

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

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до магістерської кваліфікаційної роботи

магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему:

**ОПТИМІЗАЦІЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ
ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ –
ПІДПРИЄМСТВО «АВІС» МІСТО ВІННИЦЯ**

08.17.МКР.005.01.021 ПЗ

Виконав: студент 2 курсу, гр. ЕСЕ-20м
спеціальності 141 – Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка
Манжак Н.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник к. т. н., доц., Шулле Ю.А.

(прізвище та ініціали)

Опонент: _____

(прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2021 р.

Допущено до захисту
Завідувач кафедри ЕСЕМ
д.т.н. професор Бурбело М.Й.

« ____ » _____ 2021р.

Вінниця – 2021 року

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕСЕМ

проф. М. Й. Бурбело

“24” вересня 2021 року

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ
Манжак Надії Олександрівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Оптимізація ефективності енерговикористання Товариства з обмеженою відповідальністю – підприємство «АВІС», місто Вінниця

керівник роботи Шулле Юлія Андріївна, к.т.н., доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ВНТУ від “24” 09 2021 року № 277

2. Термін подання студентом роботи “15” грудня 2021 року

3. Вихідні дані до роботи: генплан підприємства; план одного із цехів з технологічними плануваннями, відомості про особливості технологічних процесів; відомості про електричні навантаження підприємства та цеху; відомості про джерела живлення. [Дод. Б]

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. 1. Загальні відомості про підприємство. 2. Визначення оптимальних параметрів системи електропостачання. 3. Підвищення енергоефективності підприємства за рахунок проектування електротехнічної частини системи освітлення; підвищення ефективності системи теплопостачання підприємства. 4. Економічна частина. 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки. Список використаних джерел. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
 Генплан підприємства. Однолінійна схема електропостачання підприємства.
 Техніко-економічні характеристики СЕП. 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		
Економічна частина	Шулле Ю. А., к.т.н., доц., каф. ЕСЕМ		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Кобилянський О. В., зав. кафедри БЖДПБ, д.пед.н., професор		
Нормоконтроль	Войтюк Ю. П., к.т.н., доцент		

7. Дата видачі завдання 24.09.2021

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Загальні відомості про підприємство		
2	Визначення оптимальних параметрів системи електропостачання		
3	Підвищення енергоефективності підприємства за рахунок проектування світлотехнічної частини системи освітлення; підвищення ефективності системи тепlopостачання підприємства		
4	Економічна частина		
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях		
6	Графічна частина		

Студент _____

(підпис)

Манжак Н.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____

(підпис)

Шулле Ю.А.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____

(підпис)

(прізвище та ініціали)

УДК 621.311

АНОТАЦІЯ

Манжак Надія Олександрівна. Оптимізація ефективності енерговикористання Товариства з обмеженою відповідальністю – підприємство «АВІС», місто Вінниця. Магістерська кваліфікаційна робота. Спеціальність 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. – Вінниця: ВНТУ, ФЕЕЕМ, кафедра ЕСЕЕМ, 2021. – 85 с.

В даній магістерській роботі було проведено аналіз ефективності енерговикористання товариства з обмеженою відповідальністю – підприємство «АВІС» на основі розрахунку електропостачання підприємства. Запропоновані методи оптимізації енерговикористання, такі як проектування світлотехнічної частини системи освітлення та підвищення ефективності системи тепlopостачання підприємства. Дані методи обґрунтовані теоретично та здійснено практичний розрахунок згідно з даними підприємства. Опрацьовані заходи з охорони праці та цивільного захисту в надзвичайних ситуаціях.

Ключові слова: енергоефективність, система електропостачання, центральний розподільчий пункт, трансформаторна підстанція, метод коефіцієнта використання світлового потоку.

Рисунків - 23

Таблиць - 17

Бібліографій – 33

ANNOTATION

Manzhak N.O. Optimization of energy efficiency of the LLC AVIS, Vinnytsia. Master's qualification work. Specialty 141 - Power engineering, electrical engineering and electromechanics. - Vinnytsia: VNTU, FEEEM, ESEEM department, 2021. - 85 p.

In the given master's work the analysis of efficiency of energy use on the basis of calculation of power supply of the enterprise as a whole and one of its shops was carried out. Methods of optimizing energy use are proposed, such as designing the lighting part of the lighting system and increasing the efficiency of the heat supply system of the enterprise. These methods are theoretically substantiated and the practical calculation is carried out according to the enterprise data. Measures for labor protection and civil protection in emergency situations have been developed.

Key words: energy efficiency, power supply system, central distribution point, transformer substation, luminous flux utilization method.

Illustration - 23

Tables - 17

Bibliographies - 33

ЗМІСТ

	Стор.
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	7
Вступ	8
1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО	10
1.1 Опис процесу виробництва продукції на підприємстві	11
1.2 Споживачі підприємства та їх коротка характеристика	12
2 ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ	14
2.1 Розрахунок оптимальних електричних навантажень ТОВ «АВІС»	14
2.2 Оптимізація кількості, потужності та місця розташування цехових ТП	17
2.3 Визначення оптимального перерізу ліній живлення	21
2.4 Визначення струму короткого замикання за законом Ома з урахуванням еквівалентного опору системи	24
2.5 Визначення оптимальних перерізів КЛ 10 кВ	25
2.6 Визначення оптимальних координат розміщення ЦРП за критерієм мінімуму затрат в СЕП	27
3 ОПТИМІЗАЦІЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ	30
3.1 Підвищення енергоефективності за рахунок проектування світлотехнічної частини системи освітлення.	30
3.1.1 Характеристики приміщення і умов виробничого процесу; Вибір системи освітлення та джерела світла; вибір та розташування світильників	30
3.1.2 Розрахунок системи освітлення методом коефіцієнта використання світлового потоку	33
3.1.3 Проектування електротехнічної частини системи освітлення	38
3.1.4 Вибір провідників освітлювальної мережі та апаратів захисту	39
3.2 Підвищення ефективності системи теплопостачання підприємства	41
3.2.1 Розрахунок існуючої теплової схеми котельні (для опалювального та неопалювального періодів)	41
3.2.2 Встановлення теплонасосної установки (ТНУ)	45
3.2.3 Капіталовкладення на придбання ТНУ	47

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	52
4.1 Розрахунок капіталовкладень в систему електропостачання	52
4.2 Розрахунок поточних витрат	54
4.2.1 Розрахунок потреби в робочій силі	54
4.2.2 Розрахунок витрат по заробітній платі	56
4.2.3 Планування вартості матеріалів, що витрачаються	59
4.2.4 Визначення амортизаційних відрахувань і інших витрат	61
4.2.5 Розрахунок річного споживання і втрат електроенергії. Розрахунок оплати за електроенергію	62
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	68
5.1 Безпека у надзвичайних ситуаціях	68
5.2 Дослідження безпеки роботи елементів СЕП ТОВ «Авіс» в умовах дії іонізуючих випромінювань	65
5.3 Дослідження безпеки роботи елементів СЕП ТОВ «Авіс» в умовах дії електромагнітного імпульсу	69
5.4 Розробка превентивних заходів по підвищенню безпеки роботи елементів СЕП ТОВ «Авіс» в умовах надзвичайних ситуацій	70
ВИСНОВКИ	74
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	76
Додаток А. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ	
Додаток Б. ВИХІДНІ ДАНІ	
Додаток В. СХЕМА МЕРЕЖІ	
Додаток Г. ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ НАВЧАЛЬНОЇ (КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ) РОБОТИ	
Додаток Д. МАТЕРІАЛИ РОБОТИ	

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

РП – реактивна потужність

НКРЕ – національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики

ТНУ – тепло насосна установка

ЕМ – електрична мережа

ТП – трансформаторна підстанція

ЦРП – центральний розподільчий пункт

ГПП – головна понижувальна підстанція

ВСТУП

Актуальність теми. Енергетика є основою для економіки будь-якої країни. Від її стану залежать успішний розвиток усіх галузей народного господарства, рівень і якість життя населення. Протягом останніх років у вітчизняній енергетиці нагромадилося чимало складних проблем, які потребують ефективного і швидкого розв'язання. Рішення енергетичної проблеми на сучасному етапі розвитку національної економіки має йти інтенсивним шляхом, який полягає у більш раціональному використанні паливно-енергетичних ресурсів або в здійсненні політики ресурсозбереження. Для її вирішення виникає потреба розробки енергоефективних проектів на промислових підприємствах України. Згідно з Законом України «Про енергозбереження» під раціональним використанням паливно-енергетичних ресурсів розуміється досягнення максимальної ефективності використання природних енергетичних ресурсів при існуючому рівні розвитку техніки і технології і одночасному зниженні техногенного впливу на навколишнє природне середовище. Тобто критерієм раціональності в даному випадку є максимальна ефективність.

В магістерській кваліфікаційній роботі проводиться перевірка енерговикористання ТОВ «Авіс» м. Вінниці та шукаються шляхи оптимізації енерговикористання.

Завдання. ТОВ «АВІС» має задовольняти вимогам споживачів, якість продукції не має бути залежна від енерговикористання підприємства. Реалізується дана умова лише впровадженням нових технологій у виробництво.

Мета роботи. Основна мета - оптимізація ефективності енерговикористання ТОВ «АВІС»

Задачі магістерської роботи:

1. Перевірити енерговикористання підприємства.
2. Виконати розрахунок оптимальних електричних навантажень ТОВ «АВІС».

3. Виконати проектування електротехнічної частини системи освітлення.

4. Виконати розрахунок основних техніко-економічних показників СЕП.

5. Запропонувати методи охорони праці на підприємстві.

Об'єкт дослідження – система енергоспоживання ТОВ «Авіс».

Предмет дослідження – є фактори, які впливають на ефективність енерговикористання на підприємстві ТОВ «Авіс».

Методи. Виконана робота базується на теоретичних основах електротехніки, теорії електропостачання, методах та теорії прийняття рішень, методі коефіцієнта використання світлового потоку, методі коефіцієнта використання та попиту.

Наукова новизна даної роботи – поєднання теоретичних знань з практичним використанням для знайдення найоптимальніших шляхів оптимізації роботи підприємства. В результаті дослідження було запропоновано методи енергозбереження, універсальні як для ТОВ «АВІС», так і для інших підприємств.

Практичне використання отриманих результатів дає змогу підвищити енергоефективність підприємства, знизити витрати на електроенергію без зміни якості продукції, модернізувати систему тепlopостачання.

Апробація результатів магістерської кваліфікаційної роботи.

Результати виконаного дослідження було обговорено на науково-технічних конференціях факультету електроенергетики та електромеханіки у 2019 та 2021 році. За результатами опубліковані тези доповідей.

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО

1.1 Опис процесу виробництва продукції на підприємстві.

ТОВ «АВІС» спеціалізується на виробництві рафінованих і нерафінованих жирів, маргаринів та подібних харчових жирів; виробництві спецій і приправ; виробництві мінеральної води та інших безалкогольних напоїв; виробництві пластикової тари. Їхня продукція – це маргарин, соуси, майонези, бакалія, мінеральна вода, напої, харчова упаковка.

Виробництво майонезу. Основними інгредієнтами є соняшникова олія і яєчний жовток. Процес ділиться на кілька етапів, починаючи від приготування яєць і закінчуючи пакуванням готового продукту. Спочатку яєчний жовток пастеризується на спеціальному пристрої для нейтралізації всіх мікробних популяцій. Потім розчин перекачується в холодильне обладнання для охолодження. Також потрібно використовувати спеціальний фільтр великої ємності для очищення води. Потім всі необхідні інгредієнти відправте в ємність ємністю 1,5 тонни. Все це ретельно перемішується. У готову суміш додати оцет і перемішати. На приготування півтори тонни майонезу йде близько 40 хвилин. Готову продукцію фасують і розфасовують на виробничій лінії і відправляють на склад, де підтримується постійна температура повітря не більше 10⁰С.

Виробництво бісквіту. Основними інгредієнтами є борошно пшеничне, цукор, маргарин, масло, яйця, пастеризоване молоко та домішки, що відповідають стандартам ГОСТ. Процес ділиться на кілька етапів: підготовка всіх необхідних інгредієнтів, замішування тіста, формування, випікання, охолодження та упаковка готового продукту.

Процес замішування тіста здійснюється поетапно. Спочатку готується емульсія з води, цукру, яєць, жиру і всіх необхідних домішок. Саму емульсію готують у два етапи: спочатку замішування в циліндричній тістомісі, а потім перемішування. Процес збивання емульсії проводять у відцентровому емульгаторі безперервної дії. Готова суміш разом з борошном надходить у горизонтальну камеру замісу тіста.

Замість тіста триває приблизно 20 хвилин. Після цього тісто відправляється на ротаційну машину – агрегат, який формує тісто в необхідну форму.

Після того, як суміші надали необхідну форму, воно відправляється на випікання. Тривалість випікання – 4-5 хвилин. На виході його охолоджують. Цей процес займає два етапи, тобто подвійне охолодження.

Охолоджений кондитерський виріб розфасовується на спеціальних станках і пакується в коробки, після чого відправляється на склад.

1.2 Споживачі підприємства та їх коротка характеристика

На рисунку 1.1 зображено генеральний план підприємства.

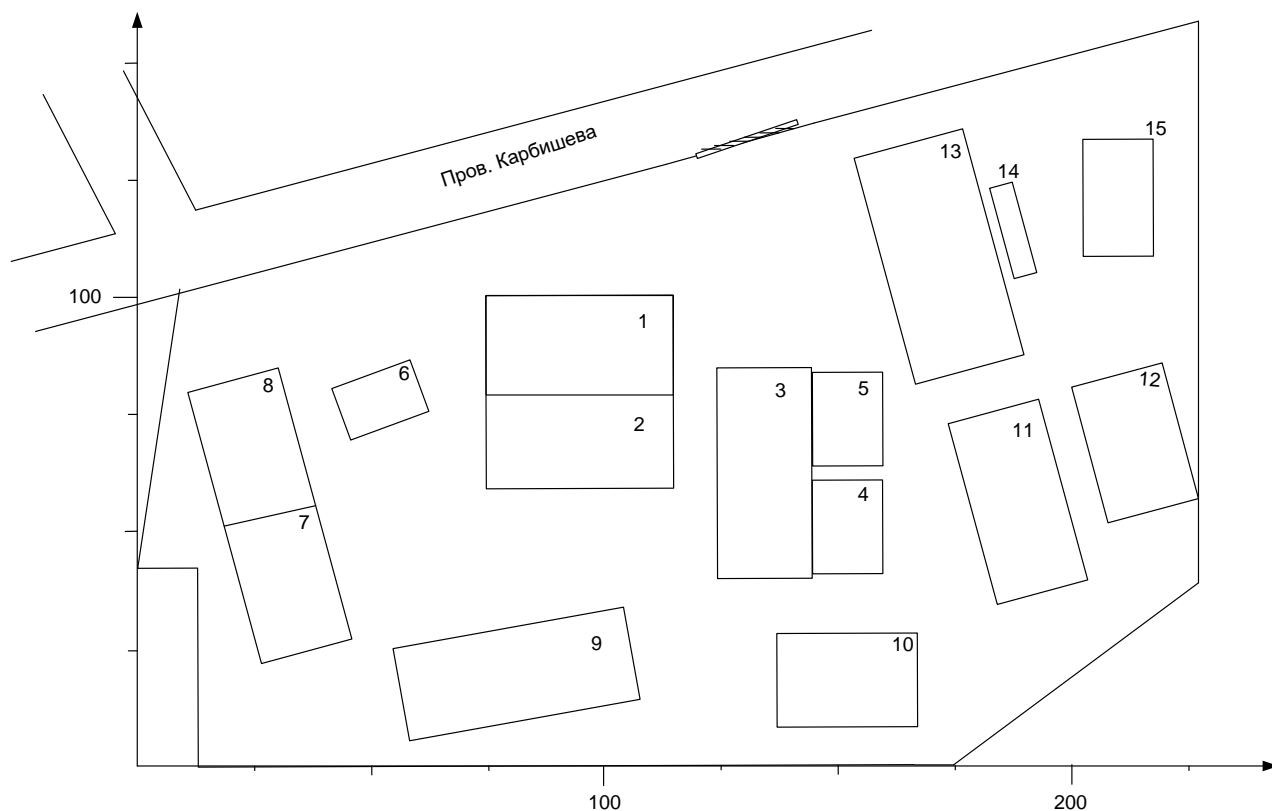


Рисунок 1.1 – Генеральний план підприємства

Відомості про електричні навантаження підприємства подані в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Електричні навантаження підприємства

№ на плані	Назва цеху	Рн, кВт
1	Завод полімерного упакування	250
2	Цех (друкарня)	60
3	Завод по виготовленню безалкогольних напоїв	260
4	Очисні споруди	140
5	Очисні споруди	140
6	Котельня	60
7	Склад №1	160
8	Склад №2	170
9	Склад №3 (по зберіганню готової продукції)	160
10	Склад №4 (по зберіганню готової продукції)	170
11	Завод по виготовленню олії	160
12	Цех фасування олії	170
13	Цех виробництва майонезу	180
14	Холодильна станція	80
15	Завод по виготовленню печива	188

На рисунку 1.2 зображено план цеху з виготовлення печива, табл. 1.2 – електричне навантаження цеху.

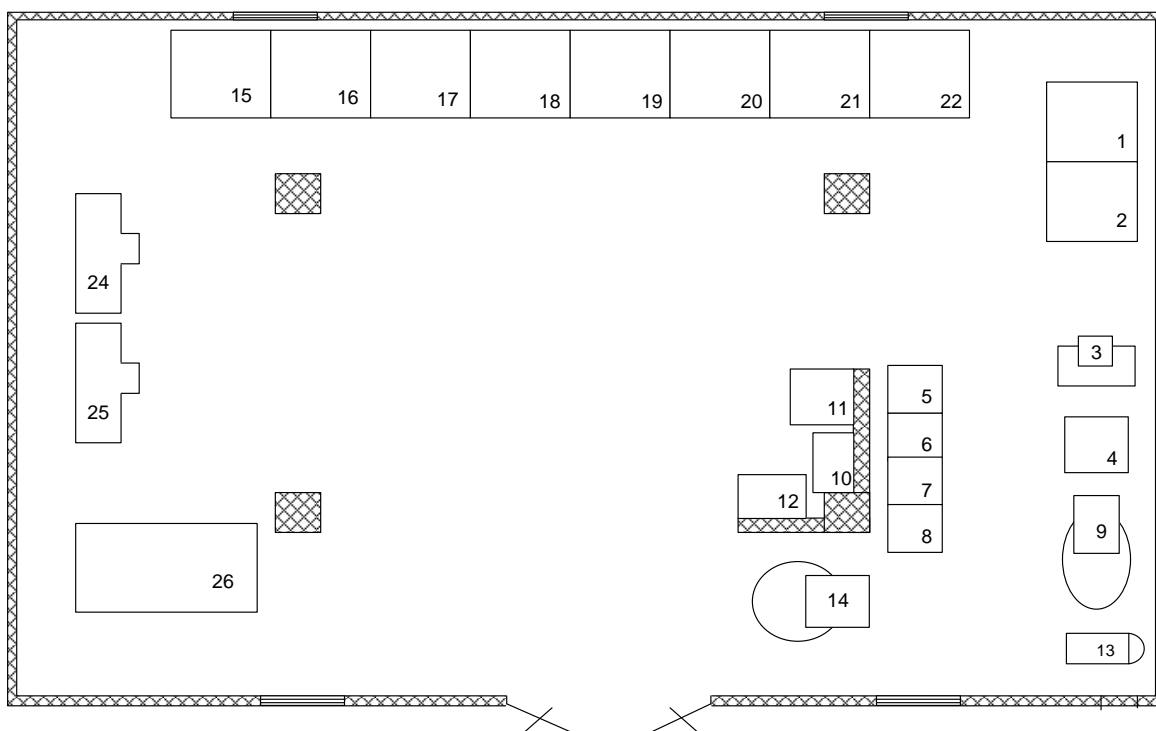


Рис.

1.2 – План цеху з виготовлення печива

Таблиця 1.2 – Електричне навантаження цеху

№ на плані	Назва	Рн, кВт
1-2	Морозильна камера	10
3-5,9	Тістозамішувач	5,5
6-8	Тістозамішувач	7,5
10	Дозатор води	3
11-12	Установка по нагріванню води	28
13	Підйомник	4,5
15-19	Піч	5
20-22	Піч	3
23-24	Машина формувальна	3
26	Стіл холодильний	20

2 ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

2.1 Обрахунок оптимальних електричних навантажень ТОВ «АВІС»

Зроблено розрахунок оптимальних електричних навантажень для кожного цеху та заводу (рис. 2.1.)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
1															
2	БАЗА ДАНИХ														
3	ЗАГАЛЬНІ ПАРАМЕТРИ ПРОЕКТУ														
4															
5	Довжина лінії живлення, км										L= 0,8	K5:= L			
6	Номінальна напруга мережі в точці КЗ, кВ										U= 10	K6:= U			
7	Потужність КЗ в характерній точці джерела живлення, МВА										Sкз= 40	K7:= Sкз			
8	Вхідна реактивна потужність на одну лінію живлення, кВАр										Qвх= 220	K8:= Qвх			
9												Qвх:= 0,3*Pрсум			
10	Час використання максимального навантаження, год										Tм= 4500	K10:= Tм			
11	Час максимальних втрат, год										τ= 2886,21	K11:= τ			
12	Гариф за активну електроенергію, грн/кВт*год										t= 2,5	K12:= t			
13	Питома вартість втрат, грн/кВт										Bo= 7215,52	K13:= Bo			
14	Коефіцієнт ефективності капіталовкладень										Ee= 0,1	K14:= Ee			
15															
16				Відрахування на амортизацію				Ea, %	Tc, років						
17				ПЛ 0,4-10 кВ на з. б. опорах				3%	33						
18				на дерев'яних опорах				6%	17						
19				КЛ 6-10 кВ із свинцевою оболонкою				2%	50						
20				алюмінієвою оболонкою				4%	50						
21				пластмасовою оболонкою				5%	25						
22				ТП 10-750 кВ - електрообладнання				4,4%	23		H20:=Ea_kl				
23				ТП в цілому				3,6%	---		H17:=Ea_pl				
24				Мачтові ТП та КТП 6-35 кВ				6,6%	16		H23:=Ea_тп				
25															

Рисунок 2.1 – База загальних даних

Створена база технічних та економічних даних силових трансформаторів (рис. 2.2.)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
25																
26																
27																
28	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАНСФОРМАТОРІВ															
29																
30	Параметри трансформаторів 10 кВ															
31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	A34:A42:= St					
32	St	Unt	DPxx	DPk	Ixx	Uk	Rt	Xt	Kт1,	Kт2,	B34:B42:= Unt					
33	кВА	кВ	кВт	кВт	%	%	Ом	Ом	тис. грн	тис.грн	C34:C42:= dP_xx					
34	63	10	0,24	1,28	2,8	4,5	32,25	63,73	110,87	269,38	D34:D42:= dPk					
35	100	10	0,33	1,97	2,6	4,5	19,70	40,46	124,79	286,06	E34:E42:= lxx					
36	160	10	0,51	3,1	2,4	4,5	12,11	25,38	141,69	307,83	F34:F42:= Uk					
37	250	10	0,74	4,2	2,3	4,5	6,72	16,70	165,29	335,98	G34:G42:= Rt					
38	400	10	0,95	5,9	2,1	4,5	3,69	10,63	185,61	397,01	H34:H42:= xt					
39	630	10	1,31	8,5	2	5,5	2,14	8,46	216,86	417,43	I34:I42:= Kт1					
40	1000	10	2,1	10,5	1,4	6	1,05	5,91	299,80	561,90	J34:J42:= Kт2					
41	1600	10	2,8	18	1,3	5,5	0,70	3,36	346,01	690,63	Rt=dPk*(Unt^2)*1000/(St^2)					
42	2500	10	3,85	23,5	1	6,5	0,38	2,57	424,78	832,99	xt=(КОРЕНЬ((Uk/100)^2-(dPk/St)^2)*Unt^2*1000)/St					
43																
44																

