

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет електроенергетики та електромеханіки

(повне найменування факультету)

Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного

(повна назва кафедри)

менеджменту

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«Підвищення ефективності прийняття проектних рішень при спорудженні системи електропостачання Закритого акціонерного товариства «Торговий дім «Соколівський цукор» місто Крижопіль»

Виконав: студент 2-го курсу , групи ЕСЕ-22м

Освітня програма: «Електротехнічні системи електроспоживання»

(назва ОП)

Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та

електромеханік

(шифр і назва спеціальності)

Котик Р.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., доц. каф. ЕСЕЕМ

Войтюк Ю.П.

(прізвище та ініціали)

« 11 » 12 2023 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ЕСЕЕМ

проф. Бурбело М.Й.

(прізвище та ініціали)

« 8 » зрудня 2023 р.

Опонент доцент каф. ЕСС

Немродський В.В.

(прізвище та ініціали)

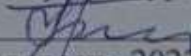
« 11 » зрудня 2023 р.

Вінниця ВНТУ – 2023 року

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет електроенергетики та електромеханіки
Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту
Освітній ступінь – магістр
Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

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


«19» вересня 2023 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
Котику Руслану Ігоровичу

1. Тема роботи Підвищення ефективності прийняття проектних рішень при спорудженні системи електропостачання Закритого акціонерного товариства «Торговий дім «Соколівський цукор» місто Крижопіль, керівник Войтюк Юрій Петрович, к.т.н., доц., затверджені наказом по ВНТУ від «18» вересня 2023 року, №247

2. Строк подання студентом роботи «4» грудня 2023 року.

3. Вихідні дані: генплан підприємства; відомості про електричні навантаження цехів (Додаток Б); відомості про особливості технологічних процесів та навколишнього середовища (внутрішнього та зовнішнього); відомості про електричні навантаження підприємства; відомості про джерела живлення, їх віддаленість; генплан РП; основні техніко-економічні показники.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки

Анотація

Вступ

1. Загальні відомості про підприємство
2. Розрахунок системи електропостачання пат «маяк»
3. Компенсація реактивної потужності
4. Економічний розрахунок
5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

Висновки.

Список літератури

Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу

- Генплан підприємства
- Однолінійна схема електропостачання
- Розрахунково-монтажна таблиця
- Креслення по компенсації реактивної потужності

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Спеціальний розділ роботи	Войтюк Ю.П., доц., каф. ЕСЕЕМ, к.т.н. доцент		
Економічна частина	Шулге Ю.А., доц., каф. ЕСЕЕМ, к.т.н.		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Кобилянський О.В., зав. кафедри БЖДПБ, д.пед.н., професор		

7. Дата видачі завдання «23» вересня 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного роботи	Строк виконання етапів роботи
1	Загальні відомості про підприємство	30.09.23
2	Розрахунок системи електропостачання	10.11.23
3	Компенсація реактивної потужності	16.11.23
4	Економічний розрахунок	28.11.23
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	4.12.23

Студент

(підпис)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

(підпис)

Нормоконтроль

(підпис)

Котик Р.І.
(прізвище та ініціали)

Войтюк Ю.П.
(прізвище та ініціали)

Войтюк Ю. П.
(прізвище та ініціали)

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
 (повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет електроенергетики та електромеханіки
 (повне найменування факультету)
Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного
 (повна назва кафедри)
менеджменту

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«Підвищення ефективності прийняття проектних рішень при спорудженні системи електропостачання Закритого акціонерного товариства «Торговий дім «Соколівський цукор» місто Крижопіль»

Виконав: студент 2-го курсу , групи ЕСЕ-22м

Освітня програма: “ Електротехнічні системи електроспоживання»

(назва ОП)

Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханік

(шифр і назва спеціальності)

Котик Р.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. каф. ЕСЕЕМ

Войтюк Ю.П.

(прізвище та ініціали)

« _____ » _____ 2023 р.

Опонент _____

(прізвище та ініціали)

« _____ » _____ 2023 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ЕСЕЕМ

проф. Бурбело М.Й.

(прізвище та ініціали)

« _____ » _____ 2023 р.

Вінниця ВНТУ – 2023 року

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет електроенергетики та електромеханіки
Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту
Освітній ступінь – магістр
Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

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

«19» вересня 2023 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
Котику Руслану Ігоровичу

1. Тема роботи Підвищення ефективності прийняття проектних рішень при спорудженні системи електропостачання Закритого акціонерного товариства «Торговий дім «Соколівський цукор» місто Крижопіль, керівник Войтюк Юрій Петрович, к.т.н., доц., затверджені наказом по ВНТУ від «18» вересня 2023 року, №2473

2. Строк подання студентом роботи «4» грудня 2023 року.

3. Вихідні дані: генплан підприємства; відомості про електричні навантаження цехів (Додаток Б); відомості про особливості технологічних процесів та навколишнього середовища (внутрішнього та зовнішнього); відомості про електричні навантаження підприємства; відомості про джерела живлення, їх віддаленість; генплан РП; основні техніко-економічні показники.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки

Анотація

Вступ

1. Загальні відомості про підприємство

2. Розрахунок системи електропостачання пат «маяк»

3. Компенсація реактивної потужності

4. Економічний розрахунок

5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

Висновки.

Список літератури

Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу

- Генплан підприємства

- Однолінійна схема електропостачання

- Розрахунково-монтажна таблиця

- Креслення по компенсації реактивної потужності

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Спеціальний розділ роботи	Войтюк Ю.П., доц., каф. ЕСЕМ, к.т.н. доцент		
Економічна частина	Шулле Ю.А., доц., каф. ЕСЕМ, к.т.н.		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Кобилянський О.В., зав. кафедри БЖДПБ, д.пед.н., професор		

7. Дата видачі завдання «24» вересня 2022 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Загальні відомості про підприємство	30.09.23	
2	Розрахунок системи електропостачання	10.11.23	
3	Компенсація реактивної потужності	16.11.23	
4	Економічний розрахунок	28.11.23	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	4.12.23	

Студент

_____ (підпис)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

Нормоконтроль

_____ (підпис)

Котик Р.І.

(прізвище та ініціали)

Войтюк Ю.П.

(прізвище та ініціали)

Войтюк Ю. П.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	5
АННОТАЦІЯ.....	6
ВСТУП.....	7
1 Загальні відомості про підприємство.....	9
1. Опис технологічного процесу.....	9
1.2 Інформація про електричні навантаження та джерело живлення.....	11
2 Синтез системи електропостачання та підвищення її ефективності.....	15
2.1 Визначення розрахункових навантажень бурякопереробного цеху.....	15
2.2 Ефективні проектні рішення з вибору схеми мережі 0.4кВ.....	19
2.3 Розрахунок та вибір електротехнічного обладнання та провідників цехової мережі 0,4 кВ	20
2.4 Визначення розрахункових навантажень ТД «Соколівський цукор»	24
2.5 Вибір потужності цехових ТП та їх ефективне розміщення	26
2.6 Оптиміальне визначення розміщення ЦРП 10 кВ	32
2.7 Синтез схеми електропостачання та основних її елементів.....	35
2.8 Визначення струмів короткого замикання в загальнозаводській мережі.....	38
2.9 Визначення струмів короткого замикання в цеховій мережі.....	43
3 Компенсації реактивної потужності як елемент підвищення ефективності проектних рішень.....	48
4 Економічна частина магістерської кваліфікаційної роботи.....	56
4.1 Техніко-економічне обґрунтування роботи.....	56
4.2 Розрахунок капіталовкладень в систему електропостачання.....	59
4.3 Розрахунок поточних витрат.....	61
4.4. Розрахунок собівартості електроенергії.....	67
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	72
5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації обладнання.....	72
5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії.....	76

5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях. Дослідження стійкості роботи системи електропостачання ЗАТ «Торговий дім «Соколівський цукор» в умовах надзвичайних ситуаціях.....	82
ВИСНОВКИ.....	88
ЛІТЕРАТУРА.....	90
ДОДАТКИ.....	95
ДОДАТОК А Технічне завдання	96
ДОДАТОК Б Вихідні дані	99
ДОДАТОК В Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень.....	102
ДОДАТОК Г Ілюстративна частина	103
ДОДАТОК Д Розрахунок навантаження бурякопереробного цеху	112
ДОДАТОК Є Розрахунок комутаційно-захисної апаратури цеху.....	114
ДОДАТОК Ж Вибір провідників цехової мережі	116
ДОДАТОК З Розрахунок навантаження по підприємству	118

УДК 621.311

АНОТАЦІЯ

Котик Руслан Ігорович. Підвищення ефективності прийняття проектних рішень при спорудженні системи електропостачання Закритого акціонерного товариства «Торговий дім «Соколівський цукор» місто Крижопіль. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Вінниця: ВНТУ, 2023. 94 с.

На укр. мові. бібліогр.: 45 назв; рис.: 32; табл.: 26.

Магістерська кваліфікаційна робота присвячена синтезу системи електропостачання Закритого акціонерного товариства «Торговий дім «Соколівський цукор» місто Крижопіль, в якій достатньо деталізована розробка питань вибору схеми електропостачання, живлячих мереж, електротехнічного обладнання та ін..

Дослідженні елементи прийняття ефективних проектних рішень до вирішення проблеми компенсації реактивної потужності в електричних мережах підприємства.

Ключові слова: система електропостачання, компенсація реактивної потужності, електротехнічне обладнання, кабельно-провідникова продукція, електричні навантаження.

UDC 621.311

ANNOTATION

Kotyk Ruslan Ihorovych. Increasing the efficiency of making design decisions during the construction of the power supply system of the closed joint-stock company "Trading house "Sokolivsky sugar" city of Kryzhopol. Master's qualification thesis on specialty 141 - electrical engineering, electrical engineering and electromechanics. Vinnytsia: VNTU, 2023. 94 p.

In Ukrainian speech bibliography: 45 titles; Fig.: 32; tab.: 26.

The master's thesis is devoted to the synthesis of the power supply system of the closed joint-stock company "Trading house "Sokolivsky sugar" in the city of Kryzhopol, in which the issues of choosing the power supply scheme, power supply networks, electrical equipment, etc. are sufficiently detailed.

Research elements of making effective design decisions to solve the problem of reactive power compensation in the enterprise's electrical networks.

Key words: power supply system, reactive power compensation, electrical equipment, cable and conductor products, electrical loads.

ВСТУП

Актуальність теми: ефективність прийняття проектних рішень при спорудженні систем електропостачання є досить актуальною. Особливо це стосується підприємств, які орієнтовані на забезпечення споживачів харчової продукцією. Таким об'єктом, який вимагає особливої уваги до комплексного синтезу системи електропостачання є один із провідних виробників цукру у Вінницькій області – Торговий дім «Соколівський цукор» місто Крижопіль.

Мета роботи: впровадження ефективних методів розрахунку та прийняття проектних рішень, що дозволять досягти високого рівня якості спорудження та експлуатації системи електропостачання Торгового дому «Соколівський цукор» місто Крижопіль.

Об'єкт дослідження: система електропостачання Торгового дому «Соколівський цукор» місто Крижопіль.

Предмет дослідження: розробка основних елементів системи електропостачання з використанням сучасних ефективних методик прийняття проектних рішень .

Задача дослідження: основними задачами магістерської кваліфікаційної роботи є використання ефективних проектних рішень з подальшим їх впровадженням при створенні енергоефективної системи електропостачання Торгового дому «Соколівський цукор» місто Крижопіль.

Наукова новизна: полягає у створенні та впровадженні сучасних методів проектування, що довели свою ефективність в процесі вирішення основних питань щодо електропостачання сучасного заводу з виробництва цукру.

Практичне значення одержаних результатів: впровадженні у задачі синтезу системи електропостачання цукрового заводу ефективних методів розрахунку, що забезпечило надійне живлення споживачів, які відповідальні за процес цукроваріння.

Апробація результатів магістерської кваліфікаційної роботи: Основні теоретичні аспекти та результати, що наведенні в магістерській кваліфікаційній роботі опубліковано в тезах доповіді [5].

Публікації: За результатами роботи опубліковано тези доповідей [5].

1 ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО

1.1 Опис технологічного процесу

Основною сировиною для виробництва цукру є цукровий буряк, який вирощується на теренах Вінницької області та транспортується автомобільним транспортом на кагатне поле, що знаходиться неподалік виробничих корпусів Торгового дому «Соколівський цукор».

Буряк поступає на площадку зберігання заводу забрудненим різними домішками. Іноді його чистку проводять в ручну, що дає можливість частково позбутися забрудненості, яка складає приблизно біля 2% від загальної маси буряка. В основному забруднений буряк через систему гідравлічних транспортерів подається до головного транспортеру, де його миють.

На головному гідротранспортері встановленні спеціальні пристрої (жолоби), які нагадають пастки для відбору домішок у вигляді гички, соломи та ін.. Окрім того в процесі руху гідротранспортера при мийці можливі металеві предмети та камені, що тонуть у воді завдяки більшій вазі.

За рахунок встановлених електромагнітних сепараторів відбувається більш ретельна очистка. Після чого буряк знов поступає на мийку, де проходить остаточне очищення від домішок.

Для отримання цукристості буряка його подрібнюють. Цей процес відбувається в спеціальних бурякорізках, які обладнанні специфічними ножами. Після подрібнення буряк поступає у дифузійні апарати, де відбувається видалення цукру з використанням процесу екстрагування.

Головною вимогою для успішного проходження такого процесу є те, що отримана стружка не повинна перемішуватися в апараті при проходженні транспортування.

В дифузійному апараті цукровий сік поступає до пастки для піску, де видаляється під дією відцентрової сили від соку. Окрім того в цей же час проходить відділення води від жому. Після цього для кінцевої очистки жомопресованої маси зали-

шкова вода відстоюється в спеціальному відстійнику, де вона нагрівається та проходить стерилізацію.

Перед тим як отриманий сік поступить на виробництво цукру він за рахунок дифузії проходить очищення від нецукридів та обробляється вапном. Цей процес отримав назву дефекації і зазвичай проходить в дві стадії. Перша стадія - нейтралізація кислот дифузійного соку, друга – надання йому лужної реакції.

Преддефекований сік обробляється у дефекатові, що проводиться вапняним молоком в об'ємі близько 10 % від маси буряка. Після цього дефекований сік надходить у сатуратор, де проводиться абсорбція вапняних солей, забарвлюючих речовин, карбонату кальцію, що приводить до отримання осаду, який фільтрується. На другій стадії сатурації позбавляються від кальцевої солі, а потім цей сік поступає у сульфідатор для обезбарвлення та стерилізації. За рахунок цього вдається знизити лужність соку до 0,007%.

В процесі, що описаний вище, рідкі продукти цукрового виробництва неодноразово фільтруються для видалення твердих часток. Після сатурації згущення суспензії соку, що відбувається в спеціальних згущувачах, сік ділиться на дві фракції - згущену суспензію та чистий сік. Згущена суспензія проходить промивку осаду та поступає у спеціальні вакуум фільтри.

