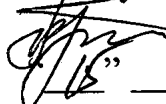


Вінницький національний технічний університет
Факультет Електроенергетики та електромеханіки
Кафедра Електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту
Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр
Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕСЕЕМ

 проф. М. Й. Бурбело
"02" _____ 2022 року

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ
Ратушняку Миколі Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення якості електропостачання на котельні КП ВМР "Вінницяміськтеплоенерго" по вул. Матроса Кішки, 12 у м.Вінниця
керівник роботи Кравець Олександр Миколайович к.т.н., доцент каф. ЕСЕЕМ
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

МКР затверджені наказом по ВНТУ від 23.03.2022 року №66

2. Строк подання студентом роботи "10"червня 2022 року


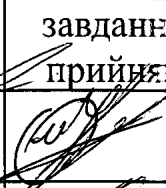




3. Вихідні дані до роботи Генплан підприємства, відомості про особливості технологічних процесів, відомості про електричні навантаження підприємства; відомості про джерела живлення та перспективу розвитку підприємства.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. Характеристика споживачів підприємства. Визначення оптимальних параметрів системи електропостачання. Підвищення ефективності та надійності електропостачання за рахунок впровадження когенераційних установок. Економічна частина. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки. Список використаних джерел. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу:

Матеріал необхідний для висвітлення сутності проведених досліджень та впровадження розроблених методик.

6. Консультанти розділів роботи

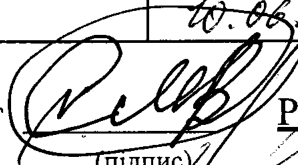
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Спеціальна частина	Кравець О. М., к.т.н., доцент, каф. ЕСЕМ		
Економічна частина	Шулле Ю.А., к.т.н., доц., каф. ЕСЕМ		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Кобилянський О.В., д.п.н., професор		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Характеристика підприємства та технологічного процесу	25.03.2022	
2	Синтез зовнішньої СЕП	5.04.2022	
3	Розрахунок цехової електричної мережі	25.04.2022	
4	Науково дослідна частина	7.05.2022	
5	Економічна частина	25.05.2022	
6	Охорона праці	30.05.2022	
7	Графічна частина	10.06.2022	

Студент

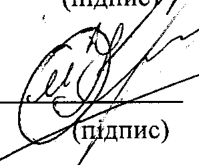


(підпис)

Ратушняк М.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи



(підпис)

Кравець О. М.

(прізвище та ініціали)

Вінницький національний технічний університет
Факультет Електроенергетики та електромеханіки
Кафедра Електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту
Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр
Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕСЕМ

проф. М. Й. Бурбело

“ ___ ” _____ 2022 року

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ
Ратушняку Миколі Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення якості електропостачання на котельні КП ВМР "Вінницяміськтеплоенерго" по вул. Матроса Кішки, 12 у м.Вінниця
керівник роботи Кравець Олександр Миколайович к.т.н., доцент каф. ЕСЕМ
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

МКР затверджені наказом по ВНТУ від 23.03.2022 року №66

2. Строк подання студентом роботи “10” червня 2022 року

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

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. Характеристика споживачів підприємства. Визначення оптимальних параметрів системи електропостачання. Підвищення ефективності та надійності електропостачання за рахунок впровадження когенераційних установок. Економічна частина. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки. Список використаних джерел. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу:

Матеріал необхідний для висвітлення сутності проведених досліджень та впровадження розроблених методик.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент _____
(підпис)

Ратушняк М.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Кравець О. М.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Ратушняк Микола Володимирович. Підвищення якості електропостачання на котельні КП ВМР "Вінницяміськтеплоенерго" по вул. Матроса Кішки, 12 у м.Вінниця МКР. Спеціальність 141 – Вінниця: ВНТУ, ФЕЕМ, кафедра ЕСЕЕМ, 2022 – 71с.

В роботі розглянуті питання по розрахунку електропостачання підприємства, вибір кількості і потужності трансформаторних підстанцій, релейного захисту та автоматики.

Розглянуто будову когенераційних установок з двигуном внутрішнього згоряння на природному газі

Розглянуто різновиди та обрано пристрій ввімкнення резерву (АВР)

Розраховано основні техніко-економічні показники СЕП підприємства.

Розглянуто питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Ключові слова: електричні мережі, електропостачання, когенераційна установка, АВР.

Рисунків - 15

Таблиць - 23

Бібліографій – 24

ABSTRACT

Ratushnyak Mykola Volodymyrovych. Improving the quality of electricity supply at the boiler house KP VMR "Vinnytsiamiskteploenergo" on the street. M.Kishky, 12 in Vinnytsia MKR. Specialty 141 - Vinnytsia: VNTU, FEEM, Department of ESEEM, 2022 - 78p.

The issues of calculating the power supply of the enterprise, the choice of the number and capacity of transformer substations, relay protection and automation are considered in the work.

The structure of cogeneration units with an internal combustion engine on natural gas is considered

Varieties are considered and the device of switching on of a reserve (ATS is chosen

The main technical and economic indicators of EPS of the enterprise are calculated.

The issues of labor protection and safety in emergency situations are considered.

Key words: electric networks, power supply, cogeneration unit, ATS.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 ХАРАКТЕРИСТИКА СПОЖИВАЧІВ ПІДПРИЄМСТВА	6
1.1 Характеристики підприємства	6
1.2 Характеристика діючої системи електропостачання котельні по вул. Матроса Кошки 12	8
1.3 Висновки до розділу 1	11
2 ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ	12
2.1 Розрахунок електричних навантажень підприємства	12
2.2 Визначення оптимального перерізу ліній живлення	21
2.3 Оптимізація і моделювання вибору місця розташування ЦРП	24
2.4 Висновки до розділу 2	25
3 ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЗА РАХУНОК ВПРОВАДЖЕННЯ КОГЕНЕРАЦІЙНИХ УСТАНОВОК	26
3.1 Поняття когенераційних установок	26
3.2 Пристрої автоматичного ввімкнення резерву (АВР)	28
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	32
4.1 Техніко-економічне обґрунтування роботи	32
4.2 Розрахунок капіталовкладень в систему електропостачання	35
4.3 Розрахунок поточних витрат	37
4.4. Розрахунок собівартості електроенергії	44
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	49
5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації обладнання	50
5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії	53

	3
5.2.1 Мікроклімат	53
5.2.2 Склад повітря робочої зони	55
5.2.3 Виробниче освітлення	55
5.2.4 Виробничий шум	57
5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях.	59
ВИСНОВКИ	66
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	68
ДОДАТКИ	71

ВСТУП

Актуальність теми. Діюча система електропостачання КП ВМР "Вінницяміськтеплоенерго" по вул. Матроса Кошки,12 була прийнята в експлуатацію ще в шістдесятих роках минулого століття. На той час було встановлено сучасне електрообладнання, яке вибиралось за електричними навантаженнями згідно нормативних документів тієї епохи, відповідно до технологічних процес виробництва.

Проте протягом значного часу експлуатації було модернізовано технологічне обладнання: модернізовано котли, замінено мережні насоси, вентилятори та димотяги, відповідно, змінились електричні навантаження. Однак комутаційні апарати, кабелі і провідники замінювались чи перекладались лише при проведенні поточних та капітальних ремонтів.

На даний момент використовується морально застаріле електрообладнання, технічні параметри комутаційних апаратів, та електричних мереж не відповідає сучасним електричним навантаженням, та параметрам нормальних та аварійних режимів. Для промислових мереж підприємства характерним є незадовільний стан якості електроенергії, внаслідок чого виникають збитки різної природи.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є підвищення якості та надійності електропостачання КП ВМР "Вінницяміськтеплоенерго" по вул. Матроса Кошки,12.

Для досягнення мети у роботі будуть розв'язані наступні задачі:

- проведений автоматизований вибір оптимальних потужностей трансформаторів цехових підстанцій;
- проведений автоматизовані вибір оптимальних перерізів ліній електропередач напругою 10кВ.

Об'єкт дослідження – система електропостачання котельні КП ВМР "Вінницяміськтеплоенерго" по вул. Матроса Кошки,12.

Предмет дослідження – елементи схеми системи електропостачання та електричні режими системи.

Наукова новизна одержаних результатів.

Запропоновано удосконалену систему електропостачання котельні КП ВМР "Вінницяміськтеплоенерго" по вул. Матроса Кошки,12 шляхом вибору оптимальних потужностей трансформаторів цехових трансформаторних підстанцій та перерізів кабельних ліній напругою 10кВ, а також вибором оптимальних рішень щодо пристроїв автоматичного введення резерву (АВР).

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що реалізація отриманих рішень дозволить оптимізувати систему електропостачання котельні КП ВМР "Вінницяміськтеплоенерго" по вул. Матроса Кошки,12: забезпечить відповідність характеристик елементів СЕП умовам нормальних та післяаварійних режимів, дозволить зменшити втрати електроенергії, зменшити собівартість електроенергії, а також поліпшити надійність роботи важливого інфраструктурного об'єкту, яким є котельня і житловому районі.

Особистий внесок здобувача. Всі результати кваліфікаційної роботи, що виносяться на захист, отримані автором одноособово.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА СПОЖИВАЧІВ ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Характеристики підприємства

Значна частина міста Вінниця охоплена мережею системи централізованого тепlopостачання. Основна частка цієї системи належить підприємству КП ВМР "Вінницяміськтеплоенерго", яке є власністю міської громади м. Вінниці, підпорядковане Виконавчому комітету Вінницької міської Ради. Вінницяміськтеплоенерго початково було створене у вигляді Дирекції об'єднаних котелень та теплових мереж при Вінницькому міському управлінні житлового господарства 4 квітня 1970 року [1].

Основним продуктом підприємства є тепла енергія, що передається споживачам через теплові мережі, та мережі гарячого водopостачання. Ринок цієї продукції є стабільним на протязі багатьох років. Вироблене тепло повністю продається місцевим споживачам, а саме, на потреби житлового сектору, підприємств та організацій державної та інших форм власності. Тривалість опалювального сезону близько 6 місяців, зазвичай з 15 жовтня по 15 квітня; решта часу вироблена тепла енергія розходжується тільки на гаряче водopостачання [1].

На сьогоднішній день на балансі КП ВМР "Вінницяміськтеплоенерго" знаходиться 38 діючих газових котельних. З них, 32 котельні потужністю до 20 Гкал/год, 4 котельні потужністю понад 20 до 100 Гкал/год, 2 котельні потужністю більше 100 Гкал/год. Кількість котлів, що знаходяться на котельних в експлуатації КП ВМР "Вінницяміськтеплоенерш" 131 шт., з них 18 модулів нагріву, які розташовані на дахових котельнях. Підприємство експлуатує 228,416 км теплових мереж. Більшість теплових мереж експлуатуються понад 25 років [2].

Загальна встановлена потужність котельних становить 567 Гкал. КП ВМР "Вінницяміськтеплоенерго" експлуатують котельні, що використовують

природній газ, багато з яких внаслідок морального та фізичного старіння мають відносно низький коефіцієнт корисної дії.

Теплове господарство підприємства представлено такими котлами як Viessmann - 23 шт., ТВГ - 9 шт., КВГМ - 2 шт. Основними котлами на дахових котельнях являються модулі МН - 18 шт. Також, продовжують експлуатуватися котли типу НДІСТУ - 5 у кількості 6 шт [3].

Типова гідравлічна схема водогрійної котельні представлена на рис. 1.1

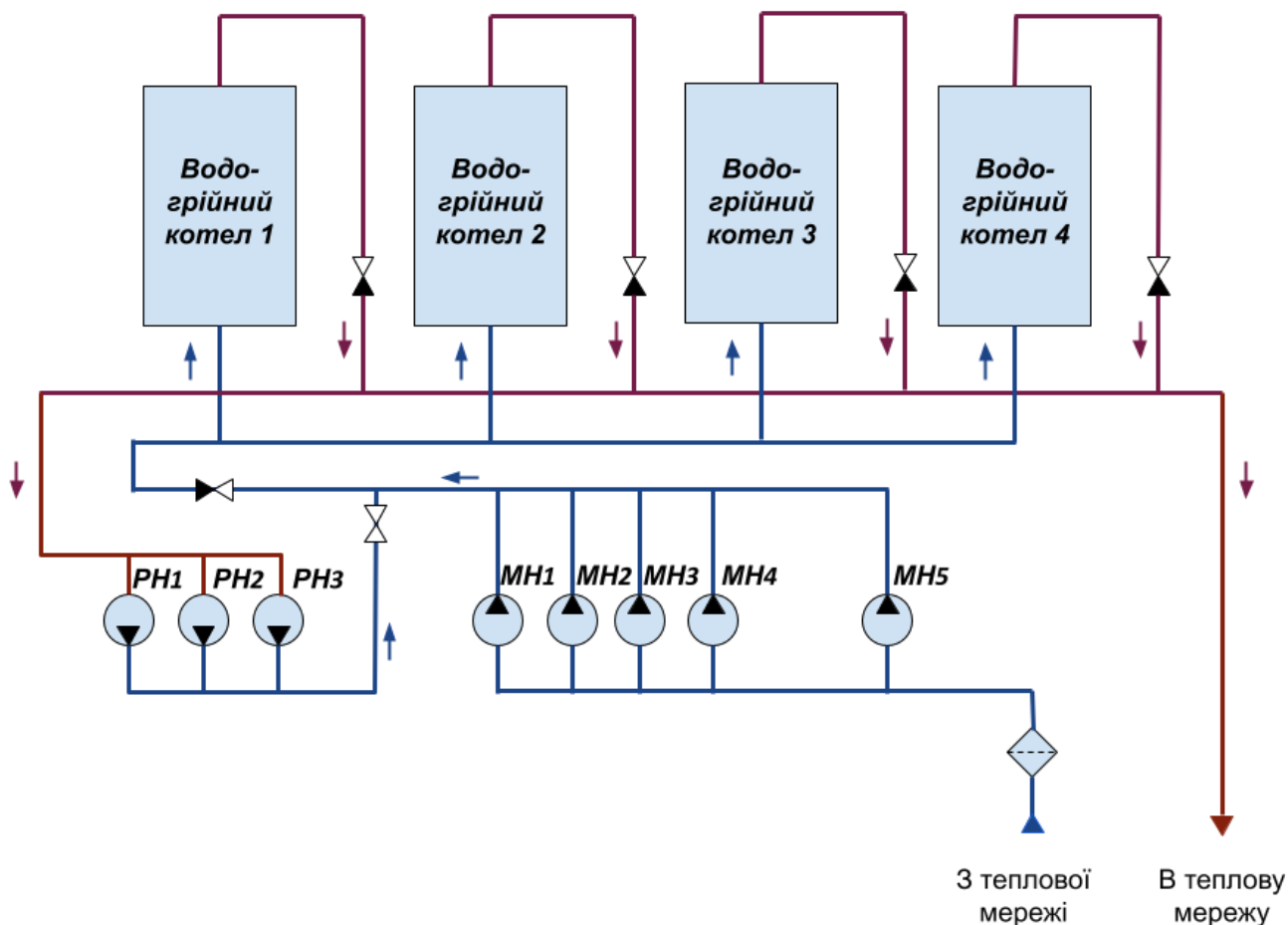


Рисунок 1.1 - Типова гідравлічна схема водогрійної котельні

Головне обладнання котельні, яке потребує електричного живлення - це мережні насоси МН1-МН5, рециркуляційні насоси РН1-РН3, вентилятори та димососи, які на схемі не показані бо відносяться безпосередньо до водогрійних котлів 1-4.

1.2 Характеристика діючої системи електропостачання котельні по вул. Матроса Кошки 12

Генеральний план котельні по вул. Матроса Кошки. 12 показано на рис.1.2

За адресою вул. Матроса Кошки, 12 знаходиться дві котельні. Так як вони були побудовані в різні роки, то технологічно це два окремих об'єкти з автономними схемами електричного живлення. В даній роботі ми будемо розглядати котельню 2 за адресою вул.Матроса Кошки 12/2.

Згідно ДБН В.2.5-77:2014 Електроприймачі котелень за надійністю електропостачання відносяться до першої чи другої категорій, що визначається відповідно до категорії котельні та ПУЕ[4] [5].

При цьому системи сигналізації загазованості, пожежна, охоронна сигналізація, системи димовидалення, оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей, системи пожежогасіння, евакуаційного та аварійного освітлення мають забезпечуватися електроенергією за першою категорією надійності [5].

Відомості про електричні навантаження підприємства наведено в табл. 1.1

Підприємство заживлене від двох незалежних джерел електропостачання: ТП 110/10 “Промислова”, яка знаходиться на відстані 2.15 км та ТП 110/10 “Південна” - на відстані 1.95 км.

