенізаційний цех	579,15	308,67	656,27			
		Всього по ТП4	956,93	395,26	1035,35			

В таблиці 2.5 наведено розрахункові значення електричних навантажень підприємства

Таблиця 2.5 – Розрахунок електричних навантажень підприємства

№	Назва цеху	Силове навантаження						Освітлювальне навантаження					Сумарне навантаження		
		P _н , кВт	K _п	cosj	tgj	P _с , кВт	Q _с , квар	F, м ²	P _{пит.о} Вт/м ²	K _{по}	K _{пра}	P _о , кВт	P _р , кВт	Q _р , квар	S _р , кВА
1	Екстракційний цех	450	0,35	0,8	0,75	157,5	118,13	6000	0,016	0,8	1,1	84,48	241,98	118,13	269,27
2	Пресовий цех	540	0,35	0,85	0,62	189	117,13	1089	0,016	0,7	1,1	13,42	202,42	117,13	233,86
3	Склад шпруга	45	0,15	0,85	0,62	6,75	4,18	2000	0,012	0,7	1,1	18,48	25,23	4,18	25,57
4	Відсіювальний цех	364	0,35	0,75	0,88	127,4	112,36	2555	0,016	0,7	1,1	31,48	158,88	112,36	194,59
5	Адміністративний корпус	16	0,4	0,8	0,75	6,4	4,80	8000	0,012	0,7	1,1	73,92	80,32	4,80	80,46
6	Бензосховище	25	0,25	0,8	0,75	6,25	4,69	1824	0,016	0,8	1,1	25,68	31,93	4,69	32,27
7	Котельня	700	0,6	0,85	0,62	420	260,29	1694	0,013	0,75	1,1	18,17	438,17	260,29	509,65
8	Оліє зливна	170	0,3	0,8	0,75	51	38,25	1694	0,012	0,7	1,1	15,65	66,65	38,25	76,85
9	Склад насіння	150	0,15	0,75	0,88	22,5	19,84	384	0,012	0,7	1,1	3,55	26,05	19,84	32,75
10	Електролізний цех	1500	0,3	0,65	1,17	450	526,11	2025	0,016	0,8	1,1	28,51	478,51	526,11	711,17
11	Електроцех	110	0,35	0,65	1,17	38,5	45,01	2450	0,016	0,8	1,1	34,50	73,00	45,01	85,76
12	Напорна флотація	120	0,4	0,8	0,75	48	36,00	2025	0,016	0,8	1,1	28,51	76,51	36,00	84,56
13	Цех розфасовки олії «Вінізпак»	50	0,35	0,6	1,33	17,5	23,33	2450	0,016	0,8	1,1	34,50	52,00	23,33	56,99
14	Механічна майстерня	175	0,4	0,65	1,17	70	81,84	9856	0,016	0,8	1,1	138,77	208,77	81,84	224,24
15	Гараж	30	0,2	0,8	0,75	6	4,50	2695	0,012	0,7	1,1	24,90	30,90	4,50	31,23
16	Ремонтно-будівельний цех	12	0,4	0,8	0,75	4,8	3,60	8758	0,02	0,9	1,1	173,41	178,21	3,60	178,24
17	Градирні	60	0,4	0,7	1,02	24	24,48	2610	0,016	0,8	1,1	36,75	60,75	24,48	65,50
18	Насосна станція	120	0,25	0,8	0,75	30	22,50	1632	0,02	0,9	1,1	32,31	62,31	22,50	66,25
19	Другий підйом	150	0,2	0,75	0,88	30	26,46	800	0,016	0,8	1,1	11,26	41,26	26,46	49,02
20	Матеріальний склад	30	0,15	0,8	0,75	4,5	3,38	2590	0,012	0,7	1,1	23,93	28,43	3,38	28,63
21	ТЕЦ	600	0,45	0,85	0,62	270	167,33	2075	0,012	0,7	1,1	19,17	289,17	167,33	334,10
22	Їдальня	30	0,4	0,85	0,62	12	7,44	1056	0,012	0,7	1,1	9,76	21,76	7,44	22,99
23	Гідрогенізаційний цех	1000	0,35	0,75	0,88	350	308,67	18600	0,016	0,7	1,1	229,15	579,15	308,67	656,27
24	Миловарний цех	900	0,35	0,7	1,02	315	321,36	6600	0,016	0,8	1,1	92,93	407,93	321,36	519,31
25	Вальцовочний цех	174	0,4	0,75	0,88	69,6	61,38	1024	0,012	0,7	1,1	9,46	79,06	61,38	100,09
26	Лецитиновий цех	99,1	0,4	0,8	0,75	39,64	29,73	1312	0,012	0,7	1,1	12,12	51,76	29,73	59,69
	Всього	7620,1				2766,34	2372,8	93798				1224,78	6480,82	2254,15	6861,65

2.3 Схема внутрішньозаводського електропостачання та основні елементи заводської мережі

Підприємство живиться від ПС системи кабельними лініями напругою 10 кВ довжиною 2 км. Розроблена система електропостачання передбачає спорудження на території підприємства та чотири цехові трансформаторні підстанції потужністю ТМ 1000/10.

Живлячу лінію виконуємо трижильним кабелем з ізоляцією із зшитого поліетилену з алюмінієвими жилами типу 2(АПвЭБВ-10) перерізом $3 \times 120 \text{ мм}^2$ із значенням допустимого струму $I_{\text{доп}} = 2 \cdot 232 = 464 \text{ А}$ [3]. Кабель прокладено у трубі, прокладеній у землі.

Лінії живлення 6 кВ від ЦРП до ТП також виконуємо трижильним кабелем з ізоляцією із зшитого поліетилену з алюмінієвими жилами кабелі прокладено у трубі, прокладеній у землі.

Для встановлення на стороні 10 кВ вибрано вакуумні вимикачі ВБЭМ-10-20/630. Номінальний струм вимикачів $I_{\text{ном.в}} = 630 \text{ А}$ для всіх приєднань.

Інші дані про високовольтні вимикачі та кабелі наведені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 - Вибір високовольтних вимикачів і перерізу провідників

Ділянка	I _ж , А	I _{жа} , А	Вимикач	I _{н.в} , А	Лінія Живлення		I _{доп} , А
					Тип	Переріз	
С-ЦРП	198	396	ВБЭМ-10-20/630	630	АПвЭБВ-10	2(3x120)	464
ЦРП-ТП1	34	68	ВБЭМ-10-20/630	630	АПвЭБВ-10	3x35	119
ЦРП-ТП2	45	90	ВБЭМ-10-20/630	630	АПвЭБВ-10	3x35	119
ЦРП-ТП3	27	53	ВБЭМ-10-20/630	630	АПвЭБВ-10	3x35	119
ЦРП-ТП4	30	60	ВБЭМ-10-20/630	630	АПвЭБВ-10	3x35	119

Схема внутрішньозаводського електропостачання показана на рисунку 2.2.

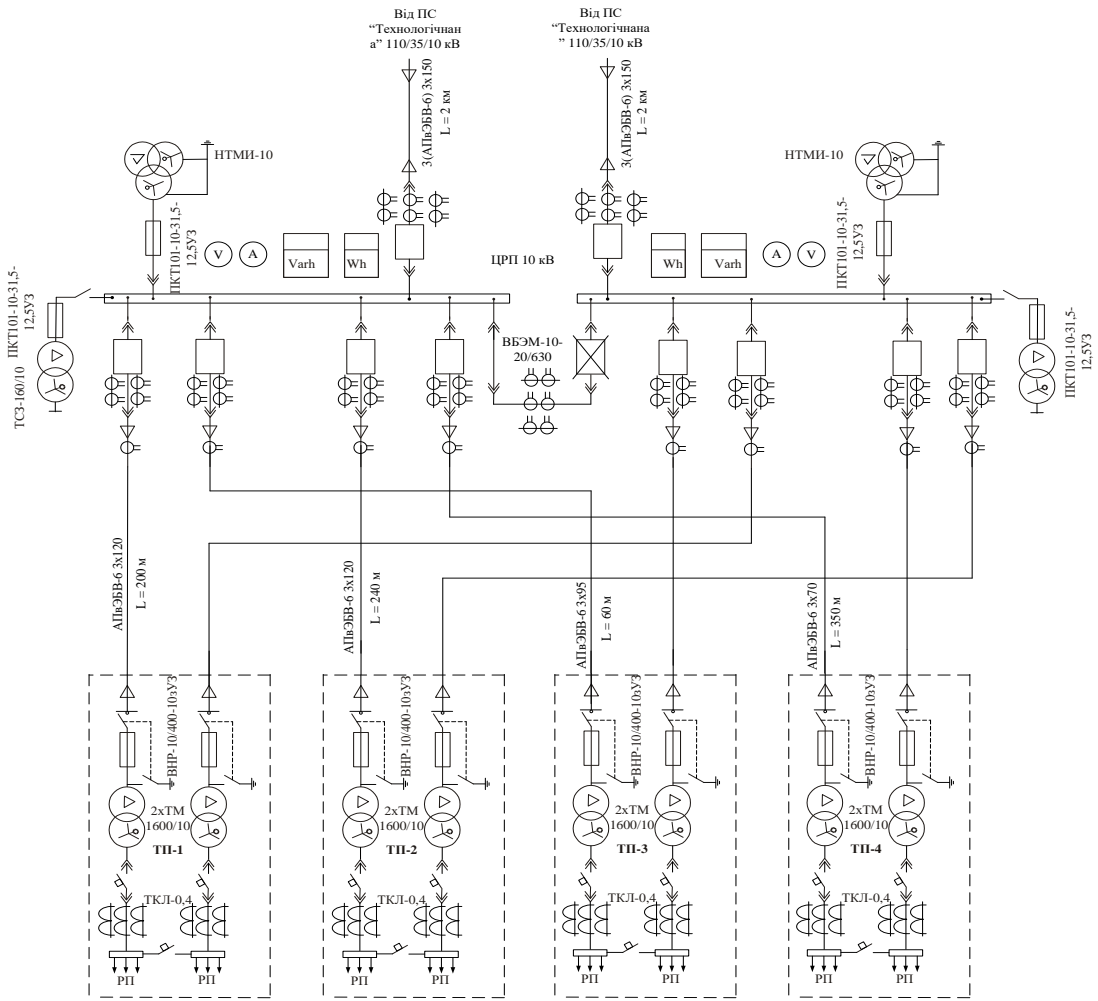


Рисунок 2.2 – Схема внутрішньозаводського електропостачання

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.

Виконаємо розрахунок струмів короткого замикання для ділянки, що живить ШРА-1. Складемо розрахункову схему (рисунок 2.3).

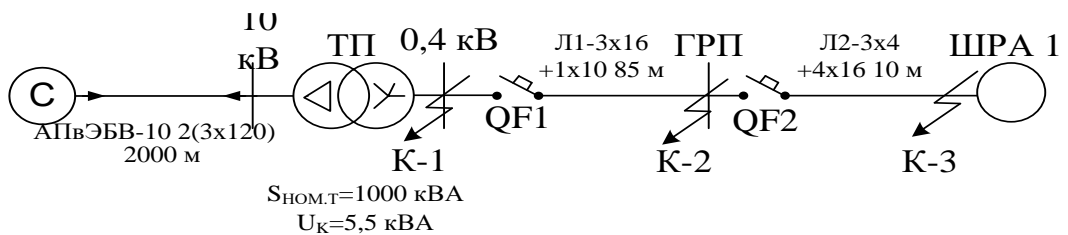


Рисунок 2.3 – Схема електропостачання ШРА-1

Знаходимо номінальний коефіцієнт трансформації

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

Якщо трансформатор отримує живлення середньою або високою напругою, то енергопостачальна компанія повинна вказувати характеристики підстанції з якої здійснюється живлення, $I_K'' = 10$ кА.

Визначаємо опір системи

$$Z_c = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot I_K''} \cdot \frac{1}{t_r^2} = \frac{1,1 \cdot 10}{\sqrt{3} \cdot 10} \cdot \frac{1}{25^2} = 1,693 \text{ (МОм)}, \quad (2.12)$$

де C - коефіцієнт напруги;

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

I_K'' – початкова сила струму КЗ.

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

$$X_c = 0,955 \cdot Z_c = 0,955 \cdot 1,693 = 1,62 \text{ (МОм)}; \quad (2.13)$$

$$R_c = 0,1 \cdot X_c = 0,1 \cdot 1,62 = 0,162 \text{ (МОм)}. \quad (2.14)$$

Визначимо опір трансформатора

$$Z_T = \sqrt{R_T^2 + X_T^2} = \sqrt{1,1^2 + 5,4^2} = 5,511 \text{ (МОм)}. \quad (2.15)$$

Визначаємо опори ліній Л1

$$R_{L1} = r_{\text{шт}} \cdot L_1 \cdot \frac{1}{t_r^2} = 0,256 \cdot 2000 \cdot \frac{1}{15^2} = 2,27 \text{ (МОм)};$$

$$X_{L1} = x_{\text{шт}} \cdot L_1 \cdot \frac{1}{t_r^2} = 0,063 \cdot 2000 \cdot \frac{1}{15^2} = 0,56 \text{ (МОм)}.$$

Розрахуємо значення струму при трифазному металічному КЗ за формулою:

$$I_{\text{к.макс}}^{(3)} = \frac{1,05 \cdot U_{\text{н}}}{\sqrt{3} \cdot Z_{\Sigma}}. \quad (2.16)$$

де Z_{Σ} - загальний повний опір елементів цехової мережі до точки КЗ.

- для точки К1:

Струм трифазного КЗ на шинах ТПЗ від системи

$$I_{\text{К.макс.С}}^{(3)} = \frac{1,05 \cdot 380}{\sqrt{3} \cdot 5,511} = 41,85 \text{ (кА)}.$$

Отже, вимикачі вибрані для установки на ТП відповідають умовам комутаційної здатності так, як $I_{\text{н.ВДК}} = 55 \text{ кА} \geq I_{\text{К.макс}}^{(3)} = 41,85 \text{ кА}$.

- для точки К2:

Максимальне значення струму КЗ на шинах ГРП

$$I_{\text{К.макс}}^{(3)} = \frac{1,05 \cdot 380}{\sqrt{3} \cdot 21,06} = 10,6 \text{ (кА)}. \quad (2.17)$$

Отже, усі вимикачі які приєднані до ГРП підходять по умові $I_{\text{н.ВДК}} \geq I_{\text{К.макс}}^{(3)}$.

Перевіряємо термічну стійкість кабелів для лінії ТП-ГРП до дії струмів КЗ.

Мінімальний переріз кабельних ліній [5]

$$t_{\text{ВДК}} = t_{\text{С.В.}} + t_{\text{Д}} + T_{\text{а}} = 0,1 + 0,01 + 0,03 = 0,14 \text{ (с);} \quad (2.18)$$

$$S_{\text{min}} = \frac{I_{\text{К.макс}}^{(3)} \sqrt{t_{\text{ВДК}}}}{C_{\text{T}}} \cdot 10^3 = \frac{41,85 \sqrt{0,14}}{92} \cdot 10^3 = 145,9 \text{ (мм}^2\text{)} . \quad (2.19)$$

Отже, вибрані кабелі задовольняють умові термічної стійкості

$$S = 150 \text{ мм}^2 \geq S_{\text{min}} = 145,9 \text{ мм}^2 .$$

Виконаємо перевірку селективності дії захисту.

Визначимо струм однофазного КЗ в точці короткого замикання з урахуванням перехідного процесу

$$I_{\text{к2}}^{(1)} = \frac{U_{\text{ф.ном}}}{\frac{Z_{\Sigma}^{(1)}}{3} + Z_{\text{ф-н}} \cdot l} , \quad (2.20)$$

де $Z_{\Sigma}^{(1)}$ мОм – повний опір силового трансформатора струмам однофазного КЗ;

$Z_{\text{ф-н}}$ - питомий опір петлі фаза-ноль;

l – відстань до місця КЗ.

Розраховуємо струм однофазного КЗ на кінці лінії ТП-ГРП

$$\begin{aligned} Z_{\Sigma}^{(1)} &= \sqrt{(2 \cdot R_{\text{T}} + R_{\text{от}} + 3 \cdot R_{\text{пер}})^2 + (2 \cdot X_{\text{T}} + X_{\text{от}})^2} = \\ &= \sqrt{(2 \cdot 1,1 + 1,1 + 3 \cdot 3,8)^2 + (2 \cdot 5,4 + 5,4)^2} = 21,95 \text{ (мОм)}, \end{aligned} \quad (2.21)$$

$$I_{\text{кR2}}^{(1)} = \frac{220}{\frac{21,95}{3} + 0,64 \cdot 85} = 3,33 \text{ (кА)},$$

Струм однофазного КЗ на затискачах ШРА-1

$$\begin{aligned}
 Z_T^{(1)} &= \sqrt{(2 \cdot R_T + R_{0T})^2 + (2 \cdot X_T + X_{0T})^2} = \\
 &= \sqrt{(2 \cdot 1,1 + 1,1)^2 + (2 \cdot 5,4 + 5,4)^2} = 16,42 \text{ (МОм)}, \\
 I_{K3}^{(1)} &= \frac{220}{\frac{16,42}{3} + 0,64 \cdot 85 + 2,22 \cdot 5,5} = 3,12 \text{ (кА)}.
 \end{aligned}
 \tag{2.22}$$

Перевіримо чи виконується умова

$$I_{H.P03\check{c}} \leq \frac{I_K^{(1)}}{3} . \tag{2.23}$$

Перевіримо чутливість захисту лінії ТП-ГРП

$$I_{H.P03\check{c}} = 250 \text{ (А)} \leq \frac{I_{KR2}^{(1)}}{3} = \frac{3499}{3} = 1175 \text{ (А)}.$$

Перевіримо чутливість захисту лінії ГРП- ШРА1

$$I_{H.P03\check{c}} = 160 \text{ (А)} \leq \frac{I_{KR2}^{(1)}}{3} = \frac{3050}{3} = 1016 \text{ (А)}.$$

Умови перевірки чутливості автоматичних вимикачів виконуються.

Перевіримо селективність дії захисту. Селективність автоматичних вимикачів перевіряємо за умовами [6]:

$$\begin{cases} I_{c.B1} > (1,3..1,5)I_{c.B2}, \\ t_{c.B1} = t_{c.B2} + \Delta t. \end{cases}
 \tag{2.24}$$

Виконаємо перевірку на селективність для вимикачів, що захищають лінії ТП - ГРП(вимикач 1), ГРП – ШРА1 (вимикач 2).

$$I_{c.B1} = 1750 \text{ (A)} > (1,3 \cdot 1,5) 1120 = 1456 \dots 1680 \text{ (A)}.$$

Оскільки вимикачі вищого ступеня вибрано селективним $t_{c.B1} = 0,1 \text{ с}$, (ВА55-39), то умови селективності по часу теж забезпечується.

Карта селективності захисту зображена на рисунку 2.4.

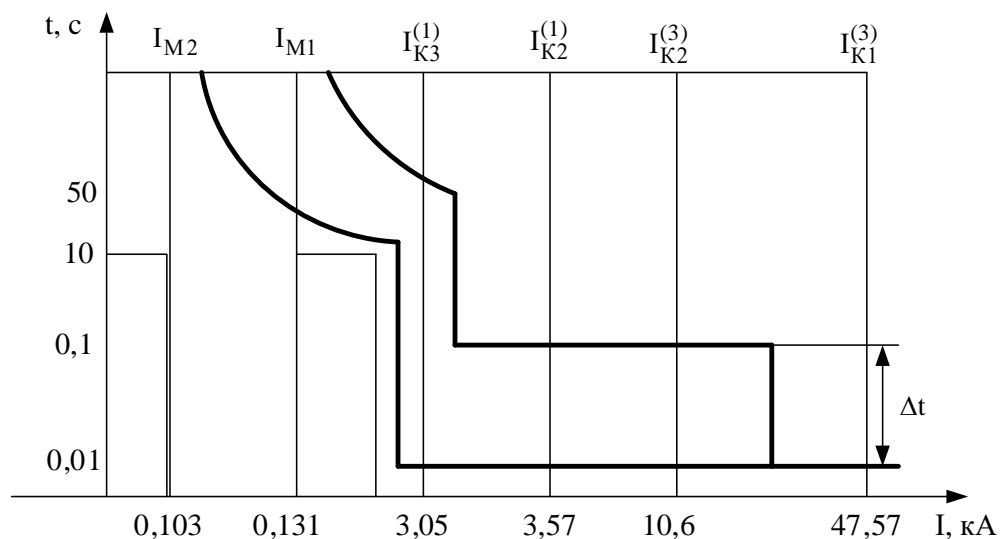


Рисунок 2.4 – Карта селективності захисту

2.5 Розрахунок струмів КЗ загальнозаводської мережі

З метою перевірки встановлених вимикачів і кабелів проводимо розрахунок струмів короткого замикання.

Розрахунок струму короткого замикання здійснюємо згідно чинного державного стандарту ДСТУ ІЕС/TR 60909-4:2008. За допомогою даного стандарту знаходимо струми трифазних КЗ в системі середніх напруг із величинами у відносних одиницях [8].

Так як на підприємстві відсутні високовольтні електродвигуни, то струми КЗ необхідно визначати тільки від енергосистеми. Прийнемо базисну потужність

$S_6 = 1000$ МВА [3]. За базисну напругу приймаємо середню напругу U_{cp} ступеня, на якому виникає КЗ.

Розрахуємо стуми КЗ на шинах ЦРП. Схема заміщення зображена на рисунку 2.5.

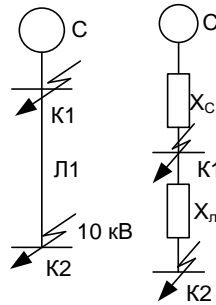


Рисунок 2.5 - Розрахункова схема і схема заміщення для розрахунку струмів КЗ

Базисний струм на напрузі 10 кВ буде рівним

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3} \cdot U_{cp}} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 55 \text{ (A)}. \quad (2.25)$$

Визначаємо опори елементів, що зведені до базисних умов.

Для системи

$$X_C = \frac{S_6}{S_K} = \frac{1000}{200} = 5 \text{ .} \quad (2.26)$$

Результуючий опір рівний

$$X_{\Sigma} = X_C = 5 \text{ .} \quad (2.27)$$

Визначаємо періодичну складову струму трифазного Кз в початковий момент часу

$$I_{\text{ПО}} = \frac{E_C}{X_{\Sigma}} \cdot I_6 = \frac{1}{5} \cdot 55 = 11 \text{ (кА)}. \quad (2.28)$$

Періодична складова струму від енергосистеми не змінюється:

$$I_{\text{пт.С}} = I_{\text{ПО}} = 11 \text{ (кА)}. \quad (2.29)$$

Для визначення аперіодичної складової струму КЗ та теплового імпульсу V_K , розрахуємо відносні активні опори елементів:

$$R_e \approx 0,1 \cdot X_C = 0,1 \cdot 5 = 0,5, \quad (2.30)$$

$$R_{\Sigma} = R_e = 0,5. \quad (2.31)$$

Визначаємо постійну часу затухання аперіодичної складової струму:

$$T_{\text{ac}} = \frac{X_{\Sigma}}{\omega \cdot R_{\Sigma}} = \frac{X_{\Sigma}}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot R_{\Sigma}} = \frac{5}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 0,5} = 0,032 \text{ (с)}. \quad (2.32)$$

Розрахунковий час початку розмикання контактів вимикача

$$\tau = t_{\text{рз.мін}} + t_{\text{в.в.}} = 0,01 + 0,055 = 0,065 \text{ (с)}, \quad (2.33)$$

де $t_{\text{рз.мін}}$ - мінімальний час спрацювання реле захисту;

$t_{\text{в.в.}}$ - власний час відключення вимикача (до моменту розходження головних контактів).