Для отримання кристалічного цукру необхідно з очищеного соку видалити достатню велику кількість води, що приводить до утворення цукрового перенасиченого розчину. За технологічним процесом видалення води з соку завжди відбувається в два етапи. Перший етап – випарювання в спеціальних випарних апаратах, де концентрація соку доводиться до 70% сухих речовин. Нагрів в цих апаратах відбувається паром. В результаті цього процесу випаровується біля 100 % води з бурякової маси.

Процес випаровування води проходить на трьох п'яти випарних установках поступово. В процесі цього випаровування сік перетворюється у сироп. Для видалення кристалів цукру від рідини відбувається в центрифугах під дією відцентрових сил. Центрифуги мають додаткові фільтри через які проходить розчин, який транспортується спеціальним вібротранспортером і елеватором до сушильної камери.

Сушка цукру відбувається за рахунок підігрітого та очищеного повітря за допомогою калориферів.

На останній стадії просушений та охолоджений цукор проходить додаткове очищення від різного типу домішок та відправляється на зберігання або в не упакованому вигляді або в спеціальні бункери.

При необхідності готова продукція може фасуватися в необхідну тару.

1.2 Інформація про електричні навантаження та джерело живлення

ЗАТ ТД «Соколівський цукор» отримує живлення від мережевої підстанції «Крижопільські електромережі», потужність якої становить 6300 кВА напругою 110/10 кВ. Відстань від підстанції до цукрового заводу складає 2,1 км.

Генеральний план ТД «Соколівський цукор» представлено на рис. 1.1

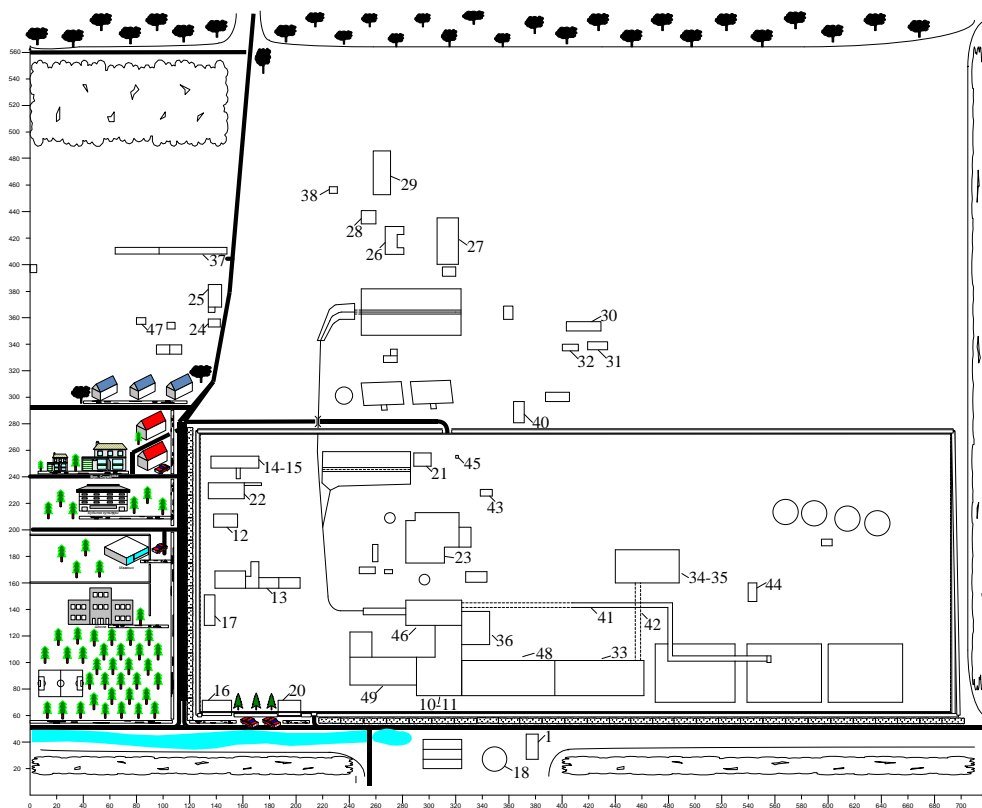


Рисунок 1.1 – Генплан ТД «Соколівський цукор»

Період роботи заводу поділяється на виробничий та ремонтний. У зв'язку з цим завод в різний період роботи можна умовно віднести до споживачів 2 та 3 категорії відповідно.

Перелік електричних навантажень, їх потужність та категорійність наведено в таблиці 1.1

Таблиця 1.1 – Електричні навантаження цукрового заводу

№	Назва	Рн, кВт	Категорія
1	Насосна станція	200	II
10	Будівля заводу 2-поверх	150	II
11	Сокоочищувальний цех	460	II
12	Будівля теслярної майстерні	18,5	III
13	Матеріальний склад	7,5	III
14	Склад мішкотари	3,5	III
15	Склад для цементу і соди	3,5	III
16	Будівля контори цукрового заводу	18	III
17	Гараж легкових автомобілів	2,8	III
18	Водокачка трансп.мийн. води	75	II
20	Прохідна заводу	2,5	III
21	Будівля ст. Соколівка	2,1	III
22	Будівля депо	15	III
23	Будівля котельні турбоотл.	415	III
24	Будівля диспетчерської	2,5	III
25	Будівля ленкімнати	3	III
26	Будівля сировинної лабораторії	3,2	III
27	Будівля загальнозаготов. назн.	3,5	II
28	Будівля сараю	1,5	III
29	Вагова бурякопункту	1,5	III
30	Будівля на підсоб.госп-ві №1	3	III
31	Будівля на підсоб.госп-ві №2	3	III
32	Будівля на підсоб.госп-ві №3	3,5	III
33	Будівля цукроскладу №3	15,5	III
34	Будівля цукроскладу №2	15,5	III
35	Будівля цукроскладу №1	25	III
36	Будівля вапн.обпал.печі	95	II
37	Будівля гаража	21	III
38	Будівля посту	1,5	III
40	Ангари-склади н/б	4,5	III
41	Жомова галерея	35	III
42	Галерея цукрового заводу	4	III
43	Вагова будка	1,5	III
44	Вагова будка	1,5	III
45	ГРПБ	2	II
46	Бурякопереробний цех	230	II
47	Заправка	2,6	III
48	Продуктовий цех	1200	II
49	Мех. майстерня	45	III

На рис. 1.2 наведений план бурякопереробного цеху з розміщенням електро-технологічного обладнання

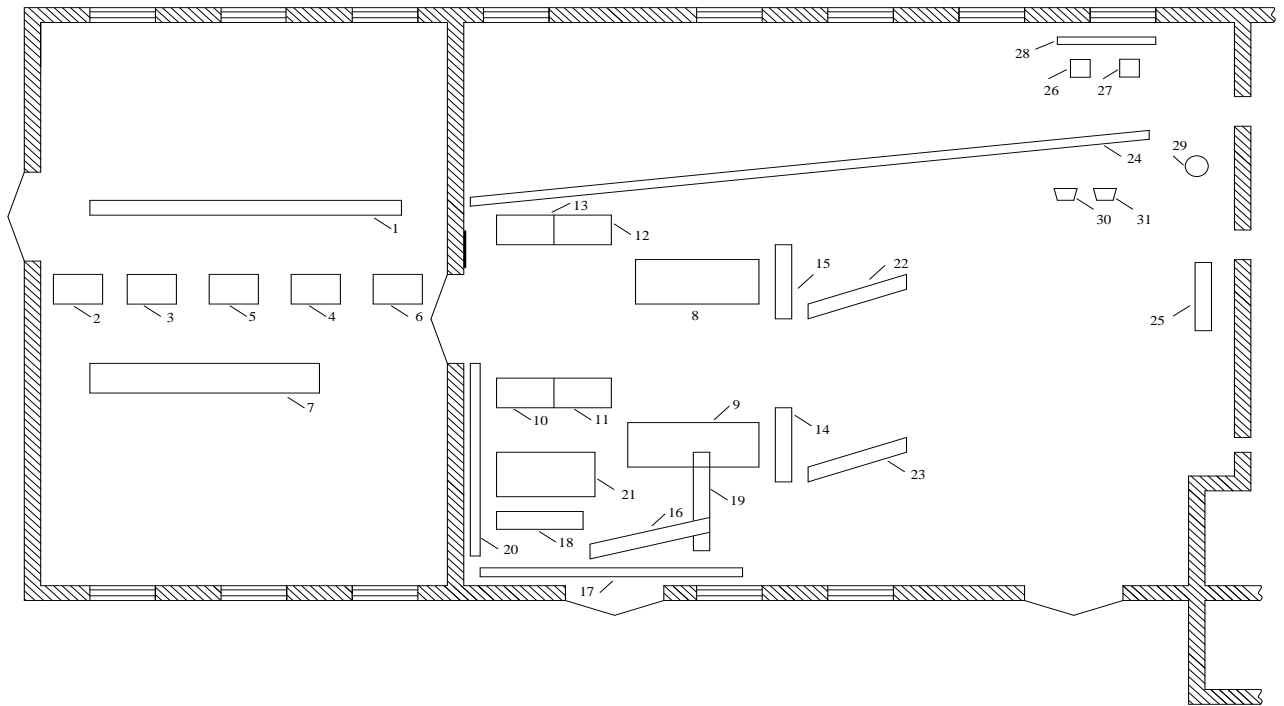


Рисунок 1.2 – План бурякопереробного цеху

Перелік електроприймачів, що встановленні в бурякопереробному цеху та їх потужність показані в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Потужність електроприймачів бурякопереробного цеху

Номер на плані	Назва ЕП	Рн, кВт
1	Тельфер	3
2	Соломолушка №1	3
3	Соломолушка №2	5,5
4	Соломолушка №3	2,2
5	Камнелушка №1	2,8
6	Камнелушка №2	4,5
7	Транспортер	15
8_9	Мойка	30
10	Водовідділювач	5,5
11_12	Водовідділювач №1, №2	4
13	Водовідділювач №2	3
14	Викидаюча частина I-ої	5,5
15	Викидаюча частина II-ої	10
16	Шнек хвостів від класифікатора	3
17	Транспортер ботви №1	10
18	Класифікатор	2,8
19	Шнек хвостиків	2,8
20	Транспортер ботви №2	7,5
21	Мая	5,5
22_23	Шнек буряка	5,5
24	Транспортер ботви	4,5
25	Транспортер стружки	11
26	Пульполовушка №1	4
27	Пульполовушка №2	3
28	Електротельфер	4
29	Вентилятор віддуву ботви	11
30	Вага хронус I-лін.	2,2
31	Вага хронус II-лін.	4

2. СИНТЕЗ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЇЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

2.1 Визначення розрахункових навантажень бурякопереробного цеху

Розрахунок електричних навантажень завжди базується на використанні технологічних планів розміщення електрообладнання в тому чи іншому виробничому цеху. Розташування електрообладнання повинно бути таким, щоб задовольнити всі вимоги технологічного процесу. А це значить, що технологічний процес і його ретельне дослідження тісно пов'язано з визначенням навантажень, що в кінцевому результаті може впливати на технічні та економічні показники роботи системи електропостачання. Якщо провести роботи з удосконалення технологічного процесу, можна вийти на його новий технічний рівень. Саме для цього в першому розділі магістерської роботи детально описаний технологічний процес та наведенні всі споживачів, що його забезпечують. З цього можна зробити висновок про те, що коригування та удосконалення технологічного процесу без зміни його призначення приведе до створення принципіально нових рішень по синтезу системи електропостачання.

Розрахунок електричних навантажень виробничого цеху, в даному випадку цеху по переробці цукрового буряку, є основним питанням за результатами якого в подальшому визначаються всі основні технічні характеристики електропостачання цеху, що включають в себе вибір схеми живлення, комутаційної апаратури, довжини та марки провідників і кабелів, способів їх прокладання та ін..

Від точності інформації про електричні навантаження залежить точність визначення розрахункових навантажень, що в кінцевому результаті може негативно вплинути на стан загальної системи електропостачання .

Основними вихідними даними для визначення розрахункових навантажень, як видно з таблиці 1.2, є потужності окремих споживачів. Розрахункове навантаження може бути прийнято рівним максимальному його значенню за півгодинний максимум (30 хв).

В проектній практиці прийнято враховувати для визначення максимального навантаження P_m лише різницю потужностей окремих приймачів. В цьому випадку

вводиться поняття ефективного числа електроприймачів n_e , що характеризує однорідних за режимом роботи споживачів, які складаються в групу.

Перед тим як перейти безпосередньо до розрахунку навантажень в магістерській кваліфікаційній роботі запропоновано та виконано переформатування технологічного процесу зі збереженням основного технологічного обладнання, що на нашу думку, дозволить підвищити ефективність електропостачання та надійність останнього.

Перейдемо до визначення розрахункових навантажень. Для цього скористаємося загальноприйнятою методикою, що описана в [8].

Знайдемо номінальні активні та реактивні потужності для окремих приймачів електроенергії (розрахунок для прикладу проведемо для електротельфера (1)).

$$P_{н1} = n \cdot P_n = 1 \cdot 3 = 3 \text{ (кВт)}. \quad (2.1)$$

Необхідні значення коефіцієнту потужності $\cos \varphi$ та використання K_B беремо з довідникової інформації [8]. Для даного споживача $K_B = 0,3$, $\cos \varphi = 0,7$, що відповідає $\operatorname{tg} \varphi$ рівному 1,02.