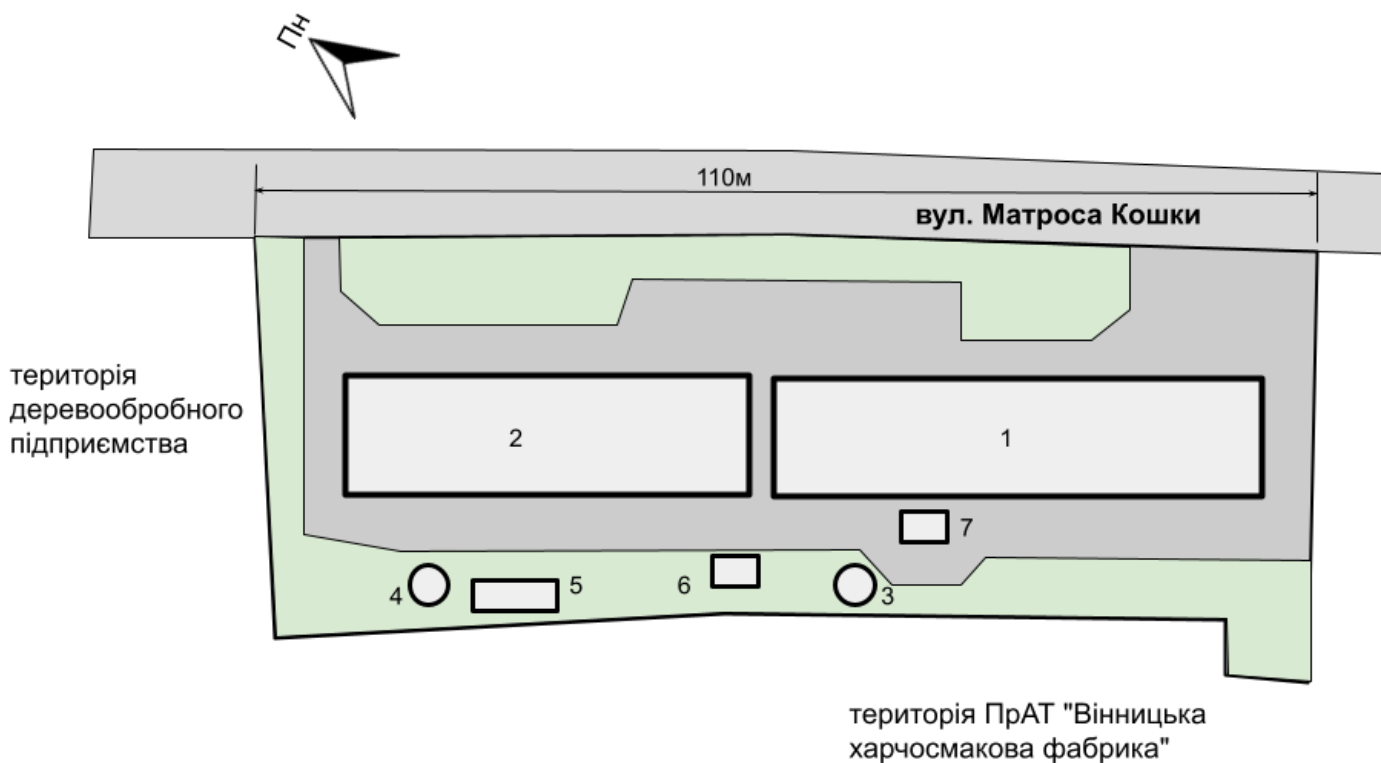


Рисунок 1.2 - Генплан території котельні по вул. М.Кошки, 12

Таблиця 1.1 - Відомості про електричні навантаження котелень

№ на плані	Назва споживача	Рн, кВт
1	Котельня №1	700
2	Котельня №2	700
3,4	Димові труби (сигнальні вогні)	1
5	Когенераційна установка (генерація)	315
6	ТП 679 (2x630)	1260
7	ТП 468 (2x630)	1260

Тариф за активну електроенергію $t = 2,41026$ грн/кВт*год без ПДВ

Тариф за розподіл електричної енергії складає $1,257$ грн/кВт*год без ПДВ

Потужність КЗ зі сторони 10 кВ рівна $S_{кз} = 40$ МВА.

Час використання максимального навантаження $T_m=4300$ год/рік.

Система електропостачання котельні характеризується великою кількістю електрообладнання, характеристики якого не відповідають параметрам нормальних та післяаварійних режимів. Велика частка обладнання морально застаріла та фізично зношена.

Такий стан перш за все зумовлений зміною технології виробництва, впровадженням нового технологічного обладнання, а в деяких випадках - має місце використання фізично застарілого технологічного обладнання.

Через розвиток електроенергетичної системи збільшились потужності короткого замикання на шинах системних підстанцій, в результаті збільшились величини струмів короткого замикання. Відповідно деякі елементи електричних мереж зараз вже не відповідають потенційним параметрам аварійних режимів та не можуть бути засобом надійного захисту мереж.

В сучасних мережах використовуються керовані батареї статичних конденсаторів, що дозволяє ефективно знизити активні втрати на передачу електроенергії.

Через заміну технологічного обладнання на обладнання з більшою або з меншою потужністю, зміною технологічних режимів та екологічних норм, рівні відхилень напруги на затискачах окремих електроприймачів та на вводі в розподільчі пристрої не відповідають нормованим значенням. В деяких випадках маємо завищені напруги, а на інших – занижені.

Показники якості регламентуються стандартом ДСТУ EN 50160:2014 [6]. Як в багатьох системах по країні, так і в системі електропостачання котельні, якість електроенергії залишається незадовільною. Часто це є наслідком того, що на підприємстві існують електричні навантаження, які негативно впливають на електричну мережу. Крім того котельня КП ВМР “Вінницяміськтеплоенерго” знаходиться в оточенні житлового масиву, а тому деякі спотворення якісних характеристик є наслідком комунально-побутового навантаження.

При зростанні навантажень в енергосистемі (особливо в зимову пору, під час опалювального сезону) на підприємстві, як і в усій енергосистемі,

виявляється дуже небезпечна характеристика якості електроенергії – відхилення частоти, яка може вплинути на стійкість системи і цілому.

Отже, такий стан якості електроенергії спричиняє появу додаткових збитків на підприємстві.

1.3 Висновки до розділу 1

1. Система електропостачання котельні КП ВМР “Вінницяміськтеплоенерго” характеризується достатньою кількістю електрообладнання, характеристики якого вже не відповідають параметрам нормальних та аварійних режимів. Велика частка електрообладнання морально застаріла та фізично зношена.

2. Характеристики деяких елементів електричних мереж не відповідають потенційним параметрам аварійних режимів, через значну зміну цих режимів

3. Рівні відхилень напруги на затискачах окремих електроприймачів та на вводі в розподільчі пристрої не відповідають нормованим значенням В деяких випадках напруги - завищені, в інших – занижені.

2 ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

2.1 Розрахунок електричних навантажень підприємства

Для розрахунку силових та освітлювальних навантажень підприємства скористаємось методами коефіцієнтів використання та попиту [7] [8].

Проведемо розрахунки навантажень цехів та котельні в цілому за допомогою наведених формул. Вихідні дані та результати розрахунків відобразимо в табличній формі, яка показана на рисунку 2.1.

Коефіцієнт реактивної потужності:

$$\operatorname{tg}(\varphi) = \operatorname{tg}(\arg \cos(\varphi)) \quad (2.1)$$

Розрахункова активна потужність освітлення [9]:

$$P_{po} = F \cdot k_{пра} \cdot k_{пит} \cdot P \quad (2.2)$$

Розрахункова реактивна потужність освітлення:

$$Q_{po} = P_{po} \cdot \operatorname{tg}(\varphi_o) \quad (2.3)$$

де $\operatorname{tg}(\varphi_o)$ - коефіцієнт реактивної потужності освітлення.

Середня активна потужність:

$$P_c = k_b \cdot P_n + P_{po} \quad (2.4)$$

Середня реактивна потужність:

$$Q_c = k_b \cdot P_n \cdot \operatorname{tg}(\varphi) + Q_{po} \quad (2.5)$$

Середня повна потужність:

$$S_c = \sqrt{P_c^2 + Q_c^2} . \quad (2.6)$$

Середній струм:

$$I_c = \frac{S_c}{\sqrt{3} \cdot U} . \quad (2.7)$$

Розрахункова активна потужність:

$$P_p = k_n \cdot P_n + P_{po} . \quad (2.8)$$

Розрахункова реактивна потужність:

$$Q_p = k_n \cdot P_n \cdot \operatorname{tg}(\varphi) + Q_{po} . \quad (2.9)$$

Розрахункова повна потужність:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} . \quad (2.10)$$

Розрахунковий струм:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U} . \quad (2.11)$$

Питома густина навантажень:

$$\rho = \frac{S_p}{F} . \quad (2.12)$$

Сумарна середня активна потужність:

$$P_{c\Sigma} = \sum_1^N P_c , \quad (2.13)$$

де N – кількість цехів підприємства.

Сумарна середня реактивна потужність:

$$Q_{c\Sigma} = \sum_1^N Q_c \quad . \quad (2.14)$$

Сумарна середня повна потужність:

$$S_{c\Sigma} = \sqrt{P_{c\Sigma}^2 + Q_{c\Sigma}^2} \quad . \quad (2.15)$$

Сумарна розрахункова активна потужність освітлення:

$$P_{po\Sigma} = \sum_1^N P_{po} \quad . \quad (2.16)$$

Сумарна розрахункова реактивна потужність освітлення:

$$Q_{po\Sigma} = \sum_1^N Q_{po} \quad . \quad (2.17)$$

Сумарна розрахункова активна потужність:

$$P_{p\Sigma} = k_o \cdot \sum_1^N k_{\Pi} \cdot P_{\Pi} + P_{po\Sigma} \quad . \quad (2.18)$$

Сумарна розрахункова реактивна потужність:

$$Q_{p\Sigma} = k_o \cdot \sum_1^N P_{\Pi} \cdot K_{\Pi} \cdot \text{tg} + Q_{po\Sigma} \quad . \quad (2.19)$$

Сумарна розрахункова повна потужність:

$$S_{p\Sigma} = \sqrt{P_{p\Sigma}^2 + Q_{p\Sigma}^2} . \quad (2.20)$$

Сумарна питома густина навантажень:

$$\rho_{\Sigma} = \frac{S_{p\Sigma}}{F_{\Sigma}} \quad (2.21)$$

Таблична форма розрахунку потужностей підрозділів підприємства наведена на рисунку 2.1. За допомогою методу коефіцієнта попиту [8] в автоматизованій табличній формі розраховані електричні навантаження підприємства в цілому та його цехів. При цьому повна середня потужність заводу складає $S_{\text{с сум}}=947$ кВА, а повна розрахункова потужність з урахуванням коефіцієнта попиту для котелень та коефіцієнта одночасності максимумів навантаження складає $S_{\text{р сум}}=1043$ кВА.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	
1			Сила					Освітлення						Сер. навантаж.			Розрах. навантаж.					
2	№ з.п.	Цех, підрозділ	Pн	cos φ	tg φ	Kп	Kв	F	Kпра	Kпито	tg φ	Qро	Pро	Pс	Qс	Sc	Pр	Qр	Sp	Ip	ρ	
3			кВт					м²		Вт/м²		квар	кВт	кВт	квар	кВА	кВт	квар	кВА	A	кВА/м²	
4	1	Котельня №1	700	0,8	0,75	0,55	0,5	630	0,8	8	0,3	2	6	356	264	444	391	291	487	704	0,8	
5	2	Котельня №2	700	0,8	0,75	0,55	0,5	630	0,8	8	0,3	2	6	356	264	444	391	291	487	704	0,8	
6	3	Адмінприміщення, лабораторія	60	0,75	0,88	0,8	0,7	270	0,8	13	0,3	1	4	46	38	60	52	44	68	98	0,3	
7		Всього по котельні	1460					1530				5	17	759	567	947	835	625	1043	1505	0,7	
8																						

Рисунок 2.1 - Розрахунок навантаження підприємства

Кількість трансформаторів у трансформаторних підстанціях має відповідати категорії надійності споживачів згідно ПУЕ [4]. Так як у котельні більшість споживачів мають категорію I - то ТП мають бути двотрансформаторними з автоматичним увімкненням резерву (АВР).

Враховуючи особливості навантаження котельні, розподілимо навантаження між ТП так, як це показано в табличній формі на рисунку 2.2.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	№ ТП	№ цеху	Назва цеху	Pp	Qp	Sp	Pc	Qc	Sc
2				кВт	квар	кВА	кВт	квар	кВА
3	ТП1	1	Котельня 1	391	291	487	356	264	444
4		3	Адмінкорпус, лабораторія	52	44	68	46	38	60
5			Всього по ТП1	444	334	556	403	303	504
6	ТП2	2	Котельня 2	391	291	487	356	264	444
7			Всього по ТП2	391	291	487	356	264	444
я									

Рисунок 2.2 - Розподіл трансформаторних підстанцій між цехами

Для автоматизованого розв'язку задачі вибору оптимальної потужності трансформаторів будемо використовувати табличний редактор Google Таблиці.

Використаємо такі показники для розрахунків:

- коефіцієнт ефективності капіталовкладень $E_e=0,1$;
- коефіцієнт відрахувань на амортизацію в ТП $E_a=0,036$;
- коефіцієнт завантаження в нормальному режимі знайдемо в такій послідовності:
 - згідно таблиці G1 ДСТУ 3463-96 [10] , річна температура для Вінниці, де знаходиться котельня $\theta=10,7^\circ\text{C}$;
 - згідно таблиці 3, знайдемо поправку на температуру охолоджуючого середовища для трансформаторів розподільних трансформаторів з внутрішньою установкою $\Delta\theta=6^\circ\text{C}$;
 - знайдемо значення ефективної температури $\theta_e=\theta+\Delta\theta=10,7+6=16,7^\circ\text{C}$;

- з таблиці 6 [10] визначаємо максимальний коефіцієнт навантаження в нормальному режимі $k_n=1$.
- коефіцієнт навантаження в післяаварійному режимі: максимально можлива температура в післяаварійному режимі виникає влітку і для Вінниці складає $\approx 30^\circ\text{C}$;
 - згідно таблиці Н1 ГОСТ 14209-97 для розподільчих трансформаторів типу ONAN максимальний коефіцієнт навантаження в післяаварійному режимі $k_{па}=1,3$
- в післяаварійному режимі, допускається відключити 10% навантаження, тому доля навантаження у післяаварійному режимі складе 90% - відповідно коефіцієнт $k_{па}=0,9$.

Створимо автоматизовану форму вибору потужності цехових ТП згідно математичної моделі, де керованою змінною буде виступати потужність трансформаторної підстанції - S_T , а показником ефективності – річні приведені затрати Z в ТП.

$$Z(S_T) = B_{ТП}(S_{ТП}) + B_B(S_{ТП}), \quad (2.22)$$

де $B_{ТП}(S_{ТП})$ - річна приведена вартість капіталовкладень;

$B_B(S_{ТП})$ - вартість річних втрат електроенергії.

$$B_{ТП}(S_{ТП}) = (E_a + E_e) \cdot k_{ТП}(S_T, k_T), \quad (2.23)$$

де $k_{ТП}(S_T, k_T)$ – капіталовкладення в ТП в залежності від потужності S_T та кількості k_T трансформаторів.

$$B_B(S_T) = [\Delta P_{XX}(S_T) + \Delta P_{K3}(S_T) \cdot k_3^2] \cdot k_T \cdot B_0 \quad (2.24)$$

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

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

k_3 - коефіцієнт завантаження трансформатора;

B_0 - питома вартість втрат електроенергії.

$$Z(S_T) = (E_a + E_e) \cdot k_{ТП}(S_T, k_T) + [\Delta P_{xx}(S_T) + \Delta P_{кз}(S_T) \cdot k_3^2] \cdot k_T \cdot B_0 \quad (2.25)$$

Вирішення даної задачі оптимізації є пошук варіанта з мінімумом приведених річних затрат.