Аперіодична складова струму КЗ при $t = \tau = 0,065 \text{ с}$

$$i_{\text{ат.С}} = \sqrt{2} \cdot I_{\text{ПО}} \cdot e^{\frac{-\tau}{T_{\text{ac}}}} = \sqrt{2} \cdot 11 \cdot e^{\frac{-0,065}{0,032}} = 2,04 \text{ (кА)}. \quad (2.34)$$

Ударний струм КЗ

$$i_{уд.с} = \sqrt{2} \cdot I_{ПО} \cdot \left(1 + e^{\frac{-\tau}{T_{ас}}} \right) = \sqrt{2} \cdot 11 \cdot \left(1 + e^{\frac{-0,065}{0,032}} \right) = 17,6 \text{ (кА)}. \quad (2.35)$$

Час відключення КЗ

$$t_{від} = t_{рз} + t_{пВ} = 0,5 + 0,1 = 0,6 \text{ (с)}. \quad (2.36)$$

Тепловий імпульс

$$B_k = I_{ПО}^2 \cdot (t_{від} + T_{ас}) = 11^2 \cdot (0,6 + 0,032) = 76,5 \text{ (кА}^2 \cdot \text{с)}. \quad (2.37)$$

Відповідно до ГОСТ 687 - 78 високовольтні вимикачі повинні бути перевірені на комутаційну здатність, на динамічну стійкість, а також на термічну стійкість до дії струмів КЗ [7]. Перевіримо вимикачі типу ВЭ-10-40/1600УЗ, які були вибрані в попередніх розрахунках на комутаційну здатність і стійкість до дії струмів КЗ.

Таблиця 2.10 – Порівняльні дані вимикачів

Умова вибору	Номинальні параметри вимикачів	Розрахункові параметри мережі
$I_{ном.від} = I_{Пт}$	$I_{ном.від} = 40 \text{ кА}$	$I_{Пт} = I_{Птс} = 11 \text{ кА}$
$\sqrt{2} \cdot I_{ном.від} \cdot \left(1 + \frac{\beta_H}{100} \right) \geq \sqrt{2} \cdot I_{Пт} + i_{ат}$	$\sqrt{2} \cdot 40 \cdot \left(1 + \frac{21}{100} \right) = 68,45 \text{ кА}$	$\sqrt{2} \cdot 11 + 2,04 = 13,04 \text{ кА}$
$i_{дин} \geq i_{уд}$	$i_{дин} = 128 \text{ кА}$	$i_{уд.с} = 17,6 \text{ кА}$
$I_{дин} \geq I_{ПО}$	$I_{дин} = 40 \text{ кА}$	$I_{ПО} = 11 \text{ кА}$
$I_T^2 \cdot t_T \geq B_k$	$I_T^2 \cdot t_T = 40^2 \cdot 4 = 6400 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	$B_k = 76,5 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$

Отже, даний вимикач підходить по усім експлуатаційним умовам.

Перевірено вибрані кабелі від ЕС до ЦРП на термічну стійкість:

$$S \geq S_{\min} = \frac{\sqrt{B_K}}{C_T} \cdot 10^3, \quad (2.38)$$

де $C_T = 92 \text{ А} \cdot \text{с}^{0,5} / \text{мм}^2$ - термічний коефіцієнт для алюмінієвого кабелю з паперовою ізоляцією при напрузі 6 кВ.

$$S_{\min} = \frac{\sqrt{76,5}}{92} \cdot 10^3 = 144,4 (\text{мм}^2).$$

Отже, живлячий кабель вибрано вірно.

Висновки до розділу

В даному розділі була проаналізована система електропостачання виробничого підприємства ПАТ «Вінницький олійножировий комбінат».

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. Котельня ПАТ «Вінницького олійножировий комбінат» знаходиться в підпорядкуванні однойменного підприємства та задовольняє його потреби на теплоносії. Котельня була збудована та введена в дію у 1982 році.

Котельня є промисловою. Вона спеціалізується на постачанні перегрітої пари двом споживачам підприємства, які знаходяться у межах заводу. Адміністративна будівля забезпечується опаленням та гарячим водопостачанням автономно. Завод є одним з найбільших потужних підприємств у даній галузі в Україні. На його долю припадає приблизно 10% виробленої продукції.

Протяжність паропроводів дорівнює близько 1600 м в двотрубному виконанні.

2005 – введено в експлуатацію котел Е-16-3,9-360Д, видом палива для якого є відходи виробництва - лушпиння соняшника.

2005 – встановлено редукційний вузол на трубопроводі пари $P=39\text{кгс/см}^2$ в автоклавному цеху, що дозволить економити та раціонально використовувати теплову енергію.

2006 – введено в експлуатацію вузол очистки технічної води, яка надходить на завод, що дозволяє збільшити терміни експлуатації теплообмінного обладнання.

Котельня підприємства

Проект котельні для утилізації лушпиння соняшника розроблено згідно завдання на проектування затверджене головою правління підприємства Присяжнюком С.В. 01.06.2003р. і рішенням Вінницької Міської ради народних депутатів №122 від 29.01.1998р. Проект котельні розроблено на підставі технічних умов, матеріалів обмірних креслень, матеріалів інженерно-геологічних розвідувань, виконаних Вінницьким ПКТІ.

Спалювання лушпиння соняшника в топках парових котлів дозволить виробити пар на технологічні потреби олійно-жирового комбінату та зекономити значну кількість природного газу та топочного мазуту.

Котельня призначена не лише для утилізації лушпиння соняшника, але й для забезпечення комбінату парою на власні технологічні потреби.

В котельні встановлений котел типу Е-16-3,9-360Д. Коефіцієнт корисної дії парового котла – 83%. Паливом для котельні є: лузга соняшника. Паровидатність котла по 16 т/год, тиск пари 3,9 МПа, температура перегрітої пари $t_0 = 360^\circ\text{C}$. Дана водогрійна котельня спеціалізується на постачанні перегрітої пари двом споживачам підприємства. Для подачі пари 0,5 та 1,0 МПа на технологічні потреби комбінату передбачається прокладення паропроводів на високих опорах від котельні до виробничих корпусів комбінату.

Теплові навантаження на технологічні потреби підприємства:

Пара 0,5 МПа, $t = 145^\circ\text{C}$ – 10 т/год

Пара 1,0 МПа, $t = 285^\circ\text{C}$ – 6 т/год

Забезпечення теплом виробничих та адміністративних споруд комбінату на потреби опалення, вентиляції та гарячого водопостачання провадиться від міської тепломережі.

Живильна вода, що входить в паровий котел з витратою 16т/год і параметрами $t_{\text{жв}} = 100^\circ\text{C}$, $h_{\text{жв}} = 439$ кДж/кг витрачається на підготовку пари з відповідними параметрами $P_0 = 3,9$ МПа, $t_0 = 360^\circ\text{C}$, $h_0 = 3120,3$ кДж/кг і витратою $D_0 = 16$ т/год.

Дегазація живильної води здійснюється в деаераторі ДА – 50. Деаератор призначений для видалення розчинених газів із живильної води. В деаераторі збираються всі конденсати, що повертаються в котельню, додаткова вода.

Додаткова вода надходить в деаератор для покриття втрат води і пари в трубопроводах та теплообмінному в обладнанні. Ентальпія додаткової води $h_{\text{дв}}$ відповідає температурі води після хімводоочистки і складає [10]

$$h_{\text{дв}} = 4,19 \cdot 20 = 84 \text{ кДж/кг.}$$

Водопідготовка

Підготовка додаткової води здійснюється на хімводоочистці (ХВО).

Підготовка живильної води передбачена по схемі: прямоточна коагуляція на механічних фільтрах, фільтрування на мультимедійних фільтрах, Н-катіонування з „холодної” регенерації, пом'якшення води на Na-катіонітних фільтрах дегазації води у термічному деаераторі.

Водопідготовка розміщується в окремому приміщенні.

Конденсат з виробництва повертається в термічний деаератор.

Теплова схема котельні наведена на рисунку 3.1.

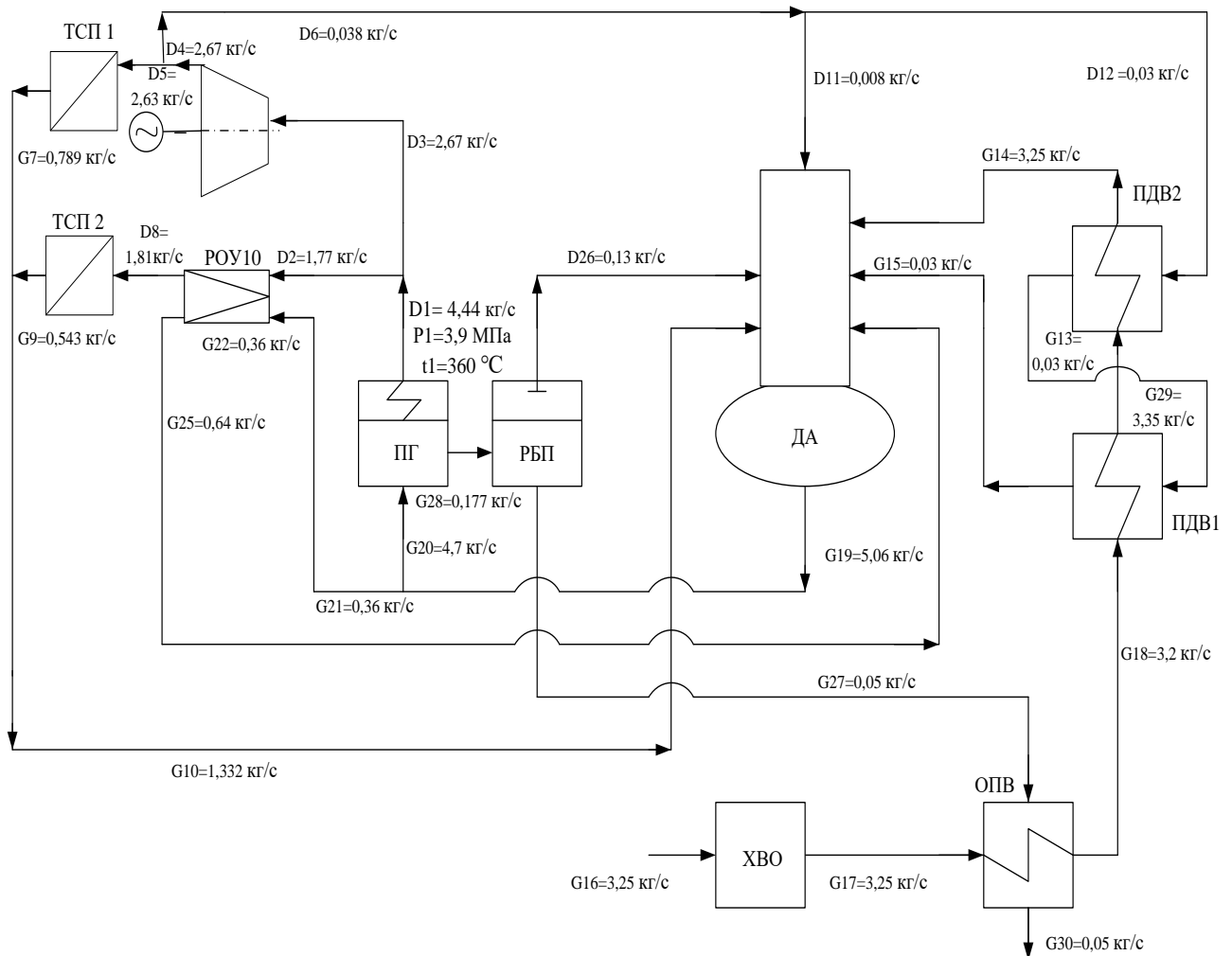


Рисунок 3.1 – Теплова схема котельні

На рисунку 3.1:

ДА – 50 – деаератор призначений для видалення розчинених газів із живильної води;

ХВО – хімоводоочистка здійснюється підготовка води та хімоочищення;

ОПВ – підігрівник очищеної води;

ПДВ1, ПДВ2 – підігрівники води;

РБП – розширник безперервної продувки;

ПГ – парогенератор;

РОУ1, РОУ2 – редукційно – охолоджувальна установка;

ТСП1, ТСП2 – тепловий споживач;

Вихідні дані для теплової схеми котельні наступні:

– паровидатність котла $D_0 = 16 \text{ т/год} = 4,44 \text{ кг/с}$;

– тиск пари $P_0 = 3,9 \text{ МПа}$;

– температура перегрітої пари $t_0 = 360^\circ\text{C}$;

– витрата пари на ТСП1 – $2,63 \text{ кДж/кг}$, тиск $P_{\text{ТСП1}} = 0,5 \text{ МПа}$, $t = 145^\circ\text{C} - 10 \text{ т/год}$;

– витрата пари на ТСП2 – $1,81 \text{ кДж/кг}$, тиск $P_{\text{ТСП2}} = 1,0 \text{ МПа}$, $t = 285^\circ\text{C} - 6 \text{ т/год}$;

– температура прямої води $t_{\text{пр}} = 100^\circ\text{C}$, температура живильної води $t_{\text{жв}} = 100^\circ\text{C}$;

– паливо – лузга соняшника з $Q_{\text{н}}^{\text{р}} = 15418 \text{ кДж/кг}$;

$q_{\text{н}}$ – пікова теплова потужність системи опалення ($q_{\text{н}} = 500 \text{ кВт}$);

$Q_{\text{н}}$ – річне споживання тепла системою опалення (приблизно оцінюється в $Q_{\text{н}} = 3230 \text{ ГДж}$)

температура додаткової води $t_{\text{дв}} = 20^\circ\text{C}$;

$C_{\text{пал}}$ – вартість палива, врахування витрат на транспортування, ($C_{\text{пал}} = 15 \text{ грн/м}^3$);

$\tau_{\text{р}}$ – час роботи котельні, ($\tau_{\text{р}} = 6500 \text{ год}$);

$C_{\text{ее}}$ – одноставочний тариф на електричну енергію, ($C_{\text{ее}} = 2,8 \text{ грн/кВтгод}$);

$C_{\text{в}}$ – ціна води, ($C_{\text{в}} = 6,86 \text{ грн/м}^3$);

$\Phi_{\text{зп}}$ – заробітна плата працівника ($\Phi_{\text{зп}} = 5000 \text{ грн/міс.}$);

Π – ціна 1 Гкал/год теплового навантаження для промислових підприємств ($\Pi = 1200$ грн./ Гкал).

За допомогою таблиць властивостей води і водяної пари визначасмо ентальпії потоків пари і води, кДж/кг:

$h_0 = h_1 = h_2 = h_3 = 3120,3$ – ентальпія гострої пари на виході з котла;

$h''_к = h_4 = h_5 = h_6 = h_{11} = h_{12} = 2748,1$ – ентальпія пари на виході з РОУ5;

$h''_{РБП} = h_8 = 2777$ – ентальпія пари на виході з РОУ10;

$h'_к = h_{10} = 293$ – ентальпія конденсату гріючої пари;

$h'_{ХВО} = h_{18} = 84$ – ентальпія на виході з ХВО;

$h'_{св} = 21$ – ентальпія сирої води;

$h'_{жв} = h_{19} = h_{20} = h_{21} = h_{22} = h_{23} = 439,95$ – ентальпія живильної води на виході з деаератора;

$h'_{РОУ5} = h_{24} = 607,55$ – ентальпія живильної води на виході з РОУ5;

$h'_{РОУ10} = h_{25} = 1194,2$ – ентальпія живильної води на виході з РОУ10;

$h''_{РБП} = h_{26} = 2687$ – ентальпія конденсату на виході з розширника безперервної продувки і на вході в деаератор.

$h'_{РБП} = h_{27} = 450$ – ентальпія конденсату на вході в підігрівник очищеної води;

$h_{кв} = h_{28} = 1080$ – ентальпія на вході в розширник безперервної продувки;

$h'_{пр} = h_{15} = 398$ – ентальпія на виході з ПДВ1.

Метою розрахунку теплової схеми є визначення ентальпій, тисків та витрат теплоносіїв на кожній її ділянці.

Температура в прямому трубопроводі теплової мережі в тепловому пункті, $^{\circ}\text{C}$

$$t'_{пр.} = t_{пр.} - 5 = 100 - 5 = 95. \quad (3.1)$$

Температура води в зворотному трубопроводі в тепловому пункті, $^{\circ}\text{C}$

$$T'_{зв} = t_{зв} + 5 = 100 + 5 = 105. \quad (3.2)$$

Ентальпія прямої мережної води

$$t_{\text{пр}} = 95 \text{ }^{\circ}\text{C},$$

$$h_{\text{пр}} = C_{\text{рв}} \cdot t_{\text{пр}} = 4,19 \cdot 95 = 398 \text{ (кДж/кг)}. \quad (3.3)$$

Ентальпія зворотної мережної води

$$t_{\text{зв}} = 105 \text{ }^{\circ}\text{C},$$

$$h_{\text{зв}} = C_{\text{рв}} \cdot t_{\text{зв}} = 4,19 \cdot 105 = 439,95 \text{ (кДж/кг)}. \quad (3.4)$$

Ентальпія додаткової води

$$t_{\text{дв}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C},$$

$$h_{\text{дв}} = C_{\text{рв}} \cdot t_{\text{дв}} = 4,2 \cdot 20 = 84 \text{ (кДж/кг)}. \quad (3.5)$$

Розрахунок теплової схеми модернізованого варіанта котельні шляхом встановлення парової турбіни

Розрахункова схема котельні наведена на рисунку 3.2.

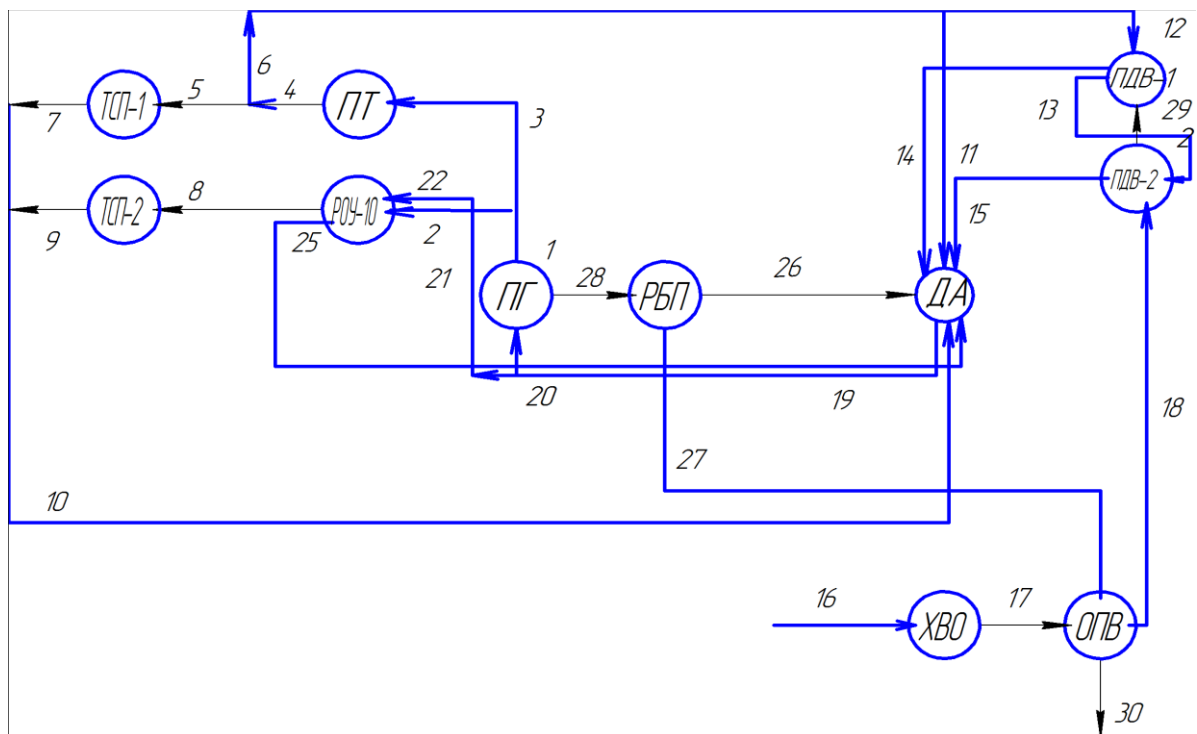


Рисунок 3.2 – Розрахункова схема котельні

Нульова ітерація.

Паропродуктивність котла $D_1= 4,44$, $D_5= 2,63$, $D_8= 1,81$ кг/с;

Визначимо витрати води та пари у відповідних вітках розрахункової схеми:

1. Потужності споживачів та теплообмінників (кг/с) [12]

$$G_{28} = \alpha_{\text{пр}} \cdot D_1, \quad (3.6)$$

$$G_{26} = G_{28} \cdot \frac{h_{26}-h_{28}}{h_{26}-h_{27}}. \quad (3.7)$$

2. Визначаємо витрату зливу, (кг/с)

$$G_{27} = G_{30} = G_{28} - G_{26}. \quad (3.8)$$

3. Визначаємо витрату на ХВО, (кг/с)

$$G_{14} = G_{16} = G_{17} = G_{29} = (1-\alpha_k) \cdot (D_5+D_8)+q_{\text{ВН}} \cdot D_1+G_{27}. \quad (3.9)$$

4. Розраховуємо витрати на РОУ10, (кг/с)

$$D_2 + G_{22} = D_8 + G_{25}. \quad (3.10)$$

– витрата охолодної води на одиницю гострої пари на РОУ10, кг/кг

$$g_2 = \frac{G_{22}}{D_2} = \frac{h_1-h_8}{h_{25}-h_{22}+\varphi^*(h_8-h_{25})}; \quad (3.11)$$

$$D_2 = \frac{D_8}{1-\varphi^*g_2}; \quad (3.12)$$

$$G_{22} = G_{21} = g_2 \cdot D_2; \quad (3.13)$$

$$G_{25} = D_2 + G_{22} - D_8; \quad (3.14)$$

$$D_3 = D_4 = D_1 - D_2. \quad (3.15)$$

5. Підігрівник очищеної води (ОПВ)

$$Q_{\text{ОПВ}} = G_{27} \cdot (h_{27} - h_{30}) \cdot \eta_{\text{ТО}}; \quad (3.16)$$

$$Q_{\text{ОПВ}} = G_{27} \cdot (h_{17} - h_{18}); \quad (3.17)$$

$$h_{17} = h_{16} = h_{18} + \frac{Q_{\text{ОПВ}}}{G_{27}}.$$

6. Визначимо витрати конденсату, (кг/с)

$$G_7 = \alpha_k \cdot D_5; \quad (3.18)$$

$$G_9 = \alpha_k \cdot D_8; \quad (3.19)$$

$$G_{10} = G_7 + G_9; \quad (3.20)$$

$$G_{20} = (1 \cdot \alpha_{\text{пр}} + q_{\text{вп}}) \cdot D_1; \quad (3.21)$$

$$G_{19} = G_{20} + G_{22}; \quad (3.22)$$

$$G_{21} = G_{22}.$$

Складемо теплові баланси елементів розрахункової схеми.

1. Рівняння теплового балансу ПДВ1

$$D_{12} \cdot (h_{13} - h_{15}) = G_{16} \cdot (h_{29} - h_{16}); \quad (3.23)$$

$$D_{12} = \frac{G_{16} \cdot (h_{29} - h_{16})}{(h_{13} - h_{15})}.$$

2. Рівняння теплового балансу ПДВ2

$$D_{12} \cdot (h_{12} - h_{13}) = G_{14} \cdot (h_{14} - h_{29}); \quad (3.24)$$

$$D_{12} = \frac{G_{14} \cdot (h_{14} - h_{29})}{(h_{12} - h_{13})}.$$

3. Рівняння теплового балансу деаератора ДА

$$D_{11}h_{11} + G_{25}h_{25} + G_{10}h_{10} + G_{14}h_{14} + G_{15}h_{15} + G_{26}h_{26} = G_{19}h_{19} ; \quad (3.25)$$

$$D_{11} = \frac{G_{19}h_{19} - G_{25}h_{25} - G_{10}h_{10} - G_{14}h_{14} - G_{15}h_{15} - G_{26}h_{26}}{h_{11}}$$

Перша ітерація.