Рисунок 2.2 – Техніко-економічні характеристики трансформаторів

Розроблено технічні та економічні дані проводів ПЛ (рис. 2.3) та КЛ (рис. 2.4).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
43													
44													
45	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛ												
46													
47	АС; АпС; АСК; АпСК; АСКП; АпСКП; АСКС; АпСКС												
48	1	2	3	4	5	6	7						
49	Пере-	Діа-			10 кВ	Dcp = 1250							
50	різ,	метр,	Ro	Ідоп	Хо	Ко1,	Ко2,						
51	мм ²	мм	Ом/км	А	Ом/км	т.грн/км	т.грн/км						
52	10	4,5	2,766	84	0,412	55,65	67,36						
53	16	5,6	1,801	111	0,399	60,43	91,8						
54	25	6,9	1,176	142	0,385	62,3	95,22						
55	35	8,4	0,79	175	0,373	65,2	99,27	G49:=Dcp					
56	50	9,6	0,603	210	0,365	68,26	103,57	A52:A63:= Fpl					
57	70	11,4	0,428	265	0,354	74,69	113,51	B52:B63:= dpl					
58	95	13,5	0,31	330	0,343	83,17	125,48	C52:C63:= R0pl					
59	120	15,2	0,25	390	0,336	89,98	134,76	D52:D63:= Idoppl					
60	150	16,8	0,199	450	0,330	101,62	156,07	E52:E63:= X0pl					
61	185	18,8	0,158	520	0,323	148,63	195,4	F52:F63:= Ko1pl					
62	240	21,6	0,122	605	0,314	166,82	208,45	G52:G63:= Ko2pl					
63	300	24	0,099	710	0,307	178,72	226,74	X0pl=ЕСЛИ(dpl=""; ""; 0,1445*LOG(2*Dcp/dpl)+0,0157)					
64													

Рисунок 2.3 – Техніко-економічні характеристики ПЛ

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
65												
66	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КЛ											
67												
68	Алюмінієві кабельні лінії з паперовою ізоляцією											
69	1	2	3	4	5	6	7	8				
70	Пере-		0,38 кВ			10 кВ						
71	різ,	Ro	Хо	Ідоп	Ко1,	Хо	Ідоп	Ко1,				
72	мм ²	Ом/км	Ом/км	А	т.грн/км	Ом/км	А	т.грн/км				
73	10	3,1	0,073	65	16,875	0,122	50	21,461				
74	16	1,94	0,0675	75	23,857	0,113	75	31,012				
75	25	1,24	0,0662	90	34,362	0,099	90	44,669				
76	35	0,89	0,0637	115	44,919	0,095	115	58,394	A73:A84:= Fkl			
77	50	0,62	0,0625	140	63,911	0,09	140	83,084	B73:B84:= R0kl			
78	70	0,443	0,0612	165	87,406	0,086	165	113,627	C73:C84:= X0kl038			
79	95	0,326	0,0602	205	113,281	0,083	205	147,265	D73:D84:= Idopkl038			
80	120	0,258	0,0602	240	143,348	0,081	240	186,352	E73:E84:= Ko1kl038			
81	150	0,206	0,0596	275	176,726	0,079	275	229,745	F73:F84:= X0kl10			
82	185	0,167	0,0596	310	237,947	0,077	310	309,330	G73:G84:= Idopkl10			
83	240	0,129	0,0587	355	330,010	0,075	355	429,012	H73:H84:= Ko1kl10			
84												
85												

Рисунок 2.4 – Техніко-економічні характеристики КЛ

Активна потужність електричного освітлення:

$$P_{\text{poi}} = K_{\text{poi}} \cdot F_1 \cdot P_{\text{питі}} \cdot k_{\text{пра}}, \quad (2.1)$$

Реактивна потужність електричного освітлення:

$$Q_{\text{poi}} = K_{\text{poi}} \cdot F_1 \cdot p_{\text{питі}} \cdot k_{\text{пра}} \cdot \text{tg} \phi_0, \quad (2.2)$$

Середнє активне навантаження:

$$P_{\text{ci}} = K_{\text{ві}} \cdot P_{\text{номі}} + P_{\text{poi}}, \quad (2.3)$$

Середнє реактивне навантаження:

$$Q_{\text{ci}} = P_{\text{ci}} \cdot \text{tg} \phi_1, \quad (2.4)$$

Повне середнє навантаження:

$$S_{\text{ci}} = \sqrt{P_{\text{cmі}}^2 + Q_{\text{cmі}}^2}. \quad (2.5)$$

Активне розрахункове навантаження:

$$P_{\text{рі}} = K_{\text{пі}} \cdot P_{\text{номі}} + P_{\text{poi}}, \quad (2.6)$$

Реактивне розрахункове навантаження:

$$Q_{\text{рі}} = K_{\text{пі}} \cdot P_{\text{номі}} \cdot \text{tg} \phi_1 + Q_{\text{poi}}. \quad (2.7)$$

Повне розрахункове навантаження:

$$S_{\text{рі}} = \sqrt{P_{\text{рі}}^2 + Q_{\text{рі}}^2}. \quad (2.8)$$

Розрахунковий струм:

$$I_{\text{рі}} = \frac{S_{\text{рі}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}}. \quad (2.9)$$

Навантаження всіх цехів:

$$P_{\text{c}\Sigma} = \sum_{i=1}^N P_{\text{ci}}; \quad (2.10)$$

$$Q_{\text{c}\Sigma} = \sum_{i=1}^N Q_{\text{ci}}; \quad (2.11)$$

$$P_{p\Sigma} = \left(\sum_{i=1}^N P_{\text{ном}i} \cdot k_{\text{п}i} \right) \cdot K_o + P_{\text{po}\Sigma} ; \tag{2.12}$$

$$Q_{p\Sigma} = \left(\sum_{i=1}^N P_{\text{ном}i} \cdot k_{\text{п}i} \cdot \text{tg}\varphi_{\text{п}i} \right) \cdot K_o + Q_{\text{po}\Sigma} ; \tag{2.13}$$

Повне сумарне навантаження:

$$S_{c\Sigma} = \sqrt{P_{c\Sigma}^2 + Q_{c\Sigma}^2} ; \tag{2.14}$$

$$S_{p\Sigma} = \sqrt{P_{p\Sigma}^2 + Q_{p\Sigma}^2} , \tag{2.15}$$

Сумарний струм:

$$I_{p\Sigma} = \frac{S_{p\Sigma}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} . \tag{2.16}$$

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
№	Цех	Рн, кВт	cos	tg	Кп	Кв	коша, м	Кп0	тг, Вт	Кпра	tg0	кв	Рр0, кВт	Рс, кВт	Qс, квар	Sc, кВА	Рр, кВт	Qр, квар	Sp, кВА	Ко=	0,95	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
1	Завод полімерного упакування	250	0,65	0,80	0,4	0,37	1156	0,8	0,02	1,2	0,43	9,54	22,20	114,70	83,54	141,90	122,20	89,54	151,49	230,17	0,13	
2	Цех (друкарня)	60	0,7	0,8	0,45	0,2	640	0,9	0,02	1,2	0,43	5,61	13,06	25,06	15,21	29,31	40,06	27,21	48,43	73,58	0,08	
3	Завод безалкогольних напоїв	260	0,75	0,7	0,48	0,2	1169	0,9	0,02	1,2	0,43	10,25	23,85	75,85	46,65	89,05	148,65	97,61	177,83	270,19	0,15	
4	Очисні споруди	140	0,75	0,9	0,8	0,4	300	0,9	0,02	1,2	0,43	2,63	6,12	62,12	53,03	81,68	118,12	103,43	157,00	238,54	0,52	
5	Очисні споруди	140	0,75	0,8	0,85	0,37	420	0,9	0,01	1,2	0,43	1,84	4,28	56,08	40,69	69,29	123,28	91,09	153,29	232,89	0,36	
6	Котельня	60	0,75	0,9	0,65	0,4	552	0,6	0,02	1,2	0,43	3,42	7,95	31,95	23,82	39,85	46,95	36,57	59,51	90,42	0,11	
7	Склад №1	160	0,75	0,9	0,55	0,32	1138	0,6	0,01	1,2	0,43	3,52	8,19	59,39	47,04	75,76	96,19	78,32	124,04	188,46	0,11	
8	Склад №2	170	0,75	0,9	0,5	0,37	1158	0,6	0,01	1,2	0,43	3,58	8,33	71,23	57,05	91,26	93,33	75,83	120,26	182,71	0,10	
9	Склад №3 (готової продукції)	160	0,75	0,9	0,5	0,4	1410	0,6	0,01	1,2	0,43	4,37	10,15	74,15	58,77	94,61	90,15	72,37	115,60	175,64	0,08	
10	Склад №4 (готової продукції)	110	0,75	0,9	0,55	0,4	450	0,6	0,01	1,2	0,43	1,39	3,24	47,24	38,79	61,13	63,74	52,82	82,78	125,77	0,18	
11	Оліє-очисний завод	160	0,75	0,9	0,65	0,4	805	0,9	0,02	1,2	0,43	7,06	16,42	80,42	61,46	101,22	120,42	95,46	153,67	233,48	0,19	
12	Цех фасування олії	170	0,75	0,7	0,7	0,4	484	0,9	0,02	1,2	0,43	4,25	9,87	77,87	51,85	93,55	128,87	87,55	155,80	236,71	0,32	
16	Цех по виробництву майонезу	180	0,8	0,9	0,7	0,37	1250	0,9	0,01	1,2	0,43	5,48	12,75	79,35	65,42	102,84	138,75	118,88	182,71	277,61	0,15	
14	Холодильно-компресорна станція	80	0,7	0,8	0,8	0,32	160	0,6	0,01	1,2	0,43	0,50	1,15	26,75	20,98	33,99	65,15	51,70	83,17	126,36	0,52	
18	Завод по виготовленню печива	188	0,7	0,8	0,8	0,2	735	1	0,02	1,2	0,43	7,59	17,64	55,24	37,67	66,86	168,04	127,91	211,18	320,86	0,29	
19	Всього по підприємству	2288					11826					71,04	165,21	937,41	701,97	1171,11	1493,97	1149,53	1885,04	2864,02	0,16	
22	Назви номерів та опорні формули																					
23	C4:C18:=	Rn	M4:M18:=	Qm0	R4:R18:=	Pp	N19:=	Pp0сум	tg=TAN(ACOS(cos))	Rнсум:=	SUMM(Rn)											
24	D4:D18:=	cos	N4:N18:=	Pp0	S4:S18:=	Qp	Q19:=	Sссум	Pp0=площа*Кп0*Рпиг*Кпра	Ipсум:=	Sссум/(КОРЕНЬ(3)*0,38)											
25	E4:E18:=	tg	O4:O18:=	Pc	T4:T18:=	Sp	R19:=	Pрсум	Qm0=площа*Кп0*Рпиг*Кпра	площа_сум:=	SUMM(площа)											
26	F4:F18:=	Кп	P4:P18:=	Kc	U4:U18:=	Ip	S19:=	Qрсум	Pc=Рн*Кв+Pp0	Qm0сум:=	SUMM(Qm0)											
27	G4:G18:=	Кв	Q4:Q18:=	Sc	V4:V18:=	p0	T19:=	Spсум	Qc=Рн*Ка*tg+Qm0	Pp0сум:=	SUMM(Pp0)											
28	H4:H18:=	площа	V1:=	ко	O19:=	Pссум	Sc=КОРЕНЬ(Pc^2+Kc^2)	Pссум:=	SUMM(Pc)													
29	I4:I18:=	Кп0	C19:=	Rнсум	P19:=	Qссум	Pp=Рн*Кв+Pp0	Qссум:=	SUMM(Qc)													
30	J4:J18:=	Рпиг	M19:=	Qm0сум	V19:=	p0ser	Qp=Рн*Кп*tg+Qm0	Sссум:=	КОРЕНЬ(Pссум^2+Qссум^2)													
31	K4:K18:=	Кпра	Sр:=	КОРЕНЬ(Pp^2+Qp^2)	Pрсум:=	SUMMПРОИЗВ(Рп;Кп;tg)*Ка+Pp0сум																
32	L4:L18:=	p0	Ip=Sp/(КОРЕНЬ(3)*0,38)	Qрсум:=	SUMMПРОИЗВ(Рп;Кп;tg)*Ка+Qm0сум																	
33			p0=Sp/площа	Spсум:=	КОРЕНЬ(Qрсум^2+Pрсум^2)																	
34				p0ser=Spсум/площа_сум																		

Рисунок 2.5 – Дані по навантаженню підприємства

Повна середня потужність заводу $S_{\text{ссум}} = 1171,11$ кВА, а повна розрахункова потужність $S_{\text{рсум}} = 1885,04$ кВА.

2.2 Оптимізація кількості, потужності та місця розташування цехових ТП

Підприємство належить до третьої категорії електропостачання. Це означає, що необхідно забезпечити систему електропостачання від двотрансформаторних підстанцій. Також доцільно розподілити навантаження

між двома ТП. Перша ТП заживить цехи під номером 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10; друга ТП 4,5,11,12,13,14,15.

Проведемо розподіл цехів та навантаження між ТП (рис. 2.6)

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
№	№ ТП	№ цеху	Назва цеху	Розрахункова активна потужність Рр, кВт	Розрахункова реактивна потужність Qр, кВАр	Повна розрахункова потужність Sp, кВА	Середня активна потужність Pс, кВт	Середня реактивна потужність Qс, кВАр	Повна середня потужність Sc, кВА			
1												
2		1	Завод полімерного упакування	122,1952	89,543936	151,4918591	114,6952	83,543936	141,896364			
3		2	Цех (друкарня)	40,056	27,21408	48,42612194	25,056	15,21408	29,3133309			
4		3	Завод безалкогольних напоїв	148,6476	97,614468	177,8333303	75,8476	46,654468	89,0477277			
5		6	Котельня	46,9488	36,567984	59,50972421	31,9488	23,817984	39,849996			
6		7	Склад №1	96,19	78,3217	124,0435601	59,39	47,0417	75,7634057			
7		8	Склад №2	93,334	75,83362	120,2579456	71,234	57,04862	91,2624118			
8		9	Склад №3 (готової продукції)	90,152	72,36536	115,6033236	74,152	58,76536	94,6144103			
9		10	Склад №4 (готової продукції)	63,74	52,8182	82,78012957	47,24	38,7932	61,1271623			
10			Всього по ТП1	701,2636	530,279348	879,1853181	499,5636	370,879348	622,18589			
11		4	Очисні споруди	118,12	103,4316	157,004555	62,12	53,0316	81,6776897			
12		5	Очисні споруди	123,284	91,09212	153,2863953	56,084	40,69212	69,2911516			
13		11	Оліє-очисний завод	120,422	95,46146	153,669608	80,422	61,46146	101,218621			
14		12	Цех фасування олії	128,8736	87,545648	155,7968076	77,8736	51,845648	93,5535611			
15		13	Цех по виробництву	138,75	118,8825	182,7145624	79,35	65,4225	102,842238			
16		14	Холодильно-компресорна	65,152	51,69536	83,16966604	26,752	20,97536	33,9946353			
17		15	Завод по виготовленню	168,04	127,9052	211,1804484	55,24	37,6652	66,8589926			
18			Всього по ТП2	862,6416	676,013888	1095,967749	437,8416	331,093888	548,933903			
19												
20	Назви комірок, діапазонів та опорні формули:											
21												
22	C2:C17:=ном	G8:=Sp	G8:=Sc1сум	Pp1=ВПП(номер;Табл_1;18;0)	Qc1=ВПП(номер;Табл_1;16;0)	Sp1сум=КОРЕНЬ((Pp1сум^2+Qp1сум^2)						
23	E2:E9:=Pp1	G13:=Sg	G13:=Sc2сум	Pp2=ВПП(номер;Табл_1;18;0)	Qc2=ВПП(номер;Табл_1;16;0)	Sp2сум=КОРЕНЬ((Pp2сум^2+Qp2сум^2)						
24	E8:=Pp1сум	H2:H7:=Pc1		Qp1=ВПП(номер;Табл_1;19;0)	Sc1=ВПП(номер;Табл_1;17;0)	Pc1п1=СУММ(Pc1)						
25	E9:E12:=Pp2сум	H8:=Pc1сум		Qp2=ВПП(номер;Табл_1;19;0)	Sc2=ВПП(номер;Табл_1;17;0)	Pc2сум=СУММ(Pc2)						
26	E13:=Pp2сум	H9:H12:=Pc2		Sp1=ВПП(номер;Табл_1;20;0)	Pp1сум=СУММ(Pp1)	Qc1сум=СУММ(Qc1)						
27	F2:F7:=Qp1	H12:=Pc2сум		Sp2=ВПП(номер;Табл_1;20;0)	Pp2сум=СУММ(Pp2)	Qc2сум=СУММ(Qc2)						
28	F8:=Qp1сум	I2:I7:=Qc1		Pc1=ВПП(номер;Табл_1;15;0)	Qp1сум=СУММ(Qp1)	Sc1сум=КОРЕНЬ((Pc1п1^2+Qc1п1^2)						
29	F9:F12:=Qp2	I8:=Qc1сум		Pc2=ВПП(номер;Табл_1;15;0)	Qp2сум=СУММ(Qp2)	Sc2сум=КОРЕНЬ((Pc2сум^2+Qc2сум^2)						
30	F13:=Qp2сум	I9:I12:=Qc2										
31		I13:=Qc2сум										
32												

Рисунок 2.6- Розподіл цехів та навантаження між ТП

Для здійснення вибору потужностей трансформаторів звернемось до наступних формул [4,5,7]:

$$3(S_T) = B_{ТП}(S_T) + B_B(S_T) \rightarrow \min_{S_T \in S_{CT}} \quad (2.17)$$

Річні приведені витрати в ТП потужністю S_T :

$$B_{ТП}(S_T) = (E_e + E_a)K_{ТП}(S_T, K_T) \quad (2.18)$$

Вартість річних втрат електроенергії:

$$B_B(S_T) = (\Delta P_{xx}(S_T) + \Delta P_{кз}(S_T) \cdot K_3^2) \cdot k_T \cdot t \cdot \tau. \quad (2.19)$$

Коефіцієнт завантаження трансформатора:

$$K_3 = \frac{S_{ТП}}{S_{ТП} \cdot k_T}. \quad (2.20)$$

Змінні втрати активної потужності в трансформаторах:

$$\Delta P_{зм} = \Delta P_{кз} \left(\frac{S_p^2}{S_T^2 \cdot k_T} \right). \quad (2.21)$$

Постійні втрати активної потужності:

$$\Delta P_{nc} = \Delta P_{xx} \cdot k_T. \quad (2.22)$$

Сумарні втрати активної енергії:

$$\Delta P = \Delta P_{nc} + \Delta P_{зм}. \quad (2.23)$$

Обмеження:

$$S_T \cdot k_T \cdot k_n \geq S_{ТПсм}; \quad (2.24)$$

$$k_T \geq 1 \Rightarrow k_{на} \cdot S_T \geq k_{нна} \cdot S_{ТП}. \quad (2.25)$$

Для зручності вибору, скористаємось програмним забезпеченням Microsoft Excel (рис. 2.7).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	Вибір оптимальної потужності ТПІ за мінімумом затрат															
2	Дані нормального режиму															
3	Розрахункова потужність ТП, кВА										Sp=	879,19				
4	Середня потужність ТП, кВА										Sc=	622,19				
5	Кількість трансформаторів										kt=	2				
6	Допустимий коефіцієнт навантаження в нормальному режимі										kn=	1				
7	Дані післяварійного режиму															
8	Допустимий коефіцієнт навантаження післяварійного режимі										knpa=	1,3				
9	Доля навантаження в п.а. режимі										knpa=	0,8				
10	Економічні характеристики															
11	Питома вартість втрат, грн/кВт										Vo=	7215,5				
12	Коефіцієнт ефективності капіталовкладень										Ea=	0,1				
13	Коефіцієнт відрахувань на амортизацію										Ea=	0,036				
14																
15	*	St, кВА	dPкз, кВт	dPкх, кВт	Ктп, грн.	E*К, тис. грн.	dPзм, кВт	dPпс, кВт	dP, кВт	Vв, тис. грн.	З, тис. грн.	*	X	обмеж. 1	обмеж. 2	
16		63	1,28	0,24	269,38	36,636	124,64	0,48	125,12	902,81	---	---	---	---	---	
17		100	1,97	0,33	286,06	38,904	76,137	0,66	76,797	554,13	---	---	---	---	---	
18		160	3,1	0,51	307,83	41,865	46,801	1,02	47,821	345,05	---	---	---	---	---	
19		250	4,2	0,74	335,98	45,693	25,972	1,48	27,452	198,08	---	---	---	---	---	
20		400	5,9	0,95	397,01	53,993	14,252	1,9	16,152	116,54	---	---	---	---	---	
21	V	630	8,5	1,31	417,43	56,77	8,2769	2,62	10,897	78,627	135,4	V	+	+	+	
22		1000	10,5	2,1	561,9	76,418	4,0581	4,2	8,2581	59,586	136		+	+	+	
23		1600	18	2,8	690,63	93,925	2,7175	5,6	8,3175	60,015	153,94		+	+	+	
24		2500	23,5	3,85	832,99	113,29	1,4532	7,7	9,1532	66,045	179,33		+	+	+	
25										Змін=	135,4					
26										Опт. Пот. Трансформатора	St*=	630				
27																
28	Назви діапазонів, комірок та опорні формули															
29	L3:=Sp1	H16:H24:=dPзм				dPкз=ВПП(St_1,TR_10_kv,4,0)										
30	L4:=Sc1	I16:I24:=dPпс				Ktp1=ЕСЛИ(kttpl>=2,ВПП(St_1,TR_10_kv,10,0),ВПП(St_1,TR_10_kv,9,0))										
31	L5:=kttpl	J16:J24:=dPtp1				Ektpl=(Ea_1+Ea_1)*Kttpl										
32	L6:=kntpl	K16:K24:=Bstpl				dPзм=dPкз*(Sp1^2/(St_1^2*kttpl))										
33	L8:=knapl	L16:L24:=Зтп1				dPпс=dPкх*kttpl										
34	L9:=knapl	N16:N24:=Xtp1				dPtp1=dPзм+dPпс										
35	L11:=B_0	O16:O24:=обм1				Bstpl=dPtp1*B_0*10^-3										
36	L12:=Ea_1	P16:P24:=обм2				Зтп1=ЕСЛИ(Xtp1="+",Ektpl+Bstpl,"--")										
37	L13:=Ea_1	L25:=Змінтп1				Xtp1=ЕСЛИ(И(обм1="+",обм2="+"),"+", "--")										
38	C16:C24:=St_1	L26:=Stopt1				обм1=ЕСЛИ(kntpl*kttpl*St_1>=Sc1сум;"+", "--")										
39	D16:D24:=dPкз	dPкх=ВПП(St_1,TR_10_kv,3,0)				обм2=ЕСЛИ(knapl*St_1>=knapl*Sp1;"+", "--")										
40	E16:E24:=dPкх	M16:M24=ЕСЛИ(St_1=Stopt1;"V","")				Змінтп1=МИН(Зтп1)										
41	F16:F24:=Ktp1	B16:B24=ЕСЛИ(St_1=Stopt1;"V","")				Stopt1=ИНДЕКС(St_1,ПОИСКПОЗ(Змінтп1,Зтп1,0),1)										
42	G16:G24:=Ektpl															
43																