Запишемо обмеження, які накладаються на керовану змінну:

$$S_T \cdot k_T \cdot k_H \geq S_{ТП} \quad (2.26)$$

$$k_T > 1 \Rightarrow S_T \cdot k_{па} \geq S_{ТП} \cdot k_{нпа} \quad (2.27)$$

Втрати потужності в цехових ТП та трансформаторах зв'язку розраховуються за такими формулами:

Втрати активної потужності:

$$\Delta P_{тр} = n \cdot \Delta P_{xx} + \frac{1}{n} \cdot \Delta P_{кз} \cdot \left(\frac{S_p}{S_{ном.тр}} \right)^2 \quad (2.28)$$

Втрати реактивної потужності:

$$\Delta Q_{тр} = n \cdot \frac{I_{кx}}{100} \cdot \frac{1}{n} \cdot \frac{U}{100} \cdot \left(\frac{S_p}{S_{ном.тр}} \right)^2 \quad (2.29)$$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	
1	Вибір оптимальної потужності трансформатора ТП за мінімумом затрат															
2	Дані нормального режиму															
3		Розрахункова потужність ТП, кВА									Sp	487				
4		Середні потужність ТП, кВА									Sc	444				
5		Кількість трансформаторів									n	2				
6		Допустимий коефіцієнт навантаження в нормальному режимі									kn	1				
7	Дані післяаварійного режиму															
8		Допустимий коефіцієнт навантаження в післяаварійному режимі									kпа	1,3				
9		Доля навантаження в п.а режимі									knпа	0,9				
10	Економічні параметри															
11		Питома вартість втрат грн/кВт									Vo	18720				
12		Коефіцієнт ефективності капіталовкладень									Ea	0,1				
13		Коефіцієнт відрахувань на амортизацію									Ee	0,067				
14																
15	*	St	dPкз	dPхх	Kтп	E*К	dPзм	dPпост	dP	Vв	З	*	X	Обм.1	Обм.2	
16		кВА	кВт	кВт	тис. грн	тис. грн	кВт	кВт	кВт	тис. грн	тис. грн					
17		63	1,28	0,24	130	13	38,24	0,48	38,72	725	---					
18		100	1,97	0,33	160	16	23,36	0,66	24,02	450	---					
19		160	3,1	0,51	200	20	14,36	1,02	15,38	288	---					
20		250	4,2	0,74	265	26,5	7,97	1,48	9,45	177	---					
21		400	5,9	0,95	340	34	4,37	1,9	6,27	117	---				+	
22	v	630	8,5	1,31	460	46	2,54	2,62	5,16	97	199	v	+	+	+	
23		1000	10,5	2,1	630	63	1,25	4,2	5,45	102	212		+	+	+	
24		1600	18	2,8	1350	135	0,83	5,6	6,43	120	259		+	+	+	
25		2500	23,5	3,85	2250	225	0,45	7,7	8,15	152	335		+	+	+	
26					Мінімальні річні затрати					3min=	199					
27					Оптимальна потужність трансформатора					Soptm=	630					
28																

Рисунок 2.3 - Вибір потужності трансформаторів ТП1

Результати автоматизованого вибору цехових трансформаторних підстанцій зведемо у таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 Вибір потужності ТП

ТП	Sc, кВА	Sp, кВА	Марка Т	Sn, кВА	Кількість	Приведені затрати тис.грн.
ТП1	504	556	ТМ-630/10	630	2	224
ТП2	444	487	ТМ-630/10	630	2	199

Однолінійна схема системи електропостачання котельні показана на рис. 2.4

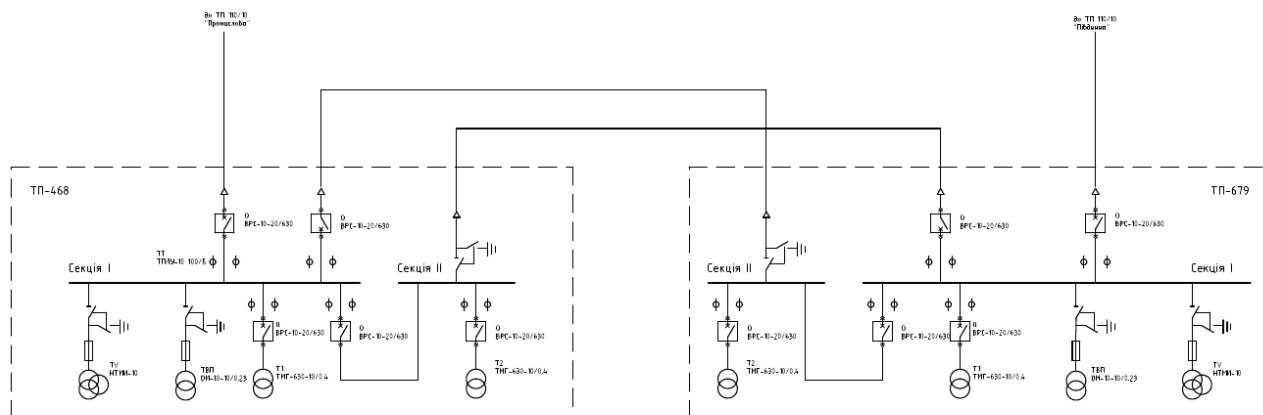


Рисунок 2.4 - Однолінійна схема системи електропостачання котельні

2.2 Визначення оптимального перерізу ліній живлення

Так як на підприємстві переважаюча більшість споживачів відносяться до І групи з надійності, то заживлювати наші ТП будемо від незалежних джерел:

- ТП 110/10 “Промислова”, яка знаходиться на відстані 2.15 км;
- ТП 110/10 “Південна” - на відстані 1.95 км.

Пропоновані плани прокладання кабельних ліній розроблені в сервісі Google Maps та наведені на рис 2.5

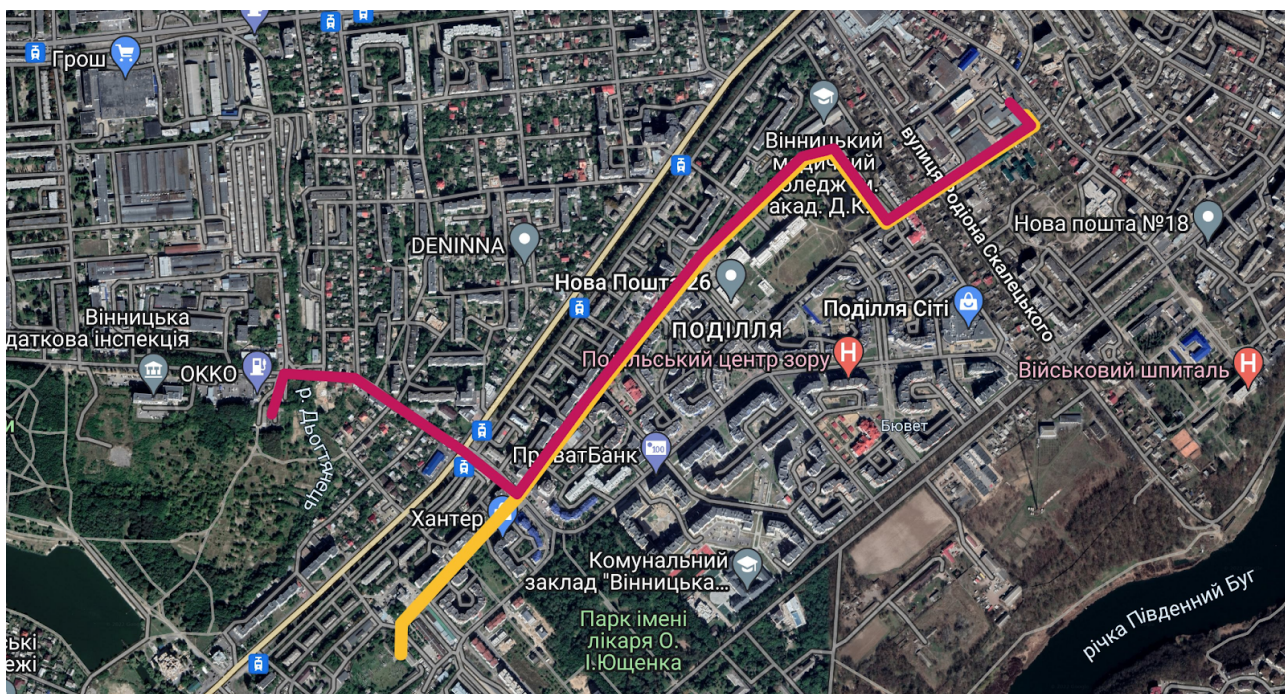


Рисунок 2.5 - Пропонований план трас кабельних ліній 10кВ

Згідно із ПУЕ [4] всі електричні апарати та кабелі обираються за умовами встановлення, номінальним струмом та напругою, а також перевіряються на термічну і динамічну стійкість.

Для живлення котельні обираємо броньовані кабелі з ізоляцією із зшитого поліетилену в полівінілхлоридній оболонці типу АПвЭБВ-10 прокладені в траншеї. Вибір кабелю виконаємо за допустимим струмом:

$$I_p \leq k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \cdot I_{\text{доп}} ; \quad (2.30)$$

де k_1 - поправочний коефіцієнт при температурі зовнішнього середовища;

k_2 - поправочний коефіцієнт на глибину прокладання;

k_3 - поправочний коефіцієнт в залежності від теплового опору ґрунту;

k_4 - поправочний коефіцієнт на відстань між фазами;

k_5 - поправочний коефіцієнт на наявність прокладених поруч кабелів;

k_6 - поправочний коефіцієнт на прокладання в трубах і каналах.

Визначаємо переріз кабелів для живлення котельні

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{1043}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 30,1(A)$$

$$I_{p.a} = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{1043}{\sqrt{3} \cdot 10} = 60,2(A)$$

$$60,2 \leq 1,03 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,99 \cdot 0,97 \cdot 129 = 127,6(A)$$

Згідно таблиці 1.3.35 ПУЕ [4] обираємо кабель перерізом 35мм² з допустимим струмом 129 А.

Так як кількість підстанцій - невелика обираємо схему живлення без розподільного пристрою 10кВ. Обидві ТП - обираємо з прохідною схемою.

Високовольтні вимикачі обираються за номінальною напругою та розрахунковим струмом з урахуванням післяаварійних режимів.

$$U_{\text{ном.в}} \geq U_{\text{ном.мережі}}, \quad (2.31)$$

$$I_{\text{ном.в}} \geq I_{\text{мах}}, \quad (2.32)$$

Для комутації мереж 10 кВ вибираємо вакуумні вимикачі ВРС-10-20/630 [11]. Обираємо однакові вимикачі з номінальним струмом $I_{\text{ном.в}} = 630 \text{ A} > I_{\text{м.ав}}$ для всіх приєднань.

Таблиця 2.2 - Вибір обладнання 10кВ системи електропостачання

Лінія	I_p , А	$I_{па}$, А	Вимикач	$I_{ном}$, А	Кабель	S , мм ²	$I_{доп}$, А
С-ТП1	30,1	60,2	ВРС-10-20/630	630	АПвЭБВ-10	3×35	129
С-ТП2	30,1	60,2	ВРС-10-20/630	630	АПвЭБВ-10	3×35	129

2.3 Оптимізація і моделювання вибору місця розташування ЦРП

Через обмеженість території котельні та чітко визначені місця розміщення цехових ТП, облаштування ЦРП є недоцільним.

Генплан підприємства з нанесеними місцями розміщення трансформаторних підстанцій та кабельними трасами зображений на рис. 2.6

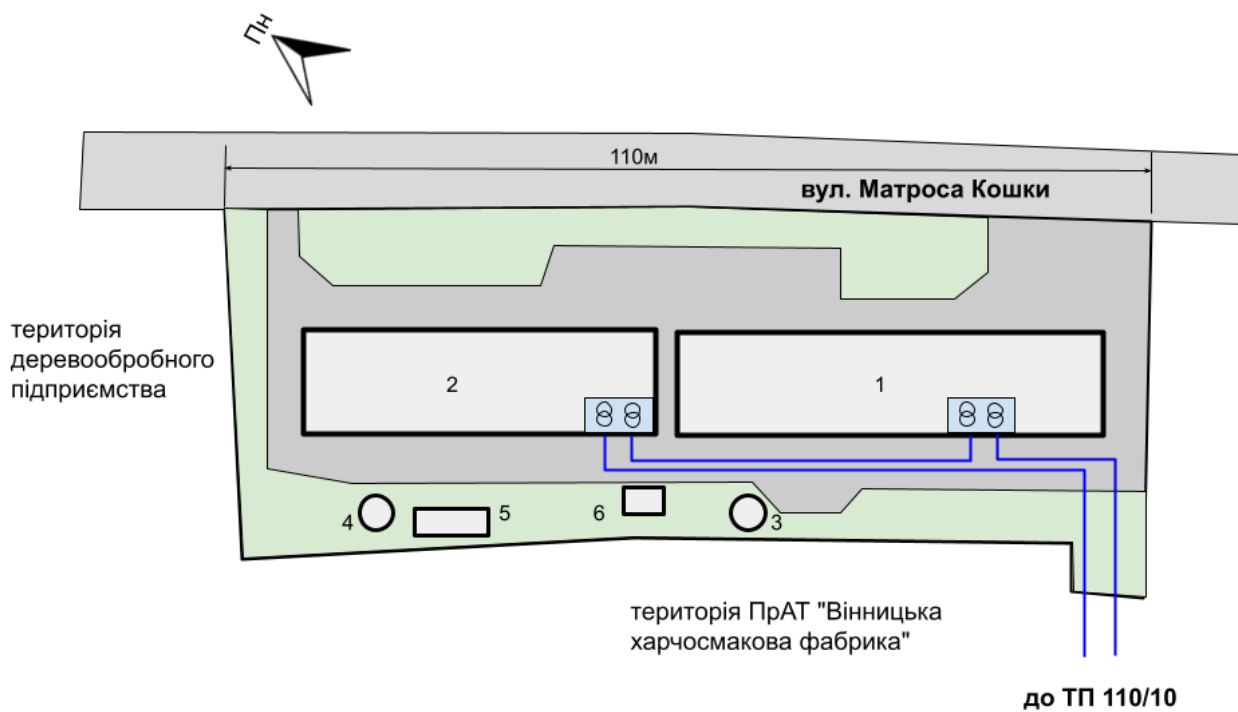


Рисунок 2.6 - Генплан підприємства з нанесеними ТП та КЛ 10кВ

2.4 Висновки до розділу 2

У другому розділі магістерської кваліфікаційної роботи було проведено аналіз системи електропостачання КП ВМР “Вінницяміськтеплоенерго” . Для цього було виконано наступні задачі:

- обраховано кількість та потужність оптимальних трансформаторних підстанцій;
- обрано перерізи та марки кабелів живлення а також здійснено їх перевірку;
- виконано аналіз засобів захисту електрообладнання.

З ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЗА РАХУНОК ВПРОВАДЖЕННЯ КОГЕНЕРАЦІЙНИХ УСТАНОВОК

3.1 Поняття когенераційних установок

Когенерація — також відома як комбіноване виробництво тепла та електроенергії, розподілене виробництво або перероблена енергія — це одночасне виробництво двох або більше видів енергії з одного джерела палива. Когенераційні електростанції часто працюють з ефективністю на 50-70 відсотків вищою, ніж електростанції іншого типу [12].

У практичному плані когенерація зазвичай тягне за собою використання того, що інакше було б втраченим теплом (наприклад, вихлопними газами виробничого підприємства) для отримання додаткових енергетичних переваг, наприклад, для забезпечення теплом або електроенергією будівлі, в якій вона працює. Когенерація є важливою для навколишнього середовища, оскільки переробка відпрацьованого тепла рятує від спалювання інше викопне паливо, що викидає забруднювачі.

Для котелень використання когенераційних установок є надзвичайно вигідним капіталовкладенням, так як при виробництві електроенергії виділяється велика кількість тепла, яку можна постачати через теплові мережі котелень для опалення та гарячого водопостачання житлових районів та промислових підприємств.

Крім того, використання синхронних генераторів в когенераційних установках дозволяє використати їх як для вироблення активної електроенергії, так і для дуже економічної компенсації реактивної енергії. Також когенераційні установки можуть виступати резервними джерелами, які значно підвищують надійність електропостачання.

Когенераційні установки достатньо популярні у західних країнах[12].

Більшість із тисяч когенераційних установок, що працюють у Сполучених Штатах і Канаді, є невеликими об'єктами, якими керують некомунальні

компанії та установи, такі як університети та військові. Для невеликих когенераційних установок — тих, які виробляють від одного до 20 мегават електроенергії — біомаса або навіть метан зі сміттєзвалищ можна використовувати як початкове джерело палива, але природний газ набагато частіше є основним джерелом енергії.

Наприклад, компанія Network Appliance Inc., що базується в Саннівейлі, штат Каліфорнія, компанія, що займається комп'ютерними мережами, покладається на когенераційну систему, що працює на природному газі в один мегават, для забезпечення значних потреб будівлі в кондиціонуванні повітря, а також для резервного живлення для використання під час пікового попиту. За оцінками компанії, завдяки когенераційній системі вона заощаджує близько 300 000 доларів США на рік на витратах на електроенергію [12].