Приймаємо, що $D_{11} + D_{12} = 0,11$, Нехай $D_{11}=0,08$, $D_{12}=0,03$.

Знаходимо h_{29} і h_{14}

$$H_{29} = \frac{G_{13}(h_{13}-h_{15}) + G_{16}h_{16}}{G_{29}}$$

$$h_{14} = \frac{D_{12}(h_{12}-h_{13}) + G_{29}h_{29}}{G_{14}}$$

Рівняння теплового балансу ПДВ1, (кг/с)

$$D_{12} = \frac{G_{16}(h_{29}-h_{16})}{(h_{13}-h_{15})}$$

$$D_{11} = \frac{G_{19}h_{19} - G_{25}h_{25} - G_{10}h_{10} - G_{14}h_{14} - G_{15}h_{15} - G_{26}h_{26}}{h_{11}}$$

За результатами уточнюємо витрату пари та води, (кг/с)

$$D_3 = D_5 + D_{11} + D_{12};$$

$$D_2 = D_1 - D_3;$$

$$G_{28} = \alpha_{\text{пр}} \cdot D_1;$$

$$G_{26} = G_{28} \cdot \frac{h_{26}-h_{28}}{h_{26}-h_{27}}$$

$$G_{27} = G_{30} = G_{28} - G_{26};$$

$$G_{14} = G_{16} = G_{17} = G_{29} = (1 - \alpha_{\text{к}}) \cdot (D_5 + D_8) + q_{\text{вп}} \cdot D_1 + G_{27}$$

$$G_{20} = (1 \cdot \alpha_{\text{пр}} + q_{\text{вп}}) \cdot D_1;$$

$$G_{19} = G_{20} + G_{22};$$

$$G_{21} = G_{22}.$$

Друга ітерація.

Знаходимо h_{29} і h_{14}

$$h_{29} = \frac{G_{13}(h_{13} - h_{15}) + G_{16}h_{16}}{G_{29}}$$

$$h_{14} = \frac{D_{12}(h_{12} - h_{13}) + G_{29}h_{29}}{G_{14}}.$$

Рівняння теплового балансу ПДВ1, (кг/с)

$$D_{12} = \frac{G_{16}(h_{29} - h_{16})}{(h_{13} - h_{15})}$$

$$D_{11} = \frac{G_{19}h_{19} - G_{25}h_{25} - G_{10}h_{10} - G_{14}h_{14} - G_{15}h_{15} - G_{26}h_{26}}{h_{11}}.$$

За результатами уточнюємо витрату пари та води, (кг/с)

$$D_3 = D_5 + D_{11} + D_{12};$$

$$D_2 = D_1 - D_3;$$

$$G_{28} = \alpha_{\text{пр}} \cdot D_1;$$

$$G_{26} = G_{28} \cdot \frac{h_{26} - h_{28}}{h_{26} - h_{27}}$$

$$G_{27} = G_{30} = G_{28} - G_{26};$$

$$G_{14} = G_{16} = G_{17} = G_{29} = (1 - \alpha_k) \cdot (D_5 + D_8) + q_{\text{вп}} \cdot D_1 + G_{27}$$

$$G_{20} = (1 \cdot \alpha_{\text{пр}} + q_{\text{вп}}) \cdot D_1;$$

$$G_{19} = G_{20} + G_{22};$$

$$G_{21} = G_{22}.$$

Аналогічно розраховуємо інші ітерації.

Результати розрахунків 4-ї та 5-ї ітерацій співпадають.

Всі результати розрахунків зведемо в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати розрахунку

№ вітки	Ітерації					
	0	1	2	3	4	5
h29		194,28	194,28	194,28	194,28	194,28
h14		214,06	214,06	214,06	214,06	214,06
D12	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
D11	0,08	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008
D3	2,34	2,668	2,668	2,668	2,668	2,668
D1	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44
D28	0,1776	0,1776	0,1776	0,1776	0,1776	0,1776
D26	0,1276	0,1276	0,1276	0,1276	0,1276	0,1276
D27,30	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
D14,16,17,29	3,25	3,2569	3,2583	3,2585	3,2585	3,2585
D20	4,7	4,7064	4,7064	4,7064	4,7064	4,7064
D19	5,06	5,0623	5,0623	5,0623	5,0623	5,0623
D21	0,3559	0,3559	0,3559	0,3559	0,3559	0,3559
D2	2,0947	1,772	1,772	1,772	1,772	1,772
D4	2,34	2,668	2,668	2,668	2,668	2,668
D5	2,63	2,63	2,63	2,63	2,63	2,63
D6	0,11	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038
D7	0,789	0,789	0,789	0,789	0,789	0,789
D8	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81
D9	0,543	0,543	0,543	0,543	0,543	0,543
D10	1,332	1,332	1,332	1,332	1,332	1,332
D13	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
D15	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
D18	3,1968	3,1968	3,1968	3,1968	3,1968	3,1968
D22	0,3559	0,3559	0,3559	0,3559	0,3559	0,3559
D25	0,6406	0,6406	0,6406	0,6406	0,6406	0,6406

Порівняємо результати п'ятої ітерації з отриманими в програмі оптимізації параметрів теплової схеми котельні.

Таблиця 3.2 – Порівняння результатів

№ вітки	На рисунку 3.2	Ручний розрахунок	Програмний розрахунок
h29	Ентальпія на вході в підігрівник води ПДВ-1, кДж/кг	194,28	194,276
h14	Ентальпія на виході з підігрівника води ПДВ-1, кДж/кг	214,06	214,054

Продовження таблиці 3.2

D12	Витрата пари на виході з РОУ5, кг/с	0,03	0,03
D11	Витрата пари на виході з РОУ5 кг/с	0,008	0,00834
D3	Витрата гострої пари на вході в ПТ, кг/с	2,668	2,668
D1	Витрата гострої пари на виході в ПТ, кг/с	4,44	4,44
D28	Витрата пари на вході в РБП, кг/с	0,1776	0,178
D26	Витрата пари на виході з РБП, кг/с	0,1276	0,128
D27,30	Витрата пари на виході з ОПВ, кг/с	0,05	0,05
D14,16,17,29	Витрата пари на виході з ПДВ-1, кг/с	3,2585	3,247
D20	Витрата пари на виході з даєратора, кг/с	4,7064	4,706
D19	Витрата пари на виході з даєратора, кг/с	5,0623	5,062
D21	Витрата пари на виході з даєратора, кг/с	0,3559	0,356
D2	Витрата пари на виході з ПГ, кг/с	1,772	1,772
D4	Витрата пари на виході з ПТ, кг/с	2,668	2,668
D5	Витрата пари на виході з ПТ, кг/с	2,63	2,63
D6	Витрата пари на виході з ПТ, кг/с	0,038	0,038
D7	Витрата пари на виході з ТСП-1, кг/с	0,789	0,789
D8	Витрата пари на виході з РОУ-10, кг/с	1,81	1,81
D9	Витрата пари на виході з ТСП-2, кг/с	0,543	0,543
D10	Витрата пари на виході з ТСП-1 та ТСП-2, кг/с	1,332	1,332
D13	Витрата пари на виході з ПДВ-1, кг/с	0,03	0,03
D15	Витрата пари на виході з ПДВ-2, кг/с	0,03	0,03
D18	Витрата пари на виході з ОПВ, кг/с	3,1968	3,1968
D22	Витрата пари на виході з даєратора, кг/с	0,3559	0,3559
D25	Витрата пари на виході з РОУ-10, кг/с	0,6406	0,6406

Точність розробленої програми дозволяє її використання при оптимізації параметрів теплової схеми котельні.

3.2 Допоміжне обладнання

Вентилятор ВД-13,5 з подачею 45 тис. м³/год, напором 2,87 кПа і ККД 0,7. $\vartheta_{\text{вг}}$ – температура відхідних газів ($\vartheta_{\text{вг}} = 195$ °С).

Димосос Д-18 з подачею 85 тис. м³/год, напором 2,03 кПа, ККД=0,7.

Потужність електроприводів вентиляторів, кВт

$$N_{\text{в}} = 0,277 \cdot V_{\text{в}} \cdot H_{\text{в}} / (\eta_{\text{в}} \cdot \eta_{\text{ем}}) = 0,277 \cdot 35,87 \cdot 2,7 / (0,67 \cdot 0,96) = 41,7. \quad (3.26)$$

Потужність електроприводів димососів, кВт

$$N_{\text{д}} = 0,277 \cdot V_{\text{д}} \cdot H_{\text{д}} / (\eta_{\text{д}} \cdot \eta_{\text{ем}}) = 0,277 \cdot 74,038 \cdot 2,9 / (0,63 \cdot 0,96) = 98,3. \quad (3.27)$$

Вибираємо два димососи Д-13,5 з подачею по 55 тис.м³/год, напором 2,9 кПа, ККД – 0,63.

Витрата мережного насоса, м³/год

$$G_{\text{мн}}^{\text{оп}} = N_{\text{вп}} \cdot \eta_{\text{то}} / C_{\text{св}} \cdot (150-90) = 6,52 \cdot 10^3 \cdot 0,98 / 4,187 \cdot (150-90) \cdot 3,6 = 91,5. \quad (3.28)$$

Живильний насос 4К– 90 –20 з подачею 100 м³/год, напором 0,189 кПа і ККД 0,77.

Потужність мережного насоса, кВт

$$N_{\text{мн}} = G_{\text{мн}}^{\text{оп}} \cdot H_{\text{мн}} / (3600 \cdot \eta_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{ем}}) = 91,5 \cdot 1890 / (3600 \cdot 0,77 \cdot 0,96) = 6,49. \quad (3.29)$$

Витрата насоса сирої води $G_{\text{св}}=10,296$, м³/год, із додатка Д вибираємо один насос марки: 2К-20-18 з подачею 11 м³/год, напором 0,21 МПа , ККД 0,56 .

Потужність насоса сирої води, кВт

$$N_{\text{св}} = G_{\text{св}} \cdot H_{\text{св}} / (3600 \cdot \eta_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{ем}}) = 10,296 \cdot 210 / (3600 \cdot 0,56 \cdot 0,96) = 1,12. \quad (3.30)$$

Витрата конденсатного насосу $G_{\text{к}}=4,8$ (м³/год), вибираємо насос марки: ЦВ/4/85- з подачею 5 м³/год, напором 1,88 МПа, ККД= 0,75 .

Потужність конденсатного насосу, кВт

$$N_{\text{к}} = G_{\text{к}} \cdot H_{\text{к}} / (3600 \cdot \eta_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{ем}}) = 4,8 \cdot 1880 / (3600 \cdot 0,75 \cdot 0,96) = 3,48. \quad (3.31)$$

Сумарна електрична потужність власних потреб, кВт [8]

$$\begin{aligned} \sum N_{\text{вп}} &= \sum N_{\text{в}} + \sum N_{\text{д}} + \sum N_{\text{жв}} + N_{\text{св}} + N_{\text{кн}} + \sum N_{\text{ін}} = \\ &= 41,7 + 98,3 + 7 + 1,12 + 3,48 + 0,03 \cdot 144,6 = 148,9. \end{aligned} \quad (3.32)$$

де $\sum N_{\text{в}}$ – сумарна електрична потужність працюючих вентиляторів, кВт;

$\sum N_{\text{д}}$ – сумарна електрична потужність працюючих димососів, кВт;

$\sum N_{\text{жв}}$ – сумарна ел. потужність працюючих живильних насосів, кВт;

$N_{\text{св}}$ – електрична потужність насоса сирі води, кВт;

$N_{\text{к}}$ – електрична потужність конденсатного насосу, кВт;

$\sum N_{\text{ін}}$ – сумарна електрична потужність на інші витрати, кВт – приймаємо 3% від вище перерахованих електричних потужностей.

Теплова потужність котельні, кВт

Теплова потужність ПХВО, кВт

$$\begin{aligned} Q_{\text{пхво}} &= G_{\text{пхво}} \cdot (h'_{\text{пхво1}} - h'_{\text{пхво}}) \\ Q_{\text{пхво}} &= 3,25 \cdot (89 - 84) = 16,397. \end{aligned} \quad (3.33)$$

Теплова потужність підігрівника сирі води, кВт

$$Q_{\text{псв}} = G_{\text{пхво1}} \cdot (h'_{\text{хво}} - h'_{\text{св}}) \quad (3.34)$$

$$Q_{\text{псв}} = 3,25 \cdot (84 - 21) = 206,6.$$

Теплова потужність парового котла, кВт

$$Q_{\text{пк}} = D_1 \cdot (h_0 - h'_{\text{жв}}) + D_1 \cdot p \cdot (h'_{\text{кв}} - h'_{\text{жв}}), \quad (3.35)$$

$$Q_{\text{пк}} = 4,44 \cdot (3120,3 - 439,95) + 4,44 \cdot 0,02 \cdot (1080 - 439,95) = 11966,25.$$

Потужність промислових споживачів

$$Q_{\text{СП1}} = D_5 \cdot (h_5'' - h_k') + D_5 \cdot (1 - \alpha_k) \cdot (h_k' - h_{\text{XB}}'), \quad (3.36)$$

$$Q_{\text{СП1}} = 2,63 \cdot (2748,1 - 293) + 2,63 \cdot 0,7 \cdot (293 - 21) = 6957,67 \text{ (кВт)}.$$

$$Q_{\text{СП2}} = D_8 \cdot (h_{10}'' - h_k') + D_8 \cdot (1 - \alpha_k) \cdot (h_k' - h_{\text{XB}}'), \quad (3.37)$$

$$Q_{\text{СП2}} = 1,81 \cdot (2777 - 293) + 1,81 \cdot 0,7 \cdot (293 - 21) = 4788,355 \text{ (кВт)}.$$

Витрата умовного палива на паровий котел, кг/с

$$B_{\text{упк}} = \frac{Q_{\text{пк}}}{Q_{\text{н}}^p \cdot \eta_k} \quad (3.38)$$

$$B_{\text{упк}} = \frac{11966,25}{15418 \cdot 0,83} = 0,935;$$

Витрата робочого палива на паровий котел, (кг/с)

$$B_{\text{рпк}} = B_{\text{упк}} \cdot \frac{(100 - q_4)}{100} ; \quad (3.39)$$

$$B_{\text{рпк}} = 0,935 \cdot \frac{(100 - 4)}{100} = 0,91.$$

Витрата робочого палива за опалювальний період, тис. кг

$$V_{оп} = V_p^{оп} \cdot \tau_{оп} \cdot 3,6 = 0,91 \cdot 6500 \cdot 3,6 = 20990,6.$$

Витрати на паливо в опалювальний період, млн. грн. [11]

$$Z_{п}^{оп} = V_{оп} \cdot Ц_{п} \cdot 10^{-6} = 20990600 \cdot 15 \cdot 10^{-6} = 3,14.$$

Витрата робочого палива за опалювальний період, тис. кг

$$V_{оп} = V_p^{оп} \cdot \tau_{оп} \cdot 3,6 = 0,97 \cdot 6500 \cdot 3,6 = 22763,741.$$

Витрати на паливо в опалювальний період, млн. грн. [6]

$$Z_{п}^{оп} = V_{оп} \cdot Ц_{п} \cdot 10^{-6} = 20990600 \cdot 15 \cdot 10^{-6} = 3,41.$$

Теоретичний теплоперепад в турбіні, кДж/кг

$$H_0 = h_0 - h_{по}, \quad (3.40)$$

$$H_0 = 3120,3 - 2700 = 420,3.$$

Зобразимо процес розширення пари в турбіні (рисунок 3.3).

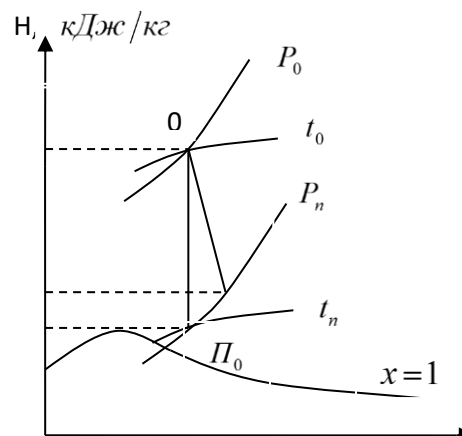


Рисунок 3.3 – Процес розширення пари в турбіні, кДж/кг
 $h_0 = 3120,3$ кДж/кг, $h_{п} = 2748,1$ кДж/кг, $h_{по} = 2700$ кДж/кг.

$$H_p = h_0 - h_{\Pi}; \quad (3.41)$$

$$H_p = 3120,3 - 2748,1 = 372,2.$$

Потужність турбіни, кВт

$$N_T = G \cdot H_0 \cdot \eta_T \cdot \eta_{\text{ем}} \quad (3.42)$$

$$N_T = 2,72 \cdot 372,2 \cdot 0,89 \cdot 0,98 = 878,70.$$

Витрати на електричну енергію

Віддана річна електроенергія [8], кВтгод/рік

$$EE_{\text{річн.}} = N_{\text{вп}} \cdot \tau_p; \quad (3.43)$$

$$EE_{\text{річн.}} = (148,9 - 878,701) \cdot 6500 = 4743705.$$

Отримані кошти за електроенергію, млн. грн

$$Z_e = EE_{\text{річн.}} \cdot C_{\text{еє}} \cdot 10^6, \quad (3.44)$$

$$Z_e = 4743705 \cdot 2,8 = 4,79114,$$

тобто, маємо прибуток 4,79 млн.грн.

Витрати на воду

Ці витрати встановлюються за витратою води та її ціною.

Річна витрата сирої води, м³/год

$$C_{\text{річн.}} = G_{\text{св}} \cdot 3600 \cdot \tau_p, \quad (3.45)$$

$$C_{\text{річн.}} = 10,3/999,8 \cdot 3600 \cdot 6500 = 241068,21.$$

Річні витрати на воду [8], млн.грн/рік

$$C_B = C_{\text{річ}} \cdot C_B; \quad (3.46)$$

$$C_{\text{річн.}} = 241068,21 \cdot 10^{-6} \cdot 6,86 = 1,6537279.$$

Витрати на амортизацію

Вони визначаються за капітальними вкладеннями K і нормами амортизаційних відрахувань.

Витрати на амортизацію за рік [8], грн/рік

$$C_{\text{ам}} = K \cdot N_{\text{ам}};$$

$$C_{\text{ам}} = 20 \cdot 10^6 \cdot 0,085 = 1700000. \quad (3.47)$$

де $N_{\text{а}}$ - норма амортизаційних відрахувань.

Витрати на поточний ремонт

Ці витрати можуть бути прийняті такими, що дорівнюють 20% для закритих і 30% для відкритих котелень відносно витрат на амортизацію [12].

Витрати на поточний ремонт за рік, грн/рік

$$C_{\text{пр}} = 0,2 \cdot C_{\text{ам}};$$

$$C_{\text{ам}} = 0,2 \cdot 1700000 = 340000. \quad (3.48)$$

Витрати на заробітну плату

Їх розрахунок виконується з урахуванням основної та додаткової заробітних плат, а також відрахувань на соціальне страхування.

Затрати на заробітну плату, грн/рік

$$C_{\text{з.п}} = N_{\text{пр}} \cdot \Phi_{\text{з.п}}. \quad (3.49)$$

Кількість працівників розраховується за штатним коефіцієнтом

$$K_{\text{шт}} = \frac{N_{\text{прац}}}{Q_{\text{к}}}, \quad (3.50)$$

$$C_{з.п} = Q_k \cdot K_{шт} \cdot \Phi_{з.п}; \quad (3.51)$$

$$C_{з.п} = 11966,25 \cdot 5 \cdot 12 = 778061 \text{ (грн/рік)}.$$

Інші витрати

Сюди належать витрати на охорону праці, техніку безпеки, пожежну охорону і т.д. Значення цих витрат у процентах суми всіх попередніх витрат дорівнює 6%, млн.грн/рік

$$C_i = 0,06 \cdot (C_{п} + z_e + C_{в} + C_{ам} + C_{п.р} + C_{з.п}); \quad (3.52)$$

$$C_i = 0,06 \cdot (3410000 - 4790000 + 1653727,9 + 1700000 + 340000 + 778061) = 0,1857.$$

Експлуатаційні витрати за рік, млн.грн/рік

$$C_{річ} = C_{п} + z_e + C_{в} + C_{ам} + C_{п.р} + C_{з.п} + C_i; \quad (3.53)$$

$$C_{річ} = 3,2.$$

Собівартість вироблення цієї енергії, грн/МДж

$$C_{в} = \frac{C_{річ}}{Q_{річ}}; \quad (3.54)$$

$$C_{в} = \frac{3200000}{303443983} = 0,01.$$

де $Q_{річ}$ – річна витрата теплоти [13], МДж/рік

$$Q_{річ}^{пк} = Q_{пк}^{зmax} \cdot 3600 \cdot \tau_p; \quad (3.55)$$

$$Q_{річ}^{пк} = 12967,69 \cdot 10^{-3} \cdot 3600 \cdot 6500 = 303443983.$$

Ці витрати визначаються за річною витратою палива і його вартістю.

3.3 Інфрачервоне опалення цеху

Розглянемо варіанти опалення цеху.

Перший варіант:

Для цеху площею 500 м^2 теплові втрати Q становлять 50 кВт . Розраховуємо необхідну потужність опалювальних приладів,

1) Для стандартного конвекційного опалення:

$$\Delta Q_k = 1,2 \cdot Q = 1,2 \cdot 50 = 60 \text{ (кВт)}$$

2) Для інфрачервоного опалення:

$$\Delta Q_k = 0,8 \cdot Q = 1,2 \cdot 50 = 40 \text{ (кВт)}$$

3) Витрата газу в котельні підприємства для забезпечення конвекційного обігріву цеху:

$$V_p^{оп} = \Delta Q_k / (Q_{PH} \cdot \eta_k) = 60 / (34000 \cdot 0,94) = 0,0019 \text{ (м}^3/\text{с)}.$$

4) Витрати газу палива за рік:

$$V_{оп} = V_p^{оп} \cdot \tau_{оп} \cdot 3,6 = 0,0019 \cdot 4500 \cdot 3600 = 30413 \text{ (м}^3\text{)}.$$

5) Вартість газу за опалювальний період:

$$Z_{оп} = V_{оп} \cdot Ц_{г} = 30413 \cdot 8 = 243304 \text{ (грн)}.$$

6) Вартість електроенергії яку будуть споживати конвекційні обігрівачі:

$$V_{i.o.} = T \cdot N \cdot k_3 \cdot C = 4500 \cdot 40 \cdot 0,4 \cdot 2,8 = 201600 \text{ (грн)}.$$

7) Економія коштів при впровадженні інфрачервоного опалення за рік становитиме:

$$E = Z_{\text{оп}} - B_{\text{i.o.}} = 243304 - 201600 = 41704 \text{ (грн.)}$$

6) Визначаємо капіталовкладення необхідні для впровадження інфрачервоного опалення в цеху підприємства.