Визначимо (рекомендується) середні значення активного та реактивного навантаження для максимально завантаженої зміни роботи:

$$P_{ст1} = n \cdot P_{н1} \cdot K_B = 1 \cdot 3 \cdot 0,3 = 0,9 \text{ (кВт)}; \quad (2.2)$$

$$Q_{см} = n \cdot P_{н1} \cdot K_B \cdot \operatorname{tg} \varphi = 1 \cdot 3 \cdot 0,3 \cdot 1,02 = 0,92 \text{ (кВАр)}; \quad (2.3)$$

$$n \cdot (P_{н1})^2 = 1 \cdot (3)^2 = 9 \quad (2.4)$$

Розрахункові потужності споживачів, що приєднанні до РП1, визначаються як сума:

$$\sum P_n = 36 \text{ (кВт)}; \quad (2.5)$$

$$P_{см} = 25,35 \text{ (кВт)}; \quad (2.6)$$

$$Q_{см} = 24,39 \text{ (кВАр)}. \quad (2.7)$$

Обчислимо середнє значення коефіцієнта використання для споживачів РП1:

$$K_B = \frac{\Sigma P_{cm}}{\Sigma P_H} = \frac{25,35}{36} = 0,7. \quad (2.8)$$

Відповідне йому число електроприймачів буде:

$$n_e = \frac{(\Sigma P_H \cdot n)^2}{\Sigma P_H^2 n} = \frac{(36)^2}{306,18} = \frac{1296}{306,18} = 4. \quad (2.9)$$

Відповідно [2] $K_{max}=1,06$. Виходячи з цього розрахуємо:

$$P_m = P_{cm} \cdot K_{max} = 25,35 \cdot 1,06 = 26,87 \text{ (кВт)}; \quad (2.10)$$

$$Q_m = 1.1 \cdot Q_{cm} = 1.1 \cdot 24,39 = 26,83 \text{ (кВАр)}. \quad (2.11)$$

Величина повної потужності:

$$S_m = \sqrt{P_m^2 + Q_m^2} = \sqrt{26,87^2 + 26,83^2} = 37,97 \text{ (кВА)}. \quad (2.12)$$

Розрахунковий струм:

$$I_m = \frac{S_m}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{37,97}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 57,7 \text{ (А)}. \quad (2.13)$$

Використовуючи аналогічний алгоритм визначимо середні значення активно-го та реактивного навантаження у максимально завантажену зміну для всього бурякопереробного цеху.

$$P_{cm.} = 25,35 + 74,95 + 24,57 + 16,72 + 21,4 = 163 \text{ (кВт)};$$

$$Q_{\text{см.}} = 24,39 + 57,99 + 19,51 + 13,5 + 18,7 = 134,1 \text{ (кВАр)}.$$

Максимальне значення розрахункових активної та реактивної потужності цеху

$$P_{\text{м}} = 26,87 + 74,95 + 24,57 + 16,72 + 23,11 = 162,99 \text{ (кВт)},$$

$$Q_{\text{м}} = 26,83 + 63,78 + 21,46 + 14,85 + 20,57 = 147,5 \text{ (кВАр)},$$

А його повне значення складе:

$$S_{\text{мΣРП}} = \sqrt{P_{\text{м.Σ}}^2 + Q_{\text{м.Σ}}^2}; \quad (2.14)$$

$$S_{\text{мΣРП}} = \sqrt{162,99^2 + 147,5^2} = 219,8 \text{ (кВА)}.$$

Відповідне значення розрахункового струму:

$$I_{\text{м}} = \frac{S_{\text{мΣРП}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{Н}}} = \frac{219,8}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 334,04 \text{ (А)}. \quad (2.15)$$

Решта розрахунків навантаження цеху проводиться аналогічно. Результати розрахунків заносимо в додаток Д.

2.2 Ефективні проектні рішення з вибору схеми мережі 0,4 кВ

Використовуючи попередньо виконаний аналіз технологічного процесу та ефективне розміщення електротехнологічного обладнання на будівельному плані бурякопереробного цеху, синтезуємо відповідну схему. Опираючись на аналіз існуючих та прийнятих схем виконання мереж 0,4 кВ приймемо до розрахунку радіальну мережу живлення.

Саме такої мережі вимагає технологічний процес виготовлення цукру, у зв'язку з тим, що деякі споживачі електричної енергії, що приймають участь в загальному технологічному процесі розташовані на відкритій площадці підприємства та розташовані на певній відстані [5,8].

Враховуючи вище сказане, згрупуємо електроприймачі цеху по окремим розподільчим пристроям, що дасть забезпечити ефективність проектних рішень по надійному електропостачанню споживачів. Нехай споживачі 1-7 живляться від РП-1, споживачі 8-15 від РП-2, споживачі 16-21 від РП3, споживачі 22,23,25 від РП4, а споживачі 24, 26-31 від РП5. Всі розподільчі пристрої РП1-РП5 отримують живлення від трансформаторної підстанції кар'єру.

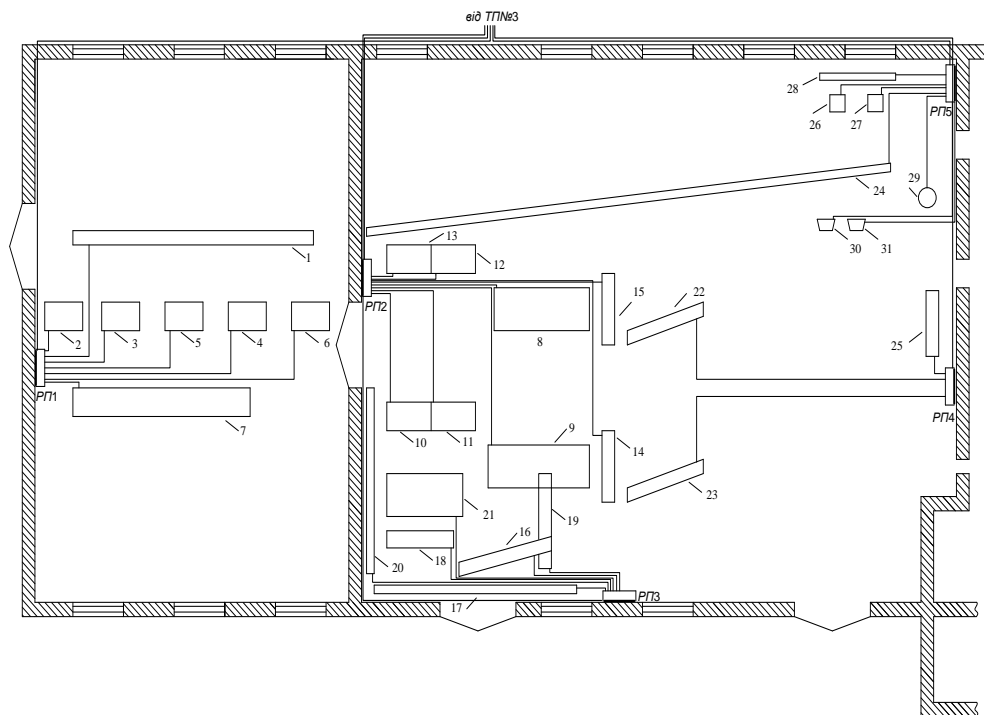


Рисунок 2.1 – План бурякопереробного цеху з силовою мережею 0,4 кВ

2.3 Розрахунок та вибір електротехнічного обладнання та провідників цехової мережі 0,4 кВ.

Ефективність роботи цехової мережі 0,4 кВ та її надійність, окрім конфігурації, в значній мірі залежить від обґрунтованого вибору комутаційної апаратури та провідників живлячих ліній. Вирішення цих питань разом з розробленими в п.2.1 забезпечать ефективність проектних рішень з синтезу системи електропостачання бурякопереобного цеху [2,8].

Проведемо вибір комутаційної апаратури за умовами:

$$I_{\text{н.розч}} \geq K_{\text{відс}} I_{\text{м}}, \quad (2.16)$$

$$I_{\text{с.в}} \geq K_{\text{н}} I_{\text{п}}, \quad (2.17)$$

де $I_{\text{н.розч}}$ - струмова характеристика розчеплювача,

$I_{\text{с.в}}$ - струмова характеристика відсічки,

$K_{\text{відс}}$ - коефіцієнт відстроювання захисту за умов надійності,

$K_{\text{н}}$ - коефіцієнт надійності,

$I_{\text{п}}$ - піковий струм.

Величини $K_{\text{відс}}$ і $K_{\text{н}}$ вибираються з [2,8] з врахуванням типу вимикача.

Розрахуємо автомат, що захищає лінію від ТП до РП-1.

Розрахунковий струм в даній лінії:

$$I_{\text{м}} = \frac{S_{\text{м}}}{\sqrt{3}U_{\text{н}}} = \frac{37,97}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 57,7 \text{ (А)}.$$

Піковий струм визначається за виразом:

$$I_{\text{п}} = I_{\text{м}} - K_{\text{в}} I_{\text{н.макс}} + I_{\text{п.макс}}, \quad (2.18)$$

де $I_{\text{н.макс}}$, $I_{\text{п.макс}}$ - струмові характеристики найпотужніших електроприймачів,

$K_{\text{в}}$ - відповідні коефіцієнт використання.

Тоді:

$$I_{\Pi} = I_M \cdot K_B \cdot I_{н.макс} + I_{\Pi.макс} = 57,7 \cdot 0,85 \cdot \frac{15}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,7 \cdot 0,85} + 5 \cdot \frac{15}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,72 \cdot 0,85} = 212,23(\text{А}).$$

Приймаємо кратність пускового струму - 5.

Таким чином, до встановлення приймаємо автоматичний вимикач вітчизняного виробництва типу ВА 55 з напівпровідниковим розчеплювачем.

Для нього знайдемо, згідно умов вибору, номінальні струми розчеплювача та відсічки:

$$I_{н.розч} \geq K_{відс} \cdot I_M = 1,1 \cdot 57,7 = 63,47 (\text{А});$$

$$I_{с.в} \geq K_H \cdot I_{\Pi} = 1,5 \cdot 212,23 = 318,34 (\text{А}).$$

Приймаємо до встановлення автомат типу ВА 55-37, який комплектується напівпровідниковим розчеплювачем, його номінальний струм 160 А, струм розчеплювача 100,8 А, струм відсічки 504 [2,8].

Користуючись наведеним алгоритмом виконуємо вибір інших вимикачів, що призначені для комутації та захисту всіх інших ліній.

Результати вибору наведені в додатку Є

Виконаємо розрахунок та вибір комутаційних апаратів, що встановлені на відповідних лініях РП1.

Розрахунковий та піковий струм для них:

$$I_M = \frac{P_M}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{3}{\sqrt{3} \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,85} = 7,66 (\text{А});$$

$$I_{\Pi} = 5 \cdot I_M = 5 \cdot 7,66 = 38,3 (\text{А}).$$

Розрахуємо параметри автоматичних вимикачів:

$$I_{н.розч} \geq K_{відс} I_M = 1 \cdot 7,66 = 7,66 \text{ (A)};$$

$$I_{с.в} \geq K_H I_{II} = 2,1 \cdot 38,3 = 80,43 \text{ (A)}.$$

Приймаємо до встановлення автомат типу ВА 51-25 на номінальний струм 25 А, зі струмом розчеплювача 8 А та відсічки 80А .

Проводимо вибір автоматів для всіх інших відгалужень та представляємо результати в таблиці додатку Є.

Рішення, які були прийняті на етапі формування ефективного технологічного процесу, дозволили впровадити наступні способи прокладання кабельно-провідникового матеріалу. Це дозволило підвищити надійність електропостачання споживачів, як безпосередньо відповідають за якість готового продукту.

Відповідно [2,12] приймаємо наступні способи прокладання проводів та кабелів та їх марки:

1. ТП - РП1 – РП5 передбачаємо відкриту прокладку кабелем марки АВВГ по стінах з відповідним кріпленням;
2. РП1 – електроприймачі 1,2,3,4,5,6,7; РП2 - електроприймачі 8-9,10,11-12,13,14,15; РП3 електроприймачі 16,17,18,19,20; РП4 електроприймачі 22-23,25; РП5 електроприймачі 24,26,27,28,29,30,31 всі ЕП заживленні проводом марки АПВ, який прокладений в підлозі та трубах.

Для ділянки лінії ТП - РП1 оберемо переріз кабелю з умови:

$$I_{доп} \geq I_M = 57,69 \text{ (A)}.$$

До встановлення приймаємо кабель типу АВВГ з перерізом 3x70+1x35, з відповідним способом прокладки, для якого допустимий тривалий - 124,2 А.

Аналогічним чином проводимо вибір перерізу для ліній ТП - РП2-РП5 мережі 0,4 кВ.

Для відкритої прокладки необхідно виконати перевірку умов захисту:

$$I_{доп} \geq I_{н.розч} = 135 \geq 100,8$$

Для ділянки лінії РП1 - ЕП1 переріз проводу з врахуванням умови:

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{м}} = 7,66 \text{ А.}$$

З врахуванням вищенаведеної умови приймаємо провід марки АПВ 4х(1х2,5) з прокладанням його в електротехнічних тонкостінних трубах, допустимий струм становить 15 А

Аналогічним чином виконуємо вибір провідників від РП до інших електроприймачів. Результати заносимо в додаток Ж

Для перевірки адекватності прийнятих проектних рішень щодо вибору перерізу проводів та кабелів рекомендується проводити перевірку останніх на втрату напруги. Перевірку на втрату напруги рекомендується виконувати для ліній, що живлять найвіддаленіші споживачі.

Використаємо для цього наступні вирази:

$$\Delta U = \frac{P_{\text{пит}} R_{\text{пит}} + Q_{\text{пит}} X_{\text{пит}}}{U_{\text{ном}}} I. \quad (2.20)$$

- для споживача № 20

$$\Delta U_{\text{ТП - ЕП-20}} = \Delta U_{\text{ТП - РП-3}} + \Delta U_{\text{РП-3 - ЕП-20}}; \quad (2.21)$$

$$\Delta U_{\text{ТП - РП-3}} = \frac{24,57 \cdot 0,549 + 21,46 \cdot 0,065}{380} \cdot 27 = 1,06(\text{В});$$

$$\Delta U_{\text{РП-3 - ЕП-20}} = \frac{6,38 \cdot 9,61 + 4,78 \cdot 0,098}{380} \cdot 9,2 = 1,49(\text{В});$$

$$\Delta U_{\text{ТП - ЕП-20}} = 1,06 + 1,49 = 2,55(\text{В}),$$

$$\Delta U_{\% \text{ТП - ЕП-20}} = \frac{2,55}{380} \cdot 100 = 0,67\%$$

- для споживача № 22

$$\Delta U_{\text{ТП - ЕП-22}} = \Delta U_{\text{ТП - РП-4}} + \Delta U_{\text{РП-4 - ЕП-22}};$$

$$\Delta U_{\text{ТП - РП-4}} = \frac{16,72 \cdot 0,549 + 14,85 \cdot 0,065}{380} \cdot 26 = 0,7(\text{В});$$

$$\Delta U_{\text{РП-4 - ЕП-22}} = \frac{7,37 \cdot 9,61 + 6,49 \cdot 0,098}{380} \cdot 11 = 2,07(\text{В}),$$

$$\Delta U_{\text{ТП - ЕП-22}} = 0,7 + 2,07 = 2,77(\text{В})$$

$$\Delta U_{\% \text{ТП - ЕП-22}} = \frac{2,77}{380} \cdot 100 = 0,73\%$$

Розрахунки свідчать про допустимість втрат напруги на даних лініях.

2.4. Визначення розрахункових навантажень ТД «Соколівський цукор»

Якщо раніше розрахунок електричних навантажень бурякопереробного цеху ТД «Соколівський цукор» виконувався точним методом з використанням упорядкованих діаграм, то в проектній практиці рекомендується проводити розрахунок електричних навантажень підприємства в цілому за методом коефіцієнту попиту.

Дослідження показали, що цей метод дає необхідну для подальших розрахунків точність.

Значення коефіцієнтів попиту обирається за довідниковими даними, що призначенні підприємствам харчової промисловості. Окрім цих значень вихідними даними для визначення електричних навантажень є відомості про встановлені потужності окремих цехів.

Для прикладу приведемо розрахунок електричних навантажень насосної станції. Значення коефіцієнту попиту визначаємо з [8].

Відповідно до цього приймаємо $K_{\text{п}}=0,7$, $\cos \varphi = 0,75$, що відповідає $\text{tg} \varphi=0,88$.