Розглянемо функціональну схему когенераційної установки, що представлена на рис.3.1 [13, 14]

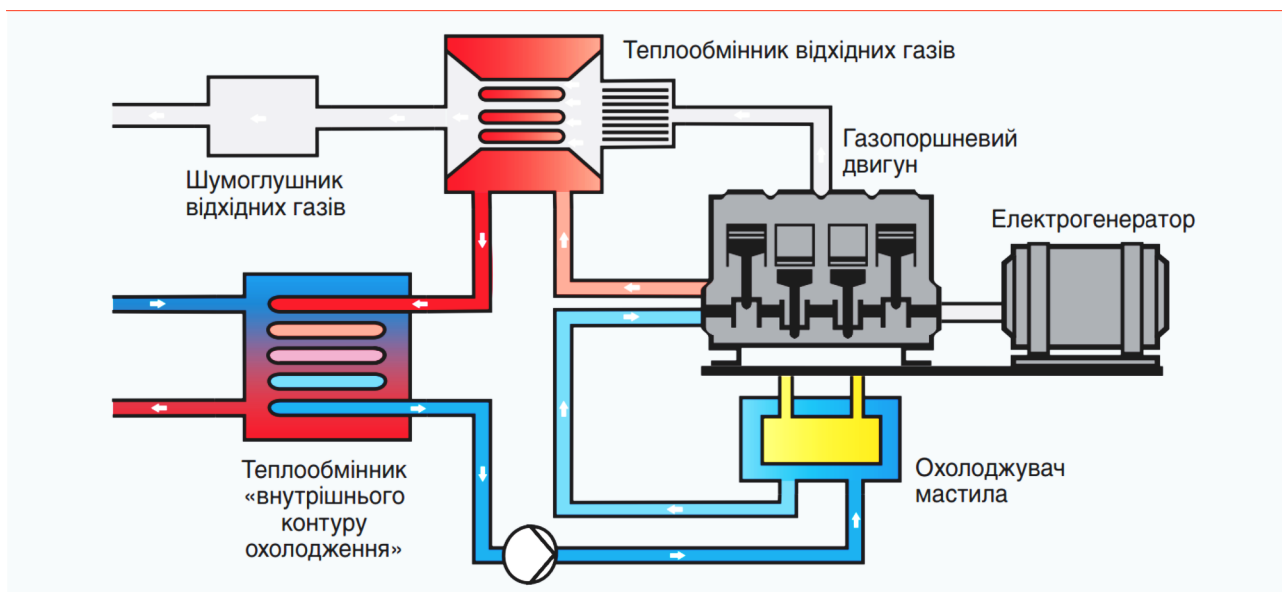


Рисунок 3.1 - Функціональна схема когенераційної установки

Паливом для газопоршневого двигуна є природний газ. Двигун під час роботи приводить у рух синхронний електрогенератор, який виробляє електроенергію. Під час роботи двигуна виділяється велика кількість теплової енергії у вигляді високої температури вихлопних газів та нагріву рухомих

елементів. Ця енергія може бути відведена в мережу теплопостачання за рахунок використання теплообмінників.

Компанія Viessmann пропонує модульну структуру когенераційних установок Vitobloc [13], яка показана на рис 3.2

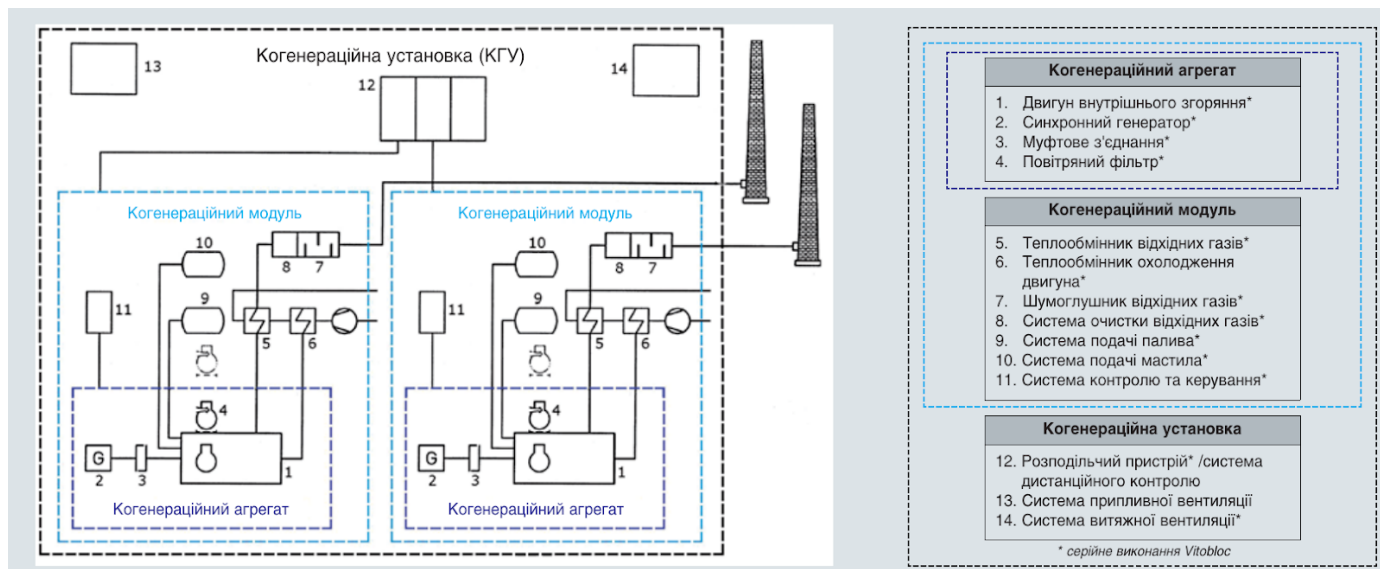


Рисунок 3.2 - Модульна структура когенераційних установок

3.2 Пристрої автоматичного ввімкнення резерву (АВР)

Котельні, центри обробки даних, лікарні, фабрики та широкий спектр інших типів установ, які потребують безперервної або майже безперервної роботи, зазвичай використовують аварійне (альтернативне) джерело живлення, таке як генератор або резервну мережу, коли їхнє звичайне (основне) джерело живлення стає недоступним [15].

Автоматичний перемикач (АВР) — це інтелектуальний пристрій перемикання живлення, який керується спеціальною логікою керування. Основне призначення АВР – забезпечити безперервну подачу електроенергії від одного з двох джерел живлення до підключеного ланцюга навантаження (електрообладнання – освітлення, двигуни, комп'ютери тощо).

Логіка управління або автоматичний контролер зазвичай базується на мікропроцесорі і постійно контролює електричні параметри (напруга, частота) первинних і альтернативних джерел живлення. При виході з ладу підключеного джерела живлення АВР автоматично переведе ланцюг навантаження на інше джерело живлення (якщо воно доступне). Як загальне правило, більшість автоматичних перемикачів за замовчуванням підключають навантаження до головного джерела електропостачання і підключаються до альтернативного джерела живлення (двигун-генератор, резервна мережа) лише тоді, коли це потрібно (збій первинного джерела) або на вимогу (команда оператора) [15].

Типова послідовність перемикачів наступна:

- Виходить з ладу штатне джерело живлення.
- Перемикач перемикає навантаження на джерело аварійного живлення, якщо живлення від генератора або резервного джерела живлення стабільно і в межах встановлених допусків напруги та частоти.
- Перемикач повертає навантаження від джерела аварійного живлення до штатного джерела живлення, коли електропостачання відновлюється.

Процес повернення перемикачів є самостійним або ініційованим вручну.

Для увімкнення аварійного живлення на котельні буде використовуватись АВР на два та на три вводи. Схематично вони показані на рис. 3.3

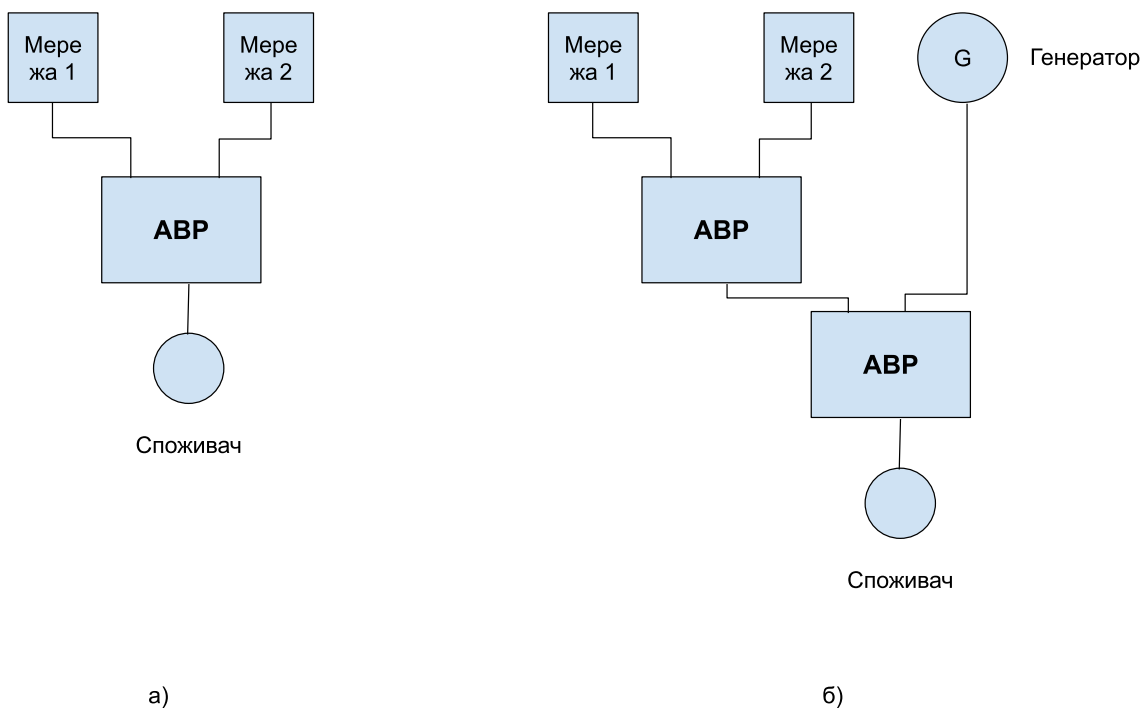


Рисунок 3.3 - АВР на два вводи з основною та резервною мережею (а) та на три вводи (б)

На РП-0.4 трансформаторних підстанцій використовується схема з керуванням приводами автоматичних вимикачів, однолінійна схема такого АВР представлена на рис. 3.4

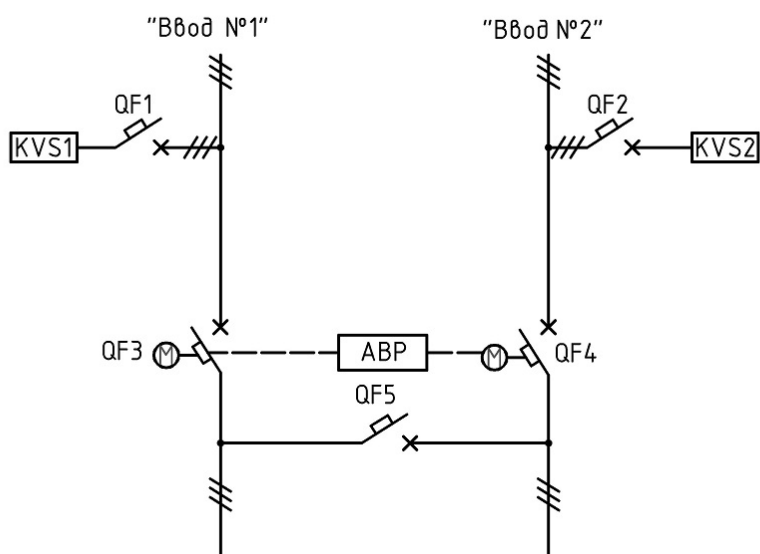


Рисунок 3.4 - Однолінійна схема АВР з секційним автоматичним вимикачем з електроприводом

Для застосування в котельні пропонується використання типових схем АВР, які пропонуються компанією Schneider Electric [16].

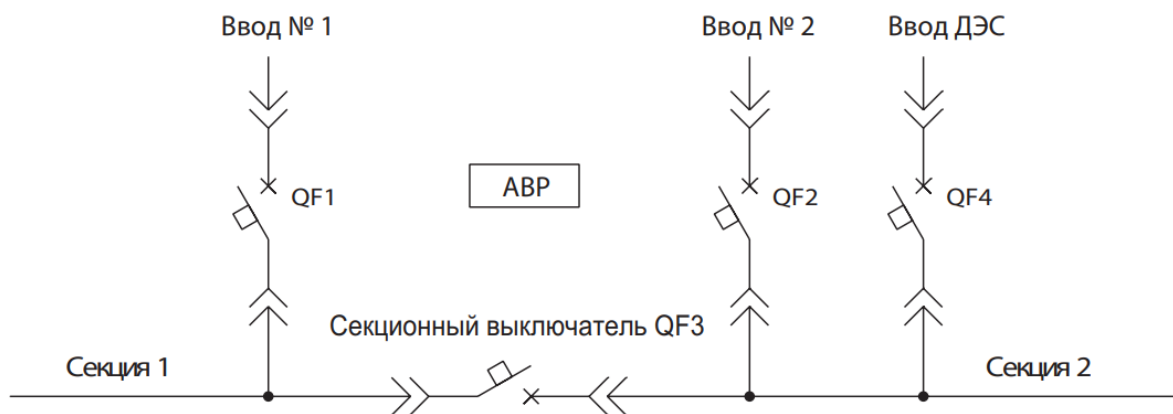


Рисунок 3.5 - Однолінійна схема автоматичного увімкнення резерву на котельні

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

4.1 Техніко-економічне обґрунтування роботи

Суть техніко-економічного обґрунтування проекту полягає в проведенні попередніх техніко економічних розрахунків, які підтверджуються доцільність капіталовкладень в даний енергетичний об'єкт [17].

Доцільність реалізації проекту обґрунтовується:

- задоволення потреб суспільства послугами та продукцією підприємства;
- створення нових робочих мість та працевлаштуванням населення;
- надання необхідних послуг;
- прибутковістю;
- окупністю капіталовкладень, і т.д.

Вихідні дані для розрахунку:

- виручка від реалізації продукції $V = 90$ (млн. грн./рік);
- середньооблікова чисельність персоналу $N = 24$;
- середньорічний фонд заробітної плати одного працівника разом з нарахуванням на соціальні потреби $Z_{\text{пл}}$, грн./рік;
- питома заробітна плата в собівартості продукції $d = 10\%$;
- первісна, або балансова вартість основних фондів $\Phi = 320$ млн.грн;
- нормований коефіцієнт ефективності капіталовкладень: $E_{\text{н}} = 0,1$;
- нормований термін окупності, років: $T_{\text{ок}} = 10$.
- середньомісячна зарплата одного працівника $Z = 9000$ грн./міс.

Середньорічний фонд заробітної плати одного працівника:

$$Z_{\text{пл}} = Z \cdot 12 \cdot 10^{-6} = 9000 \cdot 12 \cdot 10^{-6} = 0,108 \text{ (млн.грн./рік)}, \quad (4.1)$$

Повна собівартість продукції:

$$C = \frac{1,38 \cdot Z_{\text{пл}} \cdot N}{d} = \frac{1,38 \cdot 0,108 \cdot 24}{0,1} = 35,77 \text{ (млн.грн./рік)}, \quad (4.2)$$

Балансовий прибуток:

$$\Pi = B - C = 90 - 35,77 = 54,23 \text{ (млн.грн./рік)}, \quad (4.3)$$

Визначаємо термін окупності даного підприємства:

$$T_{OP} = \frac{\Phi}{\Pi} = \frac{320}{54,23} = 5,89 \text{ (років)}, \quad (4.4)$$

$$T_{OP} = 5,89 < T_{OK} = 10 \text{ (років)}.$$

Даний термін не перевищує нормативний, отже розрахунок системи електропостачання є прибутковим.

Відповідно до схеми електричної мережі підприємства, показаної на рисунку 4.1, та вихідних даних, приведених у таблицях 4.1, 4,2 1.1, необхідно виконати такі розрахунки:

1. Розрахувати величину капітальних вкладень в трансформаторні підстанції, кабельні лінії та високовольтні вимикачі.

2. Розрахувати оплату за спожиту електроенергію.