Вартість однієї інфрачервоної панелі становить 1842 грн, пристрій встановлюється з розрахунку 1 шт. на 15м² приміщення. Таким чином загальна вартість інфрачервоних керамічних панелей становитиме:

$$B = \frac{S_{\text{цеху}}}{15} \cdot C_{\text{од}} = \frac{500}{15} \cdot 1842 = 61400 \text{ (грн.)}$$

Вартість монтажних робіт становитиме 42 тис. грн., ціна кріпильних елементів 12,5 тис.грн. Капіталовкладення загалом становитимуть:

$$K = 61400 + 42000 + 12500 = 115900 \text{ (грн.)}$$

Термін окупності впровадження даного енергозберігаючого заходу становитиме:

$$T = \frac{K}{E} = \frac{115900}{41704} = 3 \text{ (років)}$$

Отже, заміна конвекційного опалення у розглянутому цехові підприємства дасть економію коштів на енергоресурсах у розмірі 41704 грн., капіталовкладення витрачені на заміну системи опалення окупляться приблизно за 3 роки, що вказує на високу ефективність даного енергозберігаючого заходу і його доцільність.

Другий варіант:

Розробка енергозберігаючої системи опалення цеху з використанням випромінювачів.

Таблиця 3.4 – Вхідні дані для розрахунку системи променевого опалення

Розрахункова зовнішня температура $t_{\text{зовн}} = t_{\text{н}}$	-25 ⁰ С
Тривалість опалюваного періоду	196
Середня температура за опалюваний період $t_{\text{з,ср}} = t_{\text{п,ср}}$	-5 ⁰ С
Кратність інфільтраційного повітря $K_{\text{ф}}$	0,2 1/год.
Розміри приміщення	40x12,5 x10
Розрахункова температура в приміщенні $t_{\text{пов}}$	16 ⁰ С
Тепловитрати приміщення	50000 Вт
Тепловитрати на нагрівання інфільтраційного повітря	10000 Вт
Середньозважений коефіцієнт теплопередачі вище підвішування $K_{\text{вз}}$	1,46Вт/(м ² · ⁰ С)
Середньозважений коефіцієнт теплопередачі нижче підвішування $K_{\text{нз}}$	1,78Вт/(м ² · ⁰ С)
Тепловиділення від устаткування $Q_{\text{вн}}$	30000Вт
Загальна довжина випромінювачів	100м
Капіталовкладення в ІЧ систему опалення, $K_{\text{рв}}$	150000 грн.
Річна витрата газу на опалення цеху, $G_{\text{газу,річн}}^{\text{б}}$	30413 м ³

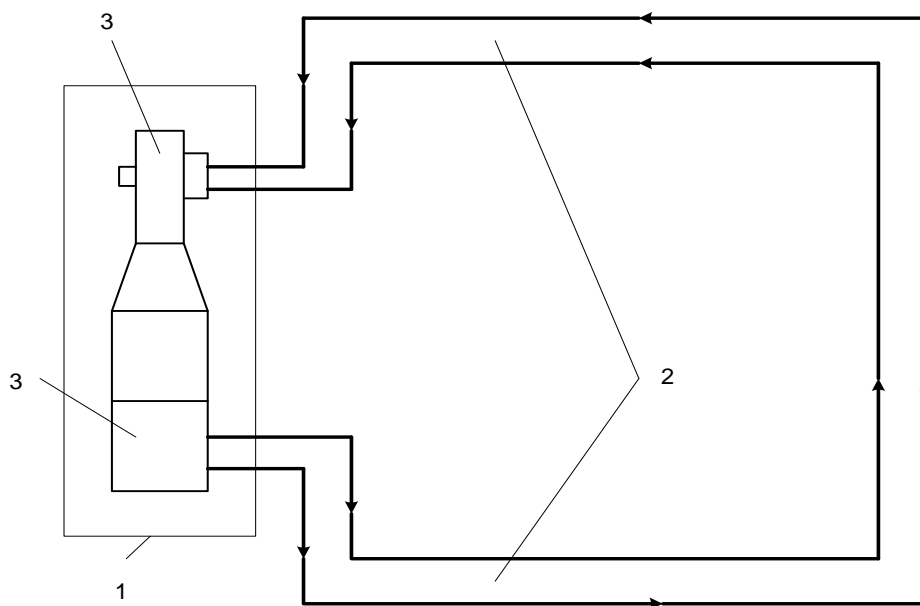


Рисунок 3.4 – Схема системи газоповітряного променевого опалення

1 – теплогенератор, 2 – бакові екрани, 3 – вентилятор, 4 – паливник

Опис схеми (рисунок 3.4): в системі променевого опалення нагріте повітря пальником 4 в тепло генераторі 1 переміщується по контуру 2 циркуляційним вентилятором 3.

Розрахуємо показники Р і М, 1/год:

$$P = K_{\phi} \cdot \frac{3600 \cdot Q_{\text{ВН}}}{C_p \cdot \rho_{\text{пов}} \cdot A \cdot B \cdot H \cdot (t_B - t_3)}$$

$$P = 0,2 \cdot \frac{3600 \cdot 0}{1005 \cdot 1,2 \cdot 40 \cdot 12 \cdot 10(16 + 25)} = 0,2$$

$$M = \frac{B}{H} \cdot \frac{K_{\text{ВЗ}}}{K_{\text{НЗ}}}$$

$$M = \frac{12}{10} \cdot \frac{1,46}{1,78} = 0,98$$

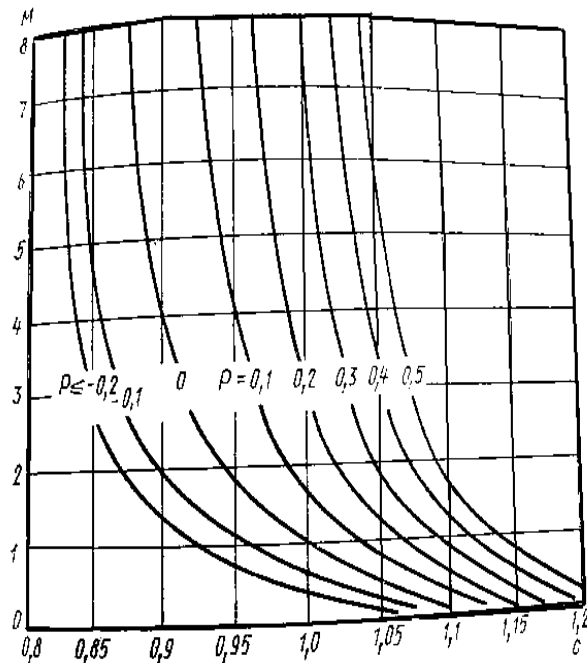


Рисунок 3.5 – Визначення поправочного коефіцієнта

З рисунка 3.5 визначаємо коефіцієнт $C=1,08$

Теплове навантаження на СПО, Вт:

$$Q_{\Sigma} = C \cdot (Q + Q_i - Q_{\text{вн}}),$$

$$Q_{\Sigma} = 1,12(50000 + 10000 - 0) = 64800.$$

Теплове навантаження випромінювачів, Вт:

$$Q_{\text{випр}} = \frac{Q_{\Sigma}}{\beta}$$

$$Q_{\text{випр}} = \frac{64800}{1,03} = 62912,6.$$

$$\frac{B}{h_{\text{випр}}} = \frac{12}{10} = 1,2.$$

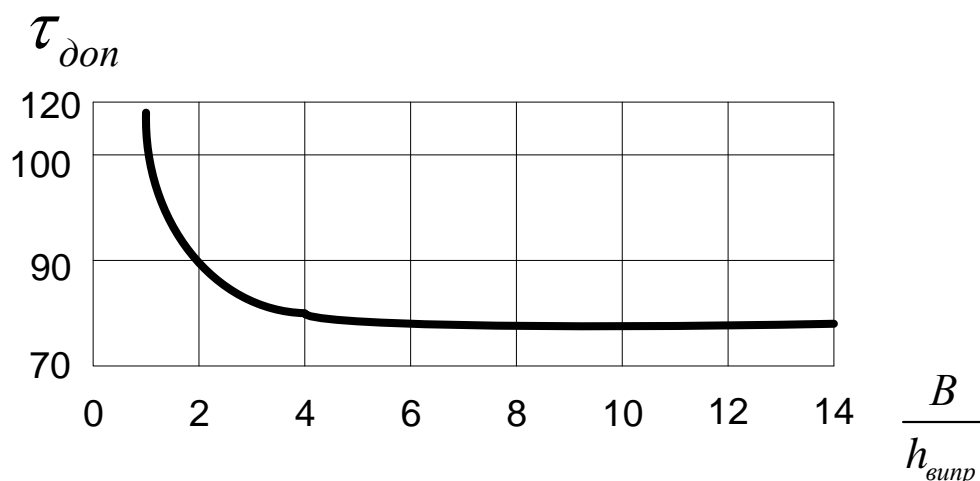


Рисунок 3.6 – Визначення $\tau_{\text{доп}}$

Тоді з рисунка 3.6 визначаємо $\tau_{\text{доп}} = 100^{\circ}\text{C}$. За цим значенням з рисунка 3.6 визначаємо коефіцієнт $\alpha_{\text{д}} = 8,2 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$

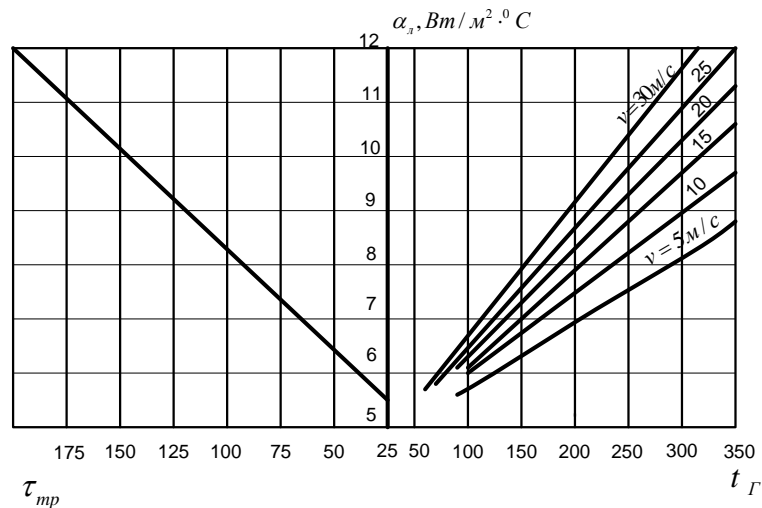


Рисунок 3.7 – Номограма для розрахунку і вибору режиму роботи газоповітряного променевого опалення

Максимальна тепловіддача випромінювання, Вт:

$$Q_{\max} = \frac{\alpha_d (\tau_{\text{доп}} - t_{\text{пов}}) \cdot 0,25 \cdot A \cdot B}{0,6}$$

$$Q_{\max} = \frac{8,2(100-16)0,25 \cdot 40 \cdot 12}{0,6} = 137760$$

Площа тепловипромінювальної поверхні, м³:

$$F_{\text{л}} = \frac{Q_{\text{випр}} \cdot \psi}{\alpha_d (\tau_{\text{тр}} - t_{\text{п}})}$$

$$F_{\text{л}} = \frac{62912,6 \cdot 0,6}{8,2(156-16)} = 32,9$$

Приймаємо для опалення систему із двох тепло генераторів ТГЛ-0,5, до кожного з яких приєднані два замкнутих контури. Загальна довжина випромінювачів 100м.

Потрібна площа поверхні тепловіддачі 1м випромінювача, м²:

$$f = \frac{F_{\text{л}}}{100}$$

$$f = \frac{32,9}{100} = 0,329$$

Приймаємо двоконтурний випромінювач з діаметром труб 315мм. Визначаємо середню температуру і швидкість руху при $G_{\text{тр}}=2500$ кг/год, м/с:

$$v = \frac{G_{\text{тр}} \cdot 4}{3600 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot \rho}$$

$$v = \frac{2500 \cdot 4}{3600 \cdot 3,14 \cdot 0,315^2 \cdot 0,7} = 12,7$$

З рисунку 3.6 $t_r=340^{\circ}\text{C}$, $\rho_r=0,58$ кг/м³.

У другому наближенні:

$$v = \frac{2500 \cdot 4}{3600 \cdot 3,15 \cdot 0,315^2 \cdot 0,58} = 15,4$$

У третьому наближенні:

$$v = \frac{2500 \cdot 4}{3600 \cdot 3,15 \cdot 0,315^2 \cdot 0,63} = 14,1$$

Остаточно приймаємо $v=15$ м/с і $t_r=300^{\circ}\text{C}$.

Перепад температур теплоносія в системі, $^{\circ}\text{C}$:

$$\Delta t_{\Gamma} = \frac{Q_{\Sigma} \cdot 3600}{G \cdot C_p}$$

$$\Delta t_{\Gamma} = \frac{64800 \cdot 3600}{5000 \cdot 1047} = 44,6$$

Максимальна годинна витрата газу (при $Q_{\text{н}}^{\text{р}}=34330$ кДж/м³), м³/год.:

$$G_{\text{макс}} = \frac{Q_{\Sigma} \cdot 3,6}{\eta_{\text{ТТ}} \cdot Q_{\text{H}}^{\text{P}}}$$

$$G_{\text{макс}} = \frac{64800 \cdot 3,6}{0,92 \cdot 34330} = 7,3$$

Річна кількість теплової енергії, ГДж:

$$Q_{\text{річн}} = \frac{Q_{\Sigma} \cdot 24 \cdot n \cdot (t_{\text{пов}} - t_{\text{зовн.ср}}) \cdot 3600 \cdot 10^{-9}}{(t_{\text{пов}} - t_{\text{зовн}})}$$

$$Q_{\text{річн}} = \frac{64800 \cdot 24 \cdot 232(16+5) \cdot 3600 \cdot 10^{-9}}{16+25} = 665,3$$

Середньорічна витрата газу, м³:

$$G_{\text{газу,річн}} = \frac{Q_{\text{річн}} \cdot 10^6}{\eta_{\text{ТТ}} \cdot Q_{\text{H}}^{\text{P}}}$$

$$G_{\text{газу,річн}} = \frac{665,3 \cdot 10^6}{0,92 \cdot 33500} = 21586,4$$

Річна економія газу за рахунок встановлення променевої системи опалення, м³:

$$\Delta B_{\text{оп}} = G_{\text{газу,річн}}^{\text{б}} - G_{\text{газу,річн}}$$

$$\Delta B_{\text{оп}} = 30413 - 21586 = 8827$$

Річна економія коштів, грн:

$$E = \Delta B_{\text{оп}} \cdot C_{\text{r}} \cdot 10^{-3}$$

$$E = 8827 \cdot 8 = 70716$$

Термін окупності, років:

$$T = \frac{K_{оп}}{\Delta E_p}$$

$$T = \frac{150000}{70716} = 2$$

Результати розрахунків занесемо до таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Техніко-економічні показники ефективності встановлення інфрачервоного опалення

Показники	Розмірність	До реконструкції	Після реконструкції
1	2	3	4
Витрата палива	тис. м ³ /рік	30413	21586
Річна витрата коштів на паливо	тис. грн	212891	151102
Річна економія коштів	тис. грн	–	70716
Капіталовкладення в реконструкцію	тис.грн.	–	150000
Термін окупності капіталовкладень	років	–	2

В результаті проведеного економічного розрахунку можна зробити висновок, що модернізація системи опалення шляхом встановлення системи променевого опалення є доцільною, оскільки отримані наступні результати: річна економія коштів в результаті реконструкції становить 61789 грн. термін окупності складає 2 роки.

Висновки до розділу

В розділі магістерської роботи розрахована теплова схема котельні ПАТ «Вінницький олійножировий комбінат» з дослідним зразком котла Е-16-3,9-360Д. Виконано підбір основного та допоміжного обладнання .

Результатом проектного розрахунку є модернізація парової турбіни.

Після проведення техніко-економічних розрахунків визначено, що економічна ефективність від впровадження модернізації склала 5,76 млн. Грн/рік.

Термін окупності капіталовкладень на парову турбіну становить 3,3 року.

Отже, реконструкція існуючої схеми котельні дає значну економічну ефективність, тому доцільна і необхідна.

Також в даному розділі були розглянуті варіанти модернізації системи опалення. В результаті проведеного економічного розрахунку можна зробити висновок, що доцільною є модернізація системи опалення шляхом встановлення системи променевого опалення, оскільки отримані наступні результати: річна економія коштів в результаті реконструкції становить 61789 грн. термін окупності складає 2 роки.

4 ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПАТ «ВІННИЦЬКИЙ ОЛІЙНОЖИРОВИЙ КОМБІНАТ»

4.1 Основні теоретичні засади підвищення енергоефективності підприємства

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 [15].

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%.

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 [16]:

- 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 [17].

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 пропонуваніх 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 [18]:

- 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 Аналіз впровадження стандарту ISO 50001 на досліджуваному підприємстві

Ефективне використання енергії – це використання меншої кількості енергії для забезпечення того ж рівня енергетичного забезпечення технологічних процесів на виробництві. Процес енергоспоживання на промислових підприємствах можна представити як окремий бізнеспроцес з ресурсами на вході (компоненти енергоскладової) і кінцевим продуктом на виході (енергоскладової в собівартості продукції).

Енергетичний менеджмент (ЕнМ) – це інструмент для досягнення ефективного використання енергоресурсів. Цей термін об'єднує комплекс організаційно-технічних, інформаційно-аналітичних та нормативно-правових заходів, спрямованих на ефективне виробництво і раціональне споживання паливно-енергетичних ресурсів [19].

Головне завдання ЕнМ – формування збалансований зв'язок «запит енергії – пропозиція енергії» відповідно до потреб економіки на макро- та мікрорівнях.

В основі практичної реалізації функцій ЕнМ з управління енергетичними потоками лежить інформаційний банк даних про динаміку енергетичних потоків на промисловому підприємстві. Аналіз зібраної інформації на основі структурних моделей виробництва дає змогу зробити обґрунтовані висновки щодо енерготехнологічної і економічної ефективності роботи промислового підприємства і, якщо це необхідно, ухвалити рішення про модернізацію досліджуваного технологічного процесу. Таким чином, наука управління енергетичними потоками, тобто ЕнМ, набуває першочергового значення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема розроблення ефективних механізмів впровадження системи енергетичного менеджменту на основі стандарту ІСО 50001 на промислових підприємствах України та інших держав привертає увагу багатьох вітчизняних та зарубіжних вчених [20].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Незважаючи на досить широкий проблемний пласт досліджень в цій галузі (особливості розвитку та становлення системи енергетичного менеджменту, механізму впровадження), є необхідність подальшого змістовного аналізу теоретичних і прикладних аспектів

управління енергозбереженням в контексті структурного та змістовного аналізу питань забезпечення промислових підприємств енергетичними ресурсами.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою роботи є обґрунтування актуальності впровадження системи енергетичного менеджменту (СЕНМ) на промислових підприємствах України для зниження собівартості продукції за рахунок ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів (на прикладі публічного акціонерного товариства «Вінницький олійножировий комбінат»).

Виклад основного матеріалу дослідження. Енергетичний ресурс – носій енергії, яка використовується або може бути використана під час здійснення господарської та іншої діяльності. В ході такої діяльності вартість енергетичного ресурсу стає складовою собівартості продукції. Оскільки вартість продукції є основою для забезпечення конкурентоспроможності продукції, вона буде впливати на ефективність діяльності промислового підприємства на ринку, особливо в умовах жорсткої конкуренції. Таким чином, ефективне використання енергії стає одним з головних питань, вирішення якого потребує особливої уваги з боку керівництва підприємств, зокрема промислових, технологічні процеси яких зазвичай є енергомісткими [21].

Для досягнення бажаних результатів у сфері енергозбереження недостатньо лише вживати відповідних заходів, потрібно також систематично здійснювати управління енергоспоживанням, основна задача якого полягає у зниженні витрат на енергоресурси за необхідної їх кількості та якості. Як відомо із зарубіжної практики, з цією метою на будь-якому промисловому підприємстві створюється система енергетичного менеджменту, основною метою функціонування якої є систематичне, цілеспрямоване підвищення енергетичної ефективності господарювання за одночасного раціонального використання всіх інших ресурсів [22].

Для досягнення ефективного зниження витрат паливно-енергетичних ресурсів промислові підприємства повинні приділяти особливу увагу заходам з підвищення енергетичної ефективності їх використання.

На відміну від енергозбереження, спрямованого головним чином на зменшення енергоспоживання, енергоефективність – це ефективне використання енергії. Ефективне використання енергії – це використання меншої кількості енергії для забезпечення того ж рівня енергетичного забезпечення технологічних процесів на виробництві.

Енергетика є системоутворюючою, базовою галуззю, основою національної економіки, найважливішим чинником її розвитку. Від сталої роботи та розвитку паливно-енергетичного комплексу сьогодні залежить доля реформ і майбутнього розвитку будь-якої країни, зокрема України.

Енергоємність валового внутрішнього продукту (ВВП) це відношення загальної кількості спожитих у країні енергоресурсів до отриманого при цьому ВВП (для більш адекватного порівняння рівень ВВП країни враховується з паритетом купівельної спроможності – ПКС), він є загальновизнаним показником енергоефективності.

Енергоємність ВВП України у 2 рази перевищує показник світового ВВП та майже у 3 рази перевищує енергоємність промислово розвинених країн. Саме тому одним з найважливіших стратегічних завдань нашої держави є зниження до 2035 року енергоємності ВВП більш ніж у 2 рази [23].

Основною причиною неефективного використання енергії в Україні за наявності значної кількості нових енергоефективних розробок українських вчених і фахівців, а також достатньо великого парку енергоефективного обладнання є перш за все відсутність ефективного управління енергетичними потоками, недосконалість формування та розподілу прибутку, відсутність мотивації в системі оподаткування та під час виробничої діяльності на промислових підприємствах.

Через те, що в Україні основними споживачами енергетичних ресурсів є промислові підприємства різних галузей, для реалізації енергетичної стратегії України необхідно створити досконалу систему управління енергоефективністю та енергозбереженням на кожному окремому промисловому підприємстві. Вирішення цього завдання можливе за рахунок впровадження системи енергетичного менеджменту (ISO 50001).

Енергетичний менеджмент – це діяльність, що спрямована на забезпечення раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) і базується на отриманні інформації щодо споживання енергії за допомогою обліку, проведення енергоаудиту, контролю та аналізу ефективності енерговикористання та впровадження енергозберігаючих заходів [24].

Виконання вимог стандарту ISO 50001 має цілу чергу прямих та непрямих вигод організаційного, фінансового та репутаційного характеру (рисунок 4.1).

Енергоменеджмент, реалізуючи системний підхід до підвищення енергоефективності промислового підприємства, дає змогу розробити енергетичну політику, визначити цілі і впроваджувати процеси для їх досягнення, контролювати ефективність, а також проводити зміни з метою вдосконалення системи управління споживанням паливно-енергетичних ресурсів [25].