Зробимо зауваження, що стосується навантаження освітлення, яке потрібно обов'язково враховувати при визначення загально цехового навантаження. При цьому потрібно прийняти відповідну систему освітлення та необхідний тип ламп, що необхідно для визначення коефіцієнту попиту освітлювальних установок. В нашому випадку до встановлення доцільно прийняти світильники з лампами типу ДРЛ. З [8] визначаємо питоме значення потужності освітлення ($P_{\text{пит.о}}=0,012$) та коефіцієнту попиту ($K_{\text{по}}=0,6$) і коефіцієнт втрат в пускорегулювальній апаратурі ($K_{\text{пра}}=1,1$).

Визначимо середні значення активної та реактивної потужності для насосної станції:

$$P_{\text{см}} = K_{\text{п}} \cdot P_{\text{Н}} = 0,7 \cdot 200 = 140 \text{ (кВт)};$$

$$Q_{\text{см}} = P_{\text{см}} \cdot \text{tg} \varphi = 140 \cdot 0,88 = 123,2 \text{ (кВАр)},$$

де K_n – коефіцієнт попиту насосної станції.

Врахуємо освітлювальне навантаження:

$$P_{HO} = K_{пра} \cdot F \cdot P_{пит} = 1,1 \cdot 0,012 \cdot 77,52 = 1,023;$$

$$P_{MO} = K_{по} \cdot P_{HO} = 0,6 \cdot 1,023 = 0,61 \text{ (кВт)};$$

$$Q_{MO} = P_{MO} \cdot \operatorname{tg} \varphi = 0,61 \cdot 0,88 = 0,54 \text{ (кВАр)},$$

$K_{по}$, $K_{пра}$ – значення коефіцієнтів, які визначені вище.

Сумарне активне та реактивне навантаження насосної станції:

$$P_M = P_{см} + P_{MO} = 140 + 0,61 = 140,61 \text{ (кВт)};$$

$$Q_M = Q_{см} + Q_{MO} = 123,2 + 0,54 = 123,74 \text{ (кВАр)};$$

Розрахунки потужностей всіх інших цехів ТД «Соколівський цукор» виконуються аналогічно, результати наведено в додатку 3.

Розрахункове навантаження всього підприємства визначаються наступним чином:

- активне:

$$P_M = K_o \cdot P_{мс} + P_{MO} = 0,95 \cdot 2574,56 + 224,36 = 2541,46 \text{ (кВт)};$$

- реактивне:

$$Q_M = K_o \cdot Q_{мс} + Q_{MO} = 0,95 \cdot 2043,5 + 199,6 = 2038,8 \text{ (кВАр)},$$

де $K_o = 0,95$ – коефіцієнт одночасності [2]);

- повне навантаження ТД «Соколівський цукор»:

$$S_M = \sqrt{P_M^2 + Q_M^2} = \sqrt{2541,46^2 + 2038,8^2} = 3258,2 \text{ (кВА)};$$

$$I_m = \frac{S_m}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{3258,2}{\sqrt{3} \cdot 10} = 188,1 \text{ (А)}.$$

2.5 Вибір потужності цехових ТП та їх ефективне розміщення

Забезпечення ефективності та надійності роботи технологічного процесу в значній мірі залежить від оптимального вибору потужностей трансформаторів та підстанцій та їх розташування у відповідних цехах [5,8].

Для визначення потужності трансформаторів та прийняття рішення по їх кількості прийнято користуватися поняттям густини навантаження, що приходить на одиницю площі, тобто;

$$S_{\text{пит}} = \frac{S_{\Sigma}}{F_{\Sigma}}, \quad (2.22)$$

де S_{Σ} -розрахункова потужність ТД «Соколівський цукор»,
а F – загальна площа усіх цехів.

Згідно попередніх розрахунків, що стосувалися визначенню розрахункових значень потужностей окремих цехів, визначимо:

$$\begin{aligned} S_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n S_i = & 187,3 + 177,3 + 491,2 + 18,02 + 8,486 + 4,89 + \\ & + 4,638 + 20,49 + 4,854 + 81,7 + 3,82 + 3,149 + 23,06 + 395,4 + \\ & + 3,378 + 6,098 + 6,333 + 5,617 + 2,128 + 14,52 + 7,825 + 3,281 + \\ & + 4,845 + 28,17 + 28,1 + 42,86 + 78,12 + 35,43 + 1,512 + 13,73 + \\ & + 35,67 + 5,609 + 1,805 + 3,031 + 2,132 + 246,7 + 3,453 + 1229 + \\ & + 60,28 = 3294 \text{ (кВА)}. \end{aligned}$$

Сумарна площа цехів:

$$\begin{aligned} F_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n F_i = & 77,52 + 1492 + 1492 + 185,4 + 148 + 145 + 135 + 273,7 + 243,8 + \\ & + 84,5 + 136,4 + 109,2 + 623,7 + 1648 + 68,25 + 212,2 + 203,4 + 241 + 67,1 + \\ & + 741,6 + 510,9 + 69,02 + 179,4 + 1218 + 1212 + 1737 + 520,3 + 1449 + 11,51 + \\ & + 844,6 + 552 + 212 + 46,2 + 162,4 + 11,3 + 799,5 + 24,99 + 1826 + 975,1 = \\ & = 20688 \text{ (м}^2\text{)}. \end{aligned}$$

На базі отриманих значень економічний ступінь потужності трансформаторів визначиться як:

$$S_{\text{пит}} = \frac{S_{\Sigma}}{F_{\Sigma}} = \frac{3294}{20688} = 0,1592 \left(\frac{\text{кВА}}{\text{м}^2} \right).$$

В проектній практиці при такому значенні питомої потужності рекомендується використовувати для живлення споживачів трансформатори потужністю $S_{\text{ном ТР}} = 630$ кВА або $S_{\text{ном ТР}} = 1000$ кВА.

Відповідно цього в магістерській кваліфікаційній роботі пропонується розглянути два варіанти впровадження трансформаторів потужністю 160 кВА, 630 кВА та 1000 кВА.

Кількість трансформаторів, що будуть встановлені на трансформаторних підстанції буде визначено з врахуванням категорії з надійності електропостачання;

Розглянемо ці варіанти:

$$1. S_{\text{ек}} = S_{\text{ном ТР}} = 630 \text{ (кВА)};$$

$$N_{\text{ек}} = \frac{S_{\Sigma}}{S_{\text{ек}} k_3} = \frac{3294}{630 \cdot (0,7 \div 0,75)} = 7,468 \div 6,971 \text{ (шт)}, \quad (2.23)$$

$k_3 = 0,7 \div 0,75$ - нормоване значення коефіцієнту завантаження [2].

Значення отримано з (2.23) свідчить про необхідність встановлення семи трансформаторів відповідної потужності.

$$2. S_{\text{ек}} = S_{\text{ном ТР}} = 1000 \text{ (кВА)};$$

$$N_{\text{ек}} = \frac{S_{\Sigma}}{S_{\text{ек}} k_3} = \frac{3294}{1000 \cdot (0,7 \div 0,75)} = 4,705 \div 4,391 \text{ (шт)},$$

Що свідчить про необхідність встановлення п'яти трансформаторів.

Аналізуючи отримані результати виконаємо розподіл споживачів цехів між трансформаторами. Дані представимо в таблиці, де наведенні також фактичні коефіцієнти завантаження трансформаторів (таблиця 2.1)

Таблиця 2.1 – Розподіл трансформаторних підстанцій між виробничими цехами

Варіант №1					
Цех	S _М , кВА	N, шт	S _{НОМ.ТР.}	K _з	K _{па}
1,48,36,42,44	1500,5	2	1000	0,75	1,35
18,10_11,49,20,16	750,5	1	1000	0,75	0,68
34_35,41,46,23,13,17,33	746,3	1	1000	0,75	0,67
12,22,14_15,21,45,43,30, 31,32,40,26,27,28,29,38,24, 25,37,47	100,4	1	160	0,63	0,56
Варіант №2					
Цех	S _М , кВА	N, шт	S _{НОМ.ТР.}	K _з	K _{па}
23,43,45,21,40,31,32,30,27, 26,28,38,29	445,8	1	630	0,71	0,64
10_11,18,49	730	1	1000	0,73	0,66
48,1,44,16,20,42,33	1441,5	2	1000	0,72	1,3
14_15,22,12,13,17,46,36,41, 34_35,37,25,24,47	480,4	1	630	0,76	0,69

Наступний крок вимагає визначення місця встановлення ТП на генеральному плані. Для споживачів цеху 1,48,36,42,44

$$X_{ТП-1} = \frac{\sum_{k=1}^8 P_{mk} X_k}{\sum_{k=1}^8 P_{mk}} = \frac{140,6 \cdot 377,5 + 982,9 \cdot 359,5 + 62,49 \cdot 335 + 3,926 \cdot 457 + 2,069 \cdot 542,75}{140,6 + 982,9 + 62,49 + 3,926 + 2,069} =$$

$$= 360,978;$$

$$Y_{ТП-1} = \frac{\sum_{k=1}^8 P_{mk} Y_k}{\sum_{k=1}^8 P_{mk}} = \frac{140,6 \cdot 36,5 + 982,9 \cdot 88,25 + 62,49 \cdot 126 + 3,926 \cdot 130,75 + 2,069 \cdot 153}{140,6 + 982,9 + 62,49 + 3,926 + 2,069} =$$

$$= 84,4.$$

Аналогічним чином виконаємо розрахунок для інших ТП та зведемо результати в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Результати розрахунків щодо розміщення цехових ТП

Варіант №1		
Цех	Розрахункові	
	X	Y
1,48,36,42,44	360,978	84,4
18,10_11,49,20,16	303,254	93,1
34_35,41,46,23,13,17,33	321,874	168
12,22,14_15,21,45,43,30, 31,32,40,26,27,28,29,38,24, 25,37,47	215,405	330
Варіант №2		
Цех	Розрахункові	
	X	Y
23,43,45,21,40,31,32,30,27, 26,28,38,29	306,272	215
10_11,18,49	307,347	93,9
48,1,44,16,20,42,33	360,438	81,9
14_15,22,12,13,17,46,36,41,34_ 35,37,25,24,47	303,366	168

Для забезпечення ефективного та якісного електропостачання приймачів цукрового заводу уточнимо визначенні потужності трансформаторів з врахуванням втрат потужності в них [8].

Технічні характеристики трансформаторів, які прийняті до встановлення наведені в таблиці 2.3

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики трансформаторів

$S_{н.тр}$, кВА	$U_{н.т}$, кВ	ΔP_{xx} , кВт	ΔP_k , кВт	$I_{xx}\%$	$U_k\%$
160	10	0,56	2,65	2,4	4,5
630	10	1,42	7,6	2	5,5
1000	10	2,1	10,5	1,4	6

Визначимо втрати потужності у трансформаторах потужністю

$S_{ном\ TP} = 1000$ кВА :

$$\Delta P_{TP} = n \cdot \Delta P_{xx} + \frac{1}{n} \Delta P_k \cdot \left(\frac{S_p}{S_{н.тр}} \right)^2 = 2 \cdot 2,1 + \frac{10,5}{2} \cdot \left(\frac{1500,5}{1000} \right)^2 = 7,16 \text{ (кВт)}; \quad (2.26)$$

$$\Delta Q_{\text{тр}} = n \frac{\Delta I_{\text{x\%}}}{100} S_{\text{н.тр}} + \frac{1}{n} \frac{\Delta U_{\text{к}}}{100} \left(\frac{S_{\text{п}}}{S_{\text{н.тр}}} \right)^2 = \frac{2 \cdot 1,4}{100} \cdot 1000 + \frac{6}{2 \cdot 100} \cdot \left(\frac{1500,5}{1000} \right)^2 = 28,07 \text{ (кВАр)}. \quad (2.27)$$

Розрахунок втрат потужності в трансформаторах по двом варіантам виконуються аналогічно, результати наведемо в таблиці 2.4 .

Таблиця 2.4 – Втрати у трансформаторах

Варіант №1					
ТП №	К-сть ТР	S _{н.тр} , кВА	k _з	ΔP _{ТП} , кВт	ΔQ _{ТП} , кВАр
1	2	1000	0,75	7,16	28,07
2	1	1000	0,75	8,01	14,03
3	1	1000	0,75	7,95	14,03
4	1	160	0,63	1,6	3,858
Всього	5			24,7	59,99
Варіант №2					
ТП №	К-сть ТР	S _{н.тр} , кВА	k _з	ΔP _{ТП} , кВт	ΔQ _{ТП} , кВАр
1	1	630	0,71	5,23	12,63
2	1	1000	0,73	7,7	14,03
3	2	1000	0,72	6,93	28,06
4	1	630	0,76	5,84	12,63
Всього	5			25,7	67,35

Визначимо остаточне значення розрахункової потужності ТД «Соколівський цукор» з врахуванням втрат:

- для першого варіанту

$$P_{\text{м1}} = P_{\text{мз}} + \sum_{i=1}^4 \Delta P_{\text{тp}i} = 2541,45 + 24,7 = 2566,178 \text{ (кВт)}; \quad (2.28)$$

$$Q_{\text{м1}} = Q_{\text{мз}} + \sum_{i=1}^4 \Delta Q_{\text{тp}i} = 2038,8 + 59,99 = 2098,765 \text{ (кВАр)}. \quad (2.29)$$

- Для другого варіанту

$$P_{\text{м2}} = P_{\text{мз}} + \sum_{i=1}^4 \Delta P_{\text{тp}i} = 2541,45 + 25,7 = 2567,145 \text{ (кВт)};$$

$$Q_{\text{м2}} = Q_{\text{мз}} + \sum_{i=1}^4 \Delta Q_{\text{тp}i} = 2038,8 + 67,35 = 2106,126 \text{ (кВАр)}.$$

Покажем на генеральному плані ТД «Соколівський цукор» розташування ТП по двох варіантах.