Рисунок 2.7 – Розрахунок по вибору потужності для ТПІ

Згідно розрахунків, потужність трансформаторів ТП = 630 кВА.
Вартість встановлення двотрансформаторної ТП = 135,4 тис.грн.
Аналогічний розрахунок проводиться для ТП 2.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	Вибір оптимальної потужності ТП3 за мінімумом затрат															
2	Дані нормального режиму															
3	Розрахункова потужність ТП, кВА											Sp=	1096			
4	Середня потужність ТП, кВА											Sc=	548,93			
5	Кількість трансформаторів											kt=	2			
6	Допустимий коефіцієнт навантаження в нормальному режимі											kn=	1			
7	Дані післяаварійного режиму															
8	Допустимий коефіцієнт навантаження післяаварійному режимі											kpa=	1,3			
9	Доля навантаження в п.а. режимі											knpa=	0,8			
10	Економічні характеристики															
11	Питома вартість втрат, грн/кВт											Bo=	7215,5			
12	Коефіцієнт ефективності капіталовкладень											Ea=	0,1			
13	Коефіцієнт врахувань на амортизацію											Ea=	0,036			
14																
15	*	St, кВА	dPкз, кВт	dPхх, кВт	Ктп, тис. грн.	Е*К, тис. грн.	dPзм, кВт	dPпс, кВт	dP, кВт	Вв, тис. грн.	З, тис. грн.	*	X	обмеж. 1	обмеж. 2	
16		63	1,28	0,24	269,38	36,636	193,68	0,48	194,16	1401	---		---	---	---	
17		100	1,97	0,33	286,06	38,904	118,31	0,66	118,97	858,45	---		---	---	---	
18		160	3,1	0,51	307,83	41,865	72,726	1,02	73,746	532,11	---		---	---	---	
19		250	4,2	0,74	335,98	45,693	40,358	1,48	41,838	301,89	---		---	---	---	
20		400	5,9	0,95	397,01	53,993	22,146	1,9	24,046	173,51	---		---	+	---	
21		630	8,5	1,31	417,43	56,77	12,862	2,62	15,482	111,71	---		---	+	---	
22	V	1000	10,5	2,1	561,9	76,418	6,306	4,2	10,506	75,806	152,22	V	+	+	+	
23		1600	18	2,8	690,63	93,925	4,2228	5,6	9,8228	70,876	164,8		+	+	+	
24		2500	23,5	3,85	832,99	113,29	2,2582	7,7	9,9582	71,853	185,14		+	+	+	
25										Змін=	152,22					
26										Опт. Пот. Трансформатора	St*=	1000				
27																
28	Назви діапазонів, комірок та опорні формули															
29	L3:=Sp1				N16:N24:=dPзм											
30	L4:=Sc1				I16:I24:=dPпс											
31	L5:=kttpl				I16:I24:=dPtp1											
32	L6:=кзтп1				K16:K24:=Bстп1											
33	L8:=кпзтп1				L16:L24:=Зтп1											
34	L9:=кпзтп1				N16:N24:=Xтп1											
35	L11:=B_0				O16:O24:=о6м1											
36	L12:=Ea_1				P16:P24:=о6м2											
37	L13:=Ea_1				L25:=Змінтп1											
38	C16:C24:=St_1				L26:=Stopt1											
39	D16:D24:=dPкз				dPкз=ВПР(St_1;TR_10_kv;3;0)											
40	E16:E24:=dPхх				M16:M24=ЕСЛИ(St_1=Stopt1;"V";"")											
41	F16:F24:=Kтп1				B16:B24=ЕСЛИ(St_1=Stopt1;"V";"")											
42	G16:G24:=Eктп1															
43																

Рисунок 2.8 – Розрахунок по вибору потужності для ТП2

2.3 Визначення оптимального перерізу лінії живлення

Втрати активної потужності в цехових ТП[4,5,7]:

$$\Delta P_{TR} = n \cdot \Delta P_{XX} + \frac{1}{n} \cdot \Delta P_{K3} \cdot \left(\frac{S_p}{S_{НОМ.тр}} \right)^2, \quad (2.26)$$

Втрати реактивної потужності в цехових ТП [4,5,7]:

$$\Delta Q_{TR} = n \cdot \frac{I_{XX}}{100} \cdot S_{НОМ.тр} + \frac{1}{n} \cdot \frac{U_{K3}}{100} \cdot \frac{S_p^2}{S_{НОМ.тр}}, \quad (2.27)$$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
№	№ ТП	S _{ном_т} , кВА	кт	dP _{хх} , кВт	dP _{кз} , кВт	I _{хх} , %	U _к , %	P _p , кВт	Q _p , кВАр	S _p , кВА	dP _{тр} , кВт	dQ _{тр} , кВАр	dS _{тр} , кВА	P, кВт	Q, кВАр	
3	1	630	2	1,31	8,5	2	5,5	701,264	530,279	879,185	10,8969	58,9406	59,9395	712,161	589,21996	
4	2	1000	2	2,1	10,5	1,4	6	862,642	676,014	1095,97	10,506	64,0344	64,8905	873,148	740,04825	
5	Всього							1493,97	1149,53		21,4029	122,975	124,824	1515,37	1272,5055	
7	Назви комірок, діапазонів та опорні формули					dP _{ххтр} =ВПР(S _{ном_тр} ;TR_10_kv;3;0)										
8	C3:C5:=S _{ном_тр}					dP _{кзтр} =ВПР(S _{ном_тр} ;TR_10_kv;4;0)										
9	D3:D5:=ктвтр					I _{ххтр} =ВПР(S _{ном_тр} ;TR_10_kv;5;0)										
10	E3:E5:=dP _{ххтр}					U _{кзтр} =ВПР(S _{ном_тр} ;TR_10_kv;6;0)										
11	F3:F5:=dP _{кзтр}					P _{рвтр_сум} =СУММ(P _{рвтр})										
12	G3:G5:=I _{ххтр}					Q _{рвтр_сум} =СУММ(Q _{рвтр})										
13	H3:H5:=U _{кзтр}					dP _{трвтр} =ктвтр*dP _{ххтр} +(1/ктвтр)*dP _{кзтр} *(S _{рвтр} /S _{ном_тр})^2										
14	I3:I5:=P _{рвтр}					dP _{трсум} =СУММ(dP _{трвтр})										
15	J6:=P _{рвтр_сум}					dQ _{рвтр} =ктвтр*(I _{ххтр} /100)*S _{ном_тр} +(1/ктвтр)*(U _{кзтр} /100)*(S _{рвтр} ^2/S _{ном_тр})										
16	J3:J5:=Q _{рвтр}					dQ _{сум} =СУММ(dQ _{рвтр})										
17	J6:=Q _{рвтр_сум}					dS _{тр} =КОРЕНЬ(dP _{трвтр} ^2+dQ _{рвтр} ^2)										
18	K3:K5:=S _{рвтр}					dS _{трсум} =КОРЕНЬ(dP _{трсум} ^2+dQ _{сум} ^2)										
19	L3:L5:=dP _{трвтр}					P _{сум} =P _{рвтр} +dP _{трвтр}										
20	L6:=dP _{трсум}					Q _{сум} =Q _{рвтр} +dQ _{рвтр}										
21	M3:M5:=dQ _{рвтр}					P _{сум_1} =P _{рвтр_сум} +dP _{трсум}										
22	M6:=dQ _{сум}					Q _{сум_1} =Q _{рвтр_сум} +dQ _{сум}										
23	N3:N5:=dS _{тр}					O3:=P _{втр1}										
24	N6:=dS _{трсум}					O4:=P _{втр2}										
25	O3:O5:=P _{сум}					O5:=P _{втр3}										
26	P3:P5:=Q _{сум}					P3:=Q _{втр1}										
27	O6:=P _{сум_1}					P4:=Q _{втр2}										
28	P6:=Q _{сум_1}					P5:=Q _{втр3}										

Рисунок 2.9 – Розрахунок втрат потужності в цехових ТП

Розроблено таблицю вибору перерізу зовнішньої лінії живлення ПЛ 10 кВ [8-10]:

$$\begin{cases}
 3(F) = \left[(E_e + E_a) \cdot K_0(F) + 3 \cdot I_l^2 \cdot r_0(F) \cdot t \cdot \tau \right] \cdot L \cdot k_l \rightarrow \min_{F \in X} \\
 k_{доп} \cdot I_{доп}(F) \geq I_l \\
 k_{на} \cdot I_{доп}(F) \geq I_l \cdot k_l \cdot k_{нна} \\
 \Delta U_n(F) \leq \Delta U_{доп} \\
 \Delta U_{на}(F) \leq \Delta U_{доп} \\
 F \geq F_{кз} \\
 F \in X
 \end{cases} \quad (2.28)$$

$$k_{доп} = k_{п} \cdot k_c \cdot k_{зр} \cdot$$

Обмеження:

1) Переріз КЛ (за умови допустимого нагрівання в нормальному режимі) [8-10]:

$$k_{\partial on} \cdot I_{\partial on}(x) \geq I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot k_l}. \quad (2.29)$$

Коефіцієнт $k_{\partial on}$ [8-10]:

$$k_{\partial on} = k_{сер} \cdot k_{зр} \cdot k_{нр}; \quad (2.30)$$

$$k_{\partial on} = 1 \cdot 1 = 1.$$

2) Переріз КЛ (за умови допустимого нагрівання в післяаварійного режимк) [8-10]:

$$k_{на} \cdot k_{\partial on} \cdot I_{\partial on}(x) \geq k_l \cdot I_l \cdot k_{н.на}. \quad (2.31)$$

3) Переріз ПЛ (за умови втрат напруги в нормальному режимі)[8-10]:

$$\Delta U_{\partial on} \geq \Delta U_l(F) = \frac{P_p \cdot r_0(F) + Q_p \cdot x_0(F)}{k_l \cdot U_{ном}^2 \cdot 1000} \cdot L \cdot 100\%. \quad (2.32)$$

4) Переріз ПЛ(за умови втрат напруги в післяаварійному режимі)[8-10]:

$$\Delta U_{на. \partial on} \geq \Delta U_{на. л}(F), \quad (2.33)$$

5) Термічна стійкість лінії до дії струмів к.з. [8-10]:

$$F \geq F_{кз}. \quad (2.34)$$

Переріз $F_{кз}$ [8-10]:

$$F_{кз} = \frac{I_{кз} \cdot \sqrt{t_n}}{C}. \quad (2.35)$$

Зведемо всі обрахунки в табличну форму (рис. 2.10)

Початкові дані		Поправочні коефіцієнти		Назви комірнок, діапазонів та опорні формули	
Економічні характеристики		Коефіцієнт середовища	1		
Питома вартість втрат, грн/кВт	В _{ом} = 7215,5244	Коефіцієнт проклатки	1	A28: A39 = F_kl	L35 = Змін_RO_ВПР(F_kl; Kl; 3; 0)
Коефіцієнт ефективності капіталовкладень	Е _а = 0,1			B28: B39 = RO_	L36 = Fort_ХО_ВПР(F_kl; Kl; 3; 0) Змін_ = МИН(ЗТ)
Коефіцієнт врахування на амортизацію	Е _а = 0,05			C28: C39 = ХО_	L37 = Fort_ (dop_ = ВПР(F_kl; Kl; 4; Fort_pl_ИДЕКС(RO_ПОИСКПОЗ(Змін_ЗТ; 0); 1)
Нормальний режим		Кдоп = 1		D28: D39 = dдоп	L38 = Хорт_ (dop_ = (RO_ * F * Q * ХО_) Fort_ИДЕКС(RO_ПОИСКПОЗ(Змін_ЗТ; 0); 1)
Максимально доп. коефіцієнт навантаження в н. режимі	Кдоп = 1	G7 = Кдоп		E28: E39 = dIn	dIn = dIn * Кпра * k Хорт_ИДЕКС(ХО_ПОИСКПОЗ(Змін_ЗТ; 0); 1)
Напруга, кВ	U = 10	G8 = U_		F28: F39 = dUra	K_ = ВПР(F_kl; Kl; 7; 0) S27: S37 = ЕСЛИ(F_kl = Fort_ Kl; "V"; "")
Довжина КЛ, км	l = 0,8	G9 = l_		G28: G39 = K_o	OP_ = 3 * (l / A^2) * RO_ * L_ * K * 10^(-3)
Активна розрахункова потужність, кВт	P = 1515,373131	G10 = P_		H28: H39 = dP_	K_ = K_o * L_ * k
Реактивна потужність, квар	Q = 1272,505461	G11 = Q_		I28: I39 = K_	ЕК_ = (E_ * E_ * k)
Розрахунковий струм, А	Iн = 57,12286374	G12 = Iн		J28: J39 = В_	В_ = (OP_ * RO_) / 1000
Кількість КЛ	k = 2	G13 = k		K28: K39 = В_к	ЗТ = ЕСЛИ(ДОП < "недоп"; "н"; ЕК_ * В_к_)
Мінімально допуст. переріз КЛ за умовою механ. міцності	F _{мех} = 70	G14 = F _{мех}		L28: L39 = ЗТ	доп = ЕСЛИ((Y1 < "н"; Y2 < "н"; Y3 < "н"; Y4 < "н"; Y5 < "н"; "доп"; "недоп")
Допустима втрата напруги в КЛ, %	ΔU _{доп} = 5	G15 = ΔU _{доп}		M28: M39 = dдоп	Y1 = ЕСЛИ(Kдоп * dдоп >= lн; "н"; "н")
Аварійний режим		I _{кз} = 2,686837818		N28: N39 = Y1	Y2 = ЕСЛИ(kла * Кдоп * dдоп >= kпра * lн * k; "н"; "н")
Струм КЗ на початку лінії, кА	I _{кз} = 2,686837818	G16 = I _{кз}		O28: O39 = Y2	Y3 = ЕСЛИ(dIn <= dUдоп; "н"; "н")
Приведений час КЗ, с	тп = 1,5	G17 = тп		P28: P39 = Y3	Y4 = ЕСЛИ(dUра <= dUрадоп; "н"; "н")
Тепловий коефіцієнт С, (А ² с ² (1/2)) / мм ²	С = 90	G18 = С		Q28: Q39 = Y4	Y5 = ЕСЛИ(F_kl <= F _{мех} ; "н"; "н")
Мінімальний переріз лінії за умовою КЗ, мм ²	F _{кз} = 36,56323153	G19 = F _{кз}		R28: R39 = Y5	Y6 = ЕСЛИ(F_kl <= F _{кз} ; "н"; "н")
Після аварійний режим		К _{па} = 1,25		S28: S39 = Y6	
Максимально допустимий коефіцієнт навантаження	К _{па} = 1,25	G21 = К _{па}			
Доля навантаження в післяаварійному режимі	К _{па} = 0,8	G22 = К _{па}			
Допустима втрата напруги в КЛ, %	ΔU _{падоп} = 5	G23 = ΔU _{падоп}			

F, мм ²	Ro, Ом/км	Xo, Ом/км	Iдоп, А	dUn, %	dUpa, %	Ko, тис. грн/км	dP, кВт	K	E*K, т. грн	Bв, т. грн	З, т. грн	Доп	Кдоп * Iн оп >= Iл	Кпа * Iн оп >= Iл * Кпа	ΔUn <= ΔUnдоп	ΔUpa <= ΔUpaдоп	F >= Fмех	F >= Fкз
10	3,1	0,122	50	1,94116095	3,105857519	21,4605	48,5538	17,168	2,57526	350,341	-	недоп	-	-	+	+	-	-
16	1,94	0,113	75	1,233446797	1,973514875	31,01175	30,3853	24,809	3,72141	219,246	-	недоп	+	+	+	+	-	-
25	1,24	0,099	90	0,802016289	1,283226063	44,66925	19,4215	35,735	5,36031	140,136	-	недоп	+	+	+	+	-	-
35	0,89	0,095	115	0,587828042	0,940524868	58,39425	13,9396	46,715	7,00731	100,582	-	недоп	+	+	+	+	-	-
50	0,62	0,09	140	0,421622733	0,674596373	83,0835	9,71075	66,467	9,97002	70,0682	-	недоп	+	+	+	+	+	+
70	0,443	0,086	165	0,312298307	0,499677291	113,62725	6,93849	90,902	13,63527	50,0648	63,7	доп	+	+	+	+	+	+
95	0,326	0,083	205	0,239851838	0,38376294	147,26475	5,10598	117,81	17,67177	36,8423	54,514	доп	+	+	+	+	+	+
120	0,258	0,081	240	0,197615684	0,316185095	186,35175	4,04093	149,08	22,36221	29,1574	51,52	доп	+	+	+	+	+	+
150	0,206	0,079	275	0,165077919	0,26412467	229,74525	3,22648	183,8	27,56943	23,2807	50,85	доп	+	+	+	+	+	+
185	0,167	0,077	310	0,140420093	0,224672149	309,33	2,61564	247,46	37,1196	18,8732	55,993	доп	+	+	+	+	+	+
240	0,129	0,075	355	0,116368417	0,186189468	429,012	2,02046	343,21	51,48144	14,5787	66,06	доп	+	+	+	+	+	+
										мін затрати	50,85							
										Опт. Переріз КЛ	150							
										Ropt =	0,206							
										Xopt =	0,079							

Рисунок 2.10 – Оптимальний вибір ПЛ від підстанції до ЦРП

Згідно з вищенаведеними розрахунками прийнято рішення використати провід ПЛ, перерізом 150 мм². Сума витрат = 50, 85 тис. грн.

2.4 Визначення струму короткого замикання за законом Ома з урахуванням еквівалентного опору системи

Розрахунок струму к. з. проводимо на основі державного стандарту ДСТУ ІЕС/TR 60909-4:2008.

Схема заміщення (рис. 2.11)

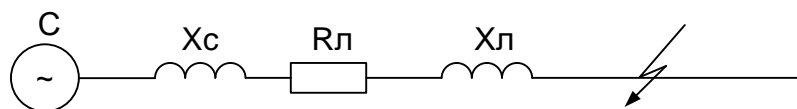


Рисунок 2.11 – Схема заміщення для розрахунку струму КЗ

Струм КЗ для зовнішньої лінії живлення:

$$I_{КЗ} = \frac{1,05 \cdot U}{\sqrt{3} \cdot X_c} \tag{2.36}$$

Опір системи X_c :

$$X_c = \frac{(0,95 \cdot U)^2}{S_{K3}} \quad (2.37)$$

Струм КЗ для розподільчих ліній:

$$I_{K3} = \frac{1,05 \cdot U}{\sqrt{3} \cdot Z_{K3}} \quad (2.38)$$

Повний сумарний опір живлячої лінії та системи:

$$Z = \sqrt{R_{л}^2 + (X_{л} + X_c)^2} \quad (2.39)$$

Розрахунок струмів КЗ			
Дані системи			
Напруга, кВ			U= 10
Потужність коротко замикання, МВА			S _{кз} = 40
Опір системи, Ом			X _с = 2,256
Струм КЗ для ЗЛЖ, кА			I _{кз} = 2,687
Довжина КЛ, км			L= 0,8
Переріз КЛ, мм ²			F= 150
Активний опір КЛ, Ом			R _л = 0,165
Реактивний опір КЛ, Ом			X _л = 0,063
Результат			
Сумарний повний опір, Ом			Z= 2,325
Струм КЗ для розподільчих ліній, кА			I _{кз} = 2,6071
X _с =(0,95*U _{кз}) ² /S _{кз}			
I _{кз} =(U _{кз} *1,05)/(X _с *КОРЕНЬ(3))			
R _{кз} =ИНДЕКС(ROkl;ПОИСКПОЗ(Fopt_klz;F_klz;0);1)*L_			
X _{кз} =ИНДЕКС(XOpl;ПОИСКПОЗ(Fopt_klz;Fopt_klz;0);1)*L_			
Z _{кз} =КОРЕНЬ(R _{кз} ² +(X _с +X _{кз}) ²)			
I _{кзr} =1,05*U _{кз} /(КОРЕНЬ(3)*Z _{кз})			

Рисунок 2.12 – Розрахунок струмів к. з.

2.5 Визначення оптимальних перерізів КЛ 10 кВ

Здійснимо обрахунок за допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel (рис. 2.13 та 2.14).

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
Початкові дані											Коефіцієнт середовища													
Нормальний режим											Коефіцієнт прокладки													
Максимально доп. коефіцієнт навантаження в н. режимі											Коефіцієнт ґрунту													
Напруга, кВ											Клонт=1													
Довжина КЛ, км											U=10													
Активна розрахункова потужність, кВт											H4=Uk1													
Реактивна потужність, квар											H5=Ik1													
Розрахунковий струм окремого кабелю, А											H6=Pk1+Pgrp1													
Кількість кабелів											H7=Qk1+Qgrp1													
Допустима втрата напруги в КЛ, %											H8=Ik1													
Аварійний режим											H9=kk1													
Струм КЗ на початку лінії, кА											H10=dUdop1													
Приведений час КЗ, с											k=1													
Темповий коефіцієнт C, (A*c*(1/2))/змг^2											kdp1=kkc*kkp*kg													
Мінімальний переріз лінії за умовою КЗ, мм^2											Iкз=2,6071													
Післяаварійний режим											тп=1,5													
Максимально допустимий коефіцієнт навантаження											C=90													
Доля навантаження в післяаварійному режимі											Fкз=35,48													
Допустима втрата напруги в КЛ, %											Кпа=1,25													
Економічні характеристики											Кпа=0,8													
Питома вартість втрат											ΔUдоп=5													
Коефіцієнт ефективності капіталовкладень											Во=7215,52													
Коефіцієнт відрухувань на амортизацію											Ее=10,00%													
											Еа=5,00%													

F, мм^2	Ro, Ом/км	Xo, Ом/км	Iдоп, А	Ко, т. грн/км	dUn, %	dUпа, %	dP, кВт	К, т. грн.	Е*К, т. грн.	Вв, т. грн.	З, т. грн.	Доп.	Клонт*Idоп >= Ip	Кпа*Кдоп*Inоп >= Кпапа*Ip*Кк	ΔUn <= ΔUдоп	ΔUпа <= ΔUпадоп	F >= Fкз	V						
10	3,1	0,122	50	21,461	0,05699	0,0456	0,662123	0,5365125	0,0805	4,7775675	---	НЕДОП	+	+	+	+	---							
16	1,94	0,113	75	31,012	0,036204	0,029	0,414361	0,77529375	0,1163	2,9898326	---	НЕДОП	+	+	+	+	---							
25	1,24	0,099	90	44,669	0,023535	0,0188	0,264849	1,11673125	0,1675	1,911027	---	НЕДОП	+	+	+	+	---							
35	0,89	0,095	115	58,394	0,017245	0,0138	0,190093	1,45985625	0,219	1,3716242	---	НЕДОП	+	+	+	+	---							
50	0,62	0,09	140	83,084	0,012364	0,0099	0,132425	2,0770875	0,3116	0,9555135	1,2671	ДОП	+	+	+	+	+							
70	0,443	0,086	165	113,63	0,009154	0,0073	0,09462	2,84068125	0,4261	0,6827298	1,1088	ДОП	+	+	+	+	+							
95	0,326	0,083	205	147,26	0,007027	0,0056	0,06963	3,68161875	0,5522	0,5024152	1,0547	ДОП	+	+	+	+	V							
120	0,258	0,081	240	186,35	0,005787	0,0046	0,055106	4,65879375	0,6988	0,3976169	1,0964	ДОП	+	+	+	+	+							
150	0,206	0,079	275	229,75	0,004831	0,0039	0,043999	5,74363125	0,8615	0,3174771	1,179	ДОП	+	+	+	+	+							
185	0,167	0,077	310	309,33	0,004108	0,0033	0,035669	7,73325	1,16	0,2573722	1,4174	ДОП	+	+	+	+	+							
240	0,129	0,075	355	429,01	0,003402	0,0027	0,027553	10,7253	1,6088	0,1988085	1,8076	ДОП	+	+	+	+	+							
											Мінімальні затрати на КЛ1													
											1,0547													
											Оптимальний переріз КЛ1													
											95													

Рисунок 2.13 – Вибір КЛ від ЦРП до ТП1

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V			
Початкові дані											Коефіцієнт середовища													
Нормальний режим											Коефіцієнт прокладки													
Максимально доп. коефіцієнт навантаження в н. режимі											Клонт=1													
Напруга, кВ											U=10													
Довжина КЛ, км											I=0,05													
Активна розрахункова потужність, кВт											P=873													
Реактивна потужність, квар											Q=740													
Розрахунковий струм окремого кабелю, А											Iр=66,08													
Кількість кабелів											k=1													
Допустима втрата напруги в КЛ, %											ΔUдоп=5													
Аварійний режим																								
Струм КЗ на початку лінії, кА											Iкз=2,61													
Приведений час КЗ, с											тп=1,5													
Темповий коефіцієнт C, (A*c*(1/2))/змг^2											C=90													
Мінімальний переріз лінії за умовою КЗ, мм^2											Fкз=35,48													
Післяаварійний режим																								
Максимально допустимий коефіцієнт навантаження											Кпа=1,25													
Доля навантаження в післяаварійному режимі											Кпа=0,8													
Допустима втрата напруги в КЛ, %											ΔUдоп=5													
Економічні характеристики																								
Питома вартість втрат											Во=7215,52													
Коефіцієнт ефективності капіталовкладень											Ее=10,00%													
Коефіцієнт відрухувань на амортизацію											Еа=5,00%													
F, мм^2	Ro, Ом/км	Xo, Ом/км	Iдоп, А	Ко, т. грн/км	dUn, %	dUпа, %	dP, кВт	К, т. грн.	Е*К, т. грн.	Вв, т. грн.	З, т. грн.	Доп.	Клонт*Idоп >= Ip	Кпа*Кдоп*Inоп >= Кпапа*Ip*Кк	ΔUn <= ΔUдоп	ΔUпа <= ΔUпадоп	F >= Fкз	V						
25	10	3,1	0,122	50	21,4605	0,13985	0,111881739	2,03059	1,07303	0,16095	14,6518	---	НЕДОП	+	+	+	+	---						
26	16	1,94	0,113	75	31,0118	0,08888	0,071101273	1,270756	1,55059	0,23259	9,16917	---	НЕДОП	+	+	+	+	---						
28	25	1,24	0,099	90	44,6693	0,0578	0,046238713	0,812236	2,23346	0,33502	5,86071	---	НЕДОП	+	+	+	+	---						
29	35	0,89	0,095	115	58,3943	0,04237	0,033896238	0,582976	2,91971	0,43796	4,20648	---	НЕДОП	+	+	+	+	---						
30	50	0,62	0,09	140	83,0835	0,0304	0,024318234	0,406118	4,15418	0,62313	2,93035	3,553480806	ДОП	+	+	+	+	+						
31	70	0,443	0,086	165	113,627	0,02252	0,018017942	0,290178	5,68136	0,8522	2,09379	2,945989969	ДОП	+	+	+	+	+						
32	95	0,326	0,083	205	147,265	0,0173	0,013842805	0,213539	7,36324	1,10449	1,5408	2,645284956	ДОП	+	+	+	+	+						
33	120	0,258	0,081	240	186,352	0,01426	0,01140864	0,168998	9,31759	1,39764	1,21941	2,617043731	ДОП	+	+	+	+	V						
34	150	0,206	0,079	275	229,745	0,01192	0,00953289	0,134936	11,4873	1,72309	0,97363	2,696723308	ДОП	+	+	+	+	+						
35	185	0,167	0,077	310	309,33	0,01014	0,008111975	0,10939	15,4665	2,31998	0,78931	3,109280179	ДОП	+	+	+	+	+						
36	240	0,129	0,075	355	429,012	0,00841	0,006725586	0,084499	21,4506	3,21759	0,6097	3,827292803	ДОП	+	+	+	+	+						
											Мінімальні затрати на КЛ1													
											2,617043731													
											Оптимальний переріз КЛ1													
											120													

Рисунок 2.14 – Вибір КЛ від ЦРП до ТП2

Прийнято рішення: для живлення КЛ від ЦРП до ТП обрати кабелі марки АББ, перерізом 95 мм² для ТП1, та 120 мм² для ТП2. Спосіб

прокладання – в траншеях. Переріз лінії живлення - 150 мм² , марка кабелю – АББ

2.6 Визначення оптимальних координат розміщення ЦРП за критерієм мінімуму затрат в СЕП

Для підводу живлення до ТП необхідно встановити ЦРП. Це можна зробити, знайшовши найоптимальніші координати розміщення ЦРП.