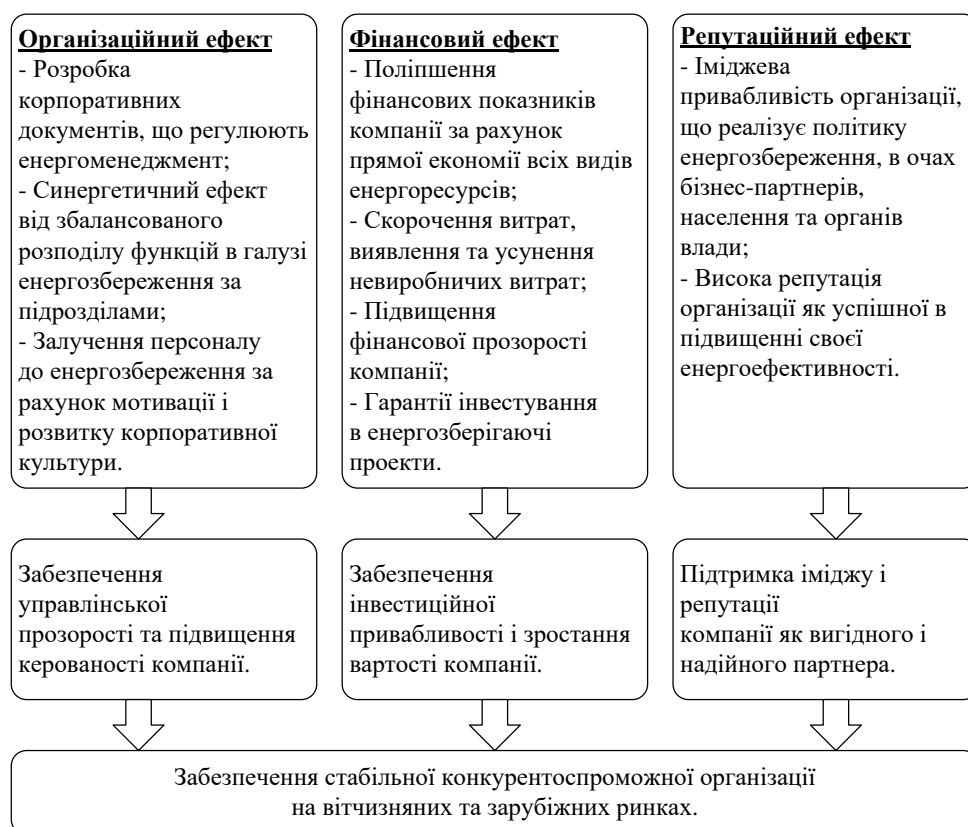


Рисунок 4.1 - Ефект від виконання вимог стандарту ISO 50001

В основу стандарту ISO 50001 (СЕНМ), як і в основу стандартів ISO 9001 (система менеджменту якості – СМЯ), ISO 14001 (система екологічного

менеджменту – СЕМ) та OHSAS 18001 (система менеджменту промислової безпеки і охорони праці – СМБ), покладений цикл «Плануй – Виконуй – Контролюй – Покращуй» (цикл PDCA), спрямованої на постійне поліпшення. Тому елементи системи менеджменту якості (ISO 9001), а також вже розроблена раніше документація (робочі процедури, операційні інструкції, технологічні регламенти, стандарти підприємства) можуть стати основою і фундаментом для робіт щодо впровадження системи енергоменеджменту [26]. Саме тому такі різні системи менеджменту можуть бути легко інтегровані одна в одну (рисунок 4.2) [27].

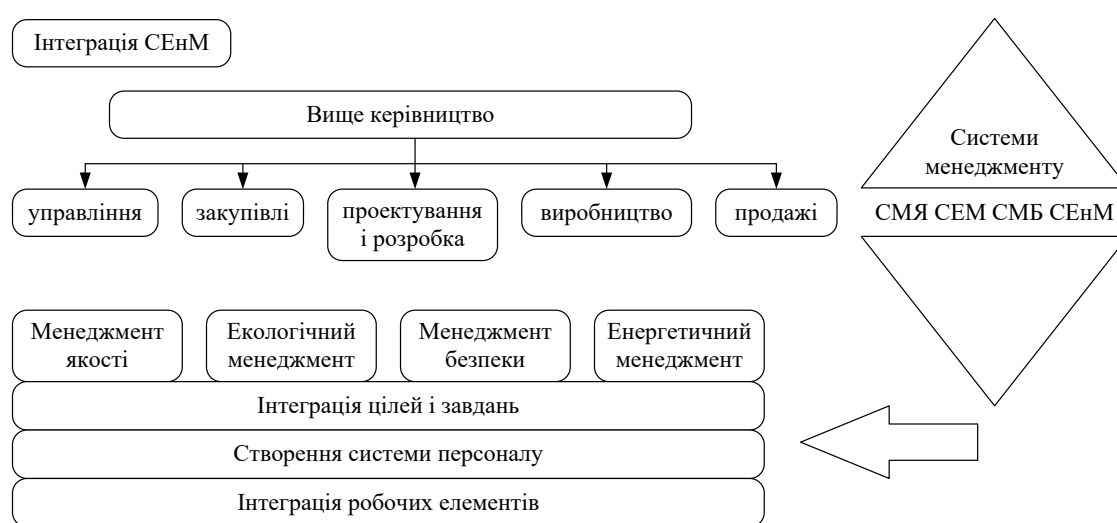


Рисунок 4.2 - Інтеграція СЕМ у системи менеджменту якості

Створення СЕМ на промисловому підприємстві повинно починатися з документального оформлення рішення керівництва про створення системи енергоменеджменту [28].

Для цього необхідно:

- видати наказ про створення системи енергоменеджменту з конкретним визначенням її цілей і найближчих завдань;
- призначити керівника служби енергоменеджменту, поставивши йому в обов'язок визначення основних процесів управління використанням енергоресурсів, реалізацію поставлених завдань, організацію робіт та підтримання в робочому стані процесів управління, координацію діяльності робочої групи з енергозбереження.

На рисунку 4.3 показано спрощену схему організаційної структури підприємства з урахуванням СЕНМ.

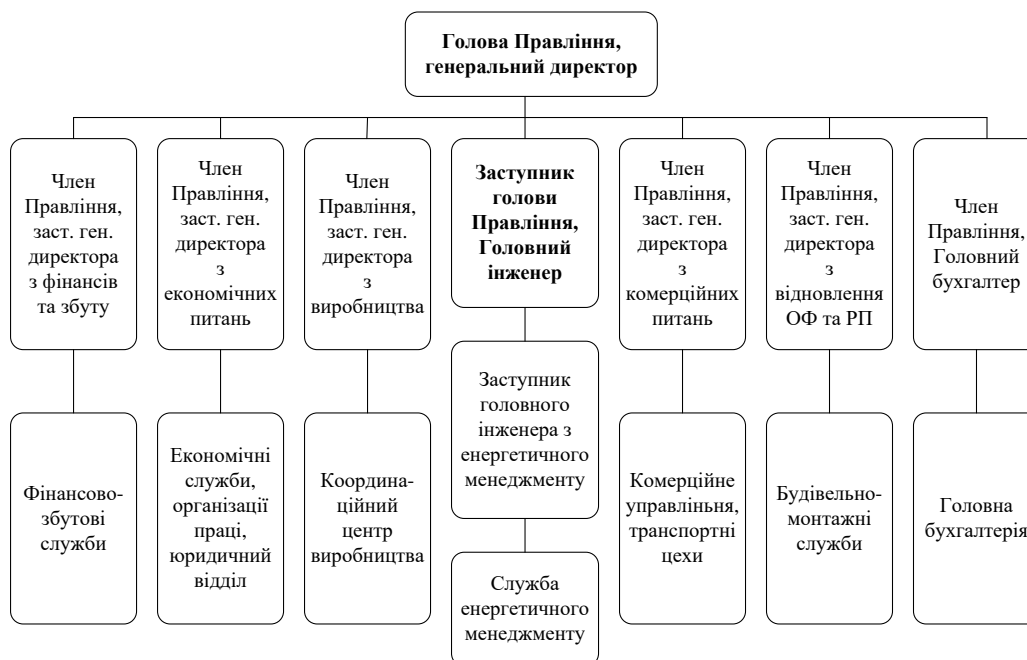


Рисунок 4.3 - Спрощена схема організаційної структури ПАТ «ВОЖК»

На рисунку 4.4 наведено модель організації СЕНМ, яка рекомендована для запровадження на підприємстві.

Представлена модель СЕНМ показує всю послідовність організації енергоменеджменту на промисловому підприємстві. Тільки за умови виконання всіх етапів цієї моделі може бути досягнутий позитивний результат.

На думку авторів, найбільш доцільна послідовність розроблення і впровадження СЕНМ на підприємстві повинна мати низку характерних етапів, виконання яких є обов'язковим для подальшого ефективного функціонування СЕНМ. Вона має таку послідовність з урахуванням рекомендацій [29]:

- 1) розроблення Політики енергозбереження;
- 2) розроблення Програми енергозбереження;
- 3) розроблення Програми енергетичного менеджменту;
- 4) формування структури служби енергоменеджменту;
- 5) запровадження енергетичного моніторингу;

- 6) створення комплексу внутрішніх стандартів підприємства, які регламентують функціонування СЕНМ;
- 7) розроблення програм мотивації, інформування та навчання персоналу у сфері енергозбереження;
- 8) документування СЕНМ;
- 9) проведення аудиту СЕНМ;
- 10) проведення сертифікації СЕНМ.

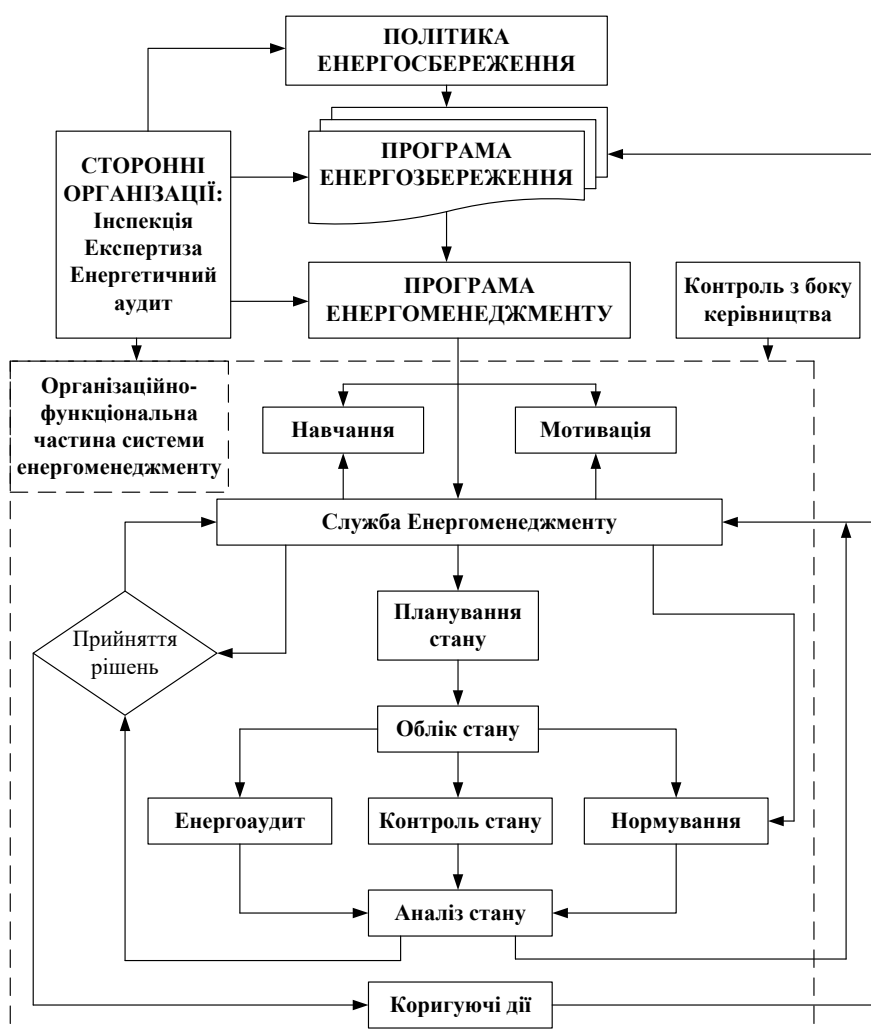


Рисунок 4.4 - Рекомендована модель організації СЕНМ на ПАТ «ВОЖК»

Служба енергетичного менеджменту, яка ефективно функціонує, вже протягом першого року знижує витрати на енергоресурси щонайменше на 6–7% (вітчизняний досвід), а загалом – до 20% (закордонний досвід) [30].

Враховуючи обсяг споживання в тонах умовного палива (ТУП) підприємством паливноенергетичних ресурсів у 2017 році, можна спрогнозувати величину

зниження паливноенергетичних ресурсів з урахуванням передбачуваної економії за рахунок впровадження СЕНМ на підприємстві (таблиця 4.1).

Таким чином, впровадження системи енергетичного менеджменту на основі стандарту ISO 50001 дасть такі переваги:

- більш ефективне використання енергетичних ресурсів;
- можливість оцінки пріоритетності запровадження енергозберігаючих технологій;
- створення основи для впровадження критеріїв енергоефективності в практику управління;
- оперативне управління енергоспоживанням та витратами;
- можливість залучення передового досвіду і грамотне управління в СЕНМ.

Таблиця 4.1 - Прогноз економії ПЕР за рахунок запровадження СЕНМ на підприємстві

Показник	Значення
Обсяг споживання ПЕР у 2016 році, тУП	86 725,95
Економія за умови зниження споживання ПЕР на 6%, тУП	5 203,56
Економія за умови зниження споживання ПЕР на 20%, тУП	17 345,19

Висновки до розділу

Визнання енергії як одного з видів ресурсів, який вимагає такого ж менеджменту, як будь-який інший ресурс, є першим кроком до поліпшення енергоефективності та зниження енерговитрат на промислових підприємствах. Для досягнення реального поліпшення енергетичної ефективності промислового підприємства необхідно удосконалювати його систему управління. Тому для успішної реалізації стратегії України в напрямі скорочення до 2035 року енергоємності вітчизняної економіки на 30–35% необхідно створити досконалу систему управління енергоефективністю та енергозбереженням. Одним із інструментів вирішення цього завдання є впровадження системи енергетичного менеджменту на основі стандарту ISO 50001.

5 РОЗРАХУНОК СОБІВАРТОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА ПРОМИСЛОВОМУ ПІДПРИЄМСТВІ ПРИ ПРИЙНЯТТІ ІННОВАЦІЙНИХ РІШЕНЬ

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 кожную гривню витрат, підвищує конкурентоспроможність продукції.

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.
- прийняття інноваційних рішень та розрахунок їх ефективності.

Схема внутрішньозаводського електропостачання зображена на рисунку 5.1.

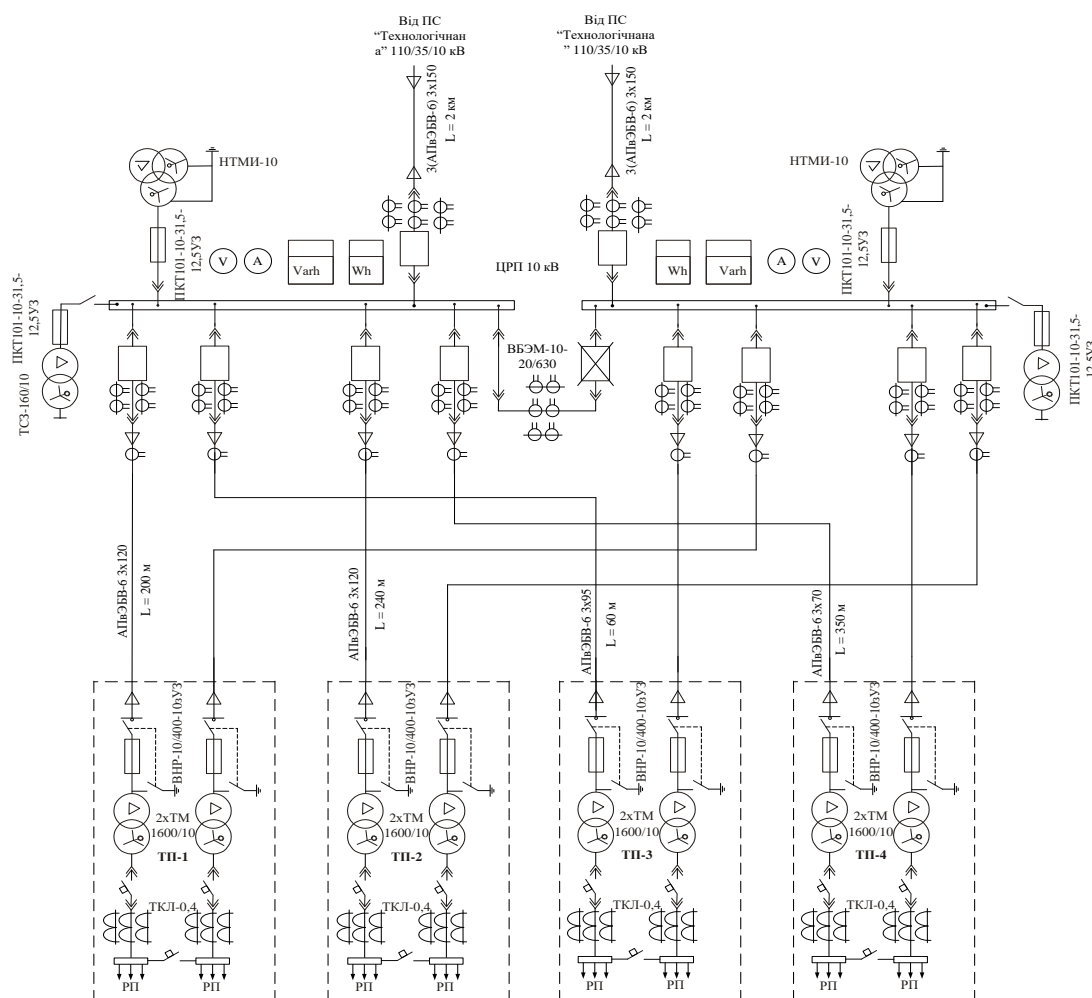


Рисунок 5.1 – Схема внутрішньозаводського електропостачання

Таблиця 5.1 – Номінальні параметри трансформаторів

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

Таблиця 5.2 – Дані про високовольтні вимикачі і переріз провідників

Ділянка	I _ж , А	I _{жа} , А	Вимикач	I _{н.в} , А	Лінія Живлення		I _{доп} , А
					Тип	Переріз	
С-ЦРП	198	396	ВБЭМ-10-20/630	630	АПвЭБВ-10	2(3x120)	464
ЦРП-ТП1	34	68	ВБЭМ-10-20/630	630	АПвЭБВ-10	3x35	119
ЦРП-ТП2	45	90	ВБЭМ-10-20/630	630	АПвЭБВ-10	3x35	119
ЦРП-ТП3	27	53	ВБЭМ-10-20/630	630	АПвЭБВ-10	3x35	119
ЦРП-ТП4	30	60	ВБЭМ-10-20/630	630	АПвЭБВ-10	3x35	119

Таблиця 5.3 – Дані про комутаційно–захисну апаратуру

Найменування ЕП	I _p , А	I _п , А	Тип АВ	I _{ном} , А	I _{розч} , А	I _{св} , А	I _{н.відк} , кА	Тип ЛЖ	S, мм ²	спос. прок.	I _{доп} , А
ГРП	84,3	421,4	ЕВ2 250/3Е 125А 4р	125	125	700	15	АВВГ	4(1x50)	відкрито	136
ШРА-1	36,26	181,3	ЕВ 100/3L 40А 3р	40	40	200	6	АПВ	4(1x16)	в трубі	55
ШРА-2	50,4	252,0	ЕВ 100/3L 63А 3р	63	63	300	6	АПВ	4(1x25)	в трубі	70
Шнек ядра	5,0	25,0	ЕВ 100/3L 16А 3р	16	16	80	6	АПВ	4(1x4)	в трубі	23
Шнек	5,3	26,6	ЕВ 100/3L 16А 3р	16	16	80	6	АПВ	4(1x4)	в трубі	23
Шнек недоруш	5,0	25,0	ЕВ 100/3L 16А 3р	16	16	80	6	АПВ	4(1x4)	в трубі	23
Віялка	9,8	48,8	ЕВ 100/3L 16А 3р	16	16	80	6	АПВ	4(1x4)	в трубі	23
Рушка	8,5	42,7	ЕВ 100/3L 16А 3р	16	16	80	6	АПВ	4(1x4)	в трубі	23
Шлюзовий запір	6,5	32,7	ЕВ 100/3L 16А 3р	16	16	80	6	АПВ	4(1x4)	в трубі	23
Норія	10,5	52,6	ЕВ 100/3L 16А 3р	16	16	80	6	АПВ	4(1x4)	в трубі	23
Водяний насос	21,7	108,5	ЕВ 100/3L 25А 3р	25	25	200	6	АПВ	4(1x6)	в трубі	30

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 [1].

Капітальні вкладення для ліній електропередач:

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

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

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

L - довжина лінії електропередачі, км.

n – кількість кабелів в траншеї, шт.

Визначимо вартість прокладання кабельної лінії від ЦРП до ТП1

$$K_{\text{л1}} = (42,64 \cdot 1 + 2,22) \cdot 0,46 = 20,63 \text{ (тис.грн).}$$

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	$K_{\text{пит}}$, тис.грн	$K_{\text{прок}}$, тис.грн	$K_{\text{л}}$, тис.грн
ЦРП - ТП1	АПвЭБВ-10	1	0,46	42,64	2,22	20,63
ЦРП – ТП2	АПвЭБВ-10	1	0,42	42,64	2,22	18,84
ЦРП – ТП3	АПвЭБВ-10	1	0,54	42,64	2,22	24,22
ЦРП – ТП4	АПвЭБВ-10	1	0,68	42,64	2,22	30,51

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 [1]);

$K_{\text{пост}}$ - 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 [1] визначаємо величину капіталовкладень для ТП–1

$$K_{\text{пс1}} = 523 + 104,7 = 627,7 \text{ (тис.грн).}$$

Результати розрахунків заносимо в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Розрахунок капіталовкладень для електричних підстанцій

№	Тип тр-ра	Кількість т-рів	К _{од} , тис.грн	К _{пост} , тис.грн	К _{пс} , тис.грн
КТП-1	ТМ-1000	2	523	104,7	627,7
КТП-2	ТМ-1000	2	523	104,7	627,7
КТП-3	ТМ-1000	2	523	104,7	627,7
КТП-4	ТМ-1000	2	523	104,7	627,7

Розрахуємо сумарну вартість вимикачів. Відповідно до схеми, зображеної на рис.5.1, кількість вимикачів 10 кВ – 9 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

$$K_{\text{в}} = 9 \cdot 60 + 2 \cdot 110 = 760 \text{ (тис. грн).}$$

Вартість підстанцій з вимикачами:

$$K_{\text{пс}} = 2510,8 + 760 = 3270,8 \text{ (тис. грн).}$$

Відповідно сумарна величина капітальних вкладень в систему електропостачання підприємства.

$$K = 94,2 + 3270,8 = 3365 \text{ (тис. грн).}$$

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 [1]);

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

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

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

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

Слід зазначити, що норми тривалості міжремонтних періодів і пов'язана з ними розрахункова кількість ремонтів за рік, розроблені для енергоустаткування, яке

працює в трьох змінах, тобто при $K_{зм}=3$. При іншій змінності вводиться поправочний коефіцієнт β_p , який знаходимо за табл. 2.15 [1].

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

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

де 12 – кількість місяців у році;

$t_{пр}$ – планова (таблична) трудомісткість поточного ремонту одиниці устаткування люд.-год. (табл. 2.13 [1]);

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

Для вимикачів 110 кВ, люд-год/рік

$$T_{то} = 12 \cdot 20 \cdot 0,1 \cdot 3 \cdot 2 = 144.$$

Проводимо розрахунки трудомісткості технічного обслуговування іншого електрообладнання та заносимо їх результати до табл. 5.7.