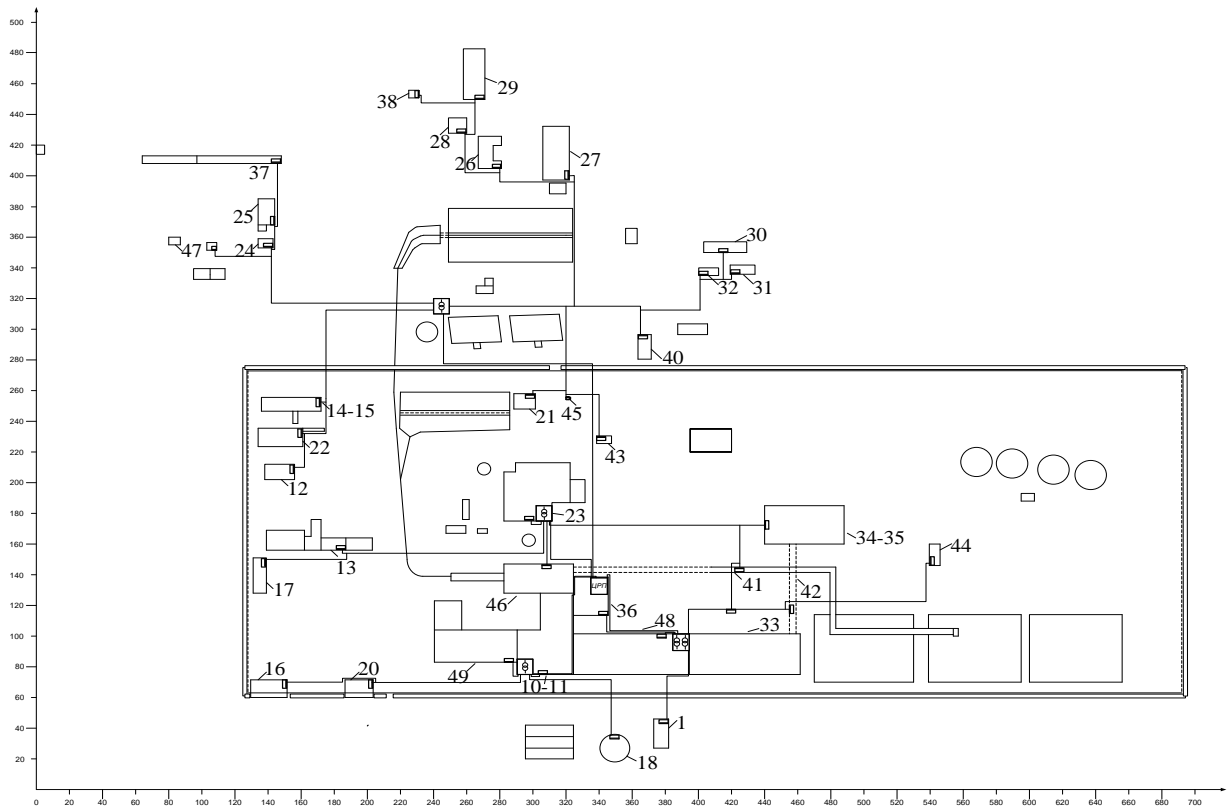


Рисунок 2.2 – Перший варіант розміщення ТП

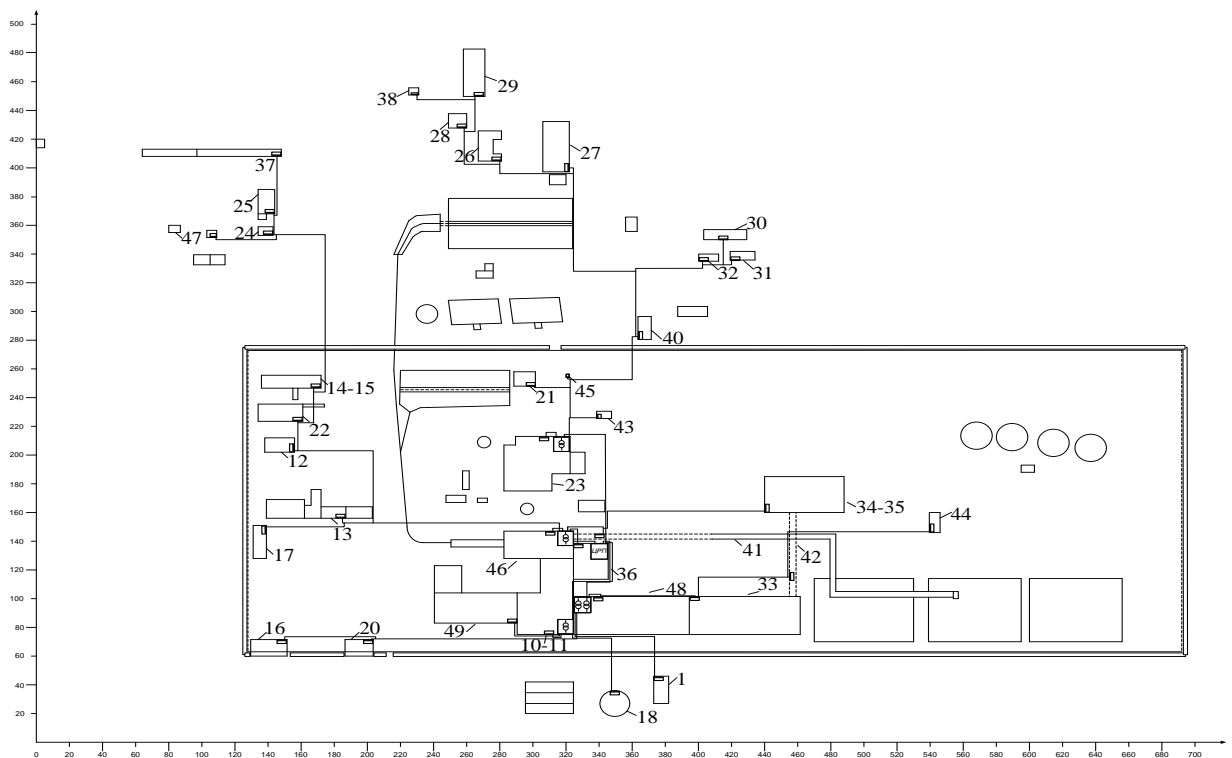


Рисунок 2.3 – Другий варіант розміщення ТП

Аналізуючи отриманні результати приймемо до впровадження перший варіант розрахунки потужності трансформатора, що передбачає спорудження однієї двотрансформаторної підстанції потужністю 1000 кВА, двох однострансформаторних підстанцій з трансформаторами 1000 кВА та однієї однострансформаторної підстанції на 160 кВА.

Такий варіант повністю задовольнить ефективне електропостачання технологічного процесу виготовлення цукру. Зробимо зауваження про джерела зовнішнього живлення ТД «Соколівський цукор». Для розподілення електроенергії між обраними трансформаторними підстанціями пропонуємо встановити ЦРП 10 кВ, яке буде отримувати електроенергію з підстанції «Крижопільські електромережі» потужністю 6300 кВА з напругою 110/10. Окрім того в період інтенсивної роботи заводу та забезпечення його технологічного процесу різними видами енергії використовується власна ТЕЦ.

2.6 Оптимальне визначення розміщення ЦРП 10 кВ

Одним із важливих моментів по створенню ефективної системи електропостачання технологічного процесу ТД «Соколівський цукор» є визначення місця розташування центрального розподільчого пункту 10 кВ [2,8].

Рекомендується для вирішення цього питання скористатися побудовою картограми електричних навантажень, яка повинна бути суміщена з кресленням генерального плану підприємства. Зазвичай картограму електричних навантажень будуватиметься у визначеному масштабі та представляється на генплані у вигляді кругів, площа яких пропорційна розрахунковій потужності цехів заводу.

Для визначення масштабу побудови картограми скористаємося виразом:

$$P_{Mk} = \pi \cdot r_k^2 \cdot m_p \cdot \quad (2.30)$$

Для цього потрібно задатися радіусом кругів, що будуть відображати відповідні цехи. Наведемо приклад виконання розрахунків для продуктового цеху, для якого приймемо радіус кола 38,89 м:

$$m_p = \frac{P_{M48}}{\pi \cdot r_{48}^2} = \frac{982,89}{3,14 \cdot 38,89^2} = 0,2069 \text{ (кВт/м}^2\text{)}. \quad (2.31)$$

Тоді приймаємо масштаб $m_p = 0,2 \text{ кВт/м}^2$.

Уточнимо радіус круга для продуктового цеху при прийнятому масштабі

:

$$r_{48} = \sqrt{\frac{P_{M48}}{\pi \cdot m_p}} = \sqrt{\frac{982,89}{3,14 \cdot 0,2}} = 39,562 \text{ (м)}. \quad (2.32)$$

Для врахування навантаження освітлення та відображення його потужності на картограмі, скористаємося прийомом, який значення потужності освітлення рекомендує визначати у вигляді сектору круга. Сектор круга можна визначити як:

$$\alpha_{48} = \frac{360 \cdot P_{MO}}{P_M} = \frac{360 \cdot 22,89}{982,89} = 8,4^\circ. \quad (2.33)$$

Подібний розрахунок для інших цехів виконано та зведено в таблицю 2.5

По отриманих даним можна визначити координати місця встановлення ЦРП-10 кВ.

$$X = \frac{\sum_{k=1}^8 P_{mk} X_k}{\sum_{k=1}^8 P_{mk}} = \frac{140,6 \cdot 377,5 + 141,8 \cdot 306,89 + \dots + 48,23 \cdot 265,5}{140,6 + 141,8 + \dots + 48,23} = 330,61;$$

$$Y_{ТП-1} = \frac{\sum_{k=1}^8 P_{mk} Y_k}{\sum_{k=1}^8 P_{mk}} = \frac{140,6 \cdot 36,5 + 141,8 \cdot 100,54 + \dots + 48,23 \cdot 93,5}{140,6 + 141,55 + \dots + 48,23} = 117,395.$$

Як видно з генерального плану визначенні координати центру потрапляють на територію будівлі вапняного обпалення печі (цех №36). Приймаємо рішення, що встановлення ЦРП-10 кВ доцільно виконати саме по цих координатах.

Таблиця 2.5 – Результати розрахунків побудови картограми навантажень

№	Споживачі	X	Y	P _{мо}	P _м	a _i	радіус
1	Насосна станція	377,50	36,50	0,614	140,6	1,6	14,964
10	Будівля заводу 2-поверх	306,89	100,54	21,83	141,8	55,4	15,028
11	Сокоочищувальний цех	306,89	100,54	24,95	392,9	22,9	25,014
12	Будівля теслярної майстерні	147,00	207,00	1,468	14,42	36,7	4,7916
13	Матеріальний склад	179,50	160,00	1,066	5,941	64,6	3,0757
14	Склад мішкотари	154,00	251,08	1,148	3,423	120,8	2,3348
15	Склад для цементу і соди	154,00	251,08	0,972	3,247	107,8	2,2738
16	Будівля контори цукрового заводу	140,50	65,75	3,547	14,35	89,0	4,7797
17	Гараж легкових автомобілів	135,00	139,50	1,755	3,155	200,3	2,2415
18	Водокачка трансп.мийн. води	350,00	26,87	0,608	53,11	4,1	9,1961
20	Прохідна заводу	195,00	65,75	0,982	2,482	142,4	1,9881
21	Будівля ст. Соколівка	295,00	253,00	0,786	2,046	138,3	1,8051
22	Будівля депо	147,50	229,50	5,987	14,99	143,8	4,8852
23	Будівля котельні турбоотл.	302,48	193,98	25,83	316,3	29,4	22,443
24	Будівля диспетчерської	138,5	356	0,696	2,196	114,1	1,87
25	Будівля ленкімнати	138,86	376,43	2,164	3,964	196,5	2,5124
26	Будівля сировинної лабораторії	274,00	415,25	2,197	4,117	192,1	2,5603
27	Будівля загальнозаготов. назн.	314,00	414,75	1,735	3,835	162,9	2,4712
28	Будівля сараю	254,50	432,75	0,483	1,383	125,7	1,4841
29	Вагова бурякопункту	264,50	466,25	8,543	9,443	325,7	3,8778
30	Будівля на підсоб.госп-ві №1	416,18	353,5	3,678	5,478	241,7	2,9536
31	Будівля на підсоб.госп-ві №2	426,68	338,8	0,497	2,297	77,9	1,9125
32	Будівля на підсоб.госп-ві №3	406,18	337,5	1,292	3,392	137,1	2,324
33	Будівля цукроскладу №3	428,00	88,25	9,647	19,72	176,1	5,6039
34	Будівля цукроскладу №2	464,00	172,50	9,595	19,67	175,6	5,5966
35	Будівля цукроскладу №1	464,00	172,50	13,76	30,01	165,0	6,9124
36	Будівля вапн.обпал.печі	335,00	126,00	5,494	62,49	31,7	9,9756
37	Будівля гаража	122,50	410,5	10,43	23,03	163,1	6,0561
38	Будівля посту	228,00	453,25	0,083	0,983	30,4	1,251
40	Ангари-склади н/б	367,5	288,5	6,69	9,615	250,5	3,9128
41	Жомова галерея	403,75	143,25	3,974	24,97	57,3	6,3062
42	Галерея цукрового заводу	457,00	130,75	1,526	3,926	140,0	2,5004
43	Вагова будка	343,00	228,00	0,333	1,233	97,1	1,401
44	Вагова будка	542,75	153	1,169	2,069	203,4	1,8152
45	ГРПБ	321,00	255,08	0,081	1,281	22,9	1,4284
46	Бурякопереробний цех	303,50	137,50	13,37	197,4	24,4	17,728
47	Заправка	84,5	357,5	0,255	2,075	44,2	1,8177
48	Продуктовий цех	359,50	88,25	22,89	982,9	8,4	39,562
49	Мех. майстерня	265,50	93,50	12,23	48,23	91,3	8,7633

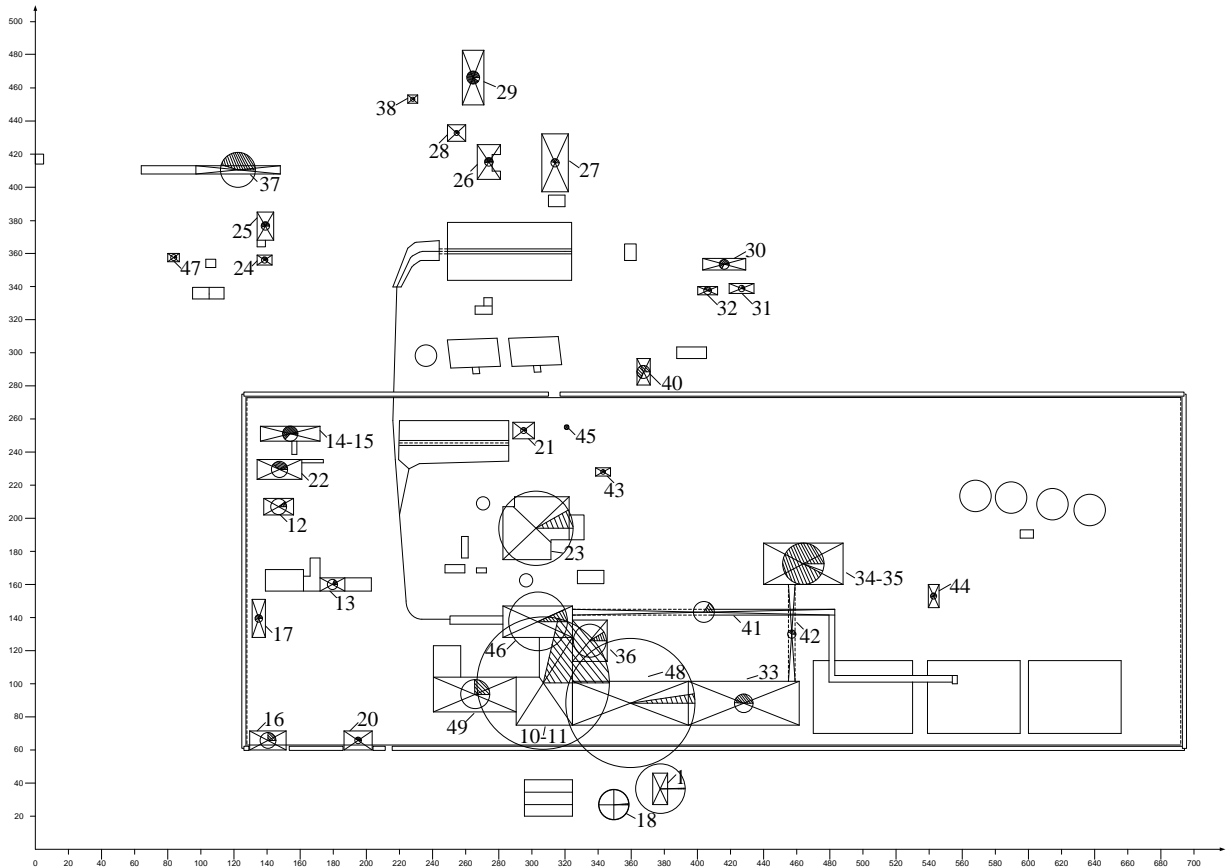


Рисунок 2.4 – Картограма електричних навантажень ТД «Соколівський цукор»

2.7 Синтез схеми електропостачання та основних її елементів

Оптимальний розподіл електричної енергії серед цехів ТД «Соколівський цукор» в значній мірі залежить від схеми живлення, обраної комутаційної апаратури та провідників. Приймаючи до уваги необхідність забезпечити ефективне та надійне живлення споживачів на напрузі 10 кВ та спираючись на високі до прийняття проектних рішень щодо конфігурації схеми електропостачання обираємо радіальну схему живлення, яка передбачає електропостачання кожної цехової підстанції виконувати окремою лінією. Незважаючи на матеріальні витрати, така схема забезпечить достатньо високий рівень ефективності електропостачання [8].