3. Розрахувати величину складових експлуатаційних витрат:

- витрат в мережах підприємства;

- витрат на заробітну плату;

- витрат на матеріали;

- амортизаційних витрат.

4. Розрахувати собівартість електроенергії на підприємстві.

Таблиця 4.1 – Характеристики трансформаторних підстанцій

Підстанція	Тип трансформатора	Кількість трансформаторів	Факт. потужність підстанції, кВА
ТП 1	ТМ-630	2	556
ТП 2	ТМ-630	2	487

Таблиця 4.2 – Відомості про кабельні лінії

Найменування ліній	Довжина лінії, м	Марка кабелю	К-сть
ТП “Південна” - ТП1	1950	АПвЭБВ-10 3x35	1
ТП “Промислова” - ТП2	2150	АПвЭБВ-10 3x35	1

Рекомендації до виконання:

1. Оплату за спожити електроенергію розраховують по тарифам: 6,5 грн/кВт·год
2. Прийняти норму амортизації – 6%,
3. Нарахування:
 - єдиний соціальний внесок – 22%,
 - військовий збір – 1,5%,

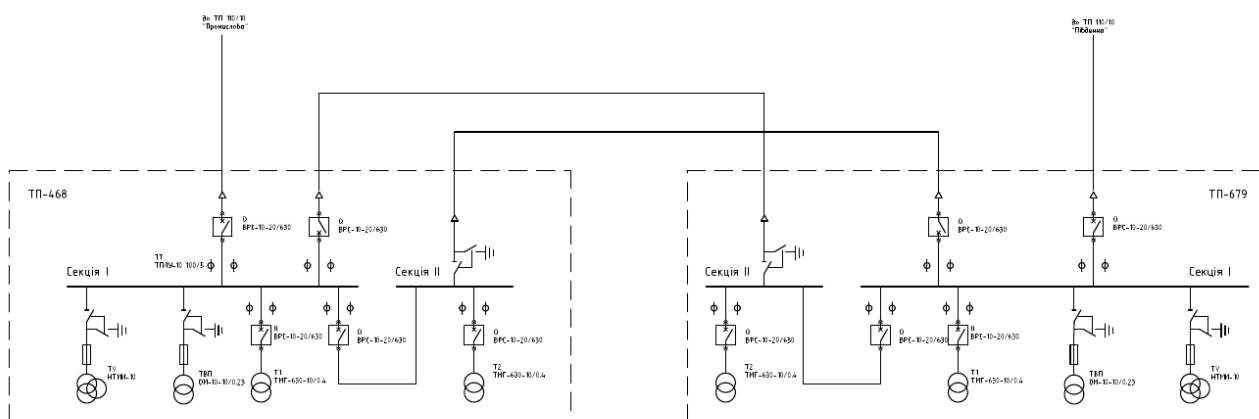


Рисунок 4.1 – Схема електропостачання підприємства

4.2 Розрахунок капіталовкладень в систему електропостачання

Розрахунок капіталовкладень в лінії електропередач виконуємо за вартістю кабелів та їх прокладання, які наведені в табл. 4.4 і табл.4.5 [17].

Капітальні вкладення для ліній електропередач:

$$K_{л} = (K_{пит} \cdot n + K_{прок}) \cdot L, \quad (4.5)$$

де $K_{пит}$ - питома вартість на 1км лінії, тис. грн./км [17];

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

L - довжина лінії електропередачі, км.

n – кількість кабелів в траншеї, шт.

Визначимо вартість прокладання кабельної лінії від ТП “Південна” до ТП1 (АПвЭБВ-10 3х35) в ґрунті II категорії без врахування переходів:

$$K_{л1} = (K_{пит} \cdot n + K_{прок}) \cdot L = (520 \cdot 1 + 159) \cdot 1,95 = 1324 \text{ (тис.грн.)}$$

Для інших ліній розрахунки виконуються аналогічно, результати розрахунків заносимо в таблиця 4.3.

Таблиця 4.3 – Розрахунок капіталовкладень для ліній електропередач

Назва лінії	Марка кабелю	Кіл-ть	Довжина, км	$K_{пит}$, тис.грн	$K_{прок}$, тис.грн	$K_{л}$, тис.грн
ТП “Південна” - ТП1	АПвЭБВ-10 3х35	1	1.95	520	159	1 324
ТП “Промислова” - ТП2	АПвЭБВ-10 3х35	1	2.15	520	159	1 460
Всього						2 784

Капітальні вкладення для електричних підстанцій будуть:

$$K_{пс} = \sum_{i=1}^N K_{псі} + K_{пост} \quad (4.6)$$

де $K_{псі}$ – вартість однієї трансформаторної підстанції, тис. грн. ;

$K_{\text{пост}}$ - 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.

Визначаємо величину капіталовкладень для трансформаторних підстанцій, наприклад, для ТП-1:

$$K_{\text{пс1}} = 920 + 184 = 1104 \text{ (тис.грн),}$$

Результати розрахунків заносимо в таблицю 4.4.

Таблиця 4.4 – Розрахунок капіталовкладень для електричних підстанцій

№	Тип тр-ра	Кількість т-рів	$K_{\text{од}}$, тис.грн	$K_{\text{пост}}$, тис.грн	$K_{\text{пс}}$, тис.грн
ТП-1	ТМ-630	2	920	184	1104
ТП-2	ТМ-630	2	920	184	1104
Всього					2208

Розрахуємо сумарну вартість вимикачів. Відповідно до схеми, зображеної на рис.1, кількість вимикачів 10 кВ – 10 шт.. Відповідно до рекомендацій приймаємо вартість вимикача 10 кВ рівною (60–90) тис. грн.. Сумарна вартість вимикачів:

$$K_{\text{в}} = 10 \cdot 80 = 800 \text{ (тис. грн.),} \quad (4.7)$$

Вартість підстанцій з вимикачами:

$$K_{\text{пс}} = 2208 + 800 = 3008 \text{ (тис.грн.),} \quad (4.8)$$

Відповідно сумарна величина капітальних вкладень в систему електропостачання підприємства.

$$K = 2784 + 3008 = 5792 \text{ (тис.грн.).} \quad (4.9)$$

4.3 Розрахунок поточних витрат

4.3.1 Розрахунок потреби в робочій силі

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

$$T = \Pi \cdot t_{\text{норм}} \cdot h, \quad (4.10)$$

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

$t_{\text{норм}}$ – норма трудомісткості поточного ремонту або огляду, люд.-год. [17];

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

Проводимо розрахунки трудомісткості ремонту електрообладнання та заносимо їх результати до таблиці 4.6.

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

$$T_{\text{то}} = 12 \cdot t_{\text{пр}} \cdot K_{\text{ср}} \cdot K_{\text{зм}} \cdot h, \quad (4.11)$$

де 12 – кількість місяців у році;

$t_{\text{пр}}$ – планова (таблична) трудомісткість поточного ремонту одиниці устаткування люд.-год [17];

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

h – кількість обладнання в групі.

Проводимо розрахунки трудомісткості технічного обслуговування іншого електрообладнання та заносимо їх результати до таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Трудомісткість поточного ремонту та огляду

Обладнання	К-ть	Поточний ремонт			Огляд		
		К-сть на одиницю облад. рем/рік	Норма трудомісткості люд.год.	Заг. труд-місткість люд.год.	К-сть на одиницю облад. огл/рік	Норма трудомісткості люд.год.	Заг. труд-місткість люд.год.
Вимикач 10кВ	10	1	16	160	12	1	120
ТМ-630	4	0,33	100	132	12	2	96
Кабельна лінія 35 мм ² , км	4,1	1	54	221,4	1	13,5	55,35
Разом				513,4			271,35

Таблиця 4.6 – Трудомісткість технічного обслуговування і загальна трудомісткість

Обладнання	К-ть	Технічне обслуговування				Загальна
		Змінність роботи	Коеф. складності	К-ть місяців	Загал. трудомісткість люд.год.	трудомісткість обслуговування люд.год.
Вимикач 10кВ	10	2	0,1	12	192	472
ТМ-630	4	2	0,1	12	960	1188
Кабельна лінія 35 мм ² , км	4,1	2	0,1	12	531	808
Разом					1683	2468

Відповідно знаходимо кількість експлуатаційних робітників, чол.:

$$N_{\text{ОБС}} = \frac{2468}{1900 \cdot 1,05} = 1,24 \quad (4.12)$$

та персоналу для ремонтних робіт, чол.:

$$N_{\text{ТР}} = \frac{784}{1900 \cdot 1,1} = 0,38. \quad (4.13)$$

Приймаємо за нормами ПУЕ $N_{\text{ТР}} = 2$ чол., $N_{\text{ОБС}} = 2$ чол

4.3.2 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:

$$\Phi_e = N_{\text{обс}} \cdot \beta_n \cdot t_{\text{ге}} \cdot \Phi_d, \quad (4.14)$$

Годинну тарифну ставку рекомендується розраховувати за формулою:

$$t_{\text{ге}} = ((K3 + K4) / 2) \cdot C_I, \quad (4.15)$$

де K3, K4 – тарифні коефіцієнти III та IV розрядів, відповідно, [17];

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

$$C_i = \frac{Z_{\text{min}} \cdot k_{r,i}}{\Phi_H}, \quad (4.16)$$

$$C_I = 6000 \cdot 1 / 176 = 34,09 \text{ грн./год.}$$

Тоді годинна тарифна ставка 3,5 розряду становитиме:

$$t_{\text{ге}} = ((1,18 + 1,27) / 2) \cdot 34,09 = 41,761 \text{ (грн./год.)}, \quad (4.17)$$

Заробітна плата робітників-погодинників:

$$\Phi_e = 2 \cdot 0,9 \cdot 41,761 \cdot 1900 = 142823 \text{ (грн./рік)}, \quad (4.18)$$

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

$$\Phi_p = T_{\text{пр}} \cdot t_{\text{гр}}, \quad (4.19)$$

$$t_{\text{гр}} = ((K4 + K5) / 2) \cdot C_I, \quad (4.20)$$

де K4, K5 – тарифні коефіцієнти IV та V розрядів, відповідно, [10].

Розраховуємо годинну тарифну ставку 4,5 розряду:

$$t_{\text{гр}} = ((1,27 + 1,36) / 2) \cdot 41,761 = 44,83 \text{ (грн./год.)},$$

$$\Phi_p = 513,4 \cdot 44,83 = 23016 \text{ (грн./рік)}.$$

Фонд основної заробітної плати, грн./рік:

$$\Phi_o = \Phi(1+0.05+0.01+\alpha), \text{ (грн./рік)}, \quad (4.21)$$

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:

$$\Phi_{oe} = 142823 \cdot (1+0,05+0,01+0,2) = 179957 \text{ (грн./рік)}, \quad (4.22)$$

і для ремонтних:

$$\Phi_{op} = 23016 \cdot (1+0,05+0,01+0,25) = 29000 \text{ (грн./рік)}. \quad (4.23)$$

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

$$\Phi_{од} = \Phi_o \cdot 1,15, \quad (4.24)$$

$$\Phi_{оед} = 179957 \cdot 1,15 = 206950 \text{ (грн./рік)},$$

$$\Phi_{орд} = 29000 \cdot 1,15 = 33350 \text{ (грн./рік)}.$$

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

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

$$C_{3П} = \Phi_{ОБ} \cdot \left(1 + \frac{\beta_{П} + \beta_{3}}{100} \right), \quad (4.25)$$

де $\beta_{П}$ - ЄСВ, $\beta_{П} = 22\%$;

β_{3} - військовий збір, $\beta_{3} = 1,5\%$;

Відповідно розраховуємо витрати по заробітній платі експлуатаційному персоналу:

$$C_{3П} = 206950 \cdot \left(1 + \frac{22+1.5}{100} \right) = 255584 \text{ (грн./рік)},$$

і ремонтному персоналу:

$$C_{3П} = 29000 \cdot \left(1 + \frac{22+1.5}{100} \right) = 35815 \text{ (грн./рік)}.$$

4.3.3 Планування вартості матеріалів, що витрачаються

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

Необхідні дані для розрахунку беремо з [10], результати розрахунків заносимо до таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 – 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.			
		1000	1600	2500	10000	1000	1600	2500	10000
Силкові трансформатори									
Сталь сортова, кг	7,5	6	7	7	10	44,95	52,44	52,44	74,91
Провід установлюваний, м	3,1	0,5	0,5	0,5	0,5	1,55	1,55	1,55	1,55
Мідь-алюміній (гола), кг	69,8	62	73	73	79	4324,50	5091,75	5091,75	5510,25
Картон електроізоляційний, кг	33,6	1,4	1,6	1,6	1,7	47,08	53,81	53,81	57,17

Лакотканина (ширина 700мм), м	93,3	0,2	0,21	0,21	0,3	18,65	19,59	19,59	27,98
Кабельний папір, кг	27,5	0,6	0,6	0,6	0,6	16,50	16,50	16,50	16,50
Стрічка кіперна, кг	336,3	40	41	41	42	13452,00	13788,30	13788,3	14124,60
Стрічка тафтяна, кг	249,8	18	24	24	28	4497,12	5996,16	5996,16	6995,52
Стрічка азбестова, м	7,4	0,05	0,08	0,08	0,09	0,37	0,59	0,59	0,66
Лаки ізоляційні, кг	40,2	1,5	1,6	1,6	1,8	60,35	64,37	64,37	72,41
Емалі ґрунтові, кг	44,1	2,5	3,1	3,1	3,2	110,33	136,80	136,80	141,22
Масло трансформаторне, кг	13,6	0,58	1,2	1,2	1,3	7,91	16,36	16,36	17,73
Бензин, кг	6,9	0,7	0,9	0,9	1	4,84	6,23	6,23	6,92
Розчиники кг	19,5	0,8	1	1	1,2	15,60	19,50	19,50	23,40
Маслостійка гума, кг	50,0	0,4	0,5	0,5	0,6	20,00	25,01	25,01	30,01
Гума профільна, кг	50,0	0,13	0,09	0,09	0,09	6,50	4,50	4,50	4,50
Припій олов'яно-свинцевий, кг	476,1	0,02	0,02	0,02	-	9,52	9,52	9,52	
Припій мідно-фосфорний, кг	88,5	0,03	0,03	0,03	-	2,66	2,66	2,66	
Електроди, кг	16,4	0,15	0,2	0,2	0,3	2,47	3,29	3,29	4,93
Засоби кріплення, кг	20,9	2	2,5	2,5	3	41,88	52,35	52,35	62,82
Дріт кручений,	2,7	0,3	0,3	0,3	0,37	0,82	0,82	0,82	1,01
Матеріали обтиску, кг	27,3	0,4	0,5	0,5	0,5	10,91	13,64	13,64	13,64
Разом:						22696	25376	25376	27188
Кабельні лінії									
Сталь сортова, кг	7,5		2				15,0		
Електроди, кг	16,5		0,1				1,6		
Разом:							16,6		

Вартість матеріалу на технічну операцію:

$$C_m = 0,01 \cdot \left(\sum_{i=1}^n C_{oi} \cdot T_i + L \cdot C_{лo} \right), \quad (4.26)$$

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

T_i – трудомісткість обслуговування i -го виду трансформаторів,

L – сумарна довжина кабелів,

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

Отже, вартість матеріалів на ремонт: $C_{мпр} = 44945,11$ (грн/рік);

i – вартість матеріалів на технічне обслуговування:

$$C_{мто} = 653663,43 \text{ (грн / рік)}.$$

Отже, можна розрахувати:

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

$$C_{\text{обс}} = C_{\text{зпе}} + C_{\text{мто}}, \quad (4.27)$$

$$C_{\text{обс}} = 419077,35 + 653663,43 = 1072740,78 \text{ (грн/рік);}$$

та витрати на їх поточний ремонт, грн/рік:

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{зпр}} + C_{\text{мпр}}, \quad (4.28)$$

$$C_{\text{пр}} = 35042,82 + 44945,11 = 79987,93 \text{ (грн/рік).}$$

4.3.4 Визначення амортизаційних відрахувань і інших витрат

Знаходимо амортизаційні відрахування за формулою:

$$C_a = a \cdot K, \quad (4.29)$$

де a – норма амортизації, %

K – капіталовкладення, грн.

$$C_a = 0,06 \cdot 1884561,47 = 113073,688 \text{ (грн/рік).}$$

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

$$C_{\text{ip}} = \beta_{\text{ip}} (C_{\text{обс}} + C_{\text{пр}} + C_a); \quad (4.30)$$

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

$$C_{\text{ip}} = 0,25 \cdot (1072740,78 + 79987,93 + 113073,688) = 316450,6 \text{ (грн/рік).}$$

Після визначення всіх елементів витрат підприємства, необхідних для передавання і розподілення електроенергії, зведемо їх в таблицю 4.8.