Таблиця 5.6 – Трудомісткість поточного ремонту та огляду

Обладнання	К-ть	Поточний ремонт			Огляд		
		К-сть на одиницю облад. рем/рік	Норма трудо-місткості люд.год.	Заг. трудо-місткість люд.год.	К-сть на одиницю облад. огл/рік	Норма трудо-місткості люд.год.	Заг. трудо-місткість люд.год.
Вимикач 110кВ	2	1	20	40	12	2	48
Розеднувач 110кВ	4	1	12	48	12	2	96
Трансформатор 110/10кВ	2	0,33	300	198	12	20	480
Вимикач 10кВ	9	1	16	48	12	1	36
ТМ-1000	8	0,33	120	316,8	12	20	1440

Продовження таблиці 5.6

Кабельна лінія 35 мм ² , км	2,1	1	30	63	1	10,5	34,04
Разом				713,8			2134,04

Таблиця 5.7 – Трудомісткість технічного обслуговування і загальна трудомісткість

Обладнання	К-ть	Технічне обслуговування				Загал. трудомісткість обслуговування люд.год.
		Змінність роботи	Коеф. складності	К-ть місяців	Загал. трудомісткість люд.год.	
Вимикач 110кВ	2	3	0,1	12	144	192
Роз'єднувач 110кВ	4	3	0,1	12	172,8	268,8
Трансформатор 110/10кВ	2	3	0,1	12	2160	2640
Вимикач 10кВ	9	3	0,1	12	518,4	554,4
ТМ-1000	8	3	0,1	12	3456	4896
Кабельна лінія 35 мм ² , км	2,1	3	0,1	12	226,8	260,8
Разом					6678	8812,1

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;

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

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

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

Знаходимо кількість експлуатаційних робітників, чол.

$$H_{обс} = \frac{8812,1}{1900 \cdot 1,05} = 4,41,$$

та персоналу для ремонтних робіт, чол.

$$H_{обс} = \frac{713,8}{1900 \cdot 1,1} = 0,34.$$

Приймаємо $H_{тр} = 2$ чол., $H_{обс} = 5$ 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

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

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) [1];

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

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

Заробітна плата робітників-погодинників

$$\Phi_e = 5 \cdot 0,9 \cdot 24,353 \cdot 1900 = 208218,15 \text{ (грн./рік)}.$$

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) [1].

Розраховуємо годинну тарифну ставку 4,5 розряду

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

$$\Phi_p = 713,8 \cdot 26,14 = 18658,7 \text{ (грн./рік).}$$

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

$$\Phi_{oe} = 208218,15 \cdot (1+0,05+0,01+0,2) = 262354,8 \text{ (грн./рік),}$$

і для ремонтних:

$$\Phi_{op} = 18658,7 \cdot (1+0,05+0,01+0,25) = 24442,93 \text{ (грн./рік).}$$

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

$$\begin{aligned}\Phi_{\text{од}} &= \Phi_0 \cdot 1,15; & (5.13) \\ \Phi_{\text{оед}} &= 262354,8 \cdot 1,15 = 301708,1 \text{ (грн./рік);} \\ \Phi_{\text{орд}} &= 24442,93 \cdot 1,15 = 28109,3 \text{ (грн./рік).}\end{aligned}$$

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

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

$$C_{3П} = \Phi_H \cdot \left(1 + \frac{\beta_{\text{п}} + \beta_3 + \beta_c}{100}\right), \quad (5.14)$$

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

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:

$$C_{\text{зпе}} = 301708,1 \cdot \left(1 + \frac{32 + 1,5 + 1,5}{100}\right) = 407305,9 \text{ (грн./рік);}$$

і ремонтному персоналу

$$C_{зпр} = 28109,3 \cdot \left(1 + \frac{32 + 1,5 + 1,5}{100}\right) = 37947,6 \text{ (грн./рік)}.$$

Таблиця 5.8 – Розрахунок витрат по заробітній платі

Показник		Заробітна плата
Ф _е	Заробітна плата експлуатаційного персоналу	208218,15 грн.
Ф _р	Заробітна плата ремонтного персоналу	18658,7 грн.
Ф _{ое}	Величина основної ЗП експлуатаційного персоналу	262354,8 грн.
Ф _{ор}	Величина основної ЗП ремонтного персоналу	24442,93 грн.
Ф _{оед}	Основний фонд ЗП експлуатаційного персоналу	301708,1 грн.
Ф _{орд}	Основний фонд ЗП ремонтного персоналу	28109,3 грн.
С _{зпе}	Витрати по ЗП експлуатаційного персоналу	407305,9 грн.
С _{зпр}	Витрати по ЗП ремонтного персоналу	37947,6 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) [1]. Якщо на окремі види матеріалів норми відсутні, підприємство розробляє їх самостійно і затверджує.

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

Необхідні дані для розрахунку беремо з табл. 2.19 та 2.20 [1], результати розрахунків заносимо до таблиці 5.9.

Таблиця 5.9 – 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
Припій олов'яно-свинцевий, кг	850,6	0,02	0,02	17,01	17,01
Припій мідно-фосфорний, кг	158,1	0,03	0,03	4,7	4,7
Електроди, кг	29,3	0,15	0,15	4,4	4,4
Засоби кріплення, кг	37,4	2	2	74,8	74,8
Дріт кручений,	4,8	0,3	0,3	1,4	1,4
Матеріали обтиску, кг	48,7	0,4	0,4	19,4	19,4
Разом:				40551,07	40551,07
Кабельні лінії					
Сталь сортова, кг	13,3	2		26,7	
Електроди, кг	29,3	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

$$C_{\text{мпр}} = 0,01 \cdot (361,8 \cdot 40551,08 + 2,1 \cdot 63) = 146715,1 \text{ (грн/рік);}$$

і вартість матеріалів, потрібних на технічне обслуговування

$$C_{\text{мто}} = 0,01 \cdot (4896 \cdot 40551,08 + 2,1 \cdot 260,8) = 1985386,35 \text{ (грн/рік).}$$

Таблиця 5.10 – Планування вартості матеріалів, що витрачаються

Назва днання	Вартість витрат матеріалів на 100 норм.год	Ремонт		Обслуговування	
		Загальна трудомісткість ремонтів	Вартість витрат матеріалів грн.	Загальна трудомісткість обслуговування	Вартість витрат матеріалів грн.
ТМ- 000	40551	361,8	14671380,7	4896	198538087
Кабелі	2,1	63	132,3	260,8	547,68
Всього витрат на матеріали			146715,13		1985386,35

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

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

$$C_{\text{обс}} = 407305,9 + 146715,13 = 554021,03 \text{ (грн/рік)};$$

та витрати на їх поточний ремонт, грн/рік

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

$$C_{\text{пр}} = 37947,6 + 1985386,35 = 2023333,95 \text{ (грн/рік)}.$$

5.3.4 Визначення амортизаційних відрахувань і інших витрат

Знаходимо амортизаційні відрахування за формулою:

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

де a – норма амортизації, %

K – капіталовкладення, грн.

$$C_a = 0,06 \cdot 3365000 = 201900 \text{ (грн/рік)}.$$

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

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

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

$$C_{\text{іп}} = 0,25 \cdot (554021,03 + 2023333,95 + 201900) = 694813,74 \text{ (грн/рік)}.$$

Після визначення всіх елементів витрат підприємства, необхідних для передавання і розподілення електроенергії, зведемо їх в таблицю 5.11.

Таблиця 5.11 – Кошторис річних поточних витрат

Стаття витрат	Величина витрат, грн.	Структура, % до підсумку
Витрати по експлуатації обладнання	554021,03	15,94
Витрати на поточний ремонт	2023333,95	58,24
Витрати на амортизацію	201900	5,81
Інші витрати	694813,74	20
Разом	3474068,75	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 установленої (номінальної) потужності усіх електроприймачів, коефіцієнта попиту і кількості годин використання максимуму навантаження, тис. кВт·год./рік

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

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

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

K_{Π} – коефіцієнт попиту.

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

Для прикладу визначимо річні витрати активної електроенергії для першого цеху

$$E_{a1} = 241,98 \cdot 4500 = 1088910 \text{ (кВт·год./рік)}.$$

Аналогічно визначаємо річні витрати активної електроенергії для інших цехів. Результати розрахунків заносимо в таблицю 5.12.

Необхідно також визначити річні витрати реактивної електроенергії.

Таблиця 5.12 – Річні витрати активної електроенергії по цехах

Назва цеху	К-сть змін	Sp, кВА	Tм, год.	cos φ	Pp, кВт	Ea, кВт·год./рік
Екстракційний цех	3	269,27	4500	0,8	241,98	1088910
Пресовий цех	3	233,86	4500	0,85	202,42	910890
Склад шпрота	3	25,57	4500	0,85	25,23	113535
Відсіювальний цех	3	194,59	4500	0,75	158,88	714960
Адміністративний корпус	3	80,46	4500	0,8	80,32	361440
Бензосховище	3	32,27	4500	0,8	31,93	143685
Котельня	3	509,65	4500	0,85	438,17	197176
Оліє зливна	3	76,85	4500	0,8	66,65	299925
Склад насіння	3	32,75	4500	0,75	26,05	117225
Електролізний цех	3	711,17	4500	0,65	478,51	2153295
Електроцех	3	85,76	4500	0,65	73,00	328500
Напорна флотация	3	84,56	4500	0,8	76,51	344295
Цех розфасовки олії «Вінізпак»	3	56,99	4500	0,6	52,00	234000
Механічна майстерня	3	224,24	4500	0,65	208,77	939465
Гараж	3	31,23	4500	0,8	30,90	139050
Ремонтно-будівельний цех	3	178,24	4500	0,8	178,21	801945
Градирні	3	65,50	4500	0,7	60,75	273375
Насосна станція	3	66,25	4500	0,8	62,31	280395
Другий підйом	3	49,02	4500	0,75	41,26	185670
Матеріальний склад	3	28,63	4500	0,8	28,43	127935
ТЕЦ	3	334,10	4500	0,85	289,17	1301265
Їдальня	3	22,99	4500	0,85	21,76	97920

Продовження таблиці 5.12

Гідрогенізаційний цех	3	656,27	4500	0,75	579,15	2606175
Миловарний цех	3	519,31	4500	0,7	407,93	1835685
Вальцовочний цех	3	100,09	4500	0,75	79,06	355770
Лецитіновий цех	3	59,69	4500	0,8	51,76	232920
Разом					3991,11	17959995

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 [1]),

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 ЦРП –ТП1:

Активний опір однієї фази кабелю від ГПП до ТП1.:

$$R = 0,46 \cdot 0,46 = 0,21 \text{ (Ом)}.$$

Відповідно втрати електроенергії в лінії ГПП-ТП1:

$$\Delta E_n = 3 \cdot 1 \cdot 119^2 \cdot 0,21 \cdot 2886,2 \cdot 10^{-3} = 25749,1 \text{ (кВт·год./рік)}.$$

Аналогічно виконуємо розрахунок втрат електроенергії в інших лініях і результати заносимо до табл. 5.13.

Таблиця 5.13 – Втрати електроенергії в лініях

Лінія	Марка кабелю	К-сть ліній	Довжина, км	I _н , А	R, Ом	τ, год./рік	R _{пит} , Ом/км	ΔE _л , кВт·год.
ЦРП - ТП1	АПвЭБВ-10 3х35	1	0,46	119	0,21	2886,2	0,46	25749,1
ЦРП-ТП2	АПвЭБВ-10 3х35	1	0,42	119	0,19	2886,2	0,46	23296,7
ЦРП-ТП3	АПвЭБВ-10 3х35	1	0,54	119	0,24	2886,2	0,46	29427,4
ЦРП-ТП4	АПвЭБВ-10 3х35	1	0,68	119	0,31	2886,2	0,46	38010,4
Разом								116483,7

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

$$\Delta E_T = n \cdot \Delta P_{xx} \cdot T_p + \frac{1}{n} \cdot \Delta P_{кз} \cdot \left(\frac{S_\phi}{S_H} \right)^2 \cdot \tau, \quad (5.24)$$

де n - кількість трансформаторів;

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

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

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

S_H - номінальна потужність одного трансформатора, кВА.

Відповідно втрати енергії в трансформаторах КТП-1:

$$\Delta E_T = 2 \cdot 2,1 \cdot 8760 + (1/2) \cdot 10,5 \cdot \left(\frac{1170,5}{1000} \right)^2 \cdot 2886,2 = 57552,1 \text{ (Вт}\cdot\text{год./рік)}.$$

Для інших КТП проводимо аналогічні розрахунки і їх результати зводимо у табл. 5.14.

Таблиця 5.14 – Втрати енергії в трансформаторах

№	Тип т-ра	К-сть	ΔP_x , кВт	ΔP_k , кВт	S_p , кВА	S_H , кВА	ΔE_T , кВт·год./рік
КТП-1	ТМ-1000	2	2,1	10,5	1170,5	1000	57552,1
КТП-2	ТМ-1000	2	2,1	10,5	1552,3	1000	73304,1
КТП-3	ТМ-1000	2	2,1	10,5	922,4	1000	49684,1
КТП-4	ТМ-1000	2	2,1	10,5	1035,3	1000	53033,2
Разом							233573,5

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

$$E = E_a + \Delta E_{\text{л}} + \Delta E_T, \quad (5.25)$$

$$E = 17959995 + 116483,7 + 233573,5 = 18310052,2 \text{ (кВт}\cdot\text{год./рік)}.$$

Оплата за електроенергію при одноставковому тарифі визначається як

$$\Pi_1 = v \cdot E / 100, \quad (5.26)$$

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

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

$$\Pi_1 = 2,5 \cdot 18310052,2 = 45775130,5 \text{ (грн)}.$$

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

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

де Π – 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

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

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;

$$C_{\Pi} = 554021,03 + 2023333,95 + 201900 + 694813,74 = 3474068,75 \text{ (грн/рік)}.$$

Отже, сумарні витрати визначаються так:

$$C_{\text{сум}} = 45775130,5 + 3474068,75 = 49249199,24 \text{ (грн/рік)}.$$

Отже, собівартість електроенергії:

$$S = \frac{49249199,24 \cdot 100}{17959995} = 274,21 \text{ (коп./кВт·год)}.$$

Для наочності результати розрахунків зводимо в таблицю 5.14.

Таблиця 5.14 – Результати розрахунків

Показники	Позначення	Величина показників	Одиниця вимірювання
Кількість корисно спожитої електроенергії	E_a	17959995	кВт·год.
Річне споживання електроенергії із втратами	E	18310052,2	кВт·год.
Плата за електроенергію	Π_1	45775130,5	грн.
Витрати на передачу і розподіл електроенергії	C_{Π}	3474068,75	грн.
Сумарні витрати підприємства	$C_{\text{сум}}$	49249199,24	грн.
Собівартість електроенергії	S	274,21	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 3365 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 407305,9 грн. Витрати по заробітній платі ремонтного персоналу – 37947,6 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 274,21 коп./кВт·год. Тобто, кожна витрачена кВт·год коштує підприємству 274,21 коп.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В цехах ПАТ «Вінницький олійножировий комбінат» передбачається створення належного температурного режиму, який забезпечує необхідні санітарно-гігієнічні норми праці. Усі металеві неструмоведучі частини (корпуса електродвигунів, шаф, світильників, тощо), які можуть опинитися під напругою в наслідок пошкодження ізоляції, заземлюються шляхом приєднання до нульового проводу живлячої мережі.

У приміщенні технічного обслуговування ПАТ «Вінницький олійножировий комбінат» згідно ГОСТ 12.0.003-74 на електротехнічний оперативно-ремонтний персонал впливають такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

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.

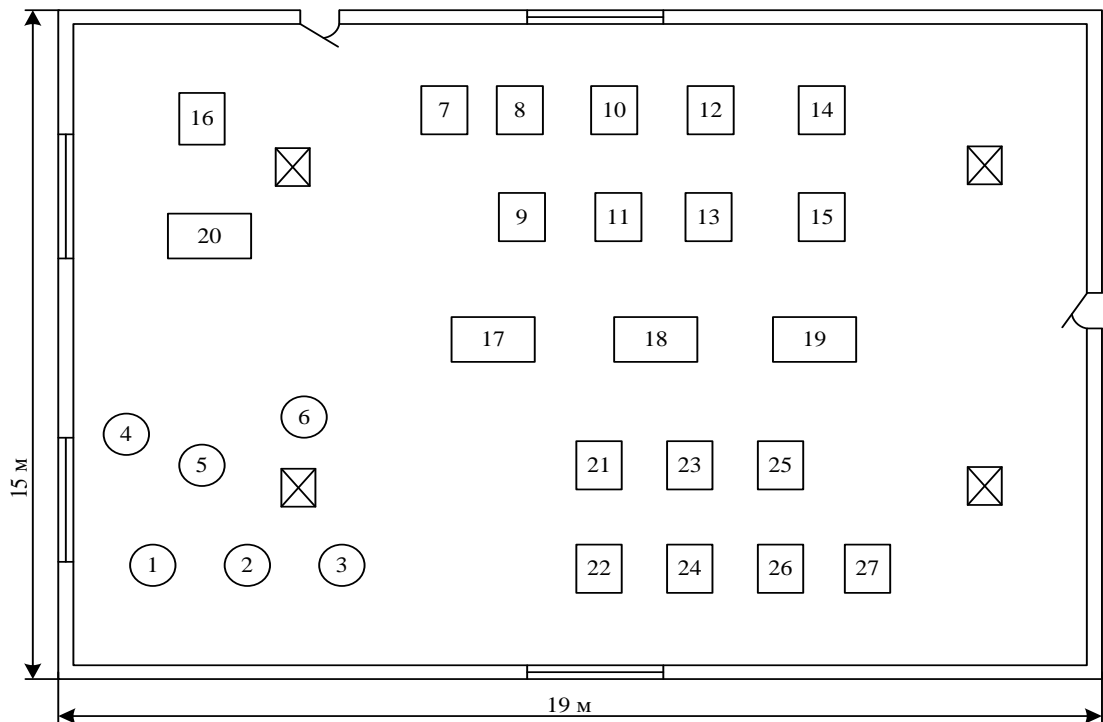


Рисунок 6.1 – План відсіювального цеху

Площа цеху становить 285 м^2 , висота – $5,2 \text{ м}$, в якому розташовано 27 робочих місць, тобто на кожного працівника припадає $54,8 \text{ м}^3$ 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 [23]:

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 [3].

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 мм² або сталевим прутом (смугою) перерізом не менше 12 мм². 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 [24].

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 небезпека.

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 змитати 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» ПАТ «Вінницький олійножировий комбінат» 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 [25].

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 спричиняють 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 [25] 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 [26].

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 - широкосмуговий, 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 [27].

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 [28].

Таблиця 6.6 - Допустимі рівні вібрації на робочих місцях

Види вібрацій	Октавні смуга з середньо-геометричними частотами, Гц				
	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 оперативно-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.
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. Спочатку встановлюється клас кожного з показників, що визначались. 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 з можливим його коректуванням в ході діяльності
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). Вимагає додаткових зусиль з боку керівництва (бригадира, майстра)
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 зміни)	20-24
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

Забезпечення стійкості роботи 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.

Ефективність роботи підприємства залежить від його здатності стійко працювати не тільки у звичайних умовах, а і в умовах НС.

Одним з загрозливих чинників для стійкості роботи підприємства є електромагнітний імпульс (ЕМІ). Вражаюча дія ЕМІ в приземній області і на землі

пов'язана з акумулюванням його енергії довгими металевими предметами, рамними і каркасними конструкціями, антенами, лініями електропередачі та зв'язку. В них виникають сильні наведені струми, які руйнують підключене електронне та інше чутливе устаткування. У районі дії ЕМІ безпосередній контакт людини зі струмопровідними предметами також є небезпечним.

При великих дозах випромінювання втрачають працездатність комплектуючі елементи системи електропостачання. В результаті опромінення у конденсаторах знижуються напруги та опір стікання, змінюється провідність і внутрішній нагрів, руйнується електрична ізоляція провідників з полімерних матеріалів.

В органічних ізоляційних і діелектричних матеріалах змінюються такі параметри, як електрична провідність, діелектрична проникність і тангенс кута втрат.

Тому необхідно дослідити вплив загрозливих чинників на стійкість роботи підприємства та розробити заходи, які сприятимуть її підвищенню.

6.3.1 Дослідження стійкості роботи ПАТ «Вінницький олійножировий комбінат» в умовах дії іонізуючих випромінювань

За критерій безпеки роботи технологічного обладнання в умовах дії іонізуючих випромінювань приймається таке граничне значення експозиційної дози, при якому можуть виникнути тимчасові зміни, але електроприлади будуть працювати.

Визначимо елементи, від яких залежить функціонування системи, а також граничні значення експозиційних доз, при яких в елементах можуть виникнути зворотні зміни, але вони ще будуть працювати. Дані занесемо в таблицю 6.6.

Таблиця 6.6 – Елементи функціонування системи

№	Система	Блоки елементів системи	Елементи	Доза гама-випромінювання Д _{i.гр} , Р	Д гр.і, Р	Д гр.с., Р
1	Автоматизована лінія	Блок живлення	Діоди	10 ³	10 ⁵	10 ³
			Конденсатори	10 ⁹		
			Транзистори	10 ⁴		
		Блок управління	Транзистори	10 ⁵	10 ⁵	
			Мікросхеми	10 ⁴		
			Мікроконтролер	10 ⁵		
		Виконавчий блок	Мікросхеми	10 ⁴	10 ⁴	
Мікроконтролер	10 ⁵					
2	Центральна система управління	Блок живлення	Інтегральні схеми	10 ³	10 ⁴	
			Мікропроцесор	10 ⁵		
		Блок управління	Інтегральні схеми	10 ⁴	10 ⁷	
			Конденсатори	10 ⁹		
			Резистори	10 ⁹		
3	Система збору даних	Блок живлення	Діоди	10 ³	10 ⁵	
			Резистори	10 ⁹		
		Блок управління	Діоди	10 ⁶	10 ⁴	
			Мікросхеми	10 ³		

Проаналізувавши дані таблиці 6.6 визначили, що самим уразливим елементом блоків є система збору даних з мінімальною дозою Д_{гр.с}=10⁴ Р. Визначаємо можливу експозиційну дозу опромінення за формулою

$$D_M = \frac{2 \cdot P_1 \cdot (\sqrt{t_k} - \sqrt{t_n})}{K_{осл}}, \quad (6.2)$$

де P_1 – максимальне значення рівня радіації (4,11 Р/год);

t_k – час кінця опромінення ($t_k = 40000$ год);

t_n – час початку опромінення ($t_n = 1$ год);

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

$$D_M = \frac{2 \cdot 4,11 \cdot (\sqrt{40000} - \sqrt{1})}{1} = 1635,78 \text{ (Р)}, \quad (6.3)$$

Оскільки $D_{гр.i} > D_M$, то дана система стійка до дії радіації. Визначимо допустимий час роботи системи в заданих умовах за формулою

$$t_d = \left(\frac{D_{гр} \cdot K_{осл} + 2 \cdot P_1 \cdot \sqrt{t_n}}{2 \cdot P_1} \right)^2 \quad (6.5)$$

$$t_d = \left(\frac{10^4 \cdot 1 + 2 \cdot 4,11 \cdot \sqrt{1}}{2 \cdot 4,11} \right)^2 = 14,82 \cdot 10^5 \text{ (год)}.$$

Отже, можлива доза опромінення системи $D_M = 1635,78$ Р, а допустима – 10^4 Р, тому система буде стійкою в умовах дії іонізуючого випромінювання. Допустимий час роботи системи в заданих умовах становить $14,82 \cdot 10^5$ год., при рівні радіації $P_1 = 4,11$ Р/год.

6.3.2 Дослідження стійкості роботи ПАТ «Вінницький олійножировий комбінат» в умовах дії електромагнітного імпульсу

Початковими даними є:

- 1) Вертикальна складова напруженості електричного поля: $E_B = 12,92$ кВ/м.
- 2) Напряга живлення $U_{ж1} = 380$ В, $U_{ж2} = 220$ В, $U_{ж3} = 48$ В.