Повна математична модель:

$$\left. \begin{aligned} & 3(x_0, y_0) = \left[(E_e + E_{аж}) \cdot (a_{ж} + K_0(F_{ж})) + 3 \cdot I_{ж}^2 \cdot r_0(F_{ж}) \cdot k_{ж} \cdot B_0 \right] \cdot \rho((x_0, y_0), (x_{ж}, y_{ж})) + \\ & \sum_{i=1}^n \left[(E_e + E_a) \cdot (a + K_0(F_i) \cdot k_i) + 3 \cdot I_i^2 \cdot r_0(F_i) \cdot k_i \cdot B_0 \right] \cdot \rho((x_0, y_0), (x_{ж}, y_{ж})) \rightarrow \min_{x_0, y_0}; \\ & \min_{i=1}^n(x_i) \leq x_0 \leq \max_{i=1}^n(x_i); \\ & \min_{i=1}^n(y_i) \leq y_0 \leq \max_{i=1}^n(y_i). \end{aligned} \right\} \quad (2.40)$$

Довжина лінії:

$$L = \sqrt{(x_0 - x_i)^2 + (y_0 - y_i)^2} \quad (2.41)$$

Довжина кабелю між двома координатами[13]:

$$L = |x_0 - x_i| + |y_0 - y_i| \quad (2.42)$$

Зведемо всі обрахунки в табл.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
3	Напруга зовнішньої лінії живлення, кВ										Uж=	10	L3:=Uj				
4	Метрика зовнішньої лінії (Е чи НЕ)										МетрикаК=	НЕ	L4:=MetrZL				
5	Метрика розподільної мережі (Е чи НЕ)										МетрикаР=	НЕ	L5:=metrR				
6																	
7	Економічні характеристики мережі																
8	Питомі втрати, які не залежать від перерізу КЛ 10кВ, тис.грн/км										a=	10	L8:=aCEM				
9	Питомі втрати, які не залежать від перерізу зовнішньої КЛ тис.грн/км										аж=	8	L9:=ajCEM				
10	Питома вартість втрат, грн/кВт										Во=	7215,52	L10:=VoCEM				
11	Коефіцієнт ефективності капіталовкладень										Еа=	0,1	L11:=ЕаCEM				
12	Коефіцієнт відрахувань на амортизацію										Ез=	4,00%	L12:=ЕзCEM				
13	Коефіцієнт відрахувань на амортизацію живлячої лінії										Еаж=	5,00%	L13:=ЕажCEM				
14																	
15																	
16	Лінії живлення	X, м	Y, м	F, мм ²	k	P, кВт	Q, кВт	I, А	Ro, Ом/км	Ko, т.грн/км	L, м	З, тис. грн					
17	ЖЛ	0	95	150	2	1515,37	1272,51	57,12	0,206	229,7453	95,00	6,152					
18	ТП1	50	75	95	2	712,16	589,22	26,68	0,326	147,2648	25,00	1,317					
19	ТП2	115	65	120	2	873,15	740,05	33,04	0,258	186,3518	50,00	3,289					
20	Сумарні річні приведені затрати в мережу, тис.грн.											10,758					
21	Кординати ЦЕМ, м										Xo=	70	Yo=	70			
22	Оптимальні координати ЦЕМ, м										Xo=	41	Yo=	85			
23	Сумарні річні приведені затрати в мережу, тис.грн.											10,635					
24																	
25	C17:C19:=X	J17:J19:=ROCEM		KCEM=(КОРЕНЬ(PCEM^2+QCEM^2))/(Uj*kCEM*КОРЕНЬ(3))													
26	D17:D19:=Y	K17:K19:=KotCEM		J18:J20:=ВПР(FCEM;KL;2)													
27	E17:E19:=FCEM	L17:L19:=LCEM		KotCEM=ВПР(FCEM;KL;8)													
28	F17:F19:=kCEM	M17:=Zlsum		LmetrZL=ЕСЛИ(MetrZL="Е";КОРЕНЬ((X0-X)^2+(Y0-Y)^2);ABS(X0-X)+ABS(Y0-Y))													
29	G17:G19:=PCEM	M18:M19:=Ztp		LmetrR=ЕСЛИ(metrR="Е";КОРЕНЬ((X0-X)^2+(Y0-Y)^2);ABS(X0-X)+ABS(Y0-Y))													
30	H17:H19:=QCEM	M20:=Зсумрiчн		Zlsum=((ЕаCEM+ЕажCEM)*(ajCEM+KotCEM)+3*(10^(3))*ICEM^2)*ROCEM*10^3*ВоCEM*kCEM)*LCEM*10^3													
31	I17:I19:=ICEM	J22:=X0		Ztp=((ЕаCEM+ЕажCEM)*kCEM*(aCEM+KotCEM)+3*(10^(3))*ICEM^2)*ROCEM*10^3*kCEM*ВоCEM)*LCEM*10^3													
32			M22:=Y0		Зсумрiчн=Zlsum+СУММ(Ztp)												
33			L17:=LmetrZL		J17:=ВПР(FCEM;PL;3)												
34			L18:L19:=LmetrR		K17:=ВПР(FCEM;PL;7)												
35					K18:K20:=ВПР(FCEM;KL;8)												
36																	

Рисунок 2.15 –Визначення місця розміщення ЦРП

Отже, найоптимальніші координати розміщення є наступні: $X_0=70$, $Y_0=70$, сумарні річні приведені затрати = 10,758 тис. грн.

Проектне рішення: координати розміщення ЦРП: $X_0=41$, $Y_0=85$. сумарні річні приведені затрати = 10,758 тис. грн.

Генплан підприємства з розміщеними на ньому ЦРП та ТП зображено на рисунку 2.16

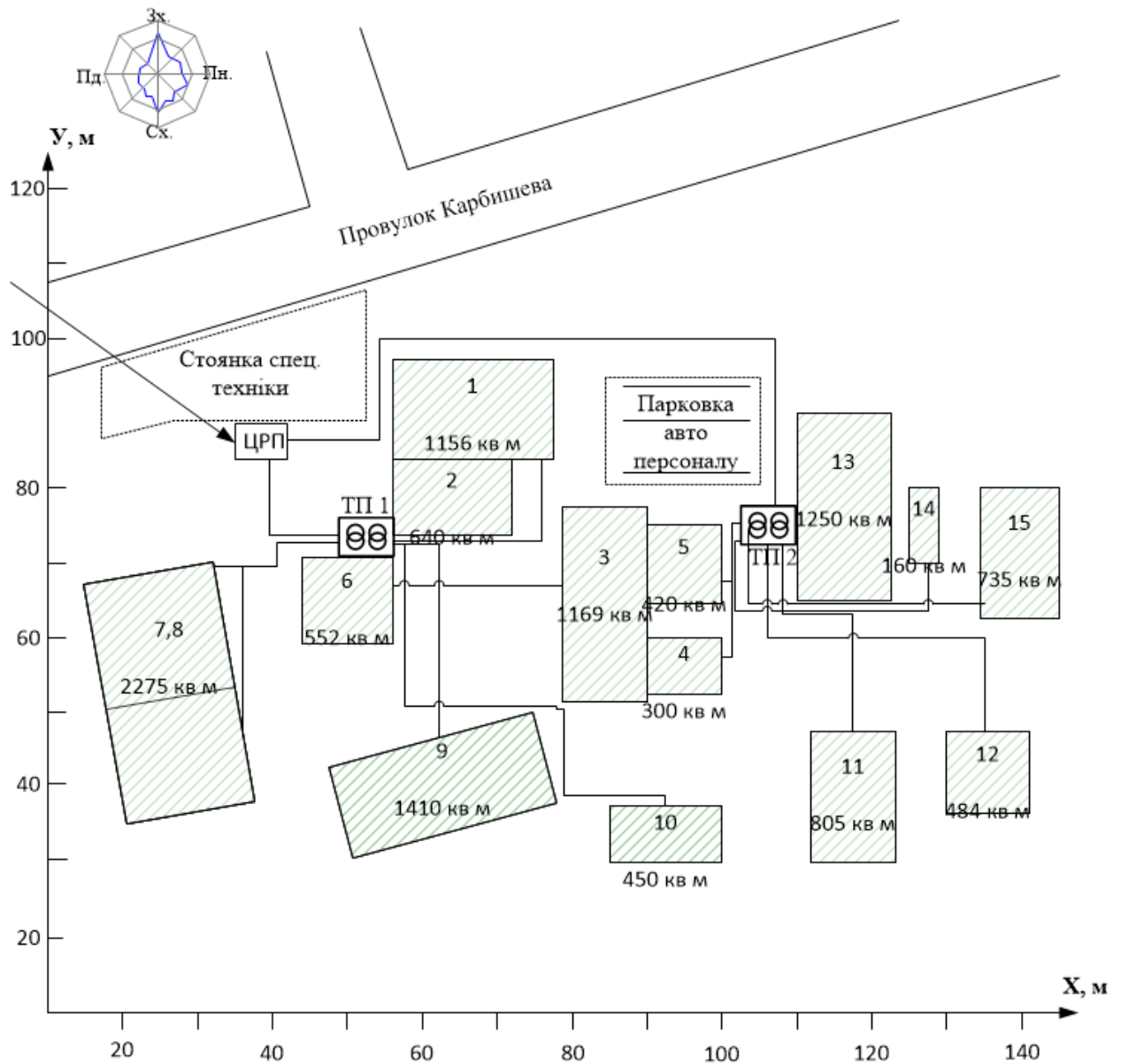


Рисунок 2.16 – Генплан підприємства із розташуванням ЦРП та ЦТП

Отже, в даному розділі було визначено кількість, потужність та місце розташування цехових ТП. Було вирішено розподілити навантаження між двома ЦТП: ЦТП1 – ТМ 2х630, ЦТП2 – ТМ 2х1000. Було обрано найоптимальніший переріз КЛ 10 кВ марки АББ перерізом 150 мм². Для внутрішньозаводської мережі обрано КЛ марки АББ: для ТП1 – 95 мм², для ТП2 - 120 мм² Спосіб прокладання – в траншеях. Було обрано місце розташування ЦРП ($X_0=41$, $Y_0=85$) та прораховано сумарні річні приведені затрати в мережу =10,758 тис. грн.

ЗОПТИМІЗАЦІЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ

3.1 Підвищення енергоефективності за рахунок проектування світлотехнічної частини системи освітлення.

3.1.1 Характеристики приміщення і умов виробничого процесу; Вибір системи освітлення та джерела світла; вибір та розташування світильників.

Характеристики приміщення і умов виробничого процесу

Завод має площу у 735 м². Висота цеху – 5 метрів, розміри – 21х35 м. Тривалість зміни – 8 годин. Розряд зорових робіт – ІХ. Система електропостачання прокладена кабельними лініями та проводами в кабельних каналах. Даний цех має природне освітлення.

Дані про електроприймачі цеху наведено у таблиці 1.2.

Вибір системи освітлення

Системи робочого освітлення:

- система загального освітлення (для освітлення робочих поверхонь усього приміщення в цілому)
- система комбінованого освітлення (загальне освітлення приміщення і місцеве освітлення робочих поверхонь)

У системі загального освітлення буває:

- загальне рівномірне освітлення від світильників;
- загальне локалізоване освітлення.

В проектуванні будемо використовувати комбіноване освітлення, так як необхідно створити освітлення без тіней.

Система освітлення, що проектується, має містити в собі робоче та аварійне освітлення.

Переваги енергозберігаючих ламп:

- високий ККД;
- миттєве включення без мерехтінь;
- відсутня засліплювана дія світла;
- невідчутний вплив перепадів напруги;

Енергозберігаючі люмінесцентні лампи - це дугові лампи з вбудованою пуско-регулюючою апаратурою. В порівнянні з лампами розжарювання, економія від люмінесцентних ламп може досягати 80%.

Показники ефективності – значення терміну окупності та приведеної річної економії коштів:

$$T = \frac{K}{E_p}; \quad E_p = \frac{B^{Л1} - B^{Л2}}{T_{роз}} \rightarrow \max. \quad (3.1)$$

$T_{роз}$ – розрахунковий період, за який розраховуються витрати в системі освітлення, років.

$$T_{роз} = \frac{T_{\max}}{T_p}; \quad (3.2)$$

Витрати на діючу систему освітлення за розрахунковий період:

$$B^{Л1} = \left(\text{Окр} > \left\{ \frac{T_{\max} - T_{зал}}{T_{л}} \right\} K_{л} + P_{лн} \cdot T_{\max} \cdot B_w \right) \cdot n; \quad (3.3)$$

Витрати на альтернативну систему освітлення за розрахунковий період:

$$B^{Л2} = \left(\frac{T_{\max}}{T_{л}} K_{л} + P_{лн} \cdot T_{\max} \cdot B_w \right) \cdot n - K_{ЛКВ}; \quad (3.4)$$

Для освітлення цеху вибираються світильники: WL008C LED10/NW round Sensor Light W IP54

Паспортні дані світильника наведені у таблиці 1.3 [10].

Таблиця 3.1 – Характеристики світильників E36-3350-E24

Марка, модель	WL008C LED10/NW round Sensor Light W IP54
Група світильників	Стельовий, настінний з датчиком руху
Сфера основного застосування	Заводські і фабричні приміщення, гаражі, автостоянки, паркінг, склади, підземні переходи а також фасадів різних будівель і ін.
Світловий потік, лм	1300
Умови експлуатації	-20°C - +40°C
Електрична потужність, Вт	15
Тип розсіювача	Нейтрально білий
Тип конструкції	стельовий, підвісний
Колірна температура, К	4000
Розміри (Д x Ш x В), мм	184x184
Вартість, грн	1004 грн.



Рисунок 3.1 – Світильник стельовий типу WL008C LED10/NW round Sensor Light WIP54

3.1.2 Розрахунок системи освітлення методом коефіцієнта використання світлового потоку

Проект освітлювальної установки має дві стадії: технічний проект і робочі креслення.

Нормована освітленість визначається з ДБН В.2.5-28-2006.

Число світильників вираховують з умови найкращої відносної відстані між ними по параметрах приміщення: довжині, ширині і розрахунковій висоті [6].

Розрахунок проводиться на прикладі ділянки А. Розрахунки для ділянки Б будуть аналогічними.

Розрахункова висота:

$$h_p = H - (h_{pp} + h_c), \quad (3.5)$$

$$h = 5 - (1,5 + 0,9) = 2,6 \text{ (м)}.$$

Коефіцієнти відбивання поверхонь:

$$\rho_{п} = 70 \%, \rho_c = 50 \%, \rho_p = 10 \%,$$

де $\rho_{п}$, ρ_c , ρ_p – коефіцієнти відбивання стелі, стін і робочої поверхні відповідно.

За розмірами приміщення визначаємо індекс приміщення:

$$i = \frac{A \cdot B}{h_p \cdot (A + B)}, \quad (3.6)$$

$$i = \frac{35 \cdot 21}{2,6 \cdot (35 + 21)} = 5,05$$

За знайденим індексом приміщення вибираємо коефіцієнт використання: $\eta = 63 \%$.

Коефіцієнт запасу: $k_z = 1,5$ і коефіцієнт нерівномірності освітлення для ламп $z = 1,15$. Визначається необхідна кількість світильників при розрахунковому світловому потоці ламп WL008C LED10/NW round Sensor Light WIP54 $\Phi_{л} = 1300$ лм[1]:

$$N_{\text{світ}} = \frac{E_{\text{н}} \cdot S \cdot k_3 \cdot z}{\Phi_{\text{л}} \cdot n \cdot \eta}, \quad (3.7)$$

$E_{\text{н}}$ - нормована освітленість, для робіт середньої точності IX розряду зорової роботи та при загальному освітленні, $E_{\text{н}} = 50$ лк

де S – площа приміщення, м²;

$\Phi_{\text{л}}$ – світловий потік ламп;

n – кількість ламп.

$$N = \frac{50 \cdot 735 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{1 \cdot 1300 \cdot 0,63} \approx 29,2 = 30 \text{ шт.}$$

Світильники розташовуються в 5 рядів вздовж цеху таким способом, щоб в рядах було по 6 світильників, тоді загальна кількість світильників буде 30 шт.

Загальна установлена потужність світильників:

$$P_{\text{уст}} = N \cdot n \cdot P_{\text{л}}, \quad (3.8)$$

де $P_{\text{л}}$ – потужність лампи, Вт;

$$P_{\text{уст}} = (30 \cdot 2) \cdot 1 \cdot 0,027 = 0,75 \text{ (кВт).}$$

Розрахункова потужність з врахуванням ПРА:

$$P_{\text{ро}} = P_{\text{уст}} \cdot k_{\text{с}} \cdot k_{\text{ПРА}}, \quad (3.9)$$

$$P_{\text{ро}} = 0,75 \cdot 0,95 \cdot 1 = 0,71 \text{ (кВт).}$$

Аварійне освітлення повинно створювати на поверхнях освітленість 5% від нормованої для загального освітлення. Норма аварійної освітленості = 3 лк.

Вибір світильників аварійного освітлення здійснюється аналогічно вибору світильників робочого освітлення.

$$N_{\text{ав.світ}} = \frac{3 \cdot 735 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{3300 \cdot 1 \cdot 0,63} \approx 1,75 = 2 \text{ (шт.).}$$

Розташуємо в 2 ряди по 1 аварійних світильника.

Загальна установлена потужність світильників:

$$P_{\text{уст.ав}} = N \cdot n \cdot P_{\text{л}} = 2 \cdot 1 \cdot 0,027 = 0,054 \text{ (кВт)}.$$

Споживана потужність з врахуванням ПРА:

$$P_{\text{ро}} = P_{\text{уст}} \cdot k_{\text{с}} \cdot k_{\text{ПРА}} = 0,054 \cdot 0,95 \cdot 1 = 0,0513 \text{ (кВт)}.$$

В даному розділі курсової роботи було обрано тип освітлювальних лам. Для ламп було обрано світильники розрахована їх кількість та спосіб встановлення.

Вибір перерізів ліній живлення та автоматичних вимикачів

Перерізи ліній вибираються за допустимим струмом:

$$I_{\text{доп}} \geq \begin{cases} I_p & \text{для нормальних приміщень;} \\ 1,25 \cdot I_p & \text{для вибухонебезпечних приміщень,} \end{cases}$$

де $I_{\text{доп}}$ – допустимий згідно ПУЕ струм вибраного перерізу лінії;

I_p – розрахунковий струм лінії.

$$s \geq s_{\Delta U},$$

де s - переріз провідника, мм²;

$s_{\Delta U}$ - переріз провідника, що забезпечує допустиму втрату напруги ΔU , вибирається в розділі 3.

Вибір автоматичних вимикачів здійснюватимемо з переліку сучасних і надійних вимикачів марки АВВ. Для захисту ліній РП - осв. навантаження пропонуємо вимикач серії SACE Tmax XT2 з напівпровідниковим розчеплювачем Екір М-LIU.

Вибір вимикачів за умовами:

$$I_{н.розч} \geq k_{відс} \cdot I_p;$$

$$I_{с.в.} \geq k_n \cdot I_n,$$

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

$k_{відс}$ – коефіцієнт відстроювання захисту від перевантажень (для автоматичних вимикачів з напівпровідниковим розчіплювачем приймаємо рівним 1);

I_p – розрахунковий максимальний струм приєднаних споживачів електроенергії;

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

k_n – коефіцієнт надійності відстроювання струмової відсічки (для автоматичних вимикачів з напівпровідниковим розчіплювачем приймаємо рівним 1,5);

I_n – піковий струм, що проходить через автоматичний вимикач.

Вибираємо переріз проводу та автоматичний вимикач для лінії РП-ЩО:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3}U_n \cos \varphi} = \frac{0,71}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,87} 1,25 \text{ (A)}.$$

$$I_{\partial on} \geq I_p = 1,25 \text{ (A)}, I_{\partial on} = 16 \text{ (A)},$$

Вибираємо чотири одножильних проводи, прокладених в трубах марки ПВ, перерізом 1,5 мм².

$$I_{н.розч} \geq k_{відс} \cdot I_p \geq 1 \cdot 1,25 \geq 1,25 \text{ [A];}$$

$$I_n = k_n \cdot I_p = 1 \cdot 1,25 = 1,25 \text{ (A);}$$

$$I_{с.в.} \geq k_n \cdot I_n \geq 1,5 \cdot 1,25 = 1,88 \text{ (A)},$$

Вибираємо автоматичний вимикач серії SACE Tmax XT2 з напівпровідниковим розчіплювачем Екір М-LIU з параметрами:

$$I_{н.вим} = 160 \text{ [A];}$$

$$I_{н.розч} = 1,6 > 1,25 \text{ [A];}$$

$$I_{с.в.} = 6 \cdot 1,6 = 9,6 > 1,88 \text{ [A],}$$

Вибираємо переріз проводу та автоматичний вимикач для лінії РП-ЩАО:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3}U_n \cos \varphi} = \frac{0,054}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,87} = 0,09 \text{ (A).}$$

$$I_{дон} \geq I_p = 0,09 \text{ (A), } I_{дон} = 16 \text{ (A),}$$

Вибираємо чотири одножильних проводи, прокладених в трубах марки ПВ, перерізом 1,5 мм².

$$I_{н.розч} \geq k_{відс} \cdot I_p \geq 1 \cdot 0,09 \geq 0,09 \text{ [A];}$$

$$I_n = k_n \cdot I_p = 1 \cdot 0,09 = 0,09 \text{ (A);}$$

$$I_{с.в.} \geq k_n \cdot I_n \geq 1,5 \cdot 0,09 = 0,14 \text{ (A),}$$

Вибираємо автоматичний вимикач серії SACE Tmax XT2 з напівпровідниковим розчіплювачем Екір М-LIU з параметрами:

$$I_{н.вим} = 160 \text{ [A];}$$

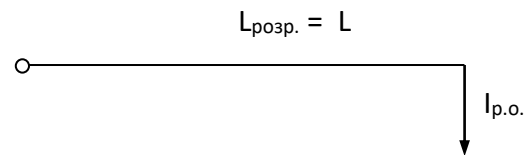
$$I_{н.розч} = 1,6 > 0,09 \text{ [A];}$$

$$I_{c.в.} = 6 \cdot 1,6 = 9,6 > 1,88 \text{ [A]}$$

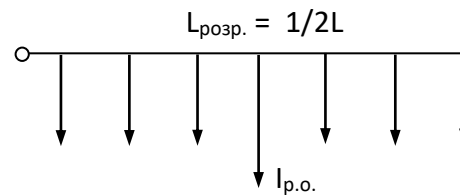
3.1.3 Проектування електротехнічної частини системи освітлення

Складання схеми електропостачання освітлення

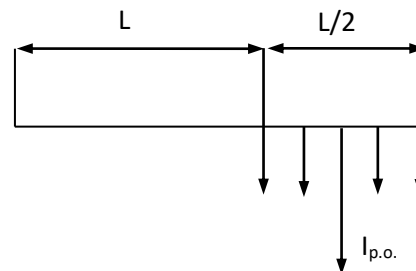
Розрахункова довжина лінії $L_{розр.}$: $L_{розр.} = L$ якщо розрахункове навантаження зосереджене в кінці лінії.