Таблиця 4.8 – Кошторис річних поточних витрат

Стаття витрат	Величина витрат, грн	Структура, % до підсумку
Витрати по експлуатації енергоустановки і мереж	1072740,78	67,80
Витрати на поточний ремонт	79987,93	5,06
Витрати на амортизацію	113073,69	7,15
Інші витрати	316450,60	20,00
Разом	1582253,00	100

4.4. Розрахунок собівартості електроенергії

4.4.1 Розрахунок річного споживання і витрат 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:

$$E_{ai} = P_p \cdot T_{mi}, = K_p \cdot P_{ном} \cdot T_{mi}, \quad (4.31)$$

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

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

K_p – коефіцієнт попиту.

Для прикладу визначимо річні витрати активної електроенергії для Складу №1:

$$E_{a1} = 402,35 \cdot 4000 = 1609400,8 \text{ (кВт год./ рік).}$$

Аналогічно визначаємо річні витрати активної електроенергії для інших цехів. Результати розрахунків заносимо в таблицю 4.9.

Таблиця 4.9 – Річні витрати активної електроенергії по цехах

№	Назва цеху	К-сть змін	S _p , кВА	T _m , год.	cos φ	P _p , кВт	E _a , кВт·год./рік
1	Котельня 1	2	487	4000	0,8	391	1564000
2	Котельня 2	2	487	4000	0,8	391	1564000
3	Адмінкорпус	2	68	4000	0,75	52	208000
	Разом					834	3128208

Необхідно також визначити річні витрати реактивної електроенергії.

Втрати електроенергії в лініях розраховуємо так:

$$\Delta E_{\text{л}} = 3 \cdot n \cdot I_{\text{м}}^2 \cdot R \cdot \tau \cdot 10^{-3}, \quad (4.32)$$

де $I_{\text{м}}$ – максимальний струм у лінії, А;

τ – час максимальних втрат, год./рік.

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

$$R = r_0 \cdot L; \quad (4.33)$$

де r_0 – питомий опір однієї фази кабелю, Ом / км (див. табл. 10.25 [1]),

Величина τ визначається за часом використання максимального навантаження:

$$\tau_{\text{м}} = \left(0,124 + \frac{T_{\text{м}}}{10000} \right)^2 \cdot 8760 = \left(0,124 + \frac{4000}{10000} \right)^2 \cdot 8760 = 2405,3 \quad (4.34)$$

Для лінії ЦРП –ТП1:

Струм лінії живлення:

$$I_{\text{м}} = \frac{S_{\text{м}}}{\sqrt{3}U_{\text{н}}} = \frac{876,44}{\sqrt{3} \cdot 10} = 25,3 \quad (4.35)$$

Активний опір однієї фази кабелю від ЦРП до ТП1.:

$$R = 0,111 \cdot 0,62 = 0,069 \text{ Ом.}$$

Відповідно втрати електроенергії в лінії ЦРП-ТП1:

$$\Delta E_{\tau} = 3 \cdot 2 \cdot 25,3^2 \cdot 0,069 \cdot 2405,3 \cdot 10^{-3} = 637,997 \text{ (кВт}\cdot\text{год./рік)}.$$

Аналогічно виконуємо розрахунок втрат електроенергії в інших лініях і результати заносимо до таблиця 4.10.

Таблиця 4.10 – Втрати електроенергії в лініях

Лінія	Марка кабелю	К-сть ліній	Довжина, км	I_M , А	R, Ом	τ , год./рік	R _{пит} , Ом/км	ΔE_{τ} , кВт·год.
ЦРП-ТП1	АПвЭБВ-10 3x35	1	1.95	25,30	0,069	2405,29	0,62	637,997
ЦРП-ТП2	АПвЭБВ-10 3x35	1	2.15	16,65	0,135	2405,29	0,62	541,616
Разом								1474,8

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

$$\Delta E_T = n \cdot \Delta P_{xx} \cdot T_p + \frac{1}{n} \cdot \Delta P_{кз} \cdot \left(\frac{S_{\phi}}{S_H} \right)^2 \cdot \tau, \quad (4.36)$$

де n - кількість трансформаторів;

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

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

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

S_H - номінальна потужність одного трансформатора, кВА.

Відповідно втрати енергії в трансформаторах ТП-1:

$$\Delta E_T = 2 \cdot 1,31 \cdot 8760 + (1/2) \cdot 8,5 \cdot \left(\frac{876,44}{630} \right)^2 \cdot 2405,3 = 42735,42 \text{ (кВт}\cdot\text{год./рік)}.$$

Для інших ТП проводимо аналогічні розрахунки і їх результати зводимо у табл. 4.11.

Таблиця 4.11 – Втрати енергії в трансформаторах

№	Тип т-ра	К-сть	ΔP_x , кВт	ΔP_k , кВт	S_p , кВА	S_H , кВА	ΔE_T , кВт·год./рік
КТП-1	ТМ-630	2	1,31	8,5	556	630	42735,42
КТП-2	ТМ-630	2	1,31	8,5	487	630	31517,72
Разом							74252

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

$$E = E_a + \Delta E_{л} + \Delta E_T ; \quad (4.37)$$

$$E = 3128208 + 1475 + 74252 = 3203935 \text{ (кВт·год./рік).}$$

Оплата за спожиту електроенергію:

$$П_1 = 4,40 \cdot 3203935 = 14097314 \text{ (грн.);} \quad (4.38)$$

4.4.2 Розрахунок собівартості електроенергії

Собівартість корисної, споживаної підприємством кіловат-години електроенергії, коп./кВтг:

$$S = \frac{C_{\text{сум}} \cdot 100}{E_a} , \quad (4.39)$$

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.

Отже, загальні (сумарні) витрати підприємства на електроенергію за рік будуть складати, тис. грн./рік:

$$C_{\text{сум}} = П + C_{\text{п}}, \quad (4.40)$$

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:

$$C_{\text{п}} = C_{\text{обс}} + C_{\text{пр}} + C_{\text{а}} + C_{\text{ір}}, \quad (4.41)$$

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;

$C_{\text{а}}$ – амортизаційні відрахування при експлуатації електроустановок підприємства, грн/рік;

$$C_{\text{п}} = 1072740,78 + 79987 + 113073,688 + 316450,6 = 1582253 \text{ (грн/рік)}.$$

Отже, сумарні витрати визначаються так:

$$C_{\text{сум}} = 14097314 + 1582253 = 15679567 \text{ (грн/рік)}.$$

Отже, собівартість електроенергії

$$S = \frac{15679567}{3128208} = 5,01 \text{ (грн./кВтгод.)}.$$

Для наочності результати розрахунків зводимо в таблицю 4.12.

Таблиця 4.12 –Результати розрахунків

Показники	Позна-чен ня	Величина показників	Одиниця вимірювання
К-сть корисно спожитої ел.енергії	Еа	3128208	кВт·год.
Річне споживання ел.енергії із втратами	Е	3203935	кВт·год.
Плата за електроенергію	П	14097314	грн.
Витрати на передачу і розподіл ел.ен.	$C_{\text{п}}$	1582253,00	грн.
Сумарні витрати під-ва	$C_{\text{сум}}$	18047658,15	грн.
Собівартість ел.енергії	S	5,01	грн/кВт·год.

В даному розділі дипломної роботи було проведено розрахунок основних техніко-економічних показників спроектованої СЕП підприємства та розраховано собівартість електричної енергії.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Всі системи електропостачання є досить вразливими до дії загрозливих чинників, що виникають у надзвичайних ситуаціях. КП ВМР “Вінницяміськтеплоенерго” відноситься до підприємств, перебої в роботі якого можуть спричинити гуманітарну катастрофу. Тому важливим питанням є забезпечення високої стійкості роботи СЕП.

Також необхідно передбачити заходи та засоби з охорони праці під час виконання робіт, пов'язаних з експлуатацією системи електропостачання на котельні КП ВМР “Вінницяміськтеплоенерго”. Під час обслуговування системи електропостачання на персонал впливають такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори [18, 19]:

Фізичні фактори: мікроклімат (температура, вологість, швидкість руху повітря, інфрачервоне випромінювання); виробничий шум, ультразвук, інфразвук; вібрація (локальна, загальна); освітлення: природне (недостатність), штучне (недостатня освітленість, прямий і відбитий сліпучий відблиск тощо); іонізація повітря.

Хімічні фактори: речовини хімічного походження, аерозолі фіброгенної дії (пил).

Фактори трудового процесу: важкість (тяжкість) праці; напруженість праці. Важкість праці характеризується рівнем загальних енергозатрат організму або фізичним динамічним навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальною кількістю стереотипних робочих рухів, величиною статичного навантаження, робочою позою, переміщенням у просторі. Напруженість праці характеризують: інтелектуальні, сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації обладнання

5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Живлення силового обладнання котельні та системи освітлення здійснюється від чотирьохпровідної трифазної мережі 380 х 220В (фазна напруга (фаза – "0") – 220В, а міжфазна лінійна (фаза – фаза) – 380В). Категорія умов по небезпеці електротравматизму – без підвищеної небезпеки.

Нульовий захисний провід прокладається від стійки групового розподільчого щита, розподільчого пункту до розеток живлення. Не допускається підключення на щиті до одного контактного затискача нульового робочого та нульового захисного провідників. Площа перерізу нульового робочого та нульового захисного провідника в груповій трипровідній мережі повинна бути не менше площі перерізу фазового провідника. Усі провідники повинні відповідати номінальним параметрам мережі та навантаження, умовам навколишнього середовища, умовам розподілу провідників, температурному режиму та типам апаратури захисту, вимогам ПВЕ.

Під час монтажу та експлуатації необхідно повністю унеможливити виникнення електричного джерела загоряння внаслідок короткого замикання та перевантаження проводів, обмежувати застосування проводів з легкозаймистою ізоляцією і, за можливості, перейти на негорючу ізоляцію. Під час ремонту ліній електромережі шляхом зварювання, паяння та з використанням відкритого вогню необхідно дотримуватися Правил пожежної безпеки в Україні. Лінія електромережі для живлення комп'ютерів, їх периферійних пристроїв та устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження виконується як окрема групова трипровідна мережа, шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується для заземлення (занулення) електроприймачів. Використання нульового робочого провідника як нульового захисного провідника забороняється.

Є неприпустимими: експлуатація кабелів та проводів з пошкодженою або такою, що втратила захисні властивості за час експлуатації, ізоляцією; залишення під напругою кабелів та проводів з неізольованими провідниками; застосування саморобних подовжувачів, які не відповідають вимогам до

переносних електропроводок; застосування для опалення приміщення нестандартного (саморобного) електронагрівального обладнання або ламп розжарювання; користування пошкодженими розетками, розгалужувальними та з'єднувальними коробками, вимикачами та іншими електровиробами, а також лампами, скло яких має сліди затемнення або випинання; підвішування світильників безпосередньо на струмопровідних проводах, обгортання електроламп і світильників папером, тканиною та іншими горючими матеріалами, експлуатація їх зі знятими ковпаками (розсіювачами); використання електроапаратури та приладів в умовах, що не відповідають вказівкам (рекомендаціям) підприємств-виготовлювачів.

Металеві труби та гнучкі металеві рукави повинні бути заземлені. Заземлення повинно відповідати вимогам ДНАОП 0.00-1.21-98 "Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів". Для підключення переносної електроапаратури застосовують гнучкі проводи в надійній ізоляції. Тимчасова електропроводка від переносних приладів до джерел живлення виконується найкоротшим шляхом без заплутування проводів у конструкціях машин, приладів та меблях. Доточувати проводи можна тільки шляхом паяння з наступним старанним ізолюванням місць з'єднання.

5.1.2 Електробезпека

Технічні рішення щодо запобігання електротравмам [4, 20, 21]:

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

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

КЗ і пошкоджений споживач відключається від мережі. Згідно з вимогами нормативів, повинна бути забезпечена необхідна кратність струму К.З. залежно від типу запобіжного пристрою, повинна бути забезпечена цілісність нульового захисного провідника.

3) Електрозахисні засоби захисту

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

Використовуються основні та допоміжні електрозахисні засоби. Основними електрозахисними засобами називаються засоби, ізоляція яких тривалий час витримує робочу напругу, що дозволяє дотикатися до струмопровідних частин, які знаходяться під напругою. До них відносяться (до 1000 В): ізолювальні штанги; ізолювальні та струмовимірювальні кліщі; покажчики напруги; діелектричні рукавиці; слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками. Додатковими електрозахисними засобами називаються засоби, які захищають персонал від напруги дотику, напруги кроку та попереджають персонал про можливість помилкових дій. До них відносяться (до 1000 В): діелектричні калоші; діелектричні килимки; переносні заземлення; ізолювальні накладки і підставки; захисні пристрої; плакати і знаки безпеки.

5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

5.2.1 Мікроклімат

Мікроклімат приміщення – це сукупність фізичних параметрів повітря в виробничому приміщенні, які діють на людину в процесі праці на її робочому місці, в робочій зоні. При цьому потрібно розрізняти оптимальні та допустимі мікрокліматичні умови.

Допустимі мікрокліматичні умови – поєднання кількісних показників мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливові на людину можуть викликати скороминучі зміни, що швидко нормалізують тепловий стан організму, і які супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції, не виходячи за межі фізіологічних пристосувальних можливостей. При цьому виникає пошкодження або порушення стану здоров'я, але можуть спостерігатися дискомфортні тепловідчуття, погіршення самопочуття та зниження працездатності. Допустимі величини показників мікроклімату встановлюють тоді, коли за технологічними умовами, технічними і економічними причинами не забезпечуються оптимальні норми.

Нормуються параметри мікроклімату в виробничих приміщеннях та гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони [6]. Тяжкість роботи розділяється на категорії залежно від загальних енерговитрат організму, ккал/с (Вт). Параметри мікроклімату в виробничому приміщенні для виконання проєктних робіт наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Нормування параметрів мікроклімату для постійних робочих місць

Період року	Категорія робіт	Температура, °С	Відносна вологість	Швидкість руху
Теплий	Ia	22-28	55 при 28°C	0,1-0,2
Холодний	Ia	21-25	75 при 25°C	Не більше 0,1

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату [22] на робочому місці оператора котельні передбачається: в холодну пору року використання калорифера; в літню пору застосування вентиляторів обдува; провітрювання приміщення.

5.2.2 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується концентраціями (ГДК) в мг/м [23]. В умовах роботи на граничнодопустимих концентраціях можливими забруднювачами повітря робочої зони можуть бути пил та шкідливі гази, їх ГДК наведено в таблиці 5.2.

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

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньо добова	
Пил нетоксичний	0.5	0.15	4

Для забезпечення складу повітря робочої зони передбачено [22]: провітрювання приміщення; цілісність вікон для перешкоджання попадання пилу в приміщення під час роботи; встановлення пиловловлюючих засобів.

5.2.3 Виробниче освітлення

Природне освітлення.

В залежності від джерела світла промислове освітлення поділяється на: - природне освітлення – освітленість приміщень світлом неба (прямого або відображеного), яке проникає через світлові пройми в зовнішніх огорожених конструкціях. По своєму спектральному складу воно є найбільш сприятливим. Природне освітлення характеризується коефіцієнтом природної освітленості КПО (e_n). КПО – відношення природного освітлення, яке створюється в деякій точці заданої площини всередині приміщення світлом неба, до значення зовнішньої горизонтальної освітленості.

Основною величиною для розрахунку і нормування природного освітлення є коефіцієнт природної освітленості (КПО). Прийняте роздільне нормування КЕО для бічного і верхнього освітлення. Ті місця, що освітлюється тільки бічним світлом, нормується мінімальне значення КЕО в межах робочої зони, що повинно бути забезпечене в точках, найбільше віддалених від вікна.

Штучне освітлення.

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

Характеристика зорових робіт – середньої точності [9]. Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 розряд зорової роботи IV, підрозряд «в».

Таблиця 5.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Х-ка зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Х-ка фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природне Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0 включно	IV	в	середній	середній	400	200	4	2,4

Для забезпечення достатнього освітлення здійснюють систематичне очищення скла та світильників від пилу (не рідше двох разів на рік), використовують жалюзі. В разі нестачі природного освітлення, використовують загальне штучне освітлення, що створюється за допомогою світлодіодних

ламп E27 LED 15W NW A60 "SG". Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 4,5 метра.

Світильники з світлодіодними лампами розміщують рядами; що дозволяє здійснювати їх послідовне включення (відключення) в залежності від величини природної освітленості. При експлуатації здійснюється контроль за рівнем напруги освітлювальної мережі, своєчасна заміна перегорілих ламп, забезпечується чистота повітря у приміщенні.