Визначимо горизонтальну складова напруженості електричного поля

$$E_T = E_B \cdot 10^{-3} = 12,92 \cdot 10^{-3} = 0,01292 \text{ (кВ/м)}.$$

Визначаємо напруги наведення в вертикальних та горизонтальних струмопровідних частинах

$$U_B = E_r \cdot l_B = 12,92 \cdot 10^{-3} \cdot 0,95 = 0,012 \text{ (кВ)}.$$

$$U_r = E_B \cdot l_r = 12,92 \cdot 1,8 = 23,2 \text{ (кВ)}.$$

Визначаємо допустиму напругу живлення при $U_{ж1} = 380 \text{ В}$

$$U_{доп} = U_{ж} + \frac{U_{ж}}{100} \cdot N, \quad (6.6)$$

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

Визначимо коефіцієнт безпеки

$$K_{б.г} = 20 \cdot \lg \frac{U_{доп}}{U_r}, \quad (6.7)$$

$$K_{б.г} = 20 \cdot \lg \frac{0,399}{23,2} = -35,29 \text{ (дБ)},$$

$$K_{б.в} = 20 \cdot \lg \frac{U_{доп}}{U_B}, \quad (6.8)$$

$$K_{б.в} = 20 \cdot \lg \frac{399}{12} = 30,43 \text{ (дБ)}.$$

Аналогічно проводимо розрахунок для напруг живлення $U_{ж2} = 220 \text{ В}$, $U_{ж3} = 48 \text{ В}$ і заносимо дані в таблицю 6.7.

Таблиця 6.7 – Коефіцієнти безпеки системи енергопостачання при різних значеннях напруги живлення

U _ж , В	U _в , В	U _г , кВ	U _{доп} , В	K _{бв} , дБ	K _{бг} , дБ	Результат дії
380	12	23,2	399	30,43	-35,29	Нестійка
220	12	23,2	231	25,68	-40,03	Нестійка
48	12	23,2	50,4	12,4	-53,68	Нестійка

Отже, система буде нестійка в роботі, тому що K_{бв} і K_{бг} менше 40 дБ. Заходом по підвищенню стійкості системи є екранування апаратури сталевим, свинцевим або алюмінієвим екраном.

6.3.3 Розробка заходів по підвищенню стійкості роботи ПАТ «Вінницький олійножировий комбінат» в умовах надзвичайних ситуацій

Проведемо розрахунок екрану для підвищення стійкості апаратури від дії електромагнітного імпульсу.

Перехідне гасіння енергії електричного поля екраном для сталі

$$A = 40 + K_{бв}, \quad (6.9)$$

Для напруги живлення 380 В

$$A = 40 + 30,43 = 70,43 \text{ (дБ)}.$$

Для напруги живлення 220 В

$$A = 40 + 25,68 = 65,68 \text{ (дБ)}.$$

Для напруги живлення 48 В

$$A = 40 + 12,4 = 52,4 \text{ (дБ)}.$$

Розрахуємо товщину захисних екранів. Для цього виберемо найслабкішу апаратуру до дії ЕМП – апаратура з напругою живлення 380 В.

$$t = \frac{A}{5,2 \cdot \sqrt{f}}, \quad (6.10)$$

де f – найбільш характерна частота ($f = 15$ кГц).

$$t = \frac{70,43}{5,2 \cdot \sqrt{15000}} = 0,11 \text{ (см)},$$

Отже, при екрануванні всіх елементів системи з використанням екрану товщиною 0,11 см електропристрої будуть стійкими до дії електромагнітного імпульсу.

Підвищення стійкості роботи системи можна досягти шляхом посилення найбільш слабких елементів і ділянок системи, а також завчасним проведенням комплексу інженерно-технічних, технологічних та організаційних заходів, які спрямовані на максимальне зниження дії вражаючих факторів.

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 ПАТ «Вінницький олійножировий комбінат» до дії іонізуючих випромінювань та електромагнітного імпульсу.

В умовах дії іонізуючого випромінювання пристрій буде працювати стійко, так як граничне значення експозиційної дози випромінювання $D_{гр} = 10^4$ Р, що значно більше, ніж можливе значення максимальної дози опромінення системи $D_{м} = 1635,78$ Р. Отже, підвищувати стійкість роботи підприємства до впливу іонізуючого випромінювання непотрібно.

Вплив електромагнітного імпульсу на електропристрої призводить до порушення стійкості роботи системи енергопостачання. Застосування екранування підвищило стійкість роботи системи в умовах дії електромагнітного імпульсу.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання МКР щодо підвищення енергоефективності ПАТ «Вінницький олійножировий комбінат», на основі проведених розрахунків прийняті такі, наведені нижче, рішення.

В другому розділі була проаналізована система електропостачання виробничого підприємства ПАТ «Вінницький олійножировий комбінат». 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.

В третьому розділі магістерської роботи розрахована теплова схема котельні «Вінницького олійножирового комбінату» з дослідним зразком котла е-16-3,9-360д. Виконано підбір основного та допоміжного обладнання. Результатом проектного розрахунку є модернізація парової турбіни. Після проведення техніко-економічних розрахунків визначено, що економічна ефективність від впровадження модернізації склала 5,76 млн. Грн/рік. Термін окупності капіталовкладень на парову турбіну становить 3,3 року. Реконструкція існуючої схеми котельні «Вінницького олійножирового комбінату» дає значну економічну ефективність, тому доцільна і необхідна.

В четвертому розділі розглянуто вплив впровадження стандарту ISO 50001 на підвищення енергоефективності підприємства.

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.

23. Проект «Енергетичної Стратегії України на період до 2035 року» – К., 2014. – 41 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.niss.gov.ua/public/File/2014_nauk_an_rozrobku/Energy%20Strategy%202035.pdf.

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. Вартість ТО [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://prom.ua/p554641762-kozuhotrubnyj-teploobmennik-wtk;all.html>

35. Березовський О. С. Вплив конденсаторних установок промислових споживачів на компенсацію реактивної потужності в розподільних мережах// Березовський О. С. // 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/6738/5539>

36. Березовський О. С. Організація енергетичного господарства підприємств//
Березовський О. С. // XLVII науково-технічна конференція факультету
електроенергетики та електромеханіки (2018) – Режим доступу:
<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-feeem/all-feeem-2018/paper/view/4198/3469>

ДОДАТКИ

Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

УЗГОДЖЕНО

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри ЕСЕЕМ

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

до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему: ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРИВАТНОГО
АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА «ВІННИЦЬКИЙ ОЛІЙНОЖИРОВИЙ
КОМБІНАТ»08–17.МКР.002.01.000 ТЗ

Науковий керівник:

к. т. н, доц. Шулле Ю. А. _____

(підпис)

Виконавець: студент гр. ЕМ- 18м

Березовський О. С. _____

(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

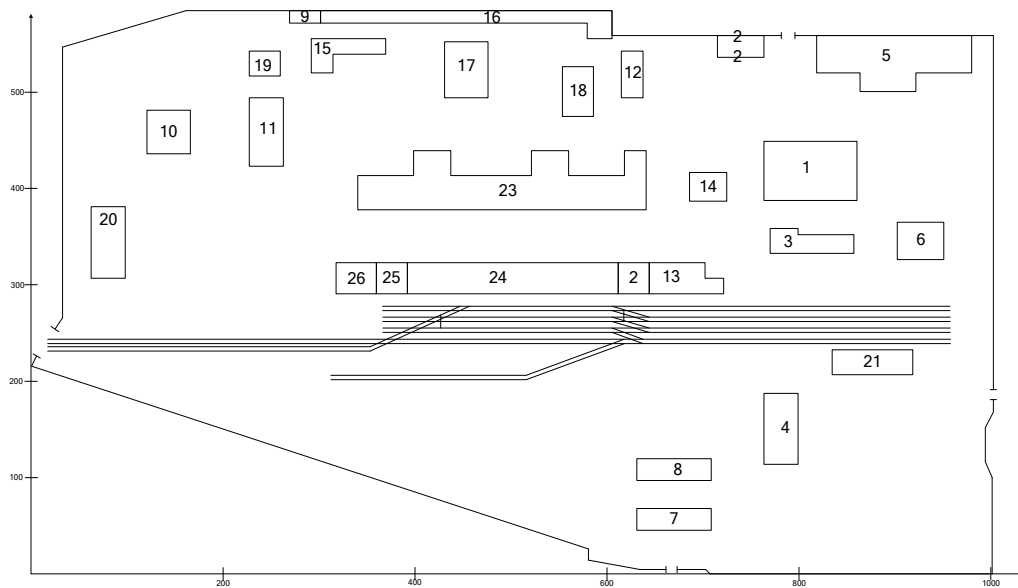


Рисунок Б.1 – Генплан підприємства

Таблиця Б.1 – Відомості про електричні навантаження підприємства

№ на плані	Назва цеху	Рн, кВт
1	Екстракційний цех	450
2	Пресовий цех	540
3	Склад шпрота	45
4	Відсіювальний цех	364
5	Адміністративний корпус	16
6	Бензосховище	25
7	Котельня	700
8	Оліє зливна	170
9	Склад насіння	150
10	Електролізний цех	1500
11	Електроцех	110
12	Напорна флоатція	120
13	Цех розфасовки олії «Вінізпак»	50
14	Механічна майстерня	175
15	Гараж	30
16	Ремонтно-будівельний цех	12
17	Градирні	60
18	Насосна станція	120
19	Другий підйом	150
20	Матеріальний склад	30
21	ТЕЦ	600
22	Їдальня	30
23	Гідрогенізаційний цех	1000
24	Миловарний цех	900
25	Вальцовочний цех	174
26	Лецитіновий цех	99,1

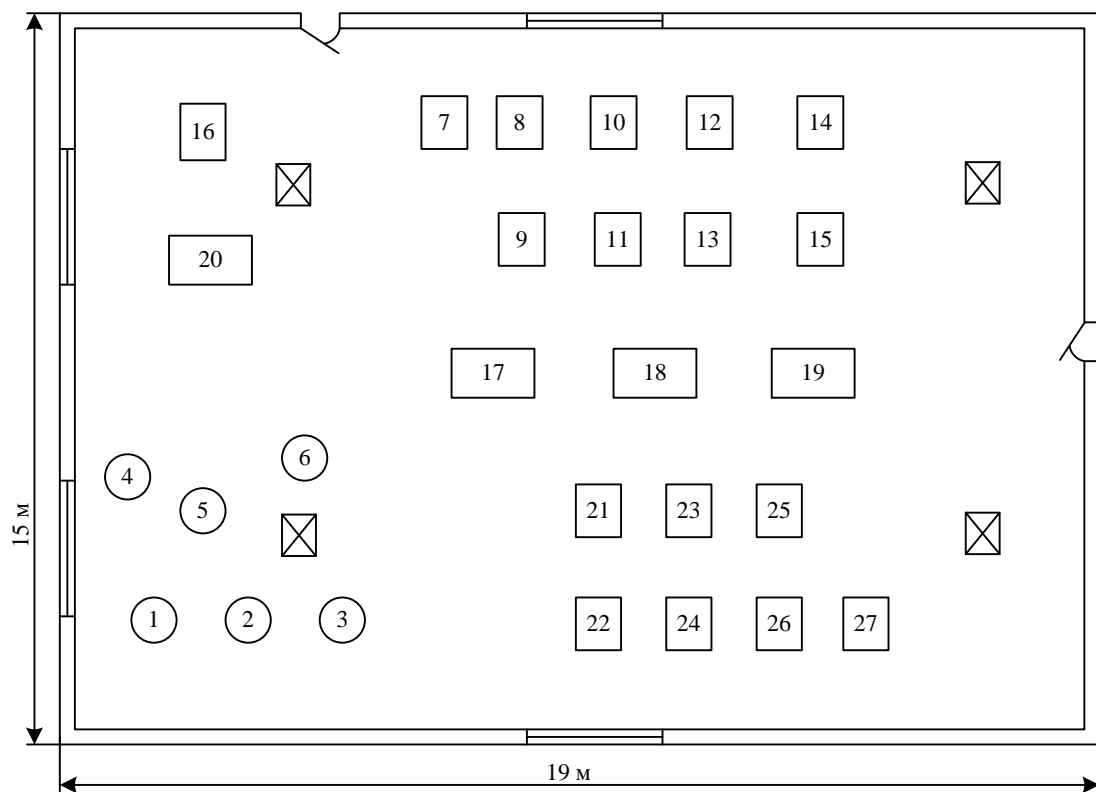


Рисунок Б.2– План цеху

Таблиця Б.2 – Відомості про електричні навантаження цеху

№ на плані	Назва електроприймача	Рн, кВт
1	Шнек ядра	2,8
2,3	Шнек	2,8
4-6	Шнек недоруш	2,8
7-15	Рушка	4,5
16	Шлюзовий запір	2,8
17-19	Норія	4,5
20	Водяний насос	10
21-27	Віалка	4,5

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 ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРИВАТНОГО
АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА «ВІННИЦЬКИЙ ОЛІЙНОЖИРОВИЙ
КОМБІНАТ»

08–17.МКР.002.01.000 ТЗ

Науковий керівник:

к. т. н, доц. Шулле Ю. А. _____
(підпис)

Виконавець: студент гр. ЕМ- 18м

Березовський О. С. _____
(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

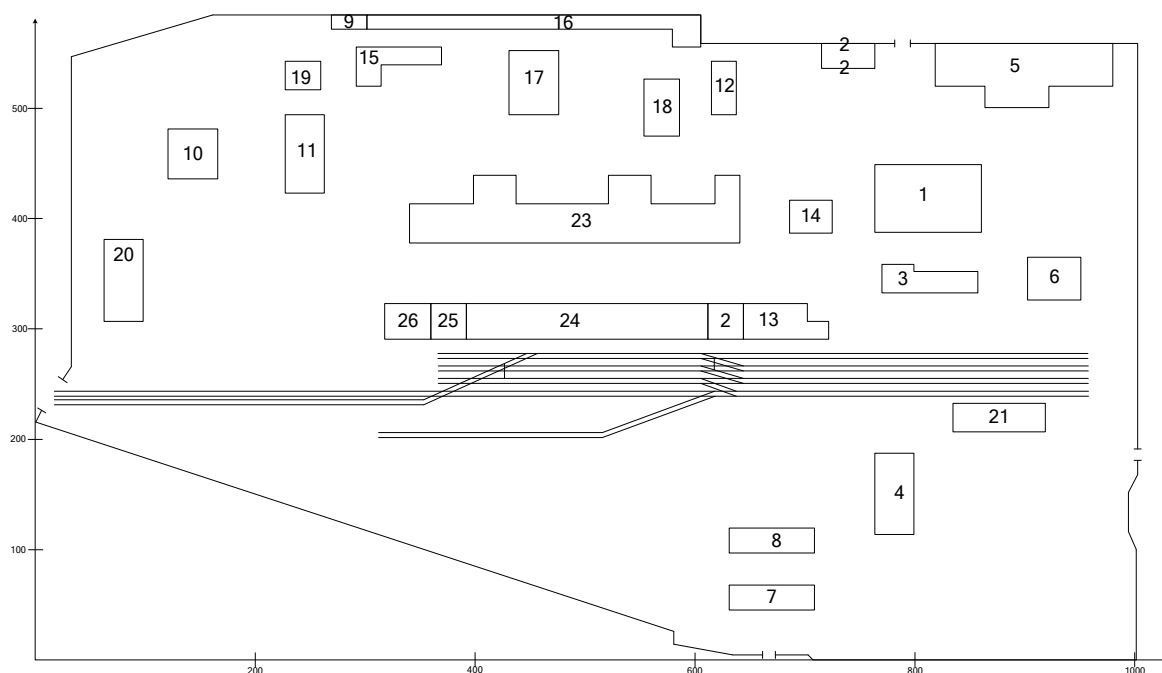


Рисунок 1 – Генплан підприємства

Таблиця 1 – Відомості про електричні навантаження підприємства

№ на плані	Назва цеху	Рн, кВт
1	Екстракційний цех	450
2	Пресовий цех	540
3	Склад шпрота	45
4	Відсіювальний цех	364
5	Адміністративний корпус	16
6	Бензосховище	25
7	Котельня	700
8	Оліє зливна	170
9	Склад насіння	150
10	Електролізний цех	1500
11	Електроцех	110
12	Напорна флотація	120
13	Цех розфасовки олії «Вінізпак»	50
14	Механічна майстерня	175
15	Гараж	30
16	Ремонтно-будівельний цех	12
17	Градирні	60
18	Насосна станція	120
19	Другий підйом	150
20	Матеріальний склад	30
21	ТЕЦ	600
22	Їдальня	30

23	Гідрогенізаційний цех	1000
24	Миловарний цех	900
25	Вальцовочний цех	174
26	Лецитиновий цех	99,1

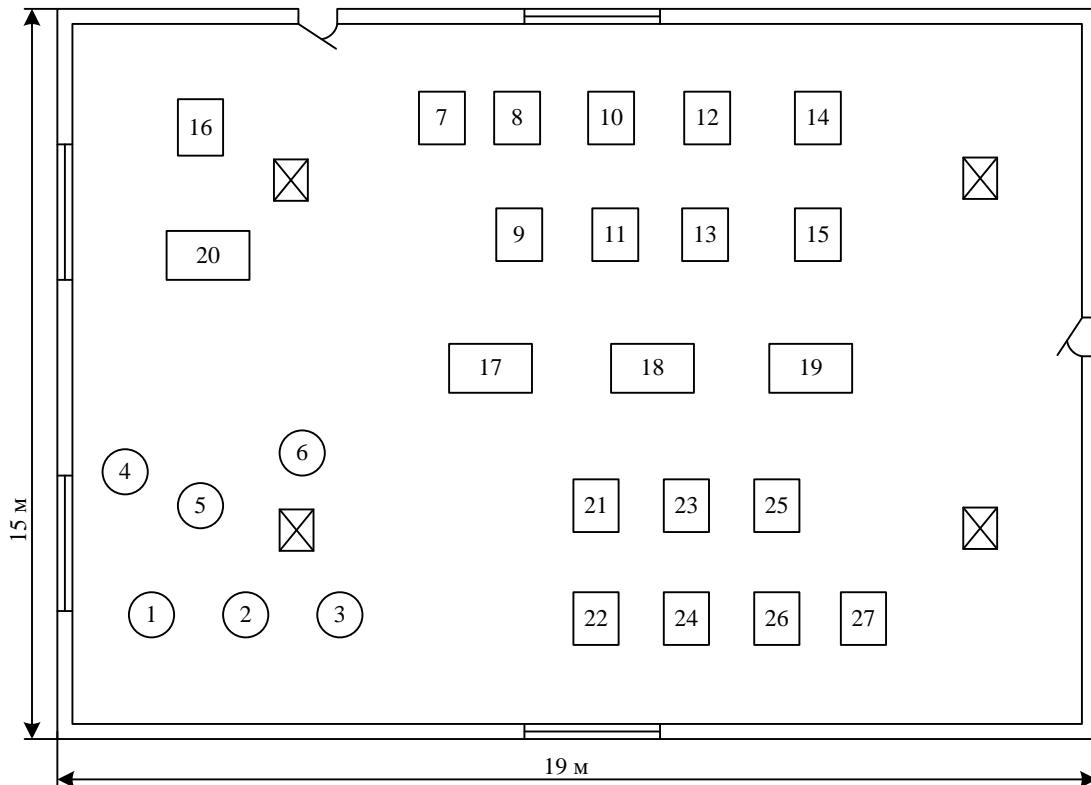


Рисунок 2– План цеху

Таблиця 2 – Відомості про електричні навантаження цеху

№ на плані	Назва електроприймача	Рн, кВт
1	Шнек ядра	2,8
2,3	Шнек	2,8
4-6	Шнек недоруш	2,8
7-15	Рушка	4,5
16	Шлюзовий запір	2,8
17-19	Норія	4,5
20	Водяний насос	10
21-27	Віялка	4,5

Додаток В
Матеріали роботи

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

Підвищення енергоефективності Приватного акціонерного товариства «Вінницький олійножировий комбінат»

Керівник: к.т.н., доцент Шуляє Ю. А.
Доповідач: ст. гр. ЕМ-18м Березовський.О.С

ВНТУ 2019

Мета і задачі дослідження. Метою даної магістерської кваліфікаційної роботи є підвищення енергоефективності ПАТ «Вінницький олійножировий комбінат».

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.

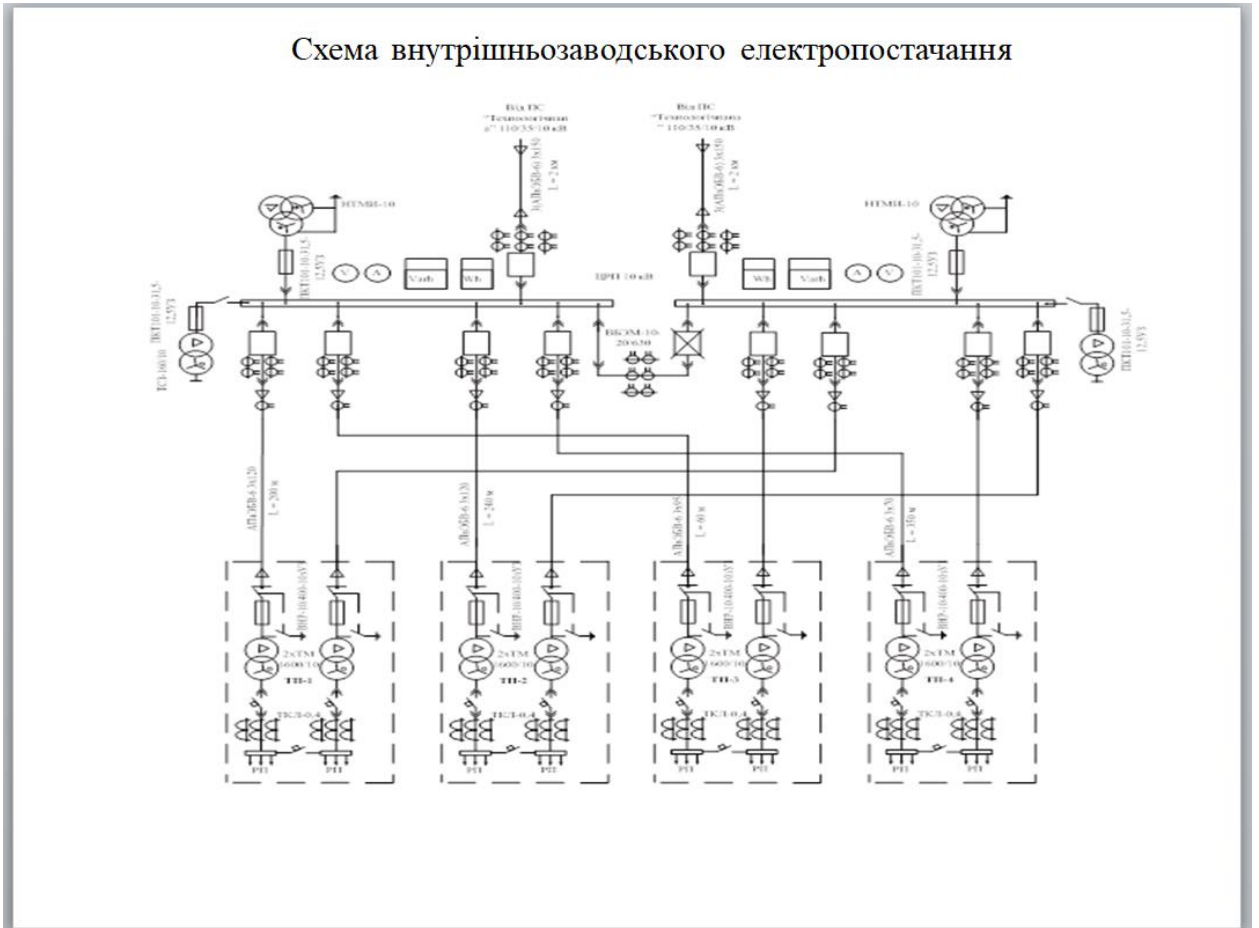
Наукова новизна дослідження полягає в обґрунтуванні теоретичних та практичних основ впровадження заходів з підвищення енергоефективності системи електропостачання та теплопостачання.