Якщо навантаження освітлення зосереджене вповдовж всієї лінії: $L_{розр.} = 1/2 L$, тобто приймають, що навантаження зосереджене всередині лінії.



Якщо має випадок який показано на схемі, то приймають $L_{розр.} = L + L/2$.



В нашому випадку це $L_{розр.} = 1/2L$

Втрати напруги в лінії: $\Delta U = I_{p.o.} (R \cdot \cos \phi + X \cdot \sin \phi)$.

Для визначення ΔU використовуємо наступну залежність: $\Delta U = \frac{M}{S \cdot C}$;

Для двопровідних мереж 380/220 В значення коефіцієнта C дорівнює: для міді – 32, алюмінію – 19,5, а для однофазної напругою 220 В він дорівнює: для міді – 12, алюмінію – 7,4 та для однофазної напруги 127 В: для міді – 4, алюмінію – 2,46.

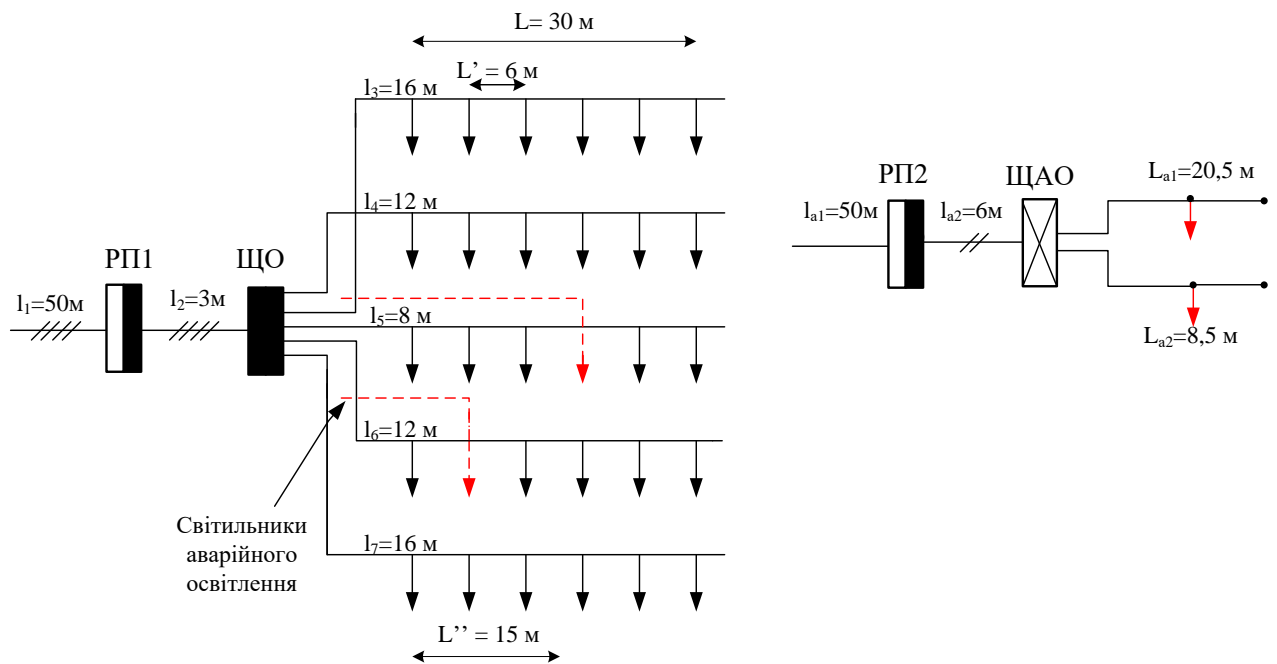


Рисунок 3.2 – Однолінійна схема живлення освітлювальної мережі

3.1.4 Вибір провідників освітлювальної мережі та апаратів захисту

1. Розраховуємо моменти навантаження кожної з ділянок:

- для ділянки 3-7:

$$m_{3,7} = n \cdot P \cdot \lambda = 6 \cdot 0,027 \cdot 31 = 5,022 \text{ [кВт}\cdot\text{м]};$$

$$m_4 = n \cdot P \cdot \lambda = 6 \cdot 0,027 \cdot 27 = 4,374 \text{ [кВт}\cdot\text{м]};$$

$$m_5 = n \cdot P \cdot \lambda = 5 \cdot 0,027 \cdot 23 = 3,105 \text{ [кВт}\cdot\text{м]};$$

$$m_6 = n \cdot P \cdot \lambda = 5 \cdot 0,027 \cdot 27 = 3,645 \text{ [кВт}\cdot\text{м]};$$

- для ділянки 2:

$$M_2 = l_2 \cdot n \cdot P = 3 \cdot 30 \cdot 0,027 = 2,43 \text{ [кВт}\cdot\text{м]}.$$

Момент навантаження на ділянці №1 не розглядаємо (нехай втрати напруги в тій ділянці не перевищують 1%)

2. Визначаємо приведений момент навантаження:

$$M_{пр} = M_2 + \alpha \sum (m_3 + m_4 + m_5 + m_6 + m_7) = 2,43 + 1,85 \cdot 21,168 = 41,59 \text{ [кВт}\cdot\text{м]}.$$

3. Визначається переріз другої ділянки:

$$s_2 = \frac{M_{\text{пр}}}{c\varepsilon_{\text{найб}}} = \frac{41,59}{77 \cdot 1} = 0,54 \approx 1,5 \text{ [мм}^2\text{]}.$$

4. Визначається дійсне відхилення напруги на другій ділянці:

$$\varepsilon_2 = \frac{M_2}{cs_2} = \frac{2,43}{77 \cdot 1,5} \approx 0,021\% .$$

5. Визначається переріз третьої ділянки (для найбільш завантаженої):

$$s_3 = \frac{m_3}{c(\varepsilon_{\text{найб}} - \varepsilon_2)} = \frac{5,022}{12,8 \cdot (1 - 0,021)} \approx 0,4 \approx 1,5 \text{ [мм}^2\text{]}.$$

$$\varepsilon_3 = \frac{m_3}{cs_3} = \frac{5,022}{77 \cdot 1,5} = 0,04\%$$

6. Максимальні втрати напруги на ділянці від РП до світильників:

$$\varepsilon_{\text{max}} = \varepsilon_2 + \varepsilon_3 = 0,021 + 0,04 = 0,061\%$$

Для ділянок 4,5,6 та 7 приймаємо аналогічний переріз.

Отже, для освітлювальної мережі вибираємо наступні проводи:

РП1-ЩО2: АВВГ 4x1,5 – відкрито;

ЩО2-3: ПВ 2(1x1,5) – в трубах;

ЩО2-4: ПВ 2(1x1,5) – в трубах;

ЩО2-5: ПВ 2(1x1,5) – в трубах;

ЩО2-6: ПВ 2(1x1,5) – в трубах;

ЩО2-7: ПВ 2(1x1,5) – в трубах;

3.2 Підвищення ефективності системи тепlopостачання підприємства

Підприємство забезпечується паром та гарячою водою від промислово-опалювальної котельні. В котельні встановлені 3 котли типу Е-1/9 Г-3. Основним паливом є газ. Теплоносіями з котельної є: для систем опалювання та вентиляції-вода 100/50°С, для технологічних потреб підприємства-пара 0,6 МПа. Паровидатність котлів по 1,2 т/год, тиск пари 0,9 з редукуванням 0,6 Мпа, пара насичена. Пара витрачається на технологічні потреби, опалення та гаряче водопостачання.

3.2.1 Розрахунок існуючої теплової схеми котельні

Існуюча тепла схема зображена на рисунку 3.3.

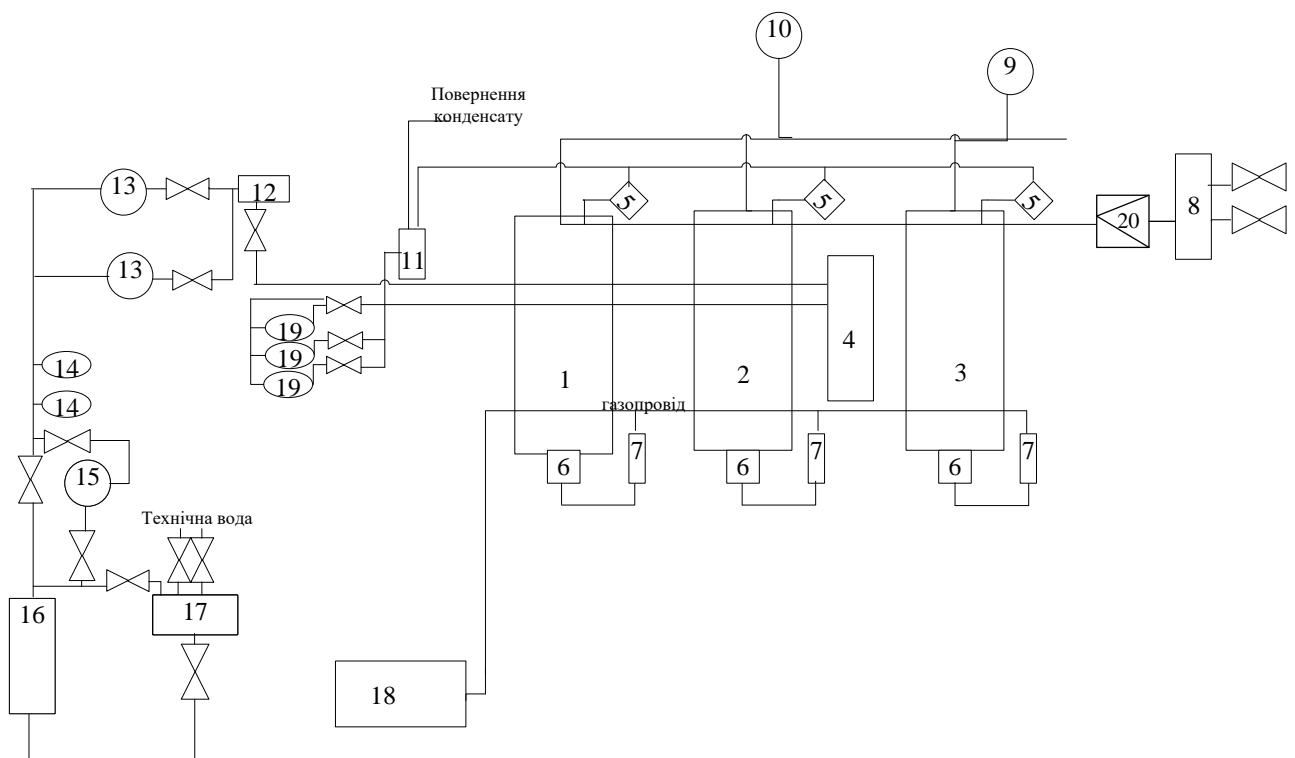


Рисунок 3.3 – Існуюча тепла схема котельні

1, 2, 3 - парові котли Е-1,0-0,9Г-3, 4 - економайзер, 5 - живильні насоси, 6 - газовий паливник, 7 - регулятори МГ та ВГ, 8 - паровий колектор, 9 - продувочний колодязь, 10 - димова труба, 11 - бак запасу живильної води, 12 - бак пом'якшеної води, 13 - катіонітовий фільтр, 14 - насоси закачки

технічної води, 15 – солерозчинник, 16 – ХВО, 17 - колектор технічної води, 18 - вузол обліку витрат газу, 19 - насоси подачі води, 20 - редукційна установка.

Початкові данні:

- ціна на електроенергію $C_e = 2,8$ грн.;
- ціна на газ $C_g = 11,8$ грн.
- споживана електрична енергія котельнею $N_k = 0,05$ МВт;
- споживана електрична енергія підприємством $N_{п} = 1,2$ МВт.

Витрати пари на виробництво, кг/с $D_{вир} = 0,222$.

Витрати пари на пропарку автоцистерн, кг/с $D_{пр.а} = 0,006$.

Для опалювального періоду:

- потужність теплофікаційної системи $Q_{тф} = 72$ кВт;
- кількість годин опалювального періоду $\tau_{оп} = 4500$ год(опалення та ГВП);

Для неопалювального періоду:

- потужність гарячого водопостачання $Q_{гвп}^{тф} = 50$ кВт;
- кількість годин неопалювального періоду $\tau_{неоп} = 4000$ (тільки ГВП).

За допомогою таблиць теплофізичних властивостей води і водяної пари визначимо ентальпії пари, конденсату і води у вузлових точках схеми:

Гострої пари за (котлоагрегатом) $h_0 = 2773$,

Конденсату із мережного теплообмінника $h_{мто}^{\wedge} = 420$,

Живильної води $h_{жсв}^{\wedge} = 428$,

Додаткової води $h_{ог}^{\wedge} = 42$,

Витрати пари на виробництво, кг/с $D_{\text{вир}} = 0,222$.

Витрати пари на пропарку автоцистерн, кг/с $D_{\text{пр.а}} = 0,006$.

Витрати пари на теплові споживачі, кг/с

$$D_{\text{оп}} = Q_{\text{тф}}^{\text{оп}} \cdot 10^3 / [(h_0 - h_{\text{мто}}) \eta_{\text{м}}] = 0,072 \cdot 10^3 / [(2773 - 420) \cdot 0,9] = 0,034 \quad (3.10)$$

$$D_{\text{неоп}} = Q_{\text{тф}}^{\text{неоп}} \cdot 10^3 / [(h_0 - h_{\text{мто}}) \eta_{\text{м}}] = 0,05 \cdot 10^3 / [(2773 - 420) \cdot 0,9] = 0,0236 \quad (3.11)$$

Розрахунок для опалювального періоду

Необхідна паровидатність котельні, кг/с

$$D_o = D_{\text{вир}} + D_{\text{пр.а}} + D_{\text{оп}} = 0,222 + 0,006 + 0,034 = 0,262 \left(\frac{\text{кг}}{\text{с}} \right) \quad (3.12)$$

Теплова потужність котельні, МВт

$$Q_k = [D_o (h_0 - h_{\text{жв}}) + D_{\text{о}} (h_{\text{кв}} - h_{\text{жв}})] \cdot 10^{-3} = [0,262 \cdot (2773 - 428) + 0,262 \cdot (742,6 - 428)] \cdot 10^{-3} = 0,697$$

Витрата газу в котельні, м³/с

$$B_p^{\text{оп}} = Q_k / (Q_{\text{н}}^e \times h_k) = 0,697 / (35,88 \times 0,9) = 0,022 \quad (3.13)$$

Витрати газу за опалювальний період, тис.м³

$$B_{\text{оп}} = B_p^{\text{оп}} \cdot t_{\text{оп}} \cdot 3,6 = 0,022 \cdot 4500 \cdot 3,6 = 356,4 \quad (3.14)$$

Затрати на газ в опалювальний період, млн.грн

$$Z_{\text{II}}^{\text{оп}} = B_{\text{оп}} \cdot C_{\text{II}} \cdot 10^{-6} = 356,4 \cdot 11800 \cdot 10^{-6} = 4,2 \quad (3.15)$$

Витрата електричної енергії на власні потреби котельні та підприємства,
МВт·год

$$E_{\text{оп}} = (N_{\text{к}} + N_{\text{п}}) \cdot \tau_{\text{оп}} = (0,05 + 1,2) \cdot 4500 = 5625. \quad (3.16)$$

Витрати на електроенергію, млн.грн

$$Z_e^{\text{оп}} = E_{\text{оп}} \cdot \Pi_e \cdot 10^{-6} = 5625 \cdot 2800 \cdot 10^{-6} = 15,75. \quad (3.17)$$

Розрахунки теплової схеми для не опалювального періоду

Необхідна паро видатність котельні, кг/с

$$D_o = D_{\text{вир}} + D_{\text{пр.а}} + D_{\text{то}} = 0,222 + 0,006 + 0,0236 = 0,252. \quad (3.18)$$

Теплова потужність котельні, МВт

$$Q_k = [D_o (h_0 - h_{\text{жв}}) + D_{\text{оп}} (h_{\text{кв}} - h_{\text{жв}})] \cdot 10^{-3}, \quad (3.19)$$

$$Q_e = [0,252 \cdot (2773 - 428) + 0,03 \cdot 0,252 \cdot (742,6 - 428)] \cdot 10^{-3} = 0,593$$

Витрата газу в котельні, м³/с

$$B_p^{\text{от}} = Q_k / (Q_n^e \times h_k) = 0,593 / (35,88 \times 0,9) = 0,018. \quad (3.20)$$

Витрата газу за не опалювальний період, тис.м³

$$B_{\text{ом}} = B_p^{\text{ом}} \times t_{\text{оп}} \times 3,6 = 0,018 \times 4000 \times 3,6 = 259,2. \quad (3.21)$$

Затрати на газ в не опалювальний період, млн.грн

$$Z_n^{\text{ом}} = B_{\text{ом}} \cdot \Pi_n \cdot 10^{-6} = 291,6 \cdot 11800 \cdot 10^{-6} = 3,1. \quad (3.22)$$

Річні затрати на газ

$$Z_{\text{газ}} = Z_{\text{оп}} + Z_{\text{неоп}} = 4,2 + 3,1 = 7,3 \text{ млн грн}$$

Витрата електричної енергії на власні потреби котельні та підприємства, МВт·год

$$E_{\text{мп}} = (N_{\text{к}} + N_{\text{п}}) \times t_{\text{оп}} = (0,05 + 1,2) \times 4000 = 5000. \quad (3.23)$$

Витрати на електроенергію, млн.грн

$$Z_e^{\text{мо}} = E_{\text{мо}} \cdot C_e \cdot 10^{-6} = 5000 \cdot 2800 \cdot 10^{-6} = 14. \quad (3.24)$$

3.2.2 Встановлення теплонасосної установки (ТНУ)

Теплонасосну установку доречно встановлювати для гарячого водопостачання. Принцип роботи досить простий: фреон, який закипає при низькій температурі і пара, яка подається компресором в конденсатор. В конденсаторі пара гріє воду, яка подається для гарячого водопостачання.

Теплофікаційна потужність гарячого водопостачання підприємства складає 0.05 МВт.

Розрахунок теплонасосної установки здійснений з допомогою відомої програми програми «ТНУ».

Результати розрахунку наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Результати розрахунку ТНУ для ГВП

Фреон	$t_{\text{к}}, ^\circ\text{C}$	$Q_{\text{ТНУ}}$	$N_{\text{комп.}}$	φ	$G, \text{кг/с}$	$Q_{\text{к}}$
R410A	60 ⁰	36 кВт	11,7кВт	3,07	0,27	50 кВт

Тип фреону - R410A ;

Результати розрахунку циклу теплонасосної установки в $p - h$ координатах наведені на рисунку 3.4.

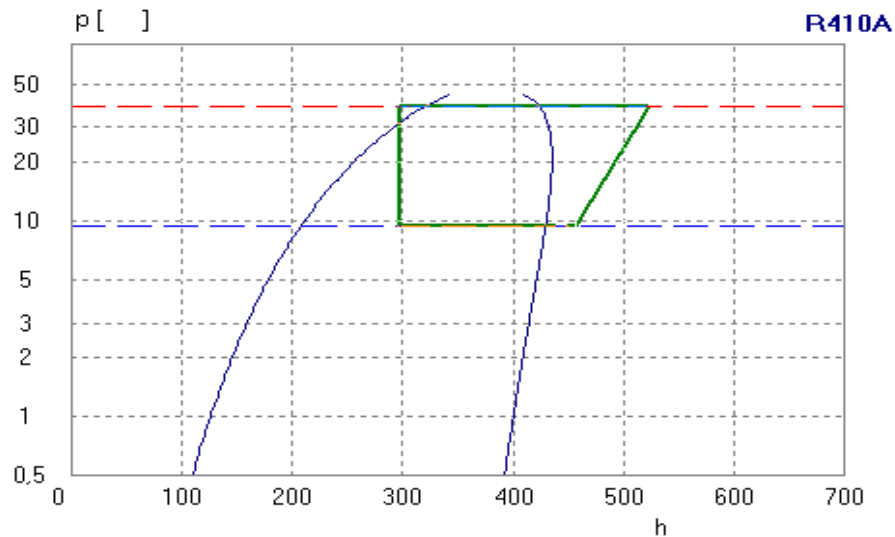


Рисунок 3.4 – p-h діаграма фреону R410A

Результати розрахунку параметрів p – h діаграми наведенні на рисунку 3.5.

	t	p	h	s	v	x
	[°C]	[Бар]	[кДж/кг]	[кДж/кг·К]	[Дм ³ /кг]	[%]
1a	15,00	9,4091	438,31	1,8545	30,1754	
1b	25,00	9,4091	447,27	1,8850	31,7771	
1	35,00	9,4091	456,28	1,9148	33,3347	
2	130,96	38,4312	522,83	1,9652	9,8536	
3a	55,00	38,4312	306,90	1,3443	1,1139	
3	51,47	38,4312	297,94	1,3179	1,0838	
4	5,00	9,4091	297,94	1,3513	12,0979	40,6

Рисунок 3.5 – Параметри p – h діаграми

- температура після випарника складає т.1a $t=15^{\circ}\text{C}$;
- температура перед компресором т.1 $t=35^{\circ}\text{C}$;
- температура після компресора т.2 $t=130,96^{\circ}\text{C}$;
- температура перед дроселювання т.3 $t=51,47^{\circ}\text{C}$
- температура після дроселювання т.4 $t=5^{\circ}\text{C}$

3.2.3 Капіталовкладення на придбання ТНУ

$$K_{\text{ТНУ}} = 0,45 \text{ (млн.грн)}$$

Витрати на транспортування ТНУ, млн.грн.

$$K_{\text{ТНУ}}^{\text{ТР}} = K_{\text{ТР}} \cdot K_{\text{ТНУ}}, \quad (3.25)$$

де $K_{\text{ТР}}$ – коефіцієнт, що враховує витрати на транспортування.

$$K_{\text{ТНУ}}^{\text{ТР}} = 0,45 \cdot 0,12 = 0,054 \text{ (млн.грн)}.$$

Витрати на монтаж ТНУ, млн. грн.

$$K_{\text{ТНУ}}^{\text{М}} = K_{\text{М}} \cdot K_{\text{ТНУ}} \quad (3.26)$$

де $K_{\text{М}}$ – коефіцієнт, що враховує витрати на монтаж, грн.

$$K_{\text{ТНУ}}^{\text{М}} = 0,1 \cdot 0,45 = 0,045 \text{ (млн.грн.)}.$$

Загальні капіталовкладення на ТНУ, грн.

$$K_{\text{ТНУ}}^{\text{заг}} = K_{\text{ТНУ}} + K_{\text{ТНУ}}^{\text{ТР}} + K_{\text{ТНУ}}^{\text{М}}$$

$$K_{\text{ТНУ}}^{\text{заг}} = 0,45 + 0,054 + 0,045 = 0,549 \text{ (млн.грн.)}$$

Затрати на електроенергію ТНУ:

$$Z_{\text{е}} = N_{\text{комп}} \cdot \text{Ц}_{\text{е}} \cdot 8760,$$

$$Z_{\text{е}} = 11,7 \cdot 2,8 \cdot 8760 \cdot 10^{-6} = 0,287 \text{ (млн. грн.)}$$

Затрати на газ для гарячого водопостачання:

Прийнявши ККД котла 85%, теплоту згорання 1м кубічного газу 33 300 кдж а його ціну 11, 8 грн визначимо що для для отримання 50 квт теплової енергії на протязі 8760 годин треба спалити газ вартістю

$$Z_{\text{газу}} = \frac{50 \cdot 3600 \cdot 8760 \cdot 11,8}{33300 \cdot 0,85} = 657348 \text{ грн} = 0,6573 \text{ млн.грн}$$

Річна економія коштів за рахунок впровадження ТНУ:

$$\Delta Z_p = Z_{\text{газу}} - Z_e ,$$

$$\Delta Z_p = 0,6573 - 0,287 = 0,37 \text{ млн грн}$$

Термін окупності капіталовкладень в ТНУ, років:

$$T = \frac{K_{\text{ТНУ}}^{\text{зар}}}{\Delta Z_p} ,$$

$$T = \frac{0,549}{0,37} = 1,5 \text{ роки}$$

Утилізація теплоти вентиляційних викидів в рекуперативному теплообміннику

Є доцільність встановлення в системі вентиляції цеху підприємства рекуперативний теплообмінник. Даний тепловий апарат призначений для відбору тепла з повітря, яке викидається у навколишнє середовище. Схема системи вентиляції з теплообмінником наведена на рис. 3.3:

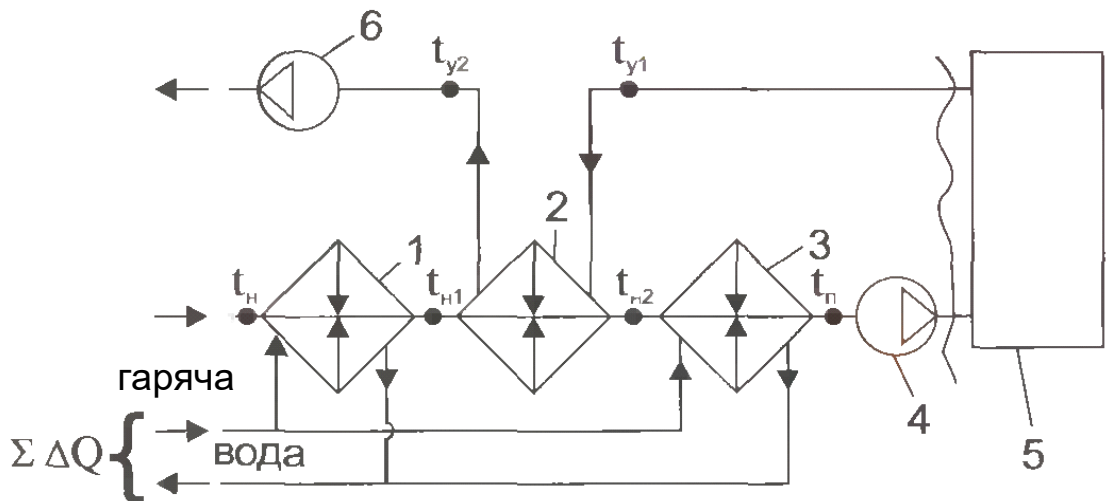


Рисунок 3.6 – Принципова схема системи вентиляції з теплообмінником утилізатором: 1– попередній підігрівник (калорифер); 2– рекуперативний теплообмінник; 3 – підігрівник; 4 – приточний вентилятор; 5 – приміщення що вентилюється; 6 – витяжний вентилятор.