5.2.4 Виробничий шум

Для відносної логарифмічної шкали в якості нульових рівнів обрані показники, що характеризують мінімальний поріг сприйняття звуку людським вухом на частоті 1000 Гц. Нормативним документом, який регламентує рівні шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є «ССБТ. Шум. Загальні вимоги безпеки» [24](таблиця 5.4).

Таблиця 5.4 – Рівень звукового тиску

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц								
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Творча діяльність, конструювання і проектування, програмування	86	71	61	54	49	45	42	40	38

Шум порушує нормальну роботу шлунку, особливо впливає на центральну нервову систему. Для забезпечення допустимих параметрів шуму в приміщенні, проектом передбачено засоби колективного захисту: акустичні,

архітектурно-планувальні й організаційно-технічні.

Засоби боротьби із шумом в залежності від числа осіб, для яких вони призначені, поділяються на засоби індивідуального захисту і на засоби колективного захисту - «ССБТ. Засоби індивідуального захисту органів слуху. Загальні технічні умови і методи випробувань» і «Засоби і методи захисту від шуму. Класифікація».

Для зниження шуму в приміщенні потрібно: безпосередньо біля джерел шуму використовувати звукопоглинаючі матеріали для покриття стелі, стін, застосовувати підвісні звукопоглиначі; для боротьби з вентиляційним шумом потрібно застосовувати мало шумові вентилятори.

5.2.5 Психофізіологічні фактори

Робота інженера є достатньо складною і потребує різних навичок та характеристик працюючого, тому і впливи від робіт різні і визначаються за Державними санітарними нормами та правилами «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» [18].

Важкість праці визначається за дод. 15 [18], звідки видно, що даний вид робіт за показниками важкості умов праці характеризується як допустимі умови праці.

- енергозатрати організму: при регіональному навантаженні (з переважною участю м'язів рук та плечового суглоба) для жінок - до 7800;
- загальні енергозатрати організму, Вт - до 290;
- робоча поза: періодичне перебування в незручній позі (робота з поворотом тулуба, незручним розташуванням кінцівок) та/або фіксованій позі (неможливість зміни взаєморозташування різних частин тіла відносно одна одної);
- нахили тулуба (вимушені, більше 30°), кількість за зміну: 51-100;

Напруженість праці визначається за дод. 16 [18], робота відноситься до інтелектуальної, і має наступні характеристики:

- зміст роботи: відсутня необхідність прийняття рішення;
- сенсорні навантаження : 51-75;
- розмір об'єкта розрізнення (при відстані від очей працюючого до об'єкта розрізнення не більше 0,5 м), мм, % часу зміни: 5,0-1,1 мм більше 50% часу;
- тривалість робочого дня, год. – 8 годин;
- змінність роботи - однозмінна робота (без нічної зміни).

Дані характеристики вказуються на те, що за напруженістю робота інженера-проектувальника (цивільне будівництво), який здійснює чисельне моделювання перерозподілу зусиль між елементами кущового пальового фундаменту в залежності від кількості паль відноситься до другого класу з допустимими умовами напруженості праці (напруженість праці середнього ступеня).

5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях.

У внутрішньобудинковій мережі 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

внутрішньо будинкової електромережі багатоповерхових будинків 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 інші чинники втрачають свої значення як вражаючі фактори. Також ЕМІ може викликати в лініях зв'язку, енергопостачання, систем обчислювальних машин, напруги, що може призводити до пробоя ізоляції елементів апаратури і пристроїв, підключених до повітряних і підземних ліній. Ступінь пошкоджень залежить від наведеного імпульсу напруги чи струму і електричної міцності обладнання. Саме тому необхідно дослідити безпеку роботи внутрішньобудинкової електромережі багатоповерхових будинків в умовах дії іонізуючих випромінювань та електромагнітного імпульсу.

5.3.1 Дослідження безпеки роботи внутрішньобудинкової електромережі багатоповерхових будинків в умовах дії іонізуючих випромінювань

Визначаємо експозиційні дози при яких в елементах електромережі можуть виникнути зворотні зміни. Дані заносимо в таблицю 5.

По мінімальному значенні $D_{гр}$, визначаємо межу стійкості внутрішньобудинкової електромережі багатоповерхових будинків в цілому по системі електропостачання: $D_{гр}=10^5$ Р.

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

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

де K_{noc} – коефіцієнт послаблення

t_n – час початку опромінення - $t_n=1$ год

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

$$t_k = t_{p, макс.} + t_n,$$

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

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

По мінімальному значенні $D_{гр}$, визначаємо межу стійкості внутрішньобудинкової електромережі багатоповерхових будинків в цілому по системі електропостачання: $D_{гр} = 10^5$ Р.

Таблиця 5.5 – Граничні значення експозиційних доз елементів електромережі

№	Елементи електромережі		$D_{гр}$, Р	$D_{гр}$, 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	

Визначаємо допустимий час роботи блоків електромережі в заданих умовах:

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

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

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

5.3.2 Дослідження безпеки роботи внутрішньобудинкової електромережі багатоповерхових будинків 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 електромережі в умовах дії електромагнітного імпульсу, необхідно визначити значення вертикальної складової напруженості електромагнітного поля, при коефіцієнті безпеки рівному $K_B=40$ дБ.

На об'єкті ЕМ розподіляються на різні блоки:

- Трансформатори;
- Розрядники;
- Струмопроводи.

На кожній ділянці визначаємо максимальну довжину вертикальної та горизонтальної струмопровідної частини: $l_{n1}=3,5\text{м}$, $l_{n2}=2,3\text{м}$, $l_{n3}=2,35\text{м}$, $l_{r1}=2,4\text{м}$, $l_{r2}=2,1\text{м}$, $l_{r3}=3,2\text{м}$.

Напругу наводки вертикальної струмопровідної частини визначаємо з формули:

$$K_B = 20 \lg \frac{U_{\partial on}}{U_{B(r)}} \geq 40 \text{ [дБ]} , \quad (5.4)$$

Після всіх математичних перетворень, отримуємо наступні значення:

$$20 \lg U_{\partial} = 20 \lg U_{\partial on} - K_B , \quad (5.5)$$

$$U_{\partial} = 10^{\frac{20 \lg U_{\partial on}}{20} - \frac{K_B}{20}} \text{ [В]} , \quad (5.6)$$

$$U_{\partial} = \frac{U_{\partial on}}{10^{\frac{K_B}{20}}} \text{ [В]} ,$$

Визначаємо допустимі коливання напруги живлення:

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

де $U_{ж}$ – напруга живлення, В;

N – допустиме відхилення напруги, %.

При $U_{ж}=220$ (В), $U_{доп1}=242$ (В)

При $U_{ж}=110$ (В), $U_{доп1}=121$ (В)

При $U_{ж}=10$ (В), $U_{доп1}=11$ (В)

Визначаємо напругу наведену в вертикальних струмопровідних частинах.

Трансформатори:

$$U_{e1} = \frac{242}{\frac{40}{10^{20}}} = 2,42 (B),$$

Розрядники:

$$U_{e2} = \frac{121}{\frac{40}{10^{20}}} = 1,21 (B),$$

Струмопроводи:

$$U_{e3} = \frac{11}{\frac{40}{10^{20}}} = 0,11 (B).$$

Визначаємо горизонтальну складову напруженості електричного поля для кожного блока:

$$E_{Гi} = \frac{U_{Bi}}{L_{Bi}} [B/m], \quad (5.8)$$

$$E_{Г1} = \frac{2,42}{3,5} = 0,69 (B/m),$$

$$E_{Г2} = \frac{1,21}{2,3} = 0,53 (B/m),$$

$$E_{r3} = \frac{0,11}{2,35} = 0,04 \text{ (В/м)} .$$

Визначаємо вертикальну складову напруженості електричного поля:

$$E_B = E_r \cdot 10^3 [\text{В/м}], \quad (5.9)$$

$$E_{B1} = 0,69 \cdot 10^3 = 690 \text{ (В/м)},$$

$$E_{B2} = 0,53 \cdot 10^3 = 530 \text{ (В/м)},$$

$$E_{B3} = 0,04 \cdot 10^3 = 40 \text{ (В/м)}.$$

Отже елементи електромережі 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).

5.3.3 Розробка заходів з безпеки роботи елементів внутрішньобудинкової електромережі багатоповерхових будинків в умовах дії загрозливих чинників 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 дослідження безпеки роботи електромережі в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій та

розроблено заходи по підвищенню безпеки її роботи. В умовах дії іонізуючих випромінювань електромережа буде безпечно працювати до рівня радіації 169,5 Р/год. При допустимому часі роботи обладнання протягом 87582 год.

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

ВИСНОВКИ

В результаті виконання магістерської кваліфікаційної роботи було отримано такі результати:

- Розглянуто основні проблемні питання експлуатації системи електропостачання котельні КП ВМР “Вінницяміськтеплоенерго”
- Проведено розрахунки середніх та розрахункових навантажень цехів та підприємства і цілому. Розрахункова потужність підприємства складає 1043 кВА.
- Для живлення підрозділів було обрано дві двотрансформаторних підстанції з трансформаторами ТМГ-630-10/0,4
- Було розроблено одонолінійну схему електропостачання підприємства на напрузі 10кВ
- Було розглянуто основні поняття когенераційних установок з двигунами внутрішнього згоряння, що використовують у якості палива природний газ
- Розглянуто різноманітні конфігурації пристроїв автоматичного ввімкнення резерву (АВР). Для нашого підприємства обрано типову схему, що рекомендується компанією Schneider Electric на базі програмованого реле Zelio.
- Проведено економічні розрахунки, в результаті яких отримано термін окупності системи електропостачання, капітальні витрати для будівництва СЕП а також визначено необхідну кількість працівників, потрібних для обслуговування СЕП.
- В розділі охорони праці здійснено нормування цеху за категоріями по санітарії та електробезпеки. Також виконано оцінку стійкості роботи системи електропостачання котельні в умовах дії іонізуючих випромінювань та електромагнітного імпульсу.

Роботу було виконано виключно з використанням безкоштовного програмного забезпечення: Google Документи, Google Таблиці, Google Малюнки, LibreCad

Для електронних таблиць Google розроблено математичні моделі для розрахунку середніх та розрахункових потужностей, для вибору оптимальних потужностей трансформаторів за мінімумом приведених затрат.

При виконанні кваліфікаційної роботи було дотримано вимог ДСТУ, ДБН та інших нормативних документів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ВМТЕ | Підприємство: URL: <https://vmte.vn.ua/companyMain.html>(дата звернення: 11.04.22).
2. Інвестиційна програма комунального підприємства Вінницької міської ради «Вінницяміськтеплоенерго» на 2020 рік / КП ВМР «Вінницяміськтеплоенерго,» 2020.
3. Інвестиційна програма комунального підприємства Вінницької міської ради «Вінницяміськтеплоенерго» на 2022 рік / КП ВМР «Вінницяміськтеплоенерго,» 2021.
4. Правила улаштування електроустановок / Міненерговугілля України, 2017.
5. ДБН В.2.5-77:2014 Котельні / Мінрегіон України, 2014.
6. ДСТУ EN 50160:2014 Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності (EN 50160:2010, IDT) / Мінрегіон України, 2014.
7. ДБН В.2.5-23:2010 Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення / Мінрегіонбуд України, 2010.
8. ДСТУ-Н Б В.2.5-80:2015. Настанова з проектування систем електропостачання промислових підприємств / Мінрегіон України, 2016.
9. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення / Мінрегіон України, 2018.
10. ДСТУ 3463-96 Керівництво з навантаження силових масляних трансформаторів (ГОСТ 14209-97, ІЕС 354-91). З поправкою / .
11. ВРС-10 / Вакуумні вимикачі 10 кВ / Комутаційні апарати / Продукція: URL: http://www.rzva.ua/ua/produkcija/komutaciini-apatari_1472639412/vakuumni-vimikachi-10-kv_1472639305/vrs-10_1472639277.htmРЗВА, (дата звернення: 18.04.22).
12. How Does Cogeneration Provide Heat and Power? URL: <https://www.scientificamerican.com/article/how-does-cogeneration-provide-heat-and-power/>Scientific American, (дата звернення: 18.04.22).
13. Когенераційні установки | Блочні ТЕЦ | Когенерація: URL:

- <https://www.viessmann.ua/uk/pidpriemstva/koheneracia/koheneracijni-ustanovky.html> Viessmann, (дата звернення: 18.04.22).
14. Urbonienė, V. 7. COGENERATION SYSTEMS, Book: Buildings 2020+. Energy sources, pp. 213-254. 2019.
 15. Automatic transfer switches (ATS) fundamentals: URL: <https://www.eaton.com/us/en-us/products/low-voltage-power-distribution-control-systems/automatic-transfer-switches/automatic-transfer-switch-fundamentals.html> Eaton, (дата звернення: 19.04.22).
 16. Типовые схемы АВР с применением интеллектуального программируемого реле Zelio Logic / Schneider Electric, 2010.
 17. Демов О.Д. Економія електроенергії на промислових підприємствах.: Вінниця: ВНТУ, 2006. 95с.
 18. ДСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» / МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ, 2014.
 19. ДСТУ-Н Б А 3.2-1: 2007. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використання в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. / Мінбуд України, 2007.
 20. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. / ДП «УкрНДНЦ», 2016.
 21. НПАОП 40.1-1.32-01. (ДНАОП 0.00-1.32-01). Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. / Міністерство праці та соціальної політики України, 2001.
 22. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. / Мінрегіонбуд України, 2013.
 23. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень / Міністерство охорони здоров'я, 1999.

24. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку / Міністерство охорони здоров'я України, 1999.

ДОДАТКИ

Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

УЗГОДЖЕНО

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри ЕСЕМ

_____ д.т.н., проф. Бурбело М.Й. _____

_____ “__” _____ 2022р.

_____ “__” _____ 2022 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему:

Підвищення якості електропостачання на котельні КП ВМР
"Вінницяміськтеплоенерго" по вул. Матроса Кішки, 12 у м.Вінниця

Науковий керівник:

к.т.н., доц. Кравець О.М. _____

(підпис)

Виконавець: студент гр. ЕСЕ - 20мз

Ратушняк М.В. _____

(підпис)

Вінниця 2022 р.

1. ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (МКР)

Робота виконується на підставі наказу ВНТУ за № 65 від 24.03.2022.

Дата початку роботи 16.05 .2022р.

Дата закінчення роботи 10.06.2022.

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

а) мета – аналіз системи електропостачання, огляд можливості використання когенераційної установки для підвищення якості та надійності електропостачання.

б) призначення розробки – виконання магістерської кваліфікаційної роботи.

в) вихідні дані для виконання МКР:

Генплан підприємств; відомості про особливості технологічних процесів, відомості про електричні навантаження підприємства; відомості про джерела живлення та перспективу розвитку підприємства.

3. ДЖЕРЕЛА РОЗРОБКИ

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

3.2 Правила улаштування електроустановок. - : Міненерговугілля України, 2017.

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

3.4 ДБН В.2.5-28-2018. Природне і штучне освітлення.