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.

Продовження додатку В



Продовження додатку В

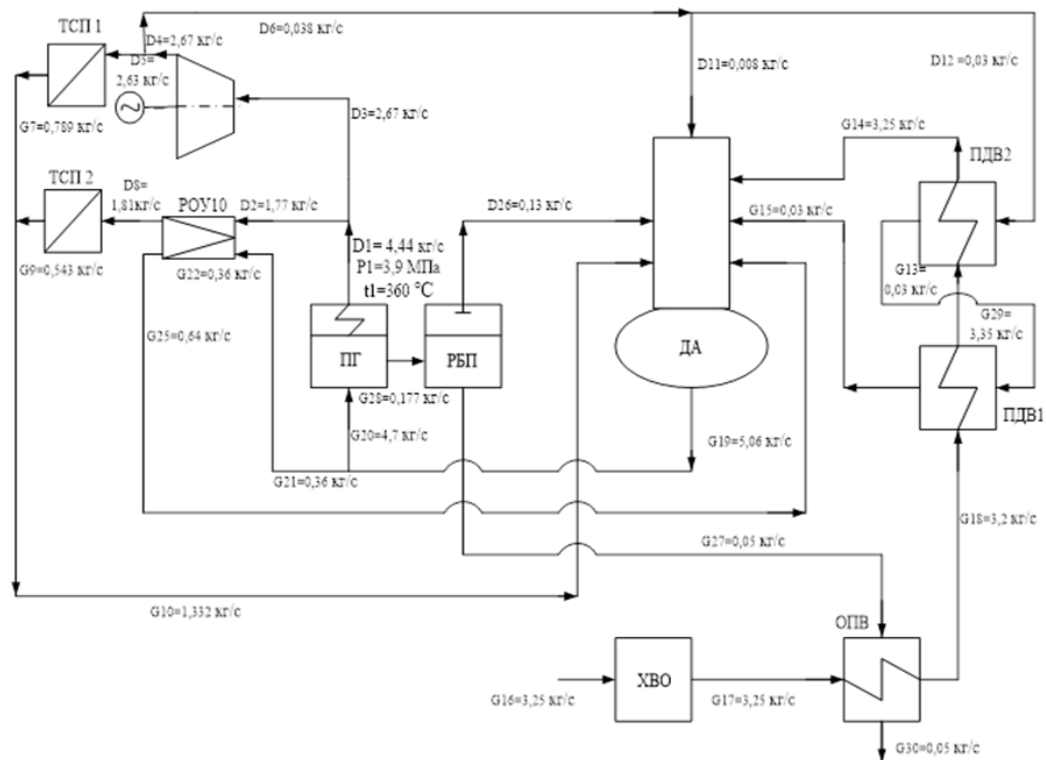
Підприємство живиться від ПС системи кабельними лініями напругою 10 кВ довжиною 2 км. Розроблена система електропостачання передбачає спорудження на території підприємства та чотири цехові трансформаторні підстанції потужністю ТМ 1000/10.

Живлячу лінію виконуємо трижильним кабелем з ізоляцією із зшитого поліетилену з алюмінієвими жилами типу 2(АПвЭБВ-10) перерізом $3 \times 120 \text{ мм}^2$ із значенням допустимого струму А [3]. Кабель прокладено у трубі, прокладений у землі.

Лінії живлення 6 кВ від ЦРП до ТП також виконуємо трижильним кабелем з ізоляцією із зшитого поліетилену з алюмінієвими жилами кабелі прокладено у трубі, прокладений у землі.

Для встановлення на стороні 10 кВ вибрано вакуумні вимикачі ВБЭМ-10-20/630. Номінальний струм вимикачів для всіх приєднань.

Існуюча тепла схема котельні



Продовження додатку В

Результатом проектного розрахунку є модернізація парової турбіни.

Після проведення техніко-економічних розрахунків визначено, що економічність від впровадження модернізації склала 5,76 млн. Грн/рік.

Термін окупності капіталовкладень на парову турбіну становить 3,3 року.

Отже, реконструкція існуючої схеми котельні дає значну економічність, тому доцільна і необхідна.

Також в даному розділі були розглянуті варіанти модернізації системи опалення. В результаті проведеного економічного розрахунку можна зробити висновок, що доцільною є модернізація системи опалення шляхом встановлення системи променевого опалення, оскільки отримані наступні результати: річна економія коштів в результаті реконструкції становить 61789 грн. термін окупності складає 2 роки

Інтеграція СЕнМ у системи менеджменту якості



Продовження додатку В

Розрахунок собівартості електроенергії на промисловому підприємстві при прийнятті інноваційних рішень

Показники	Позначення	Величина показників	Одиниця вимірювання
Кількість корисно спожитої електроенергії	E_a	17959995	кВт·год.
Річне споживання електроенергії із втратами	E	18310052,2	кВт·год.
Плата за електроенергію	Π_1	45775130,5	грн.
Витрати на передачу і розподіл електроенергії	C_{π}	3474068,75	грн.
Сумарні витрати підприємства	$C_{\text{сум}}$	49249199,24	грн.
Собівартість електроенергії	S	274,21	коп/кВт·год.

Висновки

В результаті виконання МКР щодо підвищення енергоефективності ПАТ «Вінницький олійножировий комбінат», на основі проведених розрахунків прийняті такі, наведені нижче, рішення. В другому розділі була проаналізована система електропостачання виробничого підприємства ПАТ «Вінницький олійножировий комбінат». 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. В третьому розділі магістерської роботи розрахована теплова схема котельні «Вінницького олійножирового комбінату» з дослідним зразком котла е-16-3,9-360д. Виконано підбір основного та допоміжного обладнання. Результатом проектного розрахунку є модернізація парової турбіни. Після проведення техніко-економічних розрахунків визначено, що економічна ефективність від впровадження модернізації склала 5,76 млн. Грн/рік. Термін окупності капіталовкладень на парову турбіну становить 3,3 року. Реконструкція існуючої схеми котельні «Вінницького олійножирового комбінату» дає значну економічну ефективність, тому доцільна і необхідна. В четвертому розділі розглянуто вплив впровадження стандарту ISO 50001 на підвищення енергоефективності підприємства.

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 ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРИВАТНОГО
АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА «ВІННИЦЬКИЙ ОЛІЙНОЖИРОВИЙ
КОМБІНАТ»

08–17.МКР.002.01.000 ТЗ

Науковий керівник:

к. т. н, доц. Шулле Ю. А. _____
(підпис)

Виконавець: студент гр. ЕМ- 18м

Березовський О. С. _____
(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

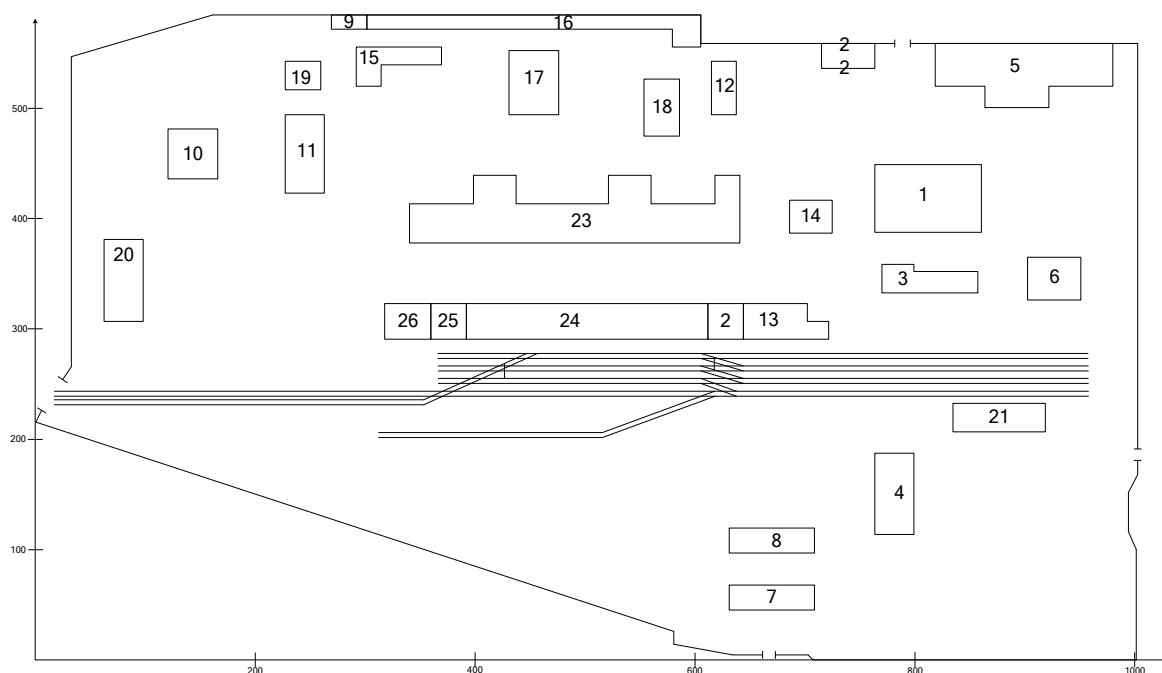


Рисунок 1 – Генплан підприємства

Таблиця 1 – Відомості про електричні навантаження підприємства

№ на плані	Назва цеху	Рн, кВт
1	Екстракційний цех	450
2	Пресовий цех	540
3	Склад шпрота	45
4	Відсіювальний цех	364
5	Адміністративний корпус	16
6	Бензосховище	25
7	Котельня	700
8	Оліє зливна	170
9	Склад насіння	150
10	Електролізний цех	1500
11	Електроцех	110
12	Напорна флотація	120
13	Цех розфасовки олії «Вінізпак»	50
14	Механічна майстерня	175
15	Гараж	30
16	Ремонтно-будівельний цех	12
17	Градирні	60
18	Насосна станція	120
19	Другий підйом	150
20	Матеріальний склад	30
21	ТЕЦ	600
22	Їдальня	30

23	Гідрогенізаційний цех	1000
24	Миловарний цех	900
25	Вальцовочний цех	174
26	Лецитиновий цех	99,1

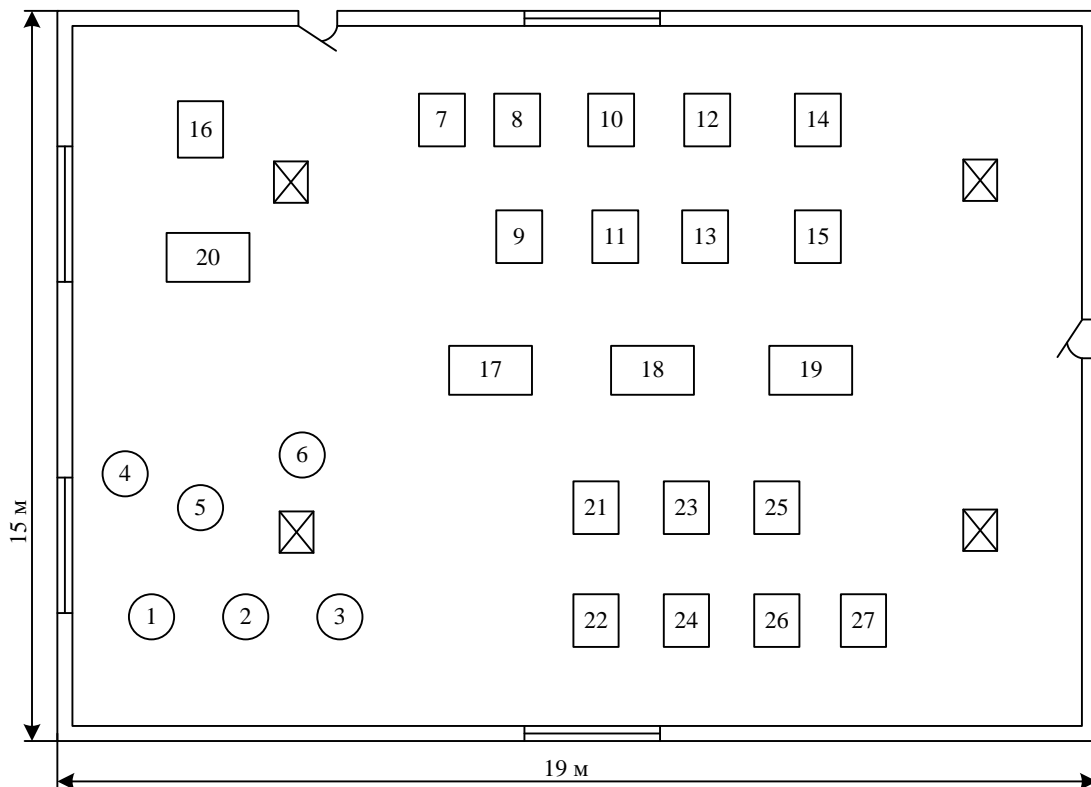


Рисунок 2– План цеху

Таблиця 2 – Відомості про електричні навантаження цеху

№ на плані	Назва електроприймача	Рн, кВт
1	Шнек ядра	2,8
2,3	Шнек	2,8
4-6	Шнек недоруш	2,8
7-15	Рушка	4,5
16	Шлюзовий запір	2,8
17-19	Норія	4,5
20	Водяний насос	10
21-27	Віялка	4,5

Додаток В
Матеріали роботи

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

Підвищення енергоефективності Приватного акціонерного товариства «Вінницький олійножировий комбінат»

Керівник: к.т.н., доцент Шуляє Ю. А.
Доповідач: ст. гр. ЕМ-18м Березовський.О.С

ВНТУ 2019

Мета і задачі дослідження. Метою даної магістерської кваліфікаційної роботи є підвищення енергоефективності ПАТ «Вінницький олійножировий комбінат».

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.

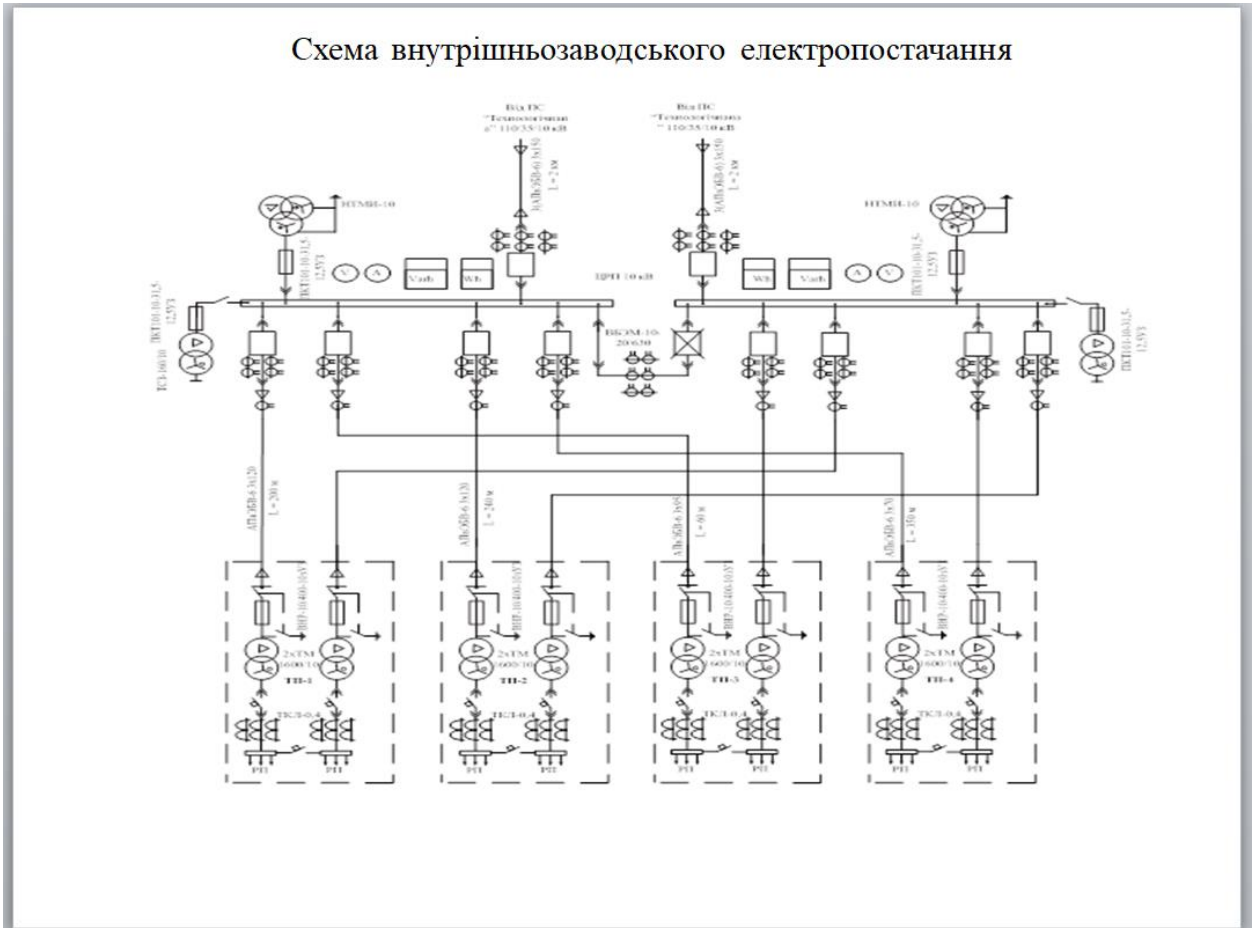
Наукова новизна дослідження полягає в обґрунтуванні теоретичних та практичних основ впровадження заходів з підвищення енергоефективності системи електропостачання та теплопостачання.

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.

Продовження додатку В



Продовження додатку В

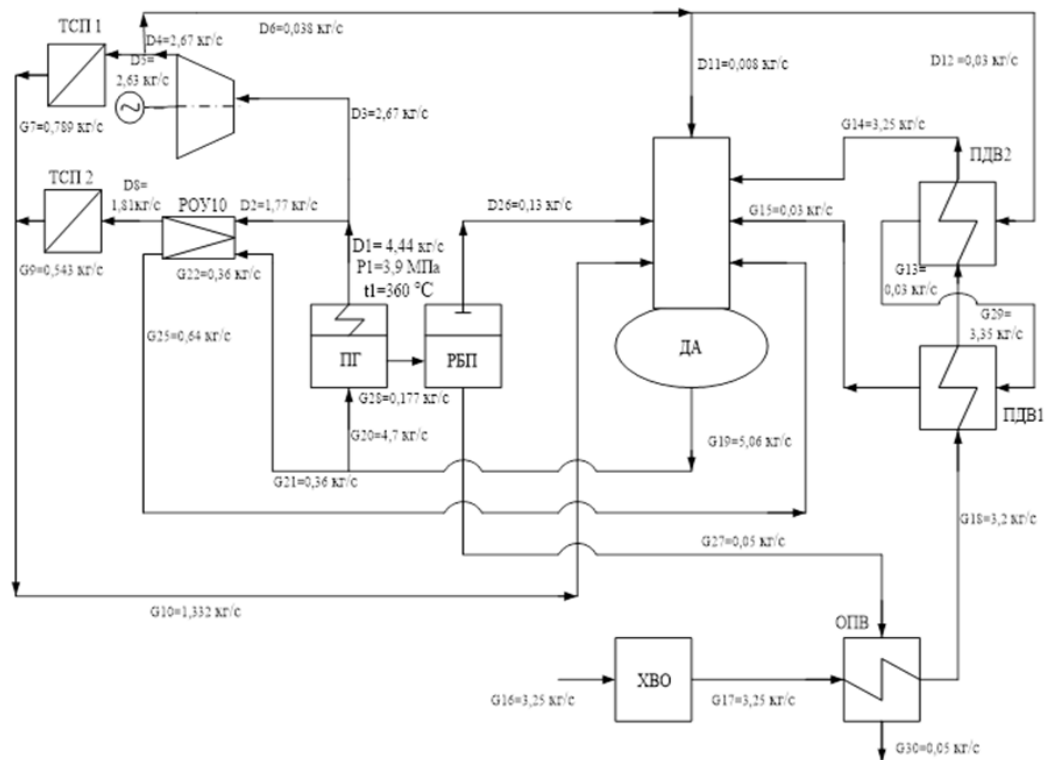
Підприємство живиться від ПС системи кабельними лініями напругою 10 кВ довжиною 2 км. Розроблена система електропостачання передбачає спорудження на території підприємства та чотири цехові трансформаторні підстанції потужністю ТМ 1000/10.

Живлячу лінію виконуємо трижильним кабелем з ізоляцією із зшитого поліетилену з алюмінієвими жилами типу 2(АПвЭБВ-10) перерізом $3 \times 120 \text{ мм}^2$ із значенням допустимого струму А [3]. Кабель прокладено у трубі, прокладеній у землі.

Лінії живлення 6 кВ від ЦРП до ТП також виконуємо трижильним кабелем з ізоляцією із зшитого поліетилену з алюмінієвими жилами кабелі прокладено у трубі, прокладеній у землі.

Для встановлення на стороні 10 кВ вибрано вакуумні вимикачі ВБЭМ-10-20/630. Номінальний струм вимикачів для всіх приєднань.

Існуюча тепла схема котельні



Продовження додатку В

Результатом проектного розрахунку є модернізація парової турбіни.

Після проведення техніко-економічних розрахунків визначено, що економічність від впровадження модернізації склала 5,76 млн. Грн/рік.

Термін окупності капіталовкладень на парову турбіну становить 3,3 року.

Отже, реконструкція існуючої схеми котельні дає значну економічність, тому доцільна і необхідна.

Також в даному розділі були розглянуті варіанти модернізації системи опалення. В результаті проведеного економічного розрахунку можна зробити висновок, що доцільною є модернізація системи опалення шляхом встановлення системи променевого опалення, оскільки отримані наступні результати: річна економія коштів в результаті реконструкції становить 61789 грн. термін окупності складає 2 роки

Інтеграція СЕнМ у системи менеджменту якості



Продовження додатку В

Розрахунок собівартості електроенергії на промисловому підприємстві при прийнятті інноваційних рішень

Показники	Позначення	Величина показників	Одиниця вимірювання
Кількість корисно спожитої електроенергії	E_a	17959995	кВт·год.
Річне споживання електроенергії із втратами	E	18310052,2	кВт·год.
Плата за електроенергію	Π_1	45775130,5	грн.
Витрати на передачу і розподіл електроенергії	C_{π}	3474068,75	грн.
Сумарні витрати підприємства	$C_{\text{сум}}$	49249199,24	грн.
Собівартість електроенергії	S	274,21	коп/кВт·год.

Висновки

В результаті виконання МКР щодо підвищення енергоефективності ПАТ «Вінницький олійножировий комбінат», на основі проведених розрахунків прийняті такі, наведені нижче, рішення. В другому розділі була проаналізована система електропостачання виробничого підприємства ПАТ «Вінницький олійножировий комбінат». 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. В третьому розділі магістерської роботи розрахована теплова схема котельні «Вінницького олійножирового комбінату» з дослідним зразком котла е-16-3,9-360д. Виконано підбір основного та допоміжного обладнання. Результатом проектного розрахунку є модернізація парової турбіни. Після проведення техніко-економічних розрахунків визначено, що економічна ефективність від впровадження модернізації склала 5,76 млн. Грн/рік. Термін окупності капіталовкладень на парову турбіну становить 3,3 року. Реконструкція існуючої схеми котельні «Вінницького олійножирового комбінату» дає значну економічну ефективність, тому доцільна і необхідна. В четвертому розділі розглянуто вплив впровадження стандарту ISO 50001 на підвищення енергоефективності підприємства.