Розрахунок

1) Вхідні дані:

$Q = 40$ кВт – внутрішні виділення тепла в приміщенні;

$Q_{\text{втр}} = 30$ кВт – втрати тепла з приміщення через загороджувальні конструкції;

ε – ефективність рекуперативного теплообмінника-утилізатора;

$G_{\text{п}} = G_{\text{в}} = G = 1$ кг/с – масові витрати приточного і витяжного повітря;

$d_{\text{н1}} = 3$ г/кг. с. п. – вологовміст зовнішнього повітря;

$t_{\text{н1}} = 5$ °С – температура повітря в попередньому підігрівачі;

$t_{\text{п}} = 25$ °С – температура приточного повітря;

2) Рівняння теплових балансів для теплообмінника–утилізатора, у приміщенні що вентилюється і системи вцілому будуть мати вигляд [14]:

$$Q_{\text{то}} = G \cdot (H_{n2} - H_{n1}) = G \cdot (H_{y1} - H_{y2}), \quad (3.27)$$

Провівши математичні операції отримаємо наступне:

$$G \cdot (H_n - H_{n1}) + Q - Q_{\text{втр}} = 0, \quad (3.28)$$

$$-G \cdot (H_{y2} - H_n) + \sum Q + \Delta Q = 0, \quad (3.29)$$

де, $\sum Q = Q_1 + Q_2$ – сумарна потужність, що підводиться до повітря;

$\Delta Q = Q - Q_{\text{втр}}$ – надлишкова теплова потужність в приміщенні.

4) Енергозберігаючий ефект від використання теплообмінника-утилізатора буде мати вигляд:

$$\sum Q_e = \sum Q - \sum Q_y = G \cdot (H_{y1} - H_{y2}) = \Delta Q_{\text{ты}}, \quad (3.30)$$

5) Економія теплової потужності із урахуванням ефективності теплообмінника-утилізатора:

$$\sum Q_e = G \varepsilon (H_{y1} - H_{n1}), \quad (3.31)$$

де H_{y1} ; H_{n1} – ентальпії вологого повітря (кДж/кг с. п.);

$$H_{y1} = \frac{\Delta Q}{G} + H_n, \quad (3.32)$$

$$H_{n1} = C_v \cdot t_{n1} + d \cdot (r_0 + C_p \cdot t_{n1}), \quad (3.33)$$

де C_v , C_p – питомі середні теплоємності сухого повітря, пару в інтервалі робочих температур (1,005 і 1,807);

$r_0 = 2500$ кДж/кг – питома теплота випаровування води в навколишньому середовищі при $0\text{ }^\circ\text{C}$;

$$H_{н1} = 1,005 \cdot 5 + 3 \cdot 10^{-3} \cdot (2500 + 1,807 \cdot 5) = 12,6 \text{ (кДж/кг с. п.)}.$$

$$H_{н1} = 1,005 \cdot 25 + 3 \cdot 10^{-3} \cdot (2500 + 1,807 \cdot 25) = 32,7 \text{ (кДж/кг с. п.)}.$$

$$H_{y1} = \frac{50 - 35}{1,5} + 32,7 = 42,7 \text{ (кДж/кг с. п.)}.$$

6) Енергозберігаючий ефект буде становити:

$$\sum Q = 1,5 \cdot 0,6 \cdot (42,7 - 12,6) = 27,09 \text{ (кВт)}.$$

7) Капіталовкладення необхідні для впровадження системи утилізації теплоти вентиляційних викидів в рекуперативному теплообміннику:

Вартість теплообмінника - 104 тис. грн., монтаж та наладка системи 26 тис.грн.

Окрім того система циркуляції теплоносія потребуватиме встановлення нагнітачі $P_{\text{спож}}$ на рівні 10-15 кВт.

8) Таким чином реальна економія коштів за рік становитиме:

$$E = (\sum Q_e - P_{\text{спож}}) \cdot C_{\text{ел.ен}} \cdot 2800 = (27,09 - 15) \cdot 2,8 \cdot 2800 = 94,786 \text{ (тис. грн.)}.$$

9) Термін окупності проекту:

$$T_{\text{окупн.}} = \frac{K}{E} = \frac{260+25}{94,786} = 3 \text{ (роки)}.$$

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Розрахунок капіталовкладень в систему електропостачання

Розрахунок капіталовкладень в лінії електропередач виконуємо за вартістю кабелів та їх прокладання, які наведені в табл. 2.4 і табл. 2.5 [1].

Капітальні вкладення для ліній електропередач:

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

де $K_{пит}$ – питома вартість на 1 км лінії, тис. грн./км (табл. 2.4, 2.5 [1]);

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

L – довжина лінії електропередачі, км.

n – кількість кабелів в траншеї, шт.

Визначимо вартість прокладання кабельної лінії від ГПП до ТП1 (АББ 2x95) в ґрунті II категорії без врахування переходів:

$$K_{л1} = (K_{пит} \cdot n + K_{прок}) \cdot L = (83,08 \cdot 2 + 10) \cdot 0,025 = 4,40 \text{ тис. грн.}$$

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

Таблиця 4.1 – Розрахунок капіталовкладень для ліній електропередач

Назва лінії	Марка кабелю	Кількість	Довжина, км	$K_{пит}$, тис. грн	$K_{прок}$ тис. грн	$K_{л}$, тис. грн
ГПП-ТП1	АББ 2x95	2	0,025	83,084	10	4,404175
ГПП-ТП2	АББ 2x120	2	0,05	83,084	10	8,80835
Всього						13,212525

Капітальні вкладення для електричних підстанцій будуть:

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

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

l – кількість підстанцій;

$K_{\text{пост}}$ – 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 трансформаторних підстанцій, наприклад, для ТП–1:

$$K_{\text{пс1}} = 299,8 + 59,96 = 359,76 \text{ тис. грн.}$$

Результати розрахунків заносимо в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Розрахунок капіталовкладень для електричних підстанцій

№	Тип тр-ра	Кількість тр-рів	Код, тис. грн	Кпост, тис. грн	Кпс, тис. грн
КТП-1	ТМ-1000	2	299,8	59,96	359,76
КТП-2	ТМ-630	2	216,86	43,37	260,232
Всього					619,992

Розрахуємо сумарну вартість вимикачів. Відповідно до схеми, зображеної на рис.1, кількість вимикачів 10 кВ – 7 шт., а вимикачів 110 кВ – 2 шт. Відповідно до рекомендацій приймаємо вартість вимикача 10 кВ рівною 50 тис. грн., а вимикача 110 кВ – 100 тис. грн.

Сумарна вартість вимикачів:

$$K_{\text{В}} = 50 \cdot 7 + 2 \cdot 100 = 550 \text{ тис. грн.}$$

Вартість підстанцій з вимикачами:

$$K_{\text{пс}} = 619,992 + 550 = 1170 \text{ тис. грн.}$$

Відповідно сумарна величина капітальних вкладень в систему електропостачання підприємства.

$$K = 13,21 + 1170 = 1183,20 \text{ тис. грн.}$$

4.2 Розрахунок поточних витрат

4.2.1 Розрахунок потреби в робочій силі

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

$$T = \Pi \cdot t_{\text{норм}} \cdot h,$$

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.1 трудомісткість ремонту вимикачів 110кВ, люд.-год./рік:

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

Проводимо розрахунки трудомісткості ремонту іншого електрообладнання та заносимо їх результати до табл. 4.1.

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

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

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, $1/міс$, $K_{с.р} = 0,1$.

n – кількість обладнання в групі.

Для вимикачів 110 кВ, люд-год/рік:

$$T_{то} = 12 \cdot 20 \cdot 0,1 \cdot 2 = 48.$$

Проводимо розрахунки трудомісткості технічного обслуговування іншого електрообладнання та заносимо їх результати до табл. 4.2.

Таблиця 4.3 – Трудомісткість поточного ремонту та огляду

Обладнання	К-ть	Поточний ремонт			Огляд		
		К-сть на одиницю облад. рем/рік	Норма трудомісткості люд.год.	Заг. трудомісткість люд.год.	К-сть на одиницю облад. огл/рік	Норма трудомісткості люд.год.	Заг. трудомісткість люд.год.
Вимикач 10кВ	7	1,00	16,00	112,00	12,00	1,00	84,00
ТМ-630	2	0,33	100,00	66,00	12,00	20,00	480,00
ТМ-1000	2	0,33	120,00	79,20	12,00	20,00	480,00
Кабельна лінія							
95 мм ² , км	0,050	1,00	54,00	2,70	1,00	13,50	0,68
120 мм ² , км	0,100	1,00	54,00	5,40	1,00	13,50	1,35
Вимикач 110 кВ.	2	1,00	20,00	40,00	12,00	2,00	48,00
Разом				305,30			1094,03

Таблиця 4.4 – Трудомісткість технічного обслуговування і загальна трудомісткість

Обладнання	К-ть	Технічне обслуговування				Загальна трудомісткість обслуговування
		Змінність роботи	Коеф. складності	К-ть місяців	Загал. трудомісткість	
Вимикач 10кВ	7	2	0,1	12	268,8	352,80
ТМ-630	2	2	0,1	12	480	960,00
ТМ-1000	2	2	0,1	12	576	1056
Кабельна лінія 95 мм ² , км	0,05	2	0,1	12	6,48	7,155
Кабельна лінія 120 мм ² , км	0,10	2	0,1	12	12,96	14,31
Вимикач 110кВ	2,00	2	0,1	12	96	144,00
Разом					1440,24	2534,27

Якщо ремонтний персонал виконує лише поточні ремонти, то його чисельність

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

експлуатаційні робітники, чол.:

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

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

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

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

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

Знаходимо кількість експлуатаційних робітників, чол.:

$$N_{\text{обс}} = \frac{2534,27}{1900 \cdot 1,05} = 1,27,$$

та персоналу для ремонтних робіт, чол.:

$$N_{\text{тр}} = \frac{305,30}{1900 \cdot 1,1} = 0,146.$$

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

4.2.2 Розрахунок витрат по заробітній платі

Фонд прямої заробітної плати:

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

$$\Phi_e = H_{\text{обс}} \cdot \beta_H \cdot t_{\text{ге}} \cdot \Phi_d.$$

Годинну тарифну ставку рекомендується розраховувати за формулою:

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

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

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

$$C_1 = \frac{Z_{\text{min}} \cdot k_{r,i}}{\Phi_H},$$

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).

Законом України „Про Державний бюджет України на 2021 рік та про внесення змін до деяких законодавчих актів України” встановлено розміри мінімальної заробітної плати:[7, 8]

- у місячному розмірі: з 1 січня - 6000 гривень, з 1 грудня - 6500 гривень;
- у погодинному розмірі: з 1 січня - 36,11 гривні, з 1 грудня - 39,12 гривні.

$$C_1 = 39,12 \text{ грн./год.}$$

Тоді годинна тарифна ставка 3,5 розряду становитиме:

$$t_{\text{ге}} = ((1,18+1,27)/2) \cdot 39,12 = 47,922 \text{ грн./год.};$$

Заробітна плата робітників-погодинників:

$$\Phi_e = 2 \cdot 0,9 \cdot 47,922 \cdot 1900 = 163893,24 \text{ грн./рік};$$

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

$$\Phi_p = T_{\text{пр}} \cdot t_{\text{гр}},$$

$$t_{гр} = (K4+K5)/2 \cdot C_1,$$

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

Розраховуємо годинну тарифну ставку 4,5 розряду:

$$t_{гр} = ((1,27+1,36)/2) \cdot 39,12 = 51,44 \text{ грн./год};$$

$$\Phi_p = 305,30 \cdot 51,44 = 15705,49 \text{ грн./рік}.$$

Фонд основної заробітної плати, грн./рік:

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

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:

$$\Phi_{oe} = 163893,24 \cdot (1+0,05+0,01+0,2) = 206505,48 \text{ грн./рік},$$

і для ремонтних:

$$\Phi_{op} = 15705,49 \cdot (1+0,05+0,01+0,25) = 20574,19 \text{ грн./рік}.$$

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

$$\Phi_{од} = \Phi_o \cdot 1,15;$$

$$\Phi_{оед} = 206505,48 \cdot 1,15 = 237481,30 \text{ грн./рік};$$

$$\Phi_{орд} = 20574,19 \cdot 1,15 = 23660,32 \text{ грн./рік}.$$

Витрати по заробітній платі ($C_{зп}$) розраховуються так, грн./рік:

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

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

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:

$$C_{\text{зпе}} = 237481,30 \cdot \left(1 + \frac{32 + 1,5 + 1,5}{100}\right) = 320599,76 \text{ грн./рік};$$

і ремонтному персоналу:

$$C_{\text{зпр}} = 23660,32 \cdot \left(1 + \frac{32 + 1,5 + 1,5}{100}\right) = 31941,43 \text{ грн./рік}.$$

Таблиця 4.5 – Розрахунок витрат по заробітній платі

Показник		Заробітна плата	
Φ_e	Заробітна плата експлуатаційного персоналу	163893,24	грн
Φ_p	Заробітна плата ремонтного персоналу	15705,49	грн
Φ_{oe}	Величина основної ЗП експлуатаційного персон	206505,48	грн
Φ_{op}	Величина основної ЗП ремонтного персоналу	20574,19	грн
Φ_{oed}	Основний фонд ЗП експлуатаційного персоналу	237481,30	грн
Φ_{ord}	Основний фонд ЗП ремонтного персоналу	23660,32	грн
$C_{\text{зпе}}$	Витрати по ЗП експлуатаційного персоналу	320599,76	грн
$C_{\text{зпр}}$	Витрати по ЗП ремонтного персоналу	31941,43	грн

4.2.3 Планування вартості матеріалів, що витрачаються

Таблиця 4.6 – 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	6,00	6,00	80,30	80,30
Провід установлюваний, м	5,55	0,50	0,50	2,78	2,78
Мідь-алюміній (гола), кг	124,62	62,00	62,00	7726,44	7726,44
Картон електроізоляційний, кг	60,09	1,40	1,40	84,12	84,12
Лакотканина (ширина 700мм), м	166,64	0,20	0,20	33,33	33,33
Кабельний папір, кг	49,14	0,60	0,60	29,48	29,48
Стрічка кіперна, кг	600,86	40,00	40,00	24034,24	24034,24
Стрічка тафляна, кг	446,38	18,00	18,00	8034,85	8034,85
Стрічка азбестова, м	13,15	0,05	0,05	0,66	0,66
Лаки ізоляційні, кг	71,88	1,50	1,50	107,82	107,82
Емалі ґрунтові, кг	78,85	2,50	2,50	197,11	197,11
Масло трансформаторне, кг	24,36	0,58	0,58	14,13	14,13
Бензин, кг	12,36	0,70	0,70	8,65	8,65
Розчиники кг	34,83	0,80	0,80	27,87	27,87
Маслостійка гума, кг	89,35	0,40	0,40	35,74	35,74
Гума профільна, кг	89,35	0,13	0,13	11,62	11,62
Припій олов'яно-свинцевий, кг	850,63	0,02	0,02	17,01	17,01
Припій мідно-фосфорний, кг	158,12	0,03	0,03	4,74	4,74
Електроди, кг	29,37	0,15	0,15	4,41	4,41
Засоби кріплення, кг	37,41	2,00	2,00	74,83	74,83
Дріп кручений, кг	4,88	0,30	0,30	1,46	1,46
Матеріали обтиску, кг	48,72	0,40	0,40	19,49	19,49
Разом:				40551,08	40551,08
Кабельні лінії					
Сталь сортова, кг	13,38392	2		26,76784	
Електроди, кг	29,39424	0,1		2,939424	
Разом:				29,707264	

Вартість матеріалу на технічну операцію:

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

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,

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

Вартість матеріалів, потрібних на ремонт і вартість матеріалів, потрібних на технічне обслуговування розраховані в таблиці 2.5.

Таблиця 4.7 – Планування вартості матеріалів, що витрачаються

Назва обладнання	Вартість витрат матеріалів на 100 норм.год	Ремонт		Обслуговування	
		Загальна трудомісткість ремонтів	Вартість витрат матеріалів грн.	Загальна трудомісткість обслуговування	Вартість витрат матеріалів грн.
ТМ-630	40551,08	66,00	2676371,103	960	38929034,2
ТМ-1000	40551,08	79,20	3211645,324	1056	42821937,6
Кабелі	29,707264	8,10	240,6288384	21,465	637,666422
Всього витрат на матеріали			58882,57056		817516,095

Отже, можна розрахувати:

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

$$C_{\text{обс}} = C_{\text{зпе}} + C_{\text{мто}},$$

$$C_{\text{обс}} = 817516,10 + 320599,76 = 1138115,86 \text{ грн/рік};$$

- витрати на їх поточний ремонт, грн/рік:

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{зпр}} + C_{\text{мпр}},$$

$$C_{\text{пр}} = 817516,10 + 31941,43 = 849457,52 \text{ грн/рік}.$$

4.2.4 Визначення амортизаційних відрахувань і інших витрат

Знаходимо амортизаційні відрахування за формулою:

$$C_a = a \cdot K,$$

де a – норма амортизації, %

K – капіталовкладення, грн.

$$C_a = 0,06 \cdot 1183,2 \cdot 1000 = 70992,27 \text{ грн/рік}.$$

Інші витрати: витрати на допоміжні матеріали, послуги виробничим підрозділам підприємства, частина загальнозаводських витрат. Їх необхідно приймати в розмірі 20 - 30% від суми витрат на обслуговування, поточний ремонт і амортизацію, тис. грн/рік:

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

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

$$C_{ip} = 0,25 \cdot (1138115,86 + 849457,52 + 70992,2715) = 514641,4126 \text{ грн/рік.}$$

Після визначення всіх елементів витрат підприємства, необхідних для передавання і розподілення електроенергії, зведемо їх в таблицю 2.6.

Таблиця 4.8 – Кошторис річних поточних витрат

Стаття витрат	Величина витрат, грн.	Структура, % до підсумку
Витрати по експлуатації обладнання	1138115,86	44,22947043
Витрати на поточний ремонт	849457,52	33,01162717
Витрати на амортизацію	70992,2715	2,758902403
Інші витрати	514641,4126	20
Разом	2573207,063	100

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

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

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

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

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

K_n – 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:

$$E_{a1} = 879,19 \cdot 4500 = 3956355 \text{ кВт}\cdot\text{год./рік.}$$

Аналогічно визначаємо річні витрати активної електроенергії для інших цехів. Результати розрахунків заносимо в таблицю 4.8.

Необхідно також визначити річні витрати реактивної електроенергії.

Таблиця 4.8– Річні витрати активної електроенергії по цехах

Назва цеху	К-сть змін	S_p , кВА	T_m , год.	$\cos \varphi$	P_p , кВт	E_a , кВт·год./рік
п1	2	879,19	4500	0,8	703,352	3956355
п2	2	1096	4500	0,8	876,8	4932000
Разом						8888355

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

Втрати електроенергії в лініях розраховуємо так:

$$\Delta E_{л} = 3 \cdot n \cdot I_m^2 \cdot R \cdot \tau \cdot 10^{-3},$$

де I_m – максимальний струм у лінії, А;

τ – час максимальних втрат, год./рік.

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

n – кількість кабелів в лінії.

$$R = r_0 \cdot L ,$$

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

Величина τ визначається за часом використання максимального навантаження T_m :

$$\tau_m = \left(0,124 + \frac{T_m}{10000} \right)^2 \cdot 8760 = \left(0,124 + \frac{4500}{10000} \right)^2 \cdot 8760 = 2886,210 \text{ год.}$$

Для лінії ГПП –ТП1:

Активний опір однієї фази кабелю від ГПП до ТП1.:

$$R = 0,620 \cdot 0,025 = 0,016 \text{ Ом.}$$

Відповідно втрати електроенергії в лінії ГПП-ТП1:

$$\Delta E_{\text{л}} = 3 \cdot 2 \cdot 50,760^2 \cdot 0,016 \cdot 2886,210 \cdot 10^{-3} = 691,600 \text{ кВт}\cdot\text{год./рік.}$$

Аналогічно виконуємо розрахунок втрат електроенергії в інших лініях і результати заносимо до табл. 4.9.

Таблиця 4.9 – Втрати електроенергії в лініях

Лінія	Марка кабелю	К-сть ліній	Довжина, км	I_M, A	R, Ом	τ , год./рік	$R_{\text{літ}}$, Ом/км	$\Delta E_{\text{л}}$, кВт год.
ГПП - ТП1	АББ 2х95	2	0,025	50,760	0,016	2886,210	0,620	691,600
ГПП - ТП2	АББ 2х120	2	0,050	63,278	0,031	2886,210	0,620	2149,516
Разом								2841,116

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

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

де n - кількість трансформаторів;

$\Delta P_{\text{кз}}$ 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_n - номінальна потужність одного трансформатора, кВА.

Відповідно втрати енергії в трансформаторах КТП-1:

$$\Delta E_T = 2 \cdot 2,1 \cdot 8760 + (1/2) \cdot 12 \cdot \left(\frac{1096}{1000}\right)^2 \cdot 2886,210 = 54993,54 \text{ кВт}\cdot\text{год./рік.}$$

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

Таблиця 4.10 – Втрати енергії в трансформаторах

№	Тип т-ра	К-сть	ΔP_x , кВт	ΔP_k	S_p , кВА	S_n , кВА	ΔE_T , кВт·год./рік
КТП-1	ТМ-1000	2	2,1	10,5	1096	1000	54993,54705
КТП-2	ТМ-630	2	1,31	8,5	879,19	630	46840,37773
Разом							101833,9248

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

$$E = E_a + \Delta E_L + \Delta E_T;$$

$$E = 8888355 + 2841,116 + 101833,9248 = 8993030,041 \text{ кВт}\cdot\text{год./рік.}$$

Оплата за електроенергію при одноставковому тарифі визначається як:

$$P_1 = v \cdot E / 100, \text{ грн.},$$

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

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

$$P_1 = 2,5 \cdot 8993030,041 = 25180484,11 \text{ грн.}$$

Розрахунок собівартості електроенергії

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

$$S = \frac{C_{\text{сум}} \cdot 100}{E_a},$$

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

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

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

$$C_{\text{сум}} = П + C_{\text{п}},$$

де $П$ – оплата за спожиту електроенергію;

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

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

$$C_{\text{п}} = C_{\text{обс}} + C_{\text{пр}} + C_a + C_{\text{ір}},$$

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

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

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

$$C_{\text{п}} = 1138115,86 + 849457,52 + 70992,2715 + 514641,4126 = 2573207,063 \text{ грн/рік.}$$

Отже, сумарні витрати визначаються так:

$$C_{\text{сум}} = 2573207,063 + 25180484,11 = 27753691,18 \text{ грн/рік.}$$

Собівартість електроенергії:

$$S = \frac{27753691,18 \cdot 100}{8888355} = 323,7 \text{ коп./кВт·год.}$$

Для наочності результати розрахунків зводимо в таблицю 4.11.