Конструктивно передбачаємо виконання живлячих мереж 10 кВ кабельними лініями, що прокладені в траншеях в землі, які дозволять убезпечити останні від механічних пошкоджень, від технологічного транспорту.

Схема електропостачання у спрощеному вигляді представлена рис. 2.5.

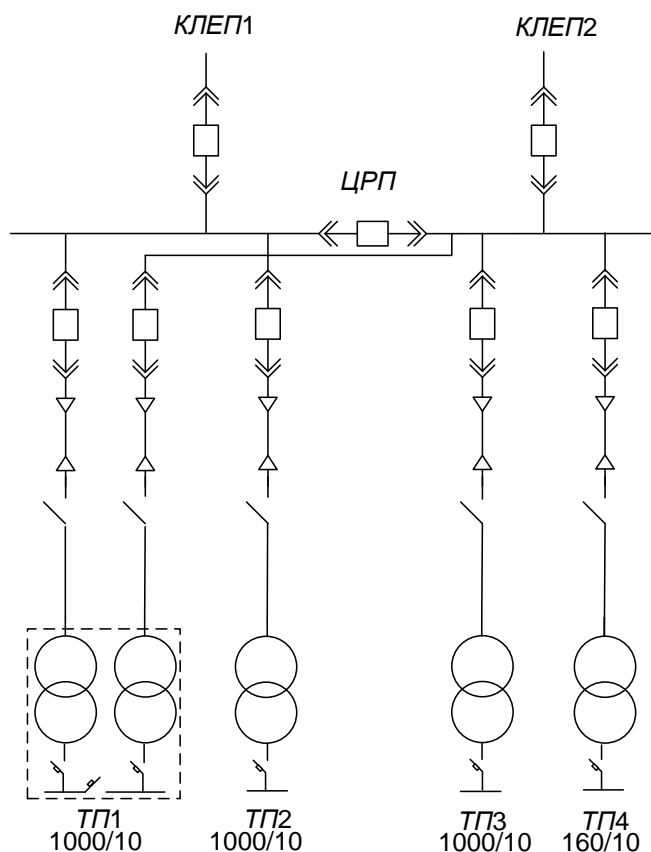


Рисунок 2.5 – Спрощена схема електропостачання 10 кВ.

Розрахуємо та виберемо необхідні електроапарати, які забезпечать надійну комутацію та захист від аварійних режимів.

Основним комутаційним апаратом є високовольтний вимикач, який вибирається за наступними умовами:

$$U_{\text{ном.в}} \geq U_{\text{ном. мережі}} \quad (2.34)$$

$$I_{\text{ном.в}} \geq I_{\text{м.ав}} \quad (2.35)$$

де $I_{\text{м.ав}}$ - значення струму післяаварійного режиму.

Визначимо значення струмів, що характеризують нормальний та післяаварійний режим роботи системи електропостачання:

Для лінії, яка живить ТП-1

$$I_M = \frac{S_M}{2\sqrt{3}U_{НОМ}} = \frac{1500,5}{2\sqrt{3} \cdot 10} = 43,31 \text{ (А)}; \quad (2.36)$$

$$I_{М.ав} = \frac{1,3 \cdot S_{н.тр}}{\sqrt{3}U_{НОМ}} = \frac{1,3 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 10} = 75,1 \text{ (А)}. \quad (2.37)$$

Для лінії, яка живить ТП-2

$$I_M = \frac{S_M}{\sqrt{3}U_{НОМ}} = \frac{750,5}{\sqrt{3} \cdot 10} = 43,33 \text{ (А)};$$

$$I_{М.ав} = \frac{S_{н.тр}}{\sqrt{3}U_{НОМ}} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 10} = 57,74 \text{ (А)}.$$

Для лінії, яка живить ТП-3

$$I_M = \frac{S_M}{\sqrt{3}U_{НОМ}} = \frac{746,3}{\sqrt{3} \cdot 10} = 43,08 \text{ (А)};$$

$$I_{М.ав} = \frac{S_{н.тр}}{\sqrt{3}U_{НОМ}} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 10} = 57,73 \text{ (А)}.$$

Для лінії, яка живить ТП-4

$$I_M = \frac{S_M}{\sqrt{3}U_{НОМ}} = \frac{100,4}{\sqrt{3} \cdot 10} = 5,79 \text{ (А)};$$

$$I_{М.ав} = \frac{S_{н.тр}}{\sqrt{3}U_{НОМ}} = \frac{160}{\sqrt{3} \cdot 10} = 9,23 \text{ (А)}.$$

Для встановлення на стороні 10 кВ вибираємо вакуумні вимикачі типу ВВ-10-320-10Т3 для всіх приєднань на номінальний струм $I_{НОМ.В} = 320 \text{ А} > I_{М.ав}$. Час спрацювання вимикача 0,105 с.

За умовою ефективного надійного проведення технологічного процесу приймемо в магістерській кваліфікаційній роботі рекомендовано внутрішньозаводську електричну мережу 10 кВ виконати кабелем марки ААБ та прокласти його в траншеї в землі [8,10].

Переріз кабелю визначимо за умовою відповідності допустимого струму в лінії. Згідно [8] визначаємо перерізи всіх необхідних кабелів.

Інформація про вибрані високовольтні вимикачі та перерізи кабелів надані в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Вибір високовольтних вимикачів і перерізу провідників для першого варіанта електропостачання

Лінія	I_m , А	$I_{m.ав}$, А	Вимикач	$I_{ном.в}$, А	$S_{сек}$, мм ²	Провідник	$I_{доп}$, А	L, м
ЦРП-ТП1	43,3	75,1	ВВ-10-320-10ТЗ	320	27,06	ААБ-3х25	90	81,2
ЦРП-ТП2	43,33	57,74	ВВ-10-320-10ТЗ	320	27,08	ААБ-3х25	90	101
ЦРП-ТП3	43,08	57,74	ВВ-10-320-10ТЗ	320	26,92	ААБ-3х25	90	61,5
ЦРП-ТП4	5,79	9,23	ВВ-10-320-10ТЗ	320	3,61	ААБ-3х10	65	262

2.8 Визначення струмів короткого замикання в загальнозаводській мережі

Розрахунок струмів короткого замикання виконується з метою перевірки вибраного електротехнічного обладнання в аварійних режимах роботи.

При виконанні таких розрахунків для підприємств, що отримують живлення від підстанції системи та при розгляді віддаленої точки короткого замикання режиму необхідно розрізняти випадки, коли в мережі встановлені або відсутні високовольтні двигуни.

Для зручності розрахунок струмів короткого замикання виконаємо у відносних одиницях. Цей метод вимагає прийняти наступні базисні величини: базисну потужність ($S_6=1000$ МВА), базисну напругу, яка визначається як середня напруга на ступені де виникло коротке замикання ($U_{сер}=10,5$ кВ) та потужність кз на шинах ЦРП $S_k=50$ МВА.

За прийнятими базисними величинами визначаємо базисний струм:

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3}U_6} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 54,99 \text{ (кА)}. \quad (2.38)$$

На рис 2.6 показана розрахункова схема заміщення електричної мережі 10 кВ.

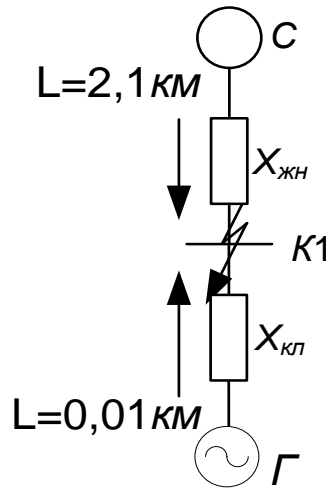


Рисунок 2.6 – Розрахункова схема заміщення 10 кВ

Для схеми рис. 2.6 знайдемо величини опорів, що відображають конфігурацію обраної схеми.

Значення опору системи:

$$X_C = \frac{S_{\delta}}{S_K} = \frac{1000}{50} = 20 \text{ (в.о.)} \quad (2.39)$$

Значення опору живлячої мережі:

$$X_{ЖМ} = X_{пит} \cdot l \cdot \frac{S_{\delta}}{U_{сер}} = 0,09 \cdot 2,1 \cdot \frac{1000}{10,5} = 18 \text{ (в.о.)} \quad (2.40)$$

Значення опору кабельної лінії:

$$X_{КЛ} = X_{пит} \cdot l \cdot \frac{S_{\delta}}{U_{сер}} = 0,06 \cdot 10 \cdot \frac{1000}{10,5} = 57,14 \text{ (в.о.)} \quad (2.41)$$

Значення опору генератора:

$$X_{\Gamma} = \frac{x_d''}{100} \cdot \frac{S_{\delta}}{S_{ном.\Gamma}} = \frac{0,1208}{100} \cdot \frac{1000}{7,5} = 0,161 \text{ (в.о.)} \quad (2.42)$$

Значення результуючого опору системи складе:

$$X_{\Sigma C} = X_C + X_{ЖМ} = 20 + 18 = 38 \text{ (в.о.)} \quad (2.43)$$

Значення результуючого опору генератора:

$$X_{\Sigma\Gamma} = X_{\Gamma} + X_{\text{КЛ}} = 0,161 + 57,14 = 57,3 \text{ (в.о.)}. \quad (2.44)$$

Визначимо величину струму трифазного КЗ для системи та врахуємо наявність генератора на ТЕЦ.

$$I_{\text{п.о.С}} = \frac{E_{\text{С}}''}{X_{\Sigma\text{С}}} \cdot I_6 = \frac{1}{38} \cdot 54,99 = 1,44 \text{ (кА)}, \quad (2.45)$$

$$I_{\text{п.о.}\Gamma} = \frac{E_{\Gamma}''}{X_{\Sigma\Gamma}} \cdot I_6 = \frac{1,08}{57,3} \cdot 54,99 = 1,036 \text{ (кА)} \quad (2.46)$$

Для обраної схеми живлення періодична складова струму, що протікає від системи постійна, тому:

$$I_{\text{п.т.С}} = I_{\text{п.о.С}} = 1,44 \text{ (кА)},$$

а періодична складова струму генератора визначається з використанням типових кривих [8, 17], тоді номінальний струм генератора:

$$I'_{\text{НОМ}} = \frac{P_{\text{НОМ}}}{\sqrt{3}U_{\text{ср,к}} \cos \varphi} = \frac{6 \times 10^6}{\sqrt{3} \cdot 10,5 \cdot 10^3 \cdot 0,85} = 388 \text{ (А)}. \quad (2.47)$$

Визначимо кратність періодичної складової струму короткого замикання від генератора до номінального:

$$\frac{I_{\text{п.о.}\Gamma}}{I'_{\text{НОМ}}} = \frac{1,036}{0,388} = 2,67 \quad (2.48)$$

За цим значенням відношення:

$$\frac{I_{\text{п.т.}\Gamma}}{I_{\text{п.о.}\Gamma}} \approx 0,87 \quad (2.49)$$

Таким чином, періодична складова струму, що протікає від генератора протягом часу τ буде:

$$I_{\text{п.т.}\Gamma} = I_{\text{п.о.}\Gamma} \cdot \gamma(\tau) = 1,036 \cdot 0,87 = 0,9 \text{ (кА)}. \quad (2.50)$$

Визначимо розрахунковий час протікання цього струму:

$$\tau = t_{\text{рз.мін}} + t_{\text{В.В}} = 0,01 + 0,12 = 0,13 \text{ (с)}. \quad (2.51)$$

За визначений час $\tau=0,13$ с знайдемо аперіодичну складову струму короткого замикання:

$$i_{\text{ат.}\Gamma} = \sqrt{2} I_{\text{по}\Gamma} e^{-\frac{t}{T_{\text{а}\Gamma}}} = \sqrt{2} \cdot 1,036 \cdot e^{-\frac{0,13}{0,106}} = 0,429 \text{ (кА)}, \quad (2.52)$$

$$i_{\text{ат.С}} = \sqrt{2} I_{\text{поС}} e^{-\frac{t}{T_{\text{аС}}}} = \sqrt{2} \cdot 1,44 \cdot e^{-\frac{0,13}{0,03}} = 0,026 \text{ (кА)}. \quad (2.53)$$

де $T_{\text{а}\Gamma}=0,106$ $T_{\text{аС}}=0,03$ - постійні часу аперіодичної складової струму кз

Ударний струм кз визначається як:

$$i_{\text{уд.С}} = \sqrt{2} I_{\text{поС}} \left(1 + e^{-\frac{0,01}{T_{\text{аС}}}} \right) = \sqrt{2} \cdot 1,44 \cdot \left(1 + e^{-\frac{0,13}{0,03}} \right) = 2,063 \text{ (кА)}, \quad (2.54)$$

$$i_{\text{уд.}\Gamma} = \sqrt{2} I_{\text{по}\Gamma} \left(1 + e^{-\frac{0,01}{T_{\text{а}\Gamma}}} \right) = \sqrt{2} \cdot 1,036 = 1,894 \text{ (кА)}. \quad (2.55)$$

Визначимо аперіодичну складову часу елементів схеми:

$$T_{\text{а.сх}} = \frac{T_{\text{аС}} \cdot I_{\text{п.0.с.}} + T_{\text{а}\Gamma} \cdot I_{\text{п.0.}\Gamma}}{I_{\text{п.0.с.}} + I_{\text{п.0.}\Gamma}} = \frac{0,03 \cdot 1,44 + 0,106 \cdot 1,036}{1,44 + 1,036} = 0,061 \text{ (с)}, \quad (2.56)$$

а періодична складова постійної часу для генератора буде:

$$T_{\text{п.}\Gamma} = \frac{\tau}{\ln(\gamma(\tau))} = \frac{-0,13}{\ln(0,87)} = 0,935. \quad (2.57)$$

Тепловий імпульс:

$$\begin{aligned} W_{\text{К}} &= I_{\text{поС}}^2 (t_{\text{відкл}} + T_{\text{а.сх}}) + I_{\text{по}\Gamma}^2 (0,5 \cdot T_{\text{п.}\Gamma} + T_{\text{а.сх}}) + 2 \cdot I_{\text{поС}} \cdot I_{\text{по}\Gamma} \cdot (T_{\text{п.}\Gamma} + T_{\text{а.сх}}) = \\ &= 1,44^2 (0,7 + 0,061) + 1,036^2 (0,5 \times 0,935 + 0,061) + 2 \cdot 1,44 \cdot 1,036 \cdot \\ &\cdot (0,935 + 0,061) = 5,11 \text{ (кА}^2 \cdot \text{с)} \end{aligned} \quad (2.58)$$

де $t_{\text{відкл}} = t_{\text{рз}} + t_{\text{п.В}} = 0,5 + 0,2 = 0,7$ с - час відключення короткого замикання.