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

4. ЕТАПИ І ТЕРМІН ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Зміст етапу	Термін виконання	
	початок	кінець
4.1 Збір інформації, яка необхідна для дослідження	16.05	20.05
4.2 Проведення дослідних розрахунків	23.05	27.05
4.3 Розробка робочих креслень	30.05	03.06
4.4 Написання розрахунково-пояснювальної записки і захист магістерської роботи	06.06	10.06

5. МАТЕРІАЛИ, ЩО ПОДАЮТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ МКР

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

6. ПОРЯДОК КОНТРОЛЮ ВИКОНАННЯ ТА ЗАХИСТУ МКР

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

7. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

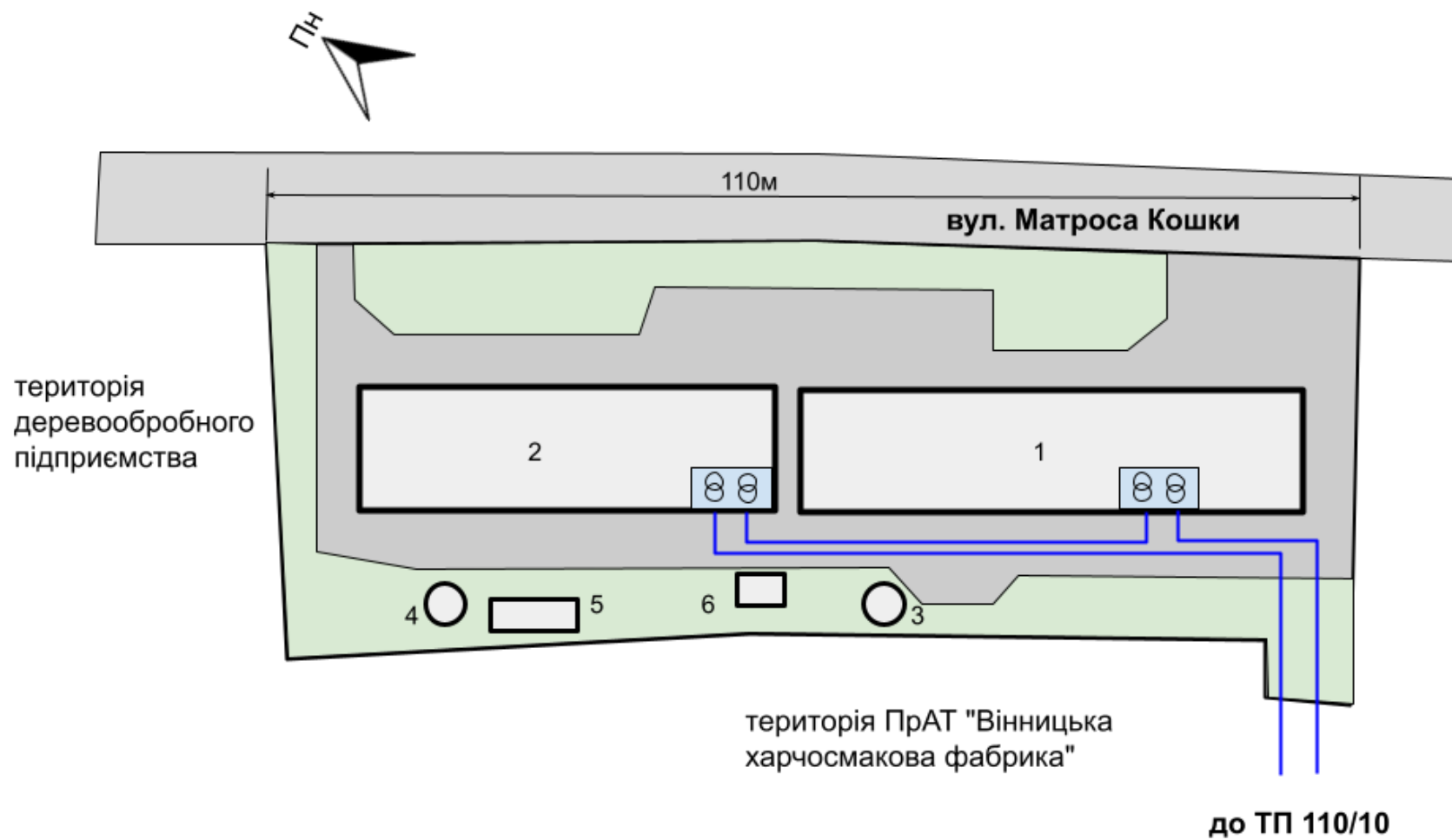
7.1 Дані про патентоспроможність

Не передбачається

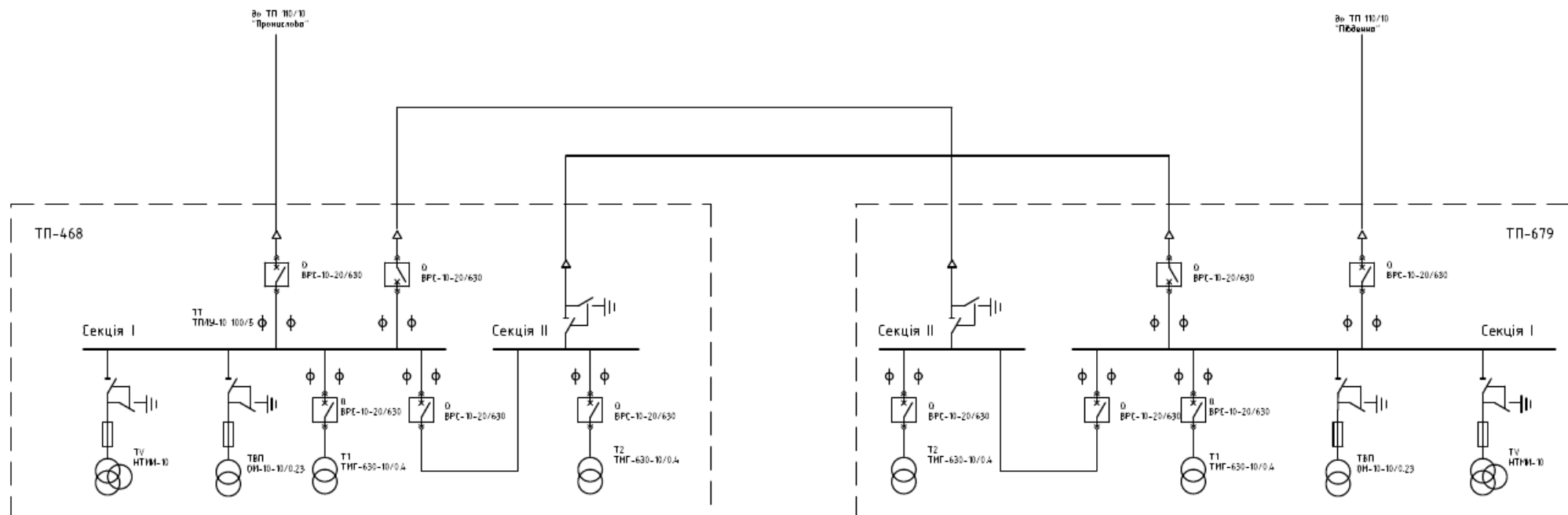
8 ОЧІКУВАНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ

Не передбачається

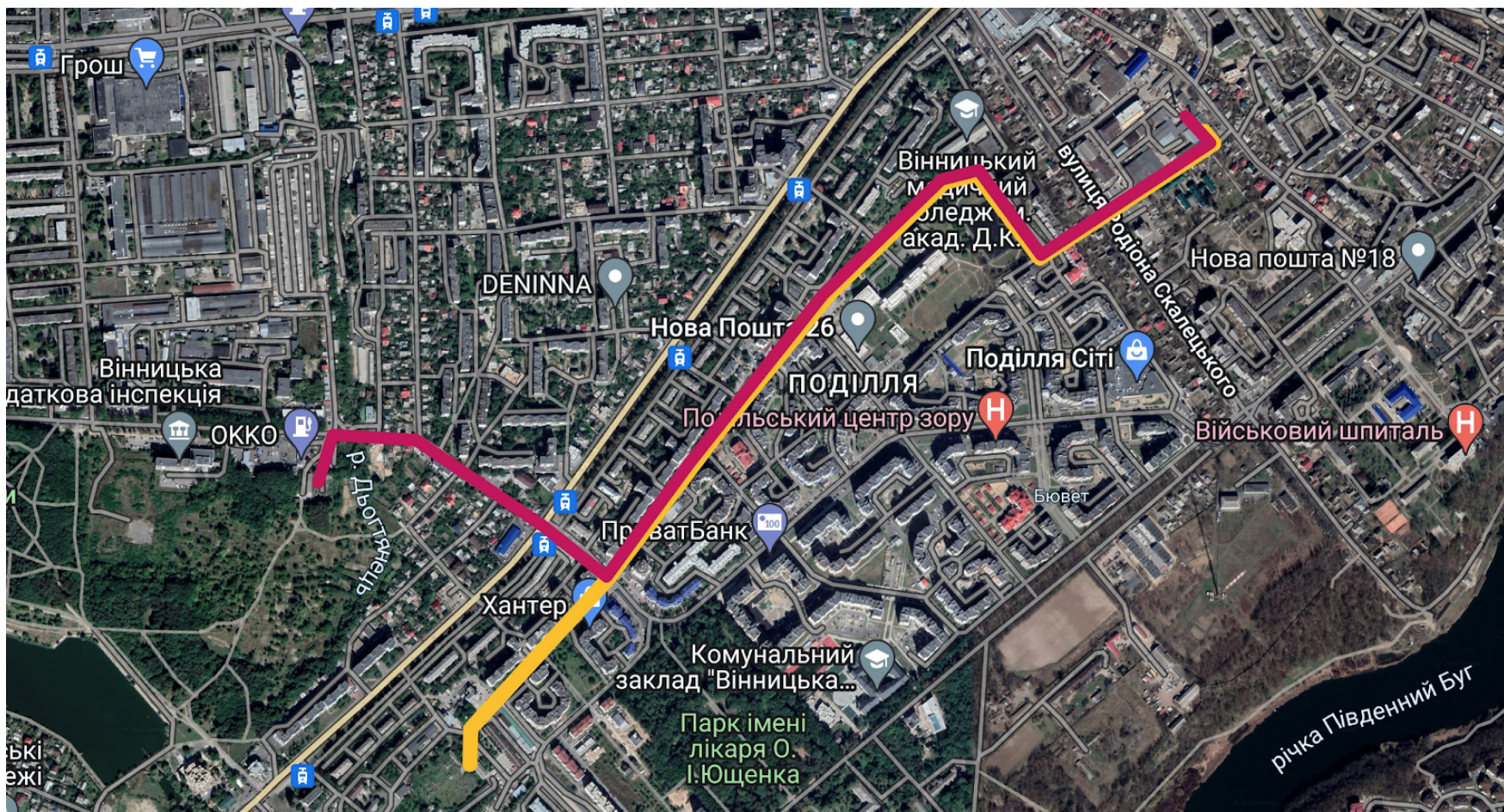
Додаток Б - Генплан підприємства



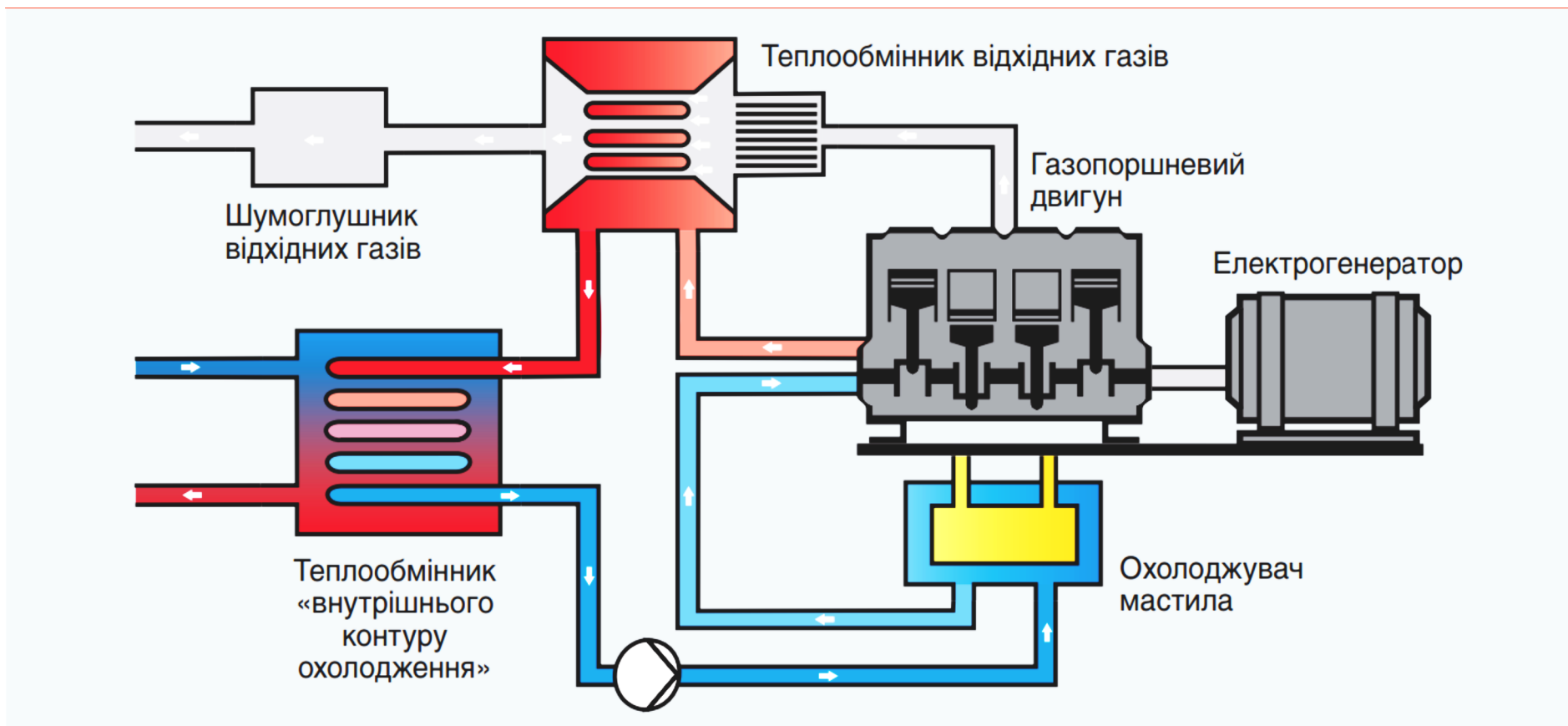
Додаток В - Однолінійна схема системи електропостачання 10кВ



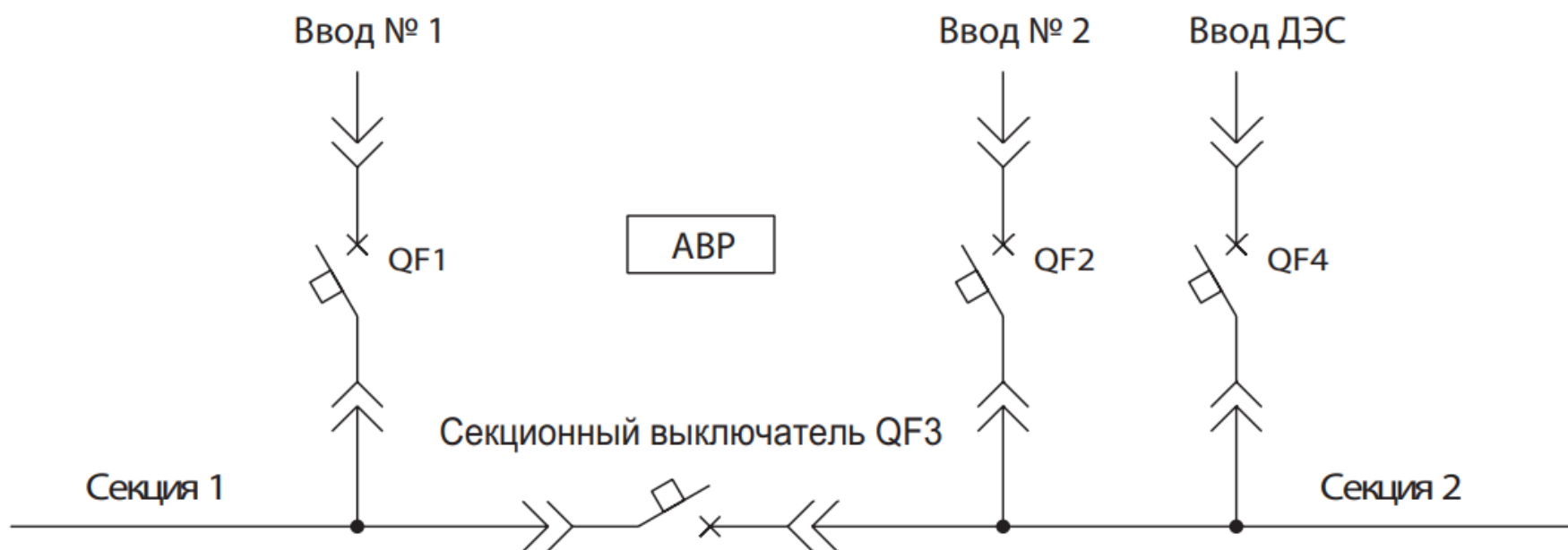
Додаток Г - Пропонована траса прокладання КЛ живлення котельні



Додаток Д - Функціональна схема когенераційної установки



Додаток Е - Однолінійна схема АВР на напрузі 0.4 кВ



Додаток Е

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Підвищення якості електропостачання на котельні КП ВМР "Вінницяміськтеплоенерго" по вул. Матроса Кішки, 12 у м.Вінниця»

Тип роботи: МКР

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

(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 90,07%

Схожість 9,93%

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

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

Особа, відповідальна за перевірку _____ Лобода Ю.В.

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

Автор роботи _____ Ратушняк М.В.

Керівник роботи _____ Кравець О.М.