Таблиця 4.11 –Результати розрахунків

Показники	Позначення	Величина показників	Одиниця вимірювання
Кількість корисно спожитої електроенергії	E_a	8888355	кВт·год.
Річне споживання електроенергії із втратами	E	8993030,041	кВт·год.
Плата за електроенергію	Π_1	25180484,11	грн.
Витрати на передачу і розподіл електроенергії	C_{Π}	2573207,063	грн.
Сумарні витрати підприємства	$C_{\text{сум}}$	27753691,18	грн.
Собівартість електроенергії	S	323,7	коп./кВт·год.

Висновок

В даному розділі магістерської кваліфікаційної роботи було проведено розрахунок основних техніко-економічних показників спроектованої СЕП підприємства. Здійснено розрахунок собівартості електроенергії на промисловому підприємстві. Розраховано розмір капіталовкладень в систему електропостачання. Визначено необхідну кількість робочого персоналу, витрати по заробітній платі, вартість витратних матеріалів та величину амортизаційних відрахувань. Проведено розрахунок річного споживання і втрат електроенергії, а також визначено плату за електроенергію.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Дослідження безпеки роботи СЕП ТОВ «Авіс» в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій

Щорічно в нашій країні виникають надзвичайні ситуації природного та техногенного характеру, що призводить до загибелі багатьох людей і значних матеріальних збитків.

Масштаби, характер руйнувань і кількість постраждалих людей залежать від типу, масштабу і місця аварії, катастрофи або стихійного лиха, від швидкості розвитку надзвичайної ситуації.

На акціонерному товаристві використовуються елементи, до складу яких входять: метали, напівпровідники, діоди, резистори та ін. Серед цих матеріалів найбільш чутливі до радіації метали, бо їм властива велика концентрація вільних носіїв.

Внаслідок проходження гамма-випромінювання через елементи електронної апаратури, в останніх утворюється потік вільних зарядів. Внаслідок переміщення яких може виникнути імпульс який може призвести до хибного спрацювання пристроїв. Також наслідком такого опромінення є підвищення провідності матеріалів, збільшення протікання струму і зменшення опору, в газорозрядних приладах зменшується напруга запалення. Таким чином блоки СЕП можуть раптово втратити працездатність при певних рівнях радіації.

ЕМІ може поширюватись на десятки і сотні кілометрів в навколишньому середовищі і по різних комунікаціях, здійснюючи вплив на об'єкти там, де ударна хвиля, світлове випромінювання і проникаюча радіація втрачають свої значення як вражаючі фактори. Також може викликати в лініях зв'язку, енергопостачання, систем обчислювальних машин, напруги, що можуть викликати пробій ізоляції елементів апаратури і пристроїв, підключених до повітряних і підземних ліній. Ступінь

пошкоджень залежить від наведеного імпульсу напруги чи струму і електричної міцності обладнання.

Тому саме з цих причин необхідно оцінити безпеку роботи системи електропостачання в умовах дії іонізуючих випромінювань та електромагнітного імпульсу.

5.2 Дослідження безпеки роботи елементів СЕП ТОВ «Авіс» в умовах дії іонізуючих випромінювань

Визначаємо експозиційні дози при яких в елементах станції можуть виникнути зворотні зміни. Дані заносимо в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 – Граничні значення експозиційних доз елементів системи електропостачання

№	Елементи СЕП		Д _{гр} , Р	Д _{гр} , Р
1	Трансформатори	ТДЦ-125000/110	10 ⁶	10 ⁵
		ТДЦ-125000/220	10 ⁶	
		АТДЦТН- 125000/220/110	10 ⁶	
2	Розрядники	ОПН-1Ю-У1	10 ⁵	
		ОПН-220-У1	10 ⁵	
3	Струмопровід	ГРТЕ-10-8550-250	10 ⁹	

По мінімальному значенні Д_{гр}, визначаємо межу стійкості приладу в цілому по системі електропостачання: Д_{гр}=10⁵ Р.

Визначаємо граничне значення рівня радіації, до якого можлива робота виробничого персоналу у звичайному режимі за час t_{max}:

$$P_{zp} = \frac{D_{gp} \cdot K_{noc}}{2 \cdot (\sqrt{t_k} - \sqrt{t_n})} [P / zod], \quad (5.1)$$

де K_{noc} – коефіцієнт послаблення

t_п – час початку опромінення - t_п=1 год

t_{р.макс.} – максимальна тривалість роботи - t_{р.макс.}=87600 год (10 років)

$$t_k = t_{р.макс.} + t_{п},$$

$$t_k = 87600 + 1 = 87601 \text{ год.}$$

$$P_{zp} = \frac{10^5 \cdot 1}{2 \cdot (\sqrt{87601} - \sqrt{1})} = 169,5 \text{ (P/год)}, \quad (5.2)$$

Визначаємо допустимий час роботи РЕА в заданих умовах.

$$t_{дон} = \left(\frac{D_{zp} \cdot K_{носи} + 2 \cdot P_{1max} \sqrt{1}}{2 \cdot P_1} \right)^2 [\text{год}], \quad (5.3)$$

$$t_{дон} = \left(\frac{10^5 \cdot 1 + 2 \cdot 169,5}{2 \cdot 169,5} \right)^2 = 87582 \text{ (год)}$$

Таким чином, система електропостачання буде безпечно працювати, якщо граничне значення рівня радіації не перевищуватиме значення 169,5 Р/год.

5.3 Дослідження безпеки роботи елементів СЕП ТОВ «Авіс» в умовах дії електромагнітного імпульсу

При оцінці впливу ЕМІ на струмопровідні елементи необхідно врахувати те, що ЕМІ мають горизонтальну та вертикальну складові напруженості електричного поля і тому повинні визначатися значеннями напруги на вертикальних та горизонтальних ділянках лінії. Для оцінки безпеки роботи в умовах дії електромагнітних випромінювань, необхідно визначити значення вертикальної складової напруженості електромагнітного поля, при коефіцієнті безпеки рівному $K_B=40$ дБ.

На об'єкті СЕП розподіляються на різні блоки:

- Трансформатори;
- Розрядники;
- Струмопроводи.

На кожній ділянці визначаємо максимальну довжину вертикальної та горизонтальної струмопровідної частини: $l_{в1}=3,5\text{м}$, $l_{в2}=2,3\text{м}$, $l_{в3}=2,35\text{м}$, $l_{г1}=2,4\text{м}$, $l_{г2}=2,1\text{м}$, $l_{г3}=3,2\text{м}$.

Напругу наводки вертикальної струмопровідної частини визначаємо з формули:

$$K_B = 20 \lg \frac{U_{\text{дон}}}{U_{B(\Gamma)}} \geq 40 \text{ дБ} , \quad (5.4)$$

Після всіх математичних перетворень, отримуємо наступні значення:

$$20 \lg U_{\epsilon} = 20 \lg U_{\text{дон}} - K_{\sigma} , \quad (5.5)$$

$$U_{\epsilon} = 10^{\frac{20 \lg U_{\text{дон}}}{20}} [B] , \quad (5.6)$$

$$U_{\epsilon} = \frac{U_{\text{дон}}}{10^{\frac{K_{\sigma}}{20}}} [B] ,$$

Визначаємо допустимі коливання напруги живлення:

$$U_{\text{д}} = U_{\text{ж}} + \frac{U_{\text{ж}}}{100} \cdot N [B] , \quad (5.7)$$

Де $U_{\text{ж}}$ – напруга живлення, В;

N – допустиме відхилення напруги, %

При $U_{\text{ж}}=220$ (В), $U_{\text{дон}1}=242$ (В);

При $U_{\text{ж}}=110$ (В), $U_{\text{дон}2}=121$ (В);

При $U_{\text{ж}}=10$ (В), $U_{\text{дон}3}=11$ (В).

Визначаємо напругу наведену в вертикальних струмопровідних частинах.

Трансформатори:

$$U_{\epsilon 1} = \frac{242}{10^{\frac{40}{20}}} = 2,42 (B) ,$$

Розрядники:

$$U_{\epsilon 2} = \frac{121}{10^{\frac{40}{20}}} = 1,21 (B) ,$$

Струмопроводи:

$$U_{\epsilon 3} = \frac{11}{10^{\frac{40}{20}}} = 0,11 (B) .$$

Визначаємо горизонтальну складову напруженості електричного поля для кожного блока:

$$E_{\Gamma i} = \frac{U_{Bi}}{L_{Bi}} [B/M], \quad (5.8)$$

$$E_{\Gamma 1} = \frac{2,42}{3,5} = 0,69 (B/M),$$

$$E_{\Gamma 2} = \frac{1,21}{2,3} = 0,53 (B/M),$$

$$E_{\Gamma 3} = \frac{0,11}{2,35} = 0,04 (B/M).$$

Визначаємо вертикальну складову напруженості електричного поля:

$$E_B = E_{\Gamma} \cdot 10^3 [B/M], \quad (5.9)$$

$$E_{B1} = 0,69 \cdot 10^3 = 690 (B/M),$$

$$E_{B2} = 0,53 \cdot 10^3 = 530 (B/M),$$

$$E_{B3} = 0,04 \cdot 10^3 = 40 (B/M).$$

Отже елементи СЕП будуть безпечно працювати, якщо вертикальна складова напруженості електричного поля не перевищуватиме значення:

- для трансформаторів – 690 (В/м);
- для розрядників 530 (В/м);
- для струмопроводів – 40 (В/м).

5.4 Розробка превентивних заходів по підвищенню безпеки роботи елементів СЕП ТОВ «Авіс» в умовах надзвичайних ситуацій

Головними заходами щодо радіаційної безпеки є: застосування в апаратурі радіаційно-стійких елементів і матеріалів, спеціальних масивних екранів або активного захисту від впливу потоків заряджених частинок. При імпульсному впливі іонізуючих випромінювань, крім перерахованих способів використовують: застосування схем, мало критичних до змін електричних параметрів; зниження напруги живлення на аноді і збільшення від'ємної напруги зсуву сіток газорозрядних приладів; застосування пристроїв, які містять радіотехнічні схеми на період впливу радіації;

збільшення відстані між елементами, які знаходяться під навантаженням та інші.

Також, у підрозділі з безпеки НС проведено оцінку безпеки роботи СЕП ТОВ «Авіс» в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій та розроблено заходи по підвищенню безпеки роботи системи електропостачання.

В умовах дії іонізуючих випромінювань система буде безпечно працювати до рівня радіації 169,5 Р/год. При допустимому часі роботи апаратури протягом 87582 год.

Оцінюючи безпеку роботи СЕП ТОВ «Авіс» в умовах дії електромагнітного імпульсу, доведено, що обладнання буде злагоджено працювати, якщо вертикальна складова напруженості електричного поля не буде перевищувати: для трансформаторів – 690В/м, для розрядників 530 (В/м), для струмопроводів – 40 (В/м).

ВИСНОВКИ

В результаті виконання магістерської кваліфікаційної роботи було виконано дослідження щодо підвищення енергоефективності системи електропостачання товариства з обмеженою відповідальністю «АВІС». Проведені наукові дослідження дозволили отримати наступні основні результати та висновки.

Методами коефіцієнтів використання та попиту за допомогою електронного процесора Excel визначили середні та розрахункові навантаження цехів та підприємства в цілому. Також була визначена питома густина навантаження підприємства, за допомогою якої були визначені рекомендовані потужності цехових ТП. Визначили кількість, потужність та місце розташування цехових ТП, а саме, споживачі підприємства доцільно розподілити між двома ЦТП: ЦТП1 – ТМ 2х630, ЦТП2 – ТМ 2х1000. Було обрано найоптимальніший переріз КЛ 10 кВ марки АББ перерізом 150 мм². Для внутрішньозаводської мережі обрано КЛ марки АББ: для ТП1 – 95 мм², для ТП2 - 120 мм² Спосіб прокладання – в траншеях. Було обрано місце розташування ЦРП (X0=41, Y0=85) та прораховано сумарні річні приведені затрати в мережу =10,758 тис. грн.

Було розглянуто методи, що дозволяють підвищити енергоефективність промислових підприємств. Було запропоновано два шляхи: підвищення енергоефективності за рахунок проектування світлотехнічної частини системи освітлення та підвищення ефективності системи теплопостачання підприємства. Згідно теоретичних даних, було прораховано для першого методу – кількість світильників, точне місце розташування, аварійне освітлення; для другого методу – тип теплонасосної установки, вартість її встановлення, економію та термін окупності.

Здійснено розрахунок собівартості електроенергії на ТОВ «АВІС». Розраховано розмір капіталовкладень в систему електропостачання. Визначено необхідну кількість робочого персоналу, витрати по заробітній

платі, вартість витратних матеріалів та величину амортизаційних відрахувань. Проведено розрахунок річного споживання і втрат електроенергії, а також визначено плату за електроенергію.

Розроблено норми з охорони праці, а саме технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту та з гігієни праці і виробничої санітарії. А також розроблено норми з пожежної безпеки та цивільного захисту.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Реєстр санітарно-епідеміологічних висновків. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://mozdocs.kiev.ua/vysnovki.php?docnum=&object=%22-%22&manufacturer=&page=5881>
2. Бурбело Михайло Йосипович. Проектування систем електропостачання. Приклади розрахунків: навчальний посібник - 2-ге вид., перероб. і доп. / М.Й. Бурбело. –Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2005 – 148 с.
3. Справочник по проектированию электроснабжения. /Под ред. Ю.Г. Барыбина и др. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 576с.
4. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию. /Под ред. А.А. Федорова. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – Т.1 – 580с., Т.2 – 591 с.
5. Правила улаштування електроустановок. - 5-те вид., переробл. й доповн. - Х .: Міненерговугілля України, 2017.
6. М.Й Бурбело Розрахунки в системах електропостачання – Вінниця ВДТУ, 2002. – 76 с.
7. Н.А. Казак., Б.А. Князевский, С.С. Лазарев, Д.С. Лившиц. Электроснабжения промышленных предприятий /Под ред. Н.А. Казак., Б.А. Князевский / и др. - М.-Л.: Энергия, 1966. - 535 с
8. Неклепаев Б.И., Крючков Й.П. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 608 с.
9. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий: Проектирование и расчет /А.С. Овчаренко и др. - Киев: Техніка, 1985. - 185 с.
10. Гурский С.К. Адаптивное прогнозирование временных рядов в электроэнергетике / С.К. Гурский. – Минск.: Наука и техника, 1983. – 271 с.
11. Гурский С.К. Методы теории искусственного интеллекта в задачах оперативного прогнозирования недоступных для измерения режимных параметров / С.К. Гурский, С.В. Домников // Алгоритмы обработки данных в электроэнергетике. – Иркутск.: СЭИ. -1982. – С. 148 – 158.
12. Митропольский А.К. Техника статистических вычислений. - М.: Наука, 1971.
13. Регина Шторм. Теория вероятностей. Математическая статистика. Статистический контроль качества. - М.: Мир, 1970.
14. Б.С. Рогальський. Проблеми енергозбереження. Нормування і прогноз електроспоживання. /на прикладі гірничих підприємств/. Навчальний посібник. – Вінниця, 2 Універсум. –1996.-151 с

15. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. - М.: Высшая школа, 1972.
16. Гордеев В. И., Васильев И. Е., Шуцкий В. И. Управление электропотреблением и его прогнозирование. - Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского университета, 1991. - 104 с.
17. Гордеев В. И. Регулирование максимума нагрузки промышленных электрических сетей. - М.: Энергоатомиздат, 1986.
18. Мюллер П., Нойман П., Шторм Р. Таблицы по математической статистике. - М.: Финансы и статистика, 1982.
19. Четыркин Е. М. Статистические методы прогнозирования. - М.: Статистика, 1977.
20. СН 174-75 Инструкция по проектированию электроснабжения промышленных предприятия.
21. СН 357-77 Инструкция по проектированию силового и осветительного электрооборудования промышленных предприятий.
22. Підтримка MS Office [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://office.microsoft.com/uk-ua/support>
23. Методичні вказівки до виконання розділу “Охорона праці” в дипломних проектах і роботах студентів електротехнічних спеціальностей /Уклад. О.В. Кобилянський, О.П. Терещенко – Вінниця: ВНТУ, 2004. – 45 с.
24. Перелік небезпечних шкідливих факторів. Режим доступу: http://pidruchniki.ws/15290527/bzhd/perelik_nebezpechnih_shkidlivih_virobnichih_faktoriv.
25. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://www.znaytovar.ru/gost/2/GOST_12000374_SSBT_Opasnye_i_v.html
26. НПАОП 0.00-1.28-10 Правила охраны труда при эксплуатации электронно-вычислительных машин. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://document.ua/pravila-ohoroni-praci-pid-chas-ekspluataciyi-elektronno-obch-nor17970.html>
27. ДНАОП 0.00-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0093-98>
28. Гігієнічна класифікація праці (за показниками шкідливості і небезпеки факторів виробничого середовища від 12.08.1986 № 4137-86. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/v4137400-86>

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

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

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

32. Манжак Н.О., Шуллє Ю.А. Системи АСКОЕ та ЛУЗОД: сфера застосування, різниця та ефективність використання/ Н.О.Манжак, Ю. А. Шуллє // L Науково-технічна конференція факультету електроенергетики та електромеханіки (2021). [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-feeem/all-feeem-2021/paper/view/12295>

33. Манжак Н.О., Шуллє Ю.А. Основні показники енергоефективності підприємства/ Н.О.Манжак, Ю. А. Шуллє // XLVIII Науково-технічна конференція факультету електроенергетики та електромеханіки (2019). [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-feeem/all-feeem-2019/paper/view/6740>

Додаток А**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

УЗГОДЖЕНО

“ ___ ” _____ 2021р.ЗАТВЕРДЖЕНО
Зав. кафедри ЕСЕМд.т.н., проф. Бурбело М.Й. _____
“24” вересня 2021 р.**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**

до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему:

Оптимізація ефективності енерговикористання Товариства з обмеженою
відповідальністю – підприємство «АВІС», місто Вінниця

Науковий керівник:

к.т.н., доц. Шулле Ю.А.

(підпис)

Виконавець: студент гр. ЕСЕ-20м

Манжак Н.О.

(підпис)

Вінниця 2021 р.

1. ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (МКР)

Робота виконується на підставі наказу ВНТУ за № 277 від 24.09.2021р.

Дата початку роботи 24.09.2021р.

Дата закінчення роботи 15.12.2021р.

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

а) мета: Оптимізація ефективності енерговикористання Товариства з обмеженою відповідальністю – підприємство «АВІС», місто Вінниця

б) призначення розробки: виконання магістерської кваліфікаційної роботи.

в) вихідні дані для виконання МКР: генплан підприємства; план одного із цехів з технологічними плануваннями, відомості про особливості технологічних процесів; відомості про електричні навантаження підприємства та цеху; відомості про джерела живлення

3. ДЖЕРЕЛА РОЗРОБКИ

3.1 Методичні вказівки до виконання магістерської кваліфікаційної роботи студентами спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» /Л.Б. Терешкевич, О.Д.Демов, Ю.А. Шулле. – Вінниця: ВНТУ, 2016р.

3.2 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.

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

3.4 Правила улаштування електроустановок. - 5-те вид., переробл. й доповн. - X.: Міненерговугілля України, 2017.

4. ЕТАПИ І ТЕРМІН ВИКОНАННЯ РОБОТИ

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

5. МАТЕРІАЛИ, ЩО ПОДАЮТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ МКР

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

6. ПОРЯДОК КОНТРОЛЮ ВИКОНАННЯ ТА ЗАХИСТУ МКР

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

7. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

7.1 Дані про патентоспроможність

Не передбачається

8 ОЧІКУВАНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ

Не передбачається

Додаток Б Вихідні дані

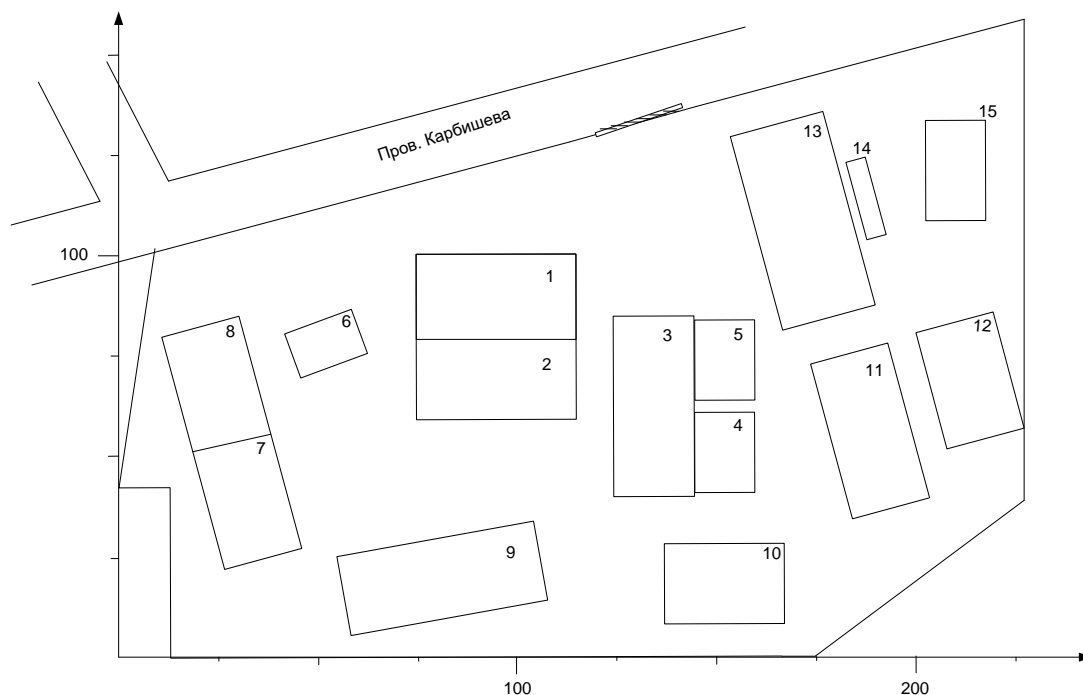


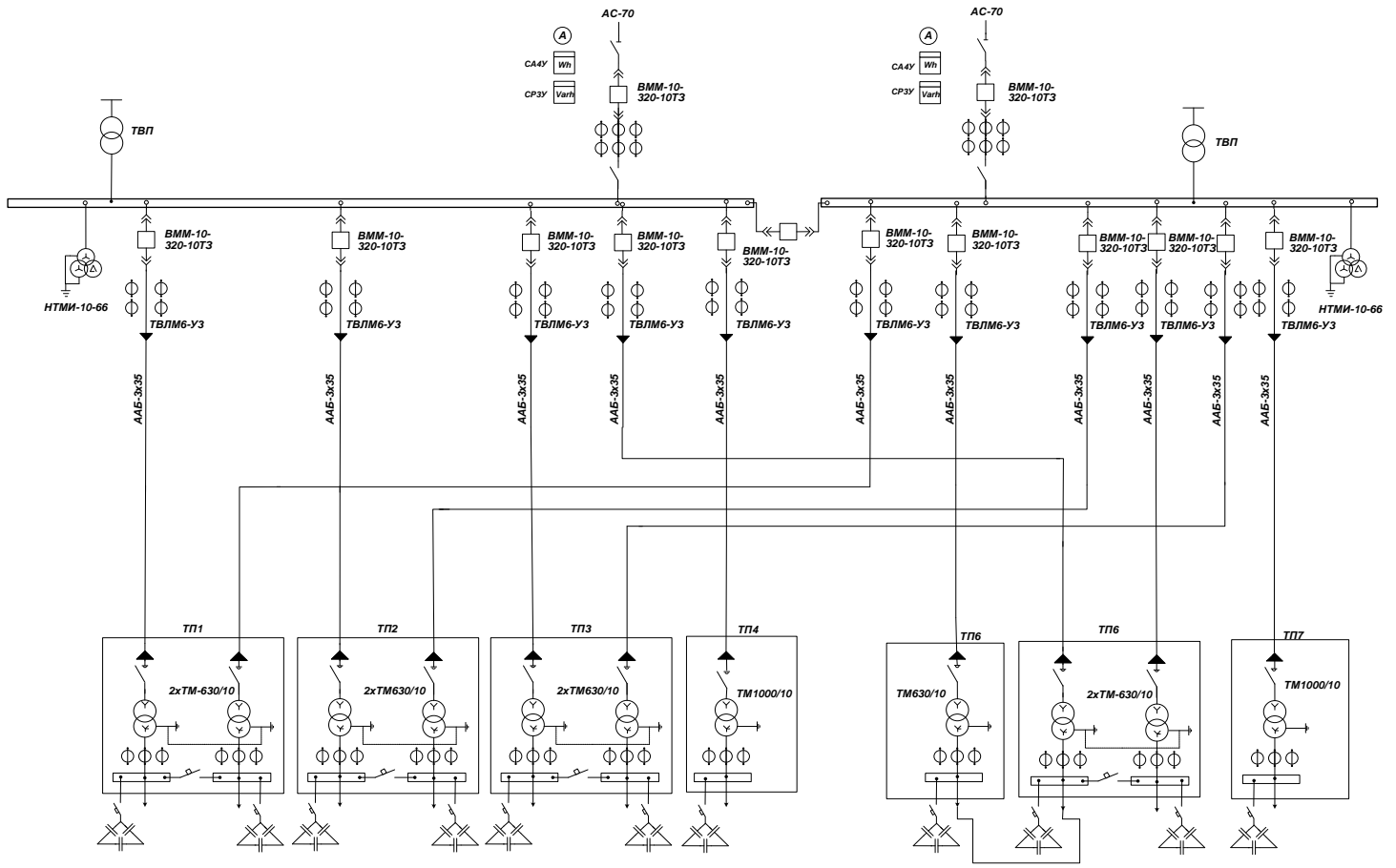
Рисунок Б1 – Генеральний план підприємства

Таблиця Б1 – Електричні навантаження підприємства

№ на плані	Назва цеху	Р _н , кВт
1	Завод полімерного упакування	250
2	Цех (друкарня)	60
3	Завод по виготовленню безалкогольних напоїв	260
4	Очисні споруди	140
5	Очисні споруди	140
6	Котельня	60
7	Склад №1	160
8	Склад №2	170
9	Склад №3 (по зберіганню готової продукції)	160
10	Склад №4 (по зберіганню готової продукції)	170
11	Завод по виготовленню олії	160
12	Цех фасування олії	170
13	Цех виробництва майонезу	180
14	Холодильна станції	80
15	Завод по виготовленню печива	188

Додаток В

Однолінійна схема електропостачання підприємства



Додаток Г

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ НАВЧАЛЬНОЇ (КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ) РОБОТИ

Назва роботи: Оптимізація ефективності енерговикористання Товариства з обмеженою відповідальністю – підприємство «АВІС», місто Вінниця.