За визначними величинами зробимо перевірку вибраних високовольтних ви- микачів ВВ-10-320-10ТЗ на комутаційну здатність і стійкість до дії струмів коротко- го замикання, використовуючи умови:

$$\begin{cases} I_{\text{н.відкл}} \geq I_{\text{пт}}, \\ \sqrt{2}I_{\text{н.відкл}} \left(1 + \frac{\beta_{\text{н}}}{100}\right) \geq \sqrt{2}I_{\text{пт}} + i_{\text{ат}}, \end{cases} \quad (2.59)$$

Зв'язку з тим, що $\tau=0,1 \text{ с} > 0,09 \text{ с}$ приймаємо $\beta_{\text{н}}=0$ тоді умови перевірки будуть наступні:

$$\begin{cases} I_{\text{н.відкл}} \geq I_{\text{пт}}, \\ \sqrt{2}I_{\text{н.відкл}} \geq \sqrt{2}I_{\text{пт}} + i_{\text{ат}}, \end{cases} \quad (2.60)$$

$$\begin{cases} I_{\text{н.відкл}} = 10(\text{кА}) \geq I_{\text{пт}} = 1,44(\text{кА}), \\ \sqrt{2}I_{\text{н.відкл}} = \sqrt{2} \cdot 10 = 14,1(\text{кА}) \geq \sqrt{2}I_{\text{пт}} + i_{\text{ат}} = \sqrt{2} \cdot 1,44 + 0,026 = 2,062(\text{кА}). \end{cases}$$

Виконана перевірка свідчить, що комутаційна здатність високовольтних вимикачів задовільна.

Динамічна стійкість високовольтних вимикачів виконується згідно умов:

$$\begin{cases} i_{\text{дин}} \geq i_{\text{уд}}, \\ I_{\text{дин}} \geq I_{\text{по}}, \end{cases} \quad (2.61)$$

$$\begin{cases} i_{\text{дин}} = 25(\text{кА}) \geq i_{\text{уд}} = 2,063(\text{кА}), \\ I_{\text{дин}} = 10(\text{кА}) \geq I_{\text{по}} = 1,44(\text{кА}). \end{cases}$$

Умови динамічної стійкості виконуються.

Термічна стійкість вимикачів до дії струмів кз повинна відповідати умові

$$I_{\text{T}}^2 t_{\text{T}} \geq B_{\text{К}}, \quad (2.62)$$

$$I_{\text{T}}^2 t_{\text{T}} = 10^2 \cdot 3 = 300(\text{кА}^2 \cdot \text{с}) \geq B_{\text{К}} = 5,11(\text{кА}^2 \cdot \text{с}).$$

Умова термічної стійкості виконується.

Проведений розрахунок та перевірка свідчить про правильність вибору високовольтних вимикачів, що встановленні в розподільчому пристрої ЦРП для захисту живлячих та відхідних ліній.

Виконаємо тепер відповідність вибраних кабельних ліній до термічної стійкості при дії струмів коротких замикань:

Перевіримо кабель, що має найменший переріз за умовою:

$$s_{\text{ТП-1}} = 25(\text{мм}^2) \geq s_{\text{min}} = \frac{\sqrt{B_K}}{C_T} = \frac{\sqrt{5,11 \cdot 10^3}}{90} = 25,11 (\text{мм}^2) \quad (2.63)$$

де C_T - значення термічного коефіцієнта.

Це дозволяє зробити висновок про правильність вибору кабельних ліній на термічну стійкість. Кабелі з більшим перерізом жил не вимагають останньої перевірки.

2.9 Визначення струмів короткого замикання в цеховій мережі

Для перевірки ефективності прийнятих проектних рішень, які стосуються низьковольтного електротехнічного обладнання та провідників, розглянемо алгоритм та визначимо струми коротких замикань для мережі 0,4 кВ.

Для проведення розрахунку струмів трифазного короткого замикання в електричній мережі 0,4 кВ потрібно скласти відповідну схему заміщення, знайти її параметри та визначити характерні точки, які важливі для розуміння величини струмів короткого замикання. Саме такий підхід дозволить впевнитися в адекватності прийнятих проектних рішень по вибору елементів схеми живлення [1,8,20].

В першу чергу, повинна бути визначена комутаційна здатність апаратів захисту за виразом:

$$I_{\text{н.відкл}} \geq I_{\text{к.сер}}^{(3)} = \frac{I_{\text{к.мах}}^{(3)} + I_{\text{к.Р}}^{(3)}}{2}, \quad (2.64)$$

де $I_{\text{к.мах}}^{(3)}$ - величина струму трифазного короткого замикання,

$I_{\text{к.Р}}^{(3)}$ - теж сема, але з врахуванням струмообмежувальної дії дуги.

Складемо схему заміщення електричної мережі 0,4 кВ та визначимо її параметри

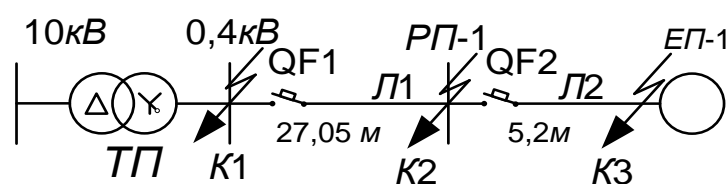


Рисунок 2.7 – Розрахункова схема для визначення струмів кз

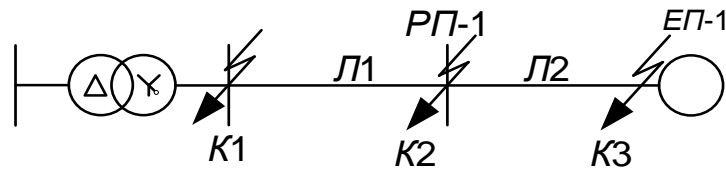


Рисунок 2.8 – Схема заміщення для визначення струмів кз

Опори елементів схеми:

- трансформатора

$$Z_T = \frac{U_{к\%}}{100} \cdot \frac{U^2}{S_{ном.т}} = \frac{6}{100} \cdot \frac{380^2}{1000 \cdot 10^3} = 8,664 \cdot 10^{-3} = 8,664 \text{ (МОм)}. \quad (2.65)$$

- ліній Л1, Л2:

$$Z_{Л1} = \sqrt{R_{пит}^2 + X_{пит}^2} \cdot l = \sqrt{0,54^2 + 0,065^2} \cdot 27,05 = 14,71 \text{ (МОм)}; \quad (2.66)$$

$$Z_{Л2} = \sqrt{9,61^2 + 0,098^2} \cdot 5,2 = 49,97 \text{ (МОм)}.$$

Струм трифазному короткого замикання визначається за формулою:

$$I_{к.мах}^{(3)} = \frac{1,05 U_{ном}}{\sqrt{3} Z_{\Sigma}}, \quad (2.67)$$

де Z_{Σ} - сумарний опір всіх елементів мережі 0,4 кВ до точки КЗ.

Значення струмів для обраних точок короткого замикання

- К1

$$I_{к.мах}^{(3)} = \frac{1,05 \cdot 380}{\sqrt{3} \cdot 8,664} = 26,589 \text{ (кА)},$$

- К2

$$I_{к.мах}^{(3)} = \frac{1,05 \cdot 380}{\sqrt{3} \cdot (8,664 + 14,71)} = 9,85 \text{ (кА)}.$$

Знайдемо струм короткого замикання та врахуємо струмообмежувальну дію горіння дуги для аналогічних точок:

$$I_{к.г}^{(3)} = \frac{1,05 U_{ном}}{\sqrt{3} \sqrt{(R_{\Sigma} + R_{пер})^2 + X_{\Sigma}^2}}, \quad (2.68)$$

- К1

$$I_{к.мах}^{(3)} = \frac{1,05 \cdot 380}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(1,7+0,015 \cdot 10^3)^2 + 8,664^2}} = 12,264(\text{кА}),$$

- К2

$$I_{к.мах}^{(3)} = \frac{1,05 \cdot 380}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(1,7+0,54 \cdot 27,05+0,02 \cdot 10^3)^2 + (8,664+0,065 \cdot 27,05)^2}} = 6,099(\text{кА}).$$

Тепер перейдемо до перевірки комутаційної здатності електроапаратів, що встановленні в характерних точках :

- К1

$$I_{н.відкл} = 32,5 \geq I_{к.сер}^{(3)} = \frac{26,589+12,264}{2} = 19,42 (\text{кА}),$$

- К2

$$I_{н.відкл} = 6 \geq I_{к.сер}^{(3)} = \frac{9,85+6,099}{2} = 5,877(\text{кА}).$$

Базуючись на визначених величинах перевіримо правильність вибору електроапаратів на чутливість і селективність [8,10].

Чутливість спрацювання електроапаратів перевіряється за дією струмів однофазного короткого замикання для відповідних точок по виразу:

$$I_{к}^{(1)} = \frac{U_{\phi.ном}}{\frac{Z_{Т}^{(1)}}{3} + Z_{\phi-н} \cdot 1}, \quad (2.69)$$

- К2

$$I_{к}^{(1)} = \frac{220}{8,664+1,59 \cdot 27,05} = 4,257(\text{кА}),$$

- К3

$$I_{к}^{(1)} = \frac{220}{8,664+1,59 \cdot 27,05+3,18 \cdot 5,2} = 3,225(\text{кА}).$$

Виконання умов чутливості перевіряється за виразом для тих же точок кз:

$$I_{н.розч} \leq \frac{I_{к.міп}^{(1)}}{3}, \quad (2.70)$$

- К2

$$I_{н.розч} = 100,8 \text{ А} \leq I_{к}^{(1)} = \frac{4257}{3} = 1419 \text{ (А)},$$

- К3

$$I_{н.розч} = 100,8 \text{ А} \leq I_{к}^{(1)} = \frac{3225}{3} = 1075 \text{ (А)}.$$

Проведений розрахунок свідчить про виконання умов чутливості.

Наступним важливим параметром роботи електроапаратів є їх селективність, що може бути перевірена за формулою:

$$\begin{cases} I_{с.В1} > (1,3..1,5)I_{с.В2}, \\ t_{с.В1} \geq t_{с.В2} + \Delta t. \end{cases} \quad (2.71)$$

Використовуючи раніше визначення характеристики комутаційного обладнання визначимо селективність спрацювання автоматів, що встановленні на ділянках ліній ТП – РП-1, РП-1 – ЕП-1

$$\begin{cases} I_{с.В1} = 504 > (1,3..1,5)I_{с.В2} = (1,3..1,5) \cdot 318,3 = 413,79..477,45, \\ t_{с.В1} = 0,2 \geq t_{с.В2} + \Delta t = 0,015 + 0,1 = 0,115. \end{cases}$$

Розрахунок підтверджує виконання умов селективності.

Проведенні розрахунки дозволяють зробити висновок про правильність прийнятих проектних рішень стосовно типів автоматичних вимикачів та їх технічних апараметрів.

Для наочності побудуємо карту селективності дії захисту, яка підтверджує попередній висновок.

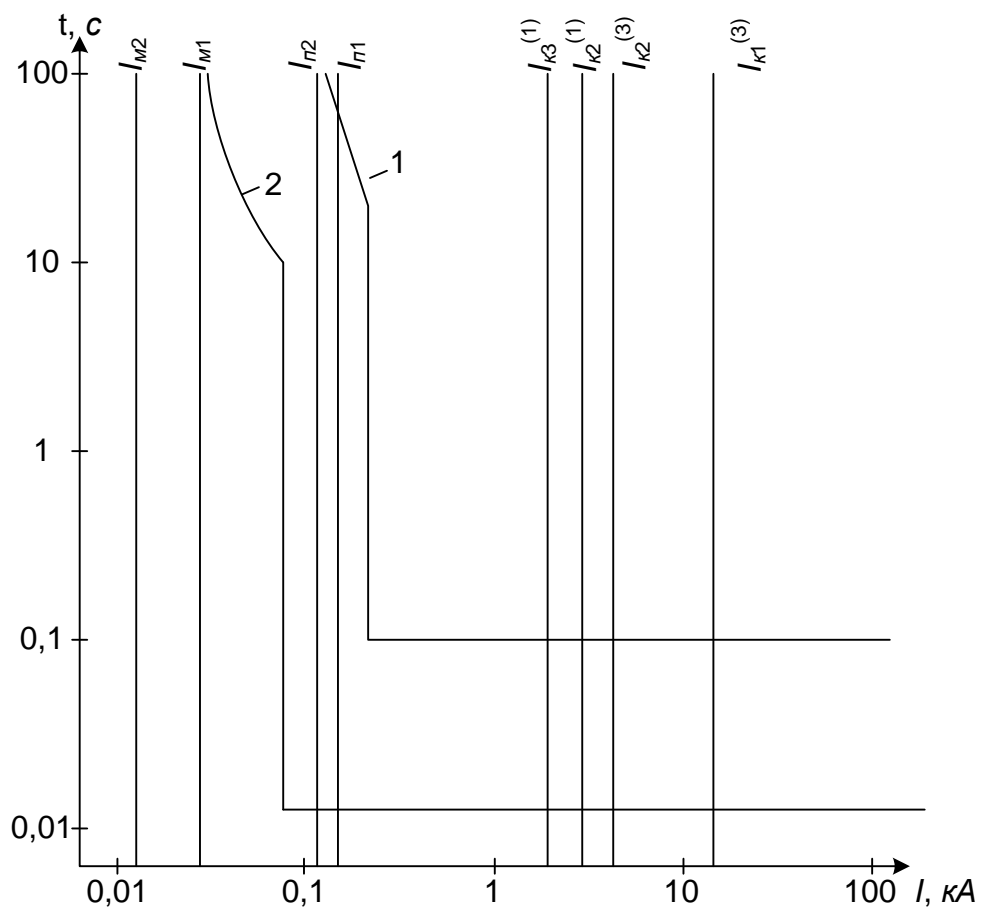


Рисунок 2.9 – Карта селективності дії захисту апаратів 0,4 кВ

3. КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ ЯК ЕЛЕМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

Важливість компенсації реактивної потужності в любых мережах промислових підприємств обумовлена необхідністю зниження втрат потужності в мережах, що може складати близько 20%, більш точного визначення потужностей силових трансформаторів, оптимізації перерізів кабелів та провідників, підвищення ефективності роботи електроприводу та ін.. В цих умовах важливим є проведення заходів з оптимізації недокомпенсованих перетоків реактивної потужності, що в деяких випадках в загалі може не здійснюватися.