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота.

Підрозділ: Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту.

Науковий керівник: к.т.н., доц. Шулле Ю.А.

Показники звіту подібності	
UNICHECK	
Схожість	28%

Аналіз звіту подібності

Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.

Заявляю, що ознайомлений з повним звітом подібності, який був згенерований Системою щодо роботи.

Автор _____ Манжак Н.О.

Опис прийнятого рішення

Магістерська кваліфікаційна робота допускається до захисту.

Особа відповідальна за перевірку _____ Лобода Ю.В.

Керівник роботи _____ Шулле Ю.А.

Експерт _____ Бурбело М.Й., зав кафедри ЕСЕЕМ

Додаток Д

МАТЕРІАЛИ РОБОТИ

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

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА до магістерської кваліфікаційної роботи

магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему:

ОПТИМІЗАЦІЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ – ПІДПРИЄМСТВО «АВІС» МІСТО ВІННИЦЯ

08.17.МКР.005.01.021 ПЗ

Виконав: студент 2 курсу, гр. ЕСЕ-20м,
спеціальності 141 – Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка
Маяжак Н.О. (прізвище та ініціали)

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

Опонент:

Допущено до захисту
Завідувач кафедри ЕСЕЕМ
д.т.н. професор Бурбедо М.Й.

« » 2021р.

Вінниця – 2021 року

Актуальність теми. Енергетика є основою для економіки будь-якої країни. Від її стану залежать успішний розвиток усіх галузей народного господарства, рівень і якість життя населення. Протягом останніх років у вітчизняній енергетиці нагромадилося чимало складних проблем, які потребують ефективного і швидкого розв'язання. Рішення енергетичної проблеми на сучасному етапі розвитку національної економіки має йти інтенсивним шляхом, який полягає у більш раціональному використанні паливно-енергетичних ресурсів або в здійсненні політики ресурсозбереження. Для її вирішення виникає потреба розробки енергоефективних проектів на промислових підприємствах України. Згідно з Законом України «Про енергозбереження» під раціональним використанням паливно-енергетичних ресурсів розуміється досягнення максимальної ефективності використання природних енергетичних ресурсів при існуючому рівні розвитку техніки і технології і одночасному зниженні техногенного впливу на навколишнє природне середовище. Тобто критерієм раціональності в даному випадку є максимальна ефективність.

В магістерській кваліфікаційній роботі проводиться перевірка енерговикористання ТОВ «Авіс» м. Вінниця та шукаються шляхи оптимізації енерговикористання.

Завдання. ТОВ «АВІС» має задовольняти вимогам споживачів, якість продукції не має бути залежна від енерговикористання підприємства. Реалізується дана умова лише впровадженням нових технологій у виробництво.

Мета роботи. Основна мета - оптимізація ефективності енерговикористання ТОВ «АВІС»

Задачі магістерської роботи:

1. Перевірити енерговикористання підприємства.
2. Виконати розрахунок оптимальних електричних навантажень ТОВ «АВІС».

3. Виконати проектування електротехнічної частини системи освітлення.

4. Виконати розрахунок основних техніко-економічних показників СЕП.

5. Запропонувати методи охорони праці на підприємстві.

Об'єкт дослідження – система енергоспоживання ТОВ «Авіс».

Предмет дослідження – фактори, які впливають на ефективність енерговикористання на підприємстві ТОВ «Авіс».

Методи. Виконана робота базується на теоретичних основах електротехніки, теорії електропостачання, методах та теорії прийняття рішень, методі коефіцієнта використання світлового потоку, методі коефіцієнта використання та попиту.

Наукова новизна даної роботи – поєднання теоретичних знань з практичним використанням для знайдення найоптимальніших шляхів оптимізації роботи підприємства. В результаті дослідження було запропоновано методи енергозбереження, універсальні як для ТОВ «АВІС», так і для інших підприємств.

Практичне використання отриманих результатів дає змогу підвищити енергоефективність підприємства, знизити витрати на електроенергію без зміни якості продукції, модернізувати систему теплопостачання.

Апробація результатів магістерської кваліфікаційної роботи.

Результати виконаного дослідження було обговорено на науково-технічних конференціях факультету електроенергетики та електромеханіки у 2019 та 2021 році. За результатами опубліковані тези доповідей.

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО

№ на плані	Назва пеху	Рн, кВт
1	Завод полімерного упакування	250
2	Цех (друкарня)	60
3	Завод безалкогольних напоїв	260
4	Очисні споруди	140
5	Очисні споруди	140
6	Котельня	60
7	Склад №1	160
8	Склад №2	170
9	Склад №3 (гот. Прод)	160
10	Склад №4 (гот. Прод)	170
11	Оліє-очисний завод	160
12	Цех фасування олії	170
13	Цех по виробництву майонезу	180
14	Холодильно-компресорна станція	80
15	Завод по виготовленню печива	188



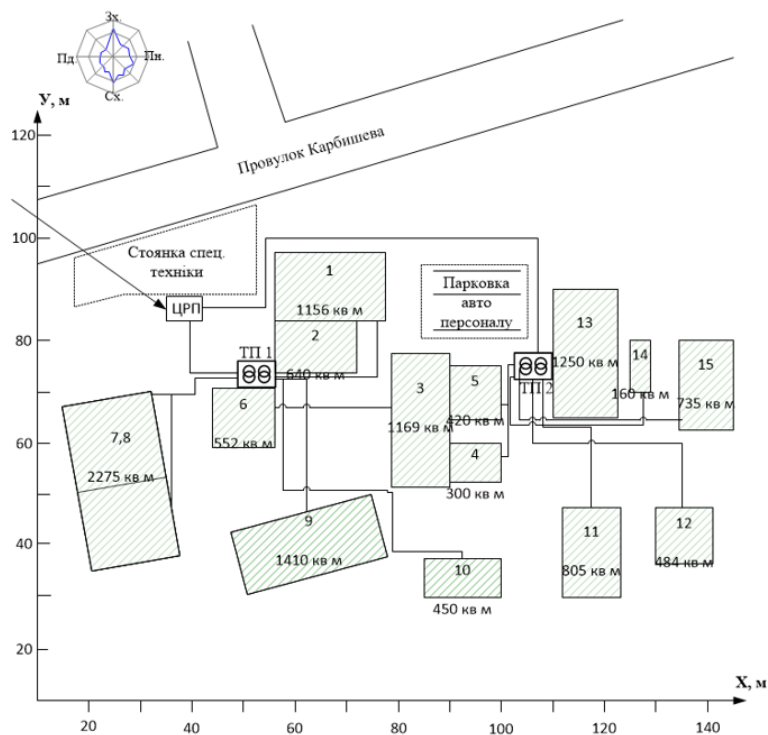
Генплан підприємства

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

№	Назва параметра	Значення	Єд.	Тр. розр.
5	Довжина лінії живлення, км	L=0.8	км	L
7	Номинальна потужність виходу з точки КЗ, кВт	S _н =10	кВт	U
8	Потужність КЗ в зарекований точці живлення, МВА	S _{кз} =80	кВт	S _{кз}
9	Влада реактивна потужності на одну лінію живлення, кВтАр	Q _{нр} =220	кВт	Q _{нр}
10	Час використання максимального навантаження, год	T _м =1200	год	T _м
11	Час максимального вугід, год	t _м =2886.21	год	t _м
12	Тариф за вживання електроенергії, грн/кВт*год	tr=2.1	грн	t
13	Лінійна вартість лінії, грн/км	В _л =215.52	грн	В _л
14	Коефіцієнт ефективності капіталовкладень	Е _к =0.1		Е _к
17	Відсоток вартості на розподілено	Е _к %		Т _р розр.
18	на лінійні втрати	3%		17
19	на лінійні втрати	6%		17
20	на лінійні втрати	2%		20
21	на лінійні втрати	4%		20
22	на лінійні втрати	5%		21
23	на лінійні втрати	14%		22
24	на лінійні втрати	30%		22
25	на лінійні втрати	6.6%		15

№	Цех	Світлові навантаження										Середні навантаження										Розрід. навант.	Коеф.	0,95
		Рн, кВт	cos φ	tg φ	Кл	кват	м	кват	Вт	Кват	т/год	кВт	кват	кВт	кВт	кВт	кВт	кВт	кВт	кВт	кВт			
1	Завод полімерного упакування	250	0.65	0.80	0.4	0.37	1156	0.8	0.02	1.2	0.43	9.54	23.20	114.70	83.54	141.80	122.20	89.54	151.49	230.17	0.13			
2	Цех (друкарня)	60	0.7	0.8	0.45	0.2	640	0.9	0.02	1.2	0.43	5.61	13.06	25.06	15.21	29.21	40.06	27.21	48.43	73.68	0.08			
3	Завод безалкогольних напоїв	260	0.75	0.7	0.48	0.2	1169	0.9	0.02	1.2	0.43	10.25	23.85	75.85	46.65	89.05	148.65	97.61	177.83	270.19	0.15			
4	Очисні споруди	140	0.75	0.9	0.8	0.4	300	0.9	0.02	1.2	0.43	2.63	6.12	62.12	33.03	81.88	118.12	103.43	157.00	238.54	0.52			
5	Очисні споруди	140	0.75	0.9	0.85	0.27	420	0.9	0.01	1.2	0.43	1.84	4.28	56.08	40.69	69.29	122.28	91.09	153.29	232.89	0.26			
6	Котельня	60	0.75	0.9	0.65	0.4	552	0.6	0.02	1.2	0.43	3.42	7.95	31.95	23.82	39.85	46.65	36.57	59.51	90.42	0.11			
7	Склад №1	160	0.75	0.9	0.55	0.32	1138	0.6	0.01	1.2	0.43	3.52	8.19	59.39	47.04	75.76	95.19	78.32	120.24	188.46	0.11			
8	Склад №2	170	0.75	0.9	0.5	0.37	1158	0.6	0.01	1.2	0.43	3.58	8.33	71.23	57.05	91.26	93.33	75.83	120.24	182.71	0.10			
9	Склад №3 (гот. прод.)	160	0.75	0.9	0.5	0.4	1410	0.6	0.01	1.2	0.43	4.37	10.15	74.15	58.77	94.61	90.15	72.37	115.60	175.84	0.08			
10	Склад №4 (гот. прод.)	170	0.75	0.9	0.55	0.4	450	0.6	0.01	1.2	0.43	1.39	3.24	47.24	38.39	61.13	63.34	52.82	82.74	125.77	0.18			
11	Оліє-очисний завод	160	0.75	0.9	0.65	0.4	805	0.9	0.02	1.2	0.43	7.06	16.42	80.42	61.46	101.22	120.42	95.46	153.67	233.48	0.19			
12	Цех фасування олії	170	0.75	0.7	0.7	0.4	484	0.9	0.02	1.2	0.43	4.25	9.87	77.87	51.85	93.55	128.87	87.55	155.80	236.71	0.32			
13	Цех по виробництву майонезу	180	0.8	0.9	0.7	0.37	1250	0.9	0.01	1.2	0.43	5.48	12.73	79.35	65.42	102.64	138.75	118.88	182.71	277.61	0.15			
14	Холодильно-компресорна станція	80	0.7	0.8	0.8	0.32	160	0.6	0.01	1.2	0.43	0.50	1.15	26.75	20.98	33.99	65.15	51.70	83.17	126.36	0.23			
15	Завод по виготовленню печива	188	0.7	0.8	0.8	0.2	731	1	0.02	1.2	0.43	7.59	17.64	55.34	37.67	65.86	148.04	127.01	211.18	320.86	0.29			
16	Всього по підприємству	2288					11826					71.04	165.21	837.41	703.97	1171.11	1493.97	1149.53	1885.04	2864.02	0.16			

ГЕНПЛАН ПІДПРИЄМСТВА З ОПТИМАЛЬНИМ РОЗТАШУВАННЯМ ЦРП



ОПТИМІЗАЦІЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ

Підвищення енергоефективності за рахунок проектування світлотехнічної частини системи освітлення

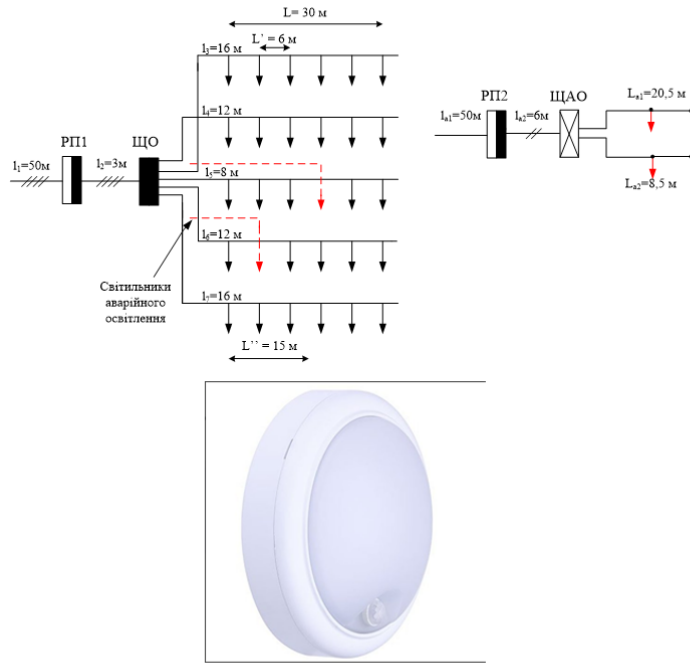
Підвищення ефективності системи тепlopостачання підприємства

Підвищення енергоефективності за рахунок проектування світлотехнічної частини системи освітлення

Характеристики приміщення і умов виробничого процесу

Завод має площу у 735 м². Висота цеху – 5 метрів, розміри – 21х35 м. Тривалість зміни – 8 годин. Розряд зорових робіт – IX. Система електропостачання прокладена кабельними лініями та проводами в кабельних каналах. Даний цех має природне освітлення.

Число світильників вираховують з умови найкращої відносної відстані між ними по параметрах приміщення: довжині, ширині і розрахунковій висоті. Визначається необхідна кількість світильників при розрахунковому світловому потоці ламп WL008C LED10/NW round Sensor Light WIP54 $\Phi_d = 1300$ лм



Підвищення ефективності системи тепlopостачання підприємства

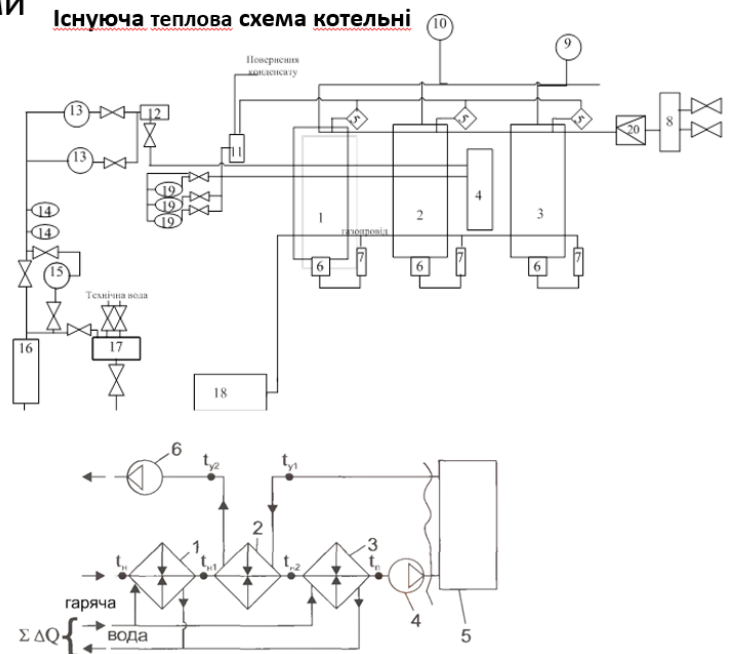
Підприємство забезпечується паром та гарячою водою від промислово-опалювальної котельні. В котельні встановлені 3 котли типу Е-1/9 Г-3. Основним паливом є газ. Теплоносіями з котельної є: для систем опалювання та вентиляції-вода 100/50°C, для технологічних потреб підприємства-пара 0,6 МПа. Капіталовкладення необхідні для впровадження системи утилізації теплоти вентиляційних викидів в рекуперативному теплообміннику:

Вартість теплообмінника - 104 тис. грн., монтаж та наладка системи 26 тис. грн. Окрім того система циркуляції теплоносія потребуватиме встановлення нагнітачі $P_{\text{спож}}$ на рівні 10-15 кВт. Реальна економія коштів за рік становитиме:

$$E = (\sum Q_{\text{в}} \cdot P_{\text{спож}}) \cdot \text{Ц}_{\text{ен.ен}} \cdot 2800 = (27,09 - 15) \cdot 2,8 \cdot 2800 = 94,786 \text{ (тис. грн.)}$$

Термін окупності проекту:

$$T_{\text{окупн.}} = \frac{K}{E} = \frac{260+25}{94,786} = 3 \text{ (роки)}$$



Принципова схема системи вентиляції з теплообмінником утилізатором

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Розрахунок капіталовкладень в систему електропостачання

№	Тип тр-ра	Кількість тр-рів	Код, тис. грн	Кпост, тис. грн	Кпс, тис. грн
КТП-1	ТМ-1000	2	299,8	59,96	359,76
КТП-2	ТМ-630	2	216,86	43,37	260,232
Всього					619,992

Назва лінії	Марка кабелю	Кід. ть	Довжина, км	Кліт. тис. грн	Клрок тис. грн	Кс, тис. грн
ГПП-ТП1	АББ 2x95	2	0,025	83,084	10	4,404175
ГПП-ТП2	АББ 2x120	2	0,05	83,084	10	8,80835
Всього						13,212525

Розрахунок витрат по заробітній платі

Показник		Заробітна плата	
Ф _а	Заробітна плата експлуатаційного персоналу	163893,24	грн
Ф _о	Заробітна плата ремонтного персоналу	15705,49	грн
Ф _{ос}	Величина основної ЗП експлуатаційного персоналу	206505,48	грн
Ф _{ор}	Величина основної ЗП ремонтного персоналу	20574,19	грн
Ф _{осз}	Основний фонд ЗП експлуатаційного персоналу	237481,30	грн
Ф _{орз}	Основний фонд ЗП ремонтного персоналу	23660,32	грн
С _{зае}	Витрати по ЗП експлуатаційного персоналу	320599,76	грн
С _{зр}	Витрати по ЗП ремонтного персоналу	31941,43	грн

Кошторис річних поточних витрат

Стаття витрат	Величина витрат, грн.	Структура, % до підсумку
Витрати по експлуатації обладнання	1138115,86	44,22947043
Витрати на поточний ремонт	849457,52	33,01162717
Витрати на амортизацію	70992,2715	2,758902403
Інші витрати	514641,4126	20
Разом	2573207,063	100

Розрахунок собівартості електроенергії

Показники	Позначення	Величина показників	Одиниця вимірювання
Кількість корисно спожитої електроенергії	Еа	8888355	кВт год.
Річне споживання електроенергії із втратами	Е	8993030,041	кВт год.
Плата за електроенергію	П _з	25180484,11	грн.
Витрати на передачу і розподіл електроенергії	С _д	2573207,063	грн.
Сумарні витрати підприємства	С _{сум}	27753691,18	грн.
Собівартість електроенергії	S	323,7	коп/кВт год.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання магістерської кваліфікаційної роботи було виконано дослідження щодо підвищення енергоефективності системи електропостачання товариства з обмеженою відповідальністю «АВІС».

Проведені наукові дослідження дозволили отримати наступні основні результати та висновки.

Методами коефіцієнтів використання та попиту за допомогою електронного процесора Excel визначили середні та розрахункові навантаження цехів та підприємства в цілому. Також була визначена питома густота навантаження підприємства, за допомогою якої були визначені рекомендовані потужності цехових ТП. Визначили кількість, потужність та місце розташування цехових ТП, а саме, споживачі підприємства доцільно розподілити між двома ЦТП: ЦТП1 – ТМ 2x630, ЦТП2 – ТМ 2x1000. Було обрано найоптимальніший переріз КЛ 10 кВ марки АББ перерізом 150 мм². Для внутрішньозаводської мережі обрано КЛ марки АББ: для ТП1 – 95 мм², для ТП2 - 120 мм² Спосіб прокладання – в траншеях. Було обрано місце розташування ЦРП (X0=41, Y0=85) та прораховано сумарні річні приведені затрати в мережу =10,758 тис. грн.

Було розглянуто методи, що дозволяють підвищити енергоефективність промислових підприємств. Було запропоновано два шляхи: підвищення енергоефективності за рахунок проектування світлотехнічної частини системи освітлення та підвищення ефективності системи тепlopостачання підприємства. Згідно теоретичних даних, було прораховано для першого методу – кількість світильників, точне місце розташування, аварійне освітлення; для другого методу – тип теплонасосної установки, вартість її встановлення, економію та термін окупності.

Здійснено розрахунок собівартості електроенергії на ТОВ «АВІС». Розраховано розмір капіталовкладень в систему електропостачання. Визначено необхідну кількість робочого персоналу, витрати по заробітній платі, вартість витратних матеріалів та величину амортизаційних відрахувань. Проведено розрахунок річного споживання і втрат електроенергії, а також визначено плату за електроенергію.

Розроблено норми з охорони праці, а саме технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту та з гігієни праці і виробничої санітарії. А також розроблено норми з пожежної безпеки та цивільного захисту.