В процесі дослідження проблеми компенсації реактивної потужності встановлено, що її стан визначається рівнем компенсації реактивних навантажень в мережах, наявністю технічного та іншого можливого забезпечення. З іншого боку важливим є впровадження систем автоматичного управління компенсувальними установками. Останнє зумовлено наявністю достовірних графіків реактивних навантажень у вузлах системи електропостачання. Така інформація дозволить уникнути можливої перекомпенсації та збільшення втрат електричної енергії.

Наступним важливим моментом, що стимулює споживачів виконувати вимоги енергопостачальних компаній є стимулювання по зниженню плати за реактивну потужність [5,8].

Аналіз режимів електроспоживання реактивної потужності, а також вимоги енергосистеми до цього обумовили появу та впровадження різноманітних засобів автоматичного керування компенсаційними пристроями.

Виходячи з важливості проблеми компенсації реактивної потужності впливає необхідність в підвищенні ефективності проектних рішень за рахунок впровадження засобів компенсації реактивної потужності.

Для підвищення ефективності функціонування системи електропостачання проведемо розрахунок компенсації реактивної потужності для мереж ТД «Соколівський цукор» та покажемо можливість зниження загальних витрат.

Скористаємося для цього методикою, що описана в [10] та передбачає використання значень коефіцієнтів D та $C_{ку}$.

Розрахунок будемо проводити для наступної схеми електропостачання, що представлена у спрощеному вигляді на рисунку 3.1

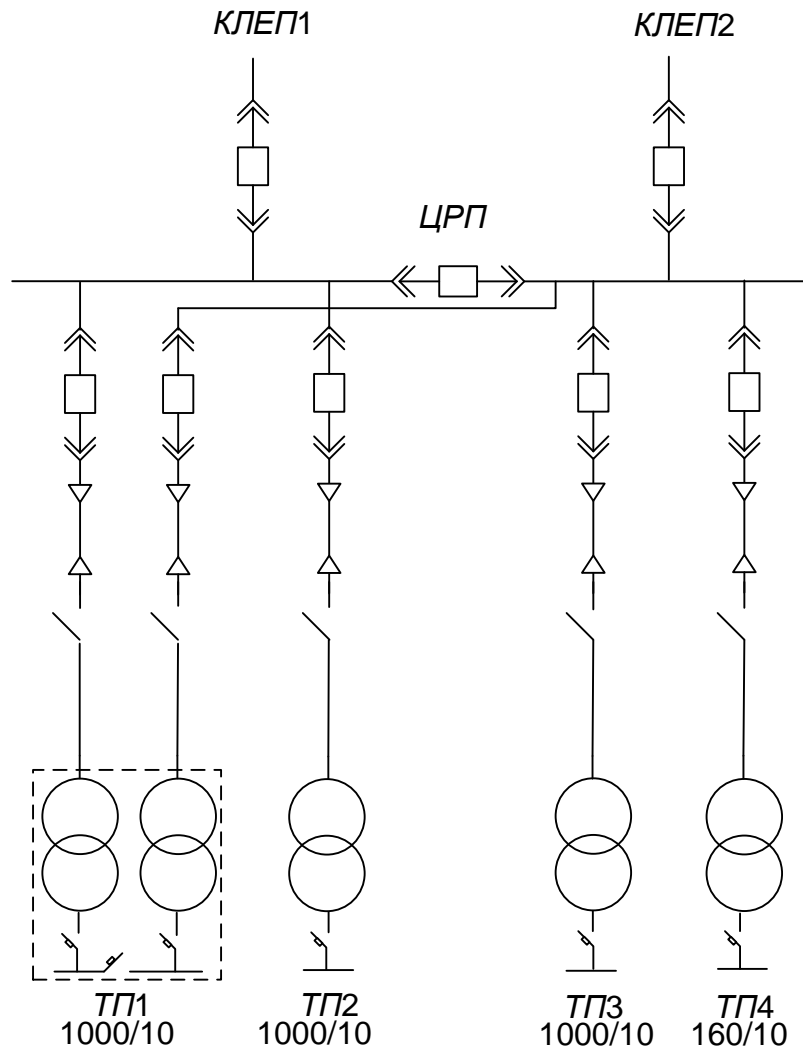


Рисунок 3.1 Схема розподільчої мережі 10 кВ ТД «Соколівський цукор»

Вихідними даними для проведення розрахунків є погодинні навантаження по підстанціях цукрового заводу, які представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Погодинні навантаження трансформаторних підстанцій

№ п/п	Години	ТП №1				ТП №2		ТП №3		ТП №4	
		Тр-р 1		Тр-р 2		Тр-р 3		Тр-р 4		Тр-р 5	
		Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар
1	8:00	750	600	745	603	740	590	740	585	100	81
2	9:00	700	560	710	575	750	600	740	585	100	80
3	10:00	650	520	650	520	725	585	725	580	95	77
4	11:00	700	560	700	560	725	580	730	582	95	75
5	12:00	710	575	710	575	730	585	740	585	100	80
6	13:00	710	575	700	560	740	591	740	585	80	65
7	14:00	750	600	750	600	690	554	710	575	80	65
8	15:00	745	603	750	600	690	555	710	575	90	72
9	16:00	720	576	720	576	710	575	710	575	95	75
10	17:00	725	587	730	584	710	575	690	550	95	75
11	18:00	710	575	710	575	730	585	695	563	100	80
12	19:00	650	520	650	520	730	582	710	572	100	80
13	20:00	650	520	650	515	710	572	725	580	85	69
14	21:00	725	580	720	575	725	580	725	580	90	72
15	22:00	730	580	725	585	725	580	740	585	92	75
16	23:00	730	580	725	585	730	582	740	585	90	70
17	24:00	710	575	710	575	690	550	710	572	95	75
18	1:00	700	560	700	560	695	563	710	575	90	71
19	2:00	725	595	730	584	710	572	730	585	100	80
20	3:00	725	580	725	580	710	572	730	581	100	81
21	4:00	750	600	745	603	690	550	735	588	95	75
22	5:00	745	603	745	600	730	585	740	585	95	75
23	6:00	730	581	730	580	740	590	730	580	85	70
24	7:00	710	575	710	575	750	600	740	585	95	70

Таблиця 3.2 – Величина спожитої реактивної та активної потужності за певні проміжки часу

Потуж./ Час	0-3	3-6	6-9	9-12	12-15	15-18	18-21	21-24
Q1(t),квар	563,75	557,5	588,5	564,5	550	573,75	583,75	589,75
Q2(t),квар	568,25	553,75	584	563,75	548,75	576,25	581,75	589,5
Q3(t),квар	593,75	585,25	568,75	579,25	578,5	568,75	564,25	581,25
Q4(t),квар	583,75	583	577,5	565	579,25	579,25	582,25	584,5
Q5(t),квар	77	74,25	69,25	77,5	74	72,75	76,75	72,5
	0_3	3_6	6_9	9_12	12_15	15_18	18_21	21_24
P1(t),кВт	702,5	692,5	731,25	701,25	688,75	717,5	725	733,75
P2(t),кВт	703,75	690	730	702,5	686,25	715	725	732,5
P3(t),кВт	741,25	730	707,5	720	722,5	710	701,25	727,5
P4(t),кВт	736,25	733,75	717,5	701,25	725	725	726,25	736,25
P5(t),кВт	97,5	92,5	86,25	97,5	91,75	91,75	96,25	92,5

Використовуючи інформацію з таблиці 3.1 – 3.2 визначимо сумарне активне та реактивне навантаження за добу і подамо інформацію в табличному вигляді (таблиця 3.3).

Таблиця 3.3 - Сумарне добове активне та реактивне навантаження

	0-3	3-6	6-9	9-12	12-15	15-18	18-21	21-24
$P_{\Sigma}(t)$, квар	2981,25	2938,75	2972,5	2922,5	2914,25	2959,25	2973,75	3022,5
$Q_{\Sigma}(t)$, кВт	2386,5	2353,75	2388	2350	2330,5	2370,75	2388,75	2417,5

Як видно з таблиці 3.3 сумарне реактивне навантаження цукрового заводу складає $Q_{\Sigma\max} = 2417,5$ квар.

Визначимо тепер необхідну потужність компенсаційних пристроїв у вузлах навантаження (таблиця 3.4)

Таблиця 3.4 - Потужність компенсаційних пристроїв у вузлах

$Q_{ку1}$	$Q_{ку2}$	$Q_{ку3}$	$Q_{ку4}$	$Q_{ку5}$
589,75	589,5	593,75	584,5	77,5

Визначимо необхідну реактивну потужність для кожного вузла навантаження (ТП) по певних проміжках часу, що дозволить отримати достовірну інформацію, яка може бути використана для налаштування того чи іншого регулятора реактивної потужності [8].

Таблиця 3.5 - Реактивна потужність для вузлів навантаження

	0_3	3_6	6_9	9_12	12_15	15_18	18_21	21_24
Q1(t),квар	563,75	557,5	588,5	564,5	550	573,75	583,75	589,75
Q2(t),квар	568,25	553,75	584	563,75	548,75	576,25	581,75	589,5
Q3(t),квар	593,75	585,25	568,75	579,25	578,5	568,75	564,25	581,25
Q4(t),квар	583,75	583	577,5	565	579,25	579,25	582,25	584,5
Q5(t),квар	77	74,25	69,25	77,5	74	72,75	76,75	72,5

Для наочності інформацію, що була надана вище, представимо у вигляді добових графіків навантаження для кожної трансформаторної підстанції (Рис. 3.2 – 3.7).

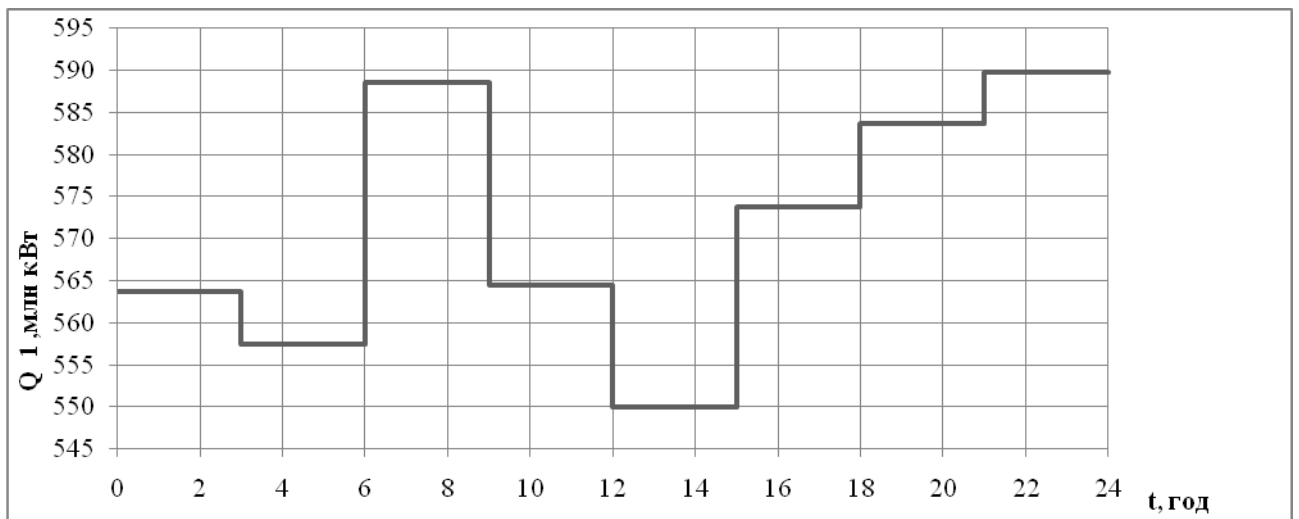


Рисунок 3.2 – Графік реактивного навантаження ТП1 за добу

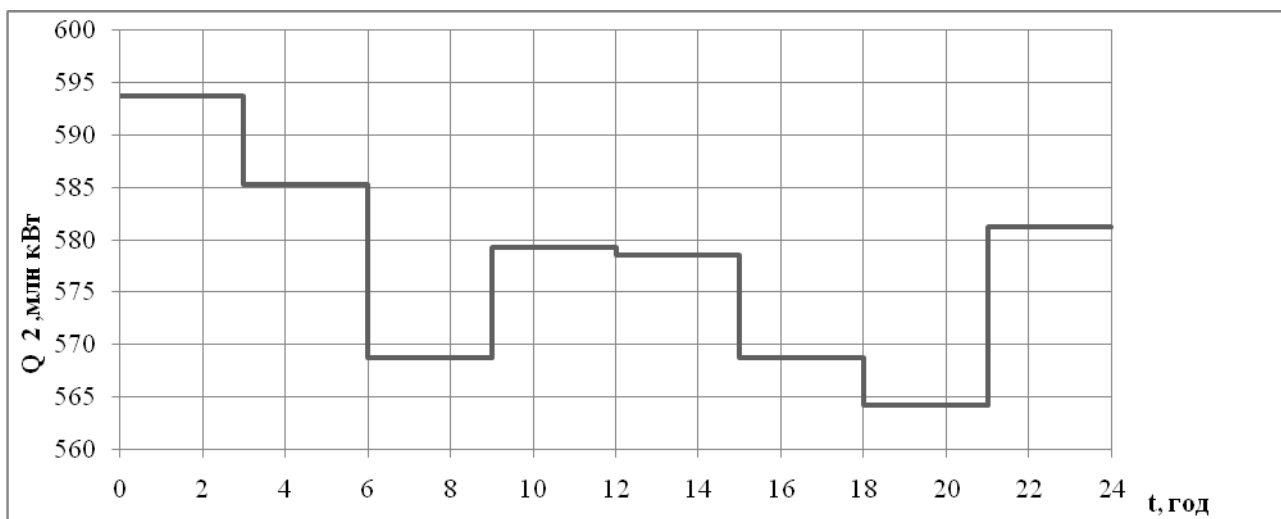


Рисунок 3.3 – Графік реактивного навантаження ТП2 за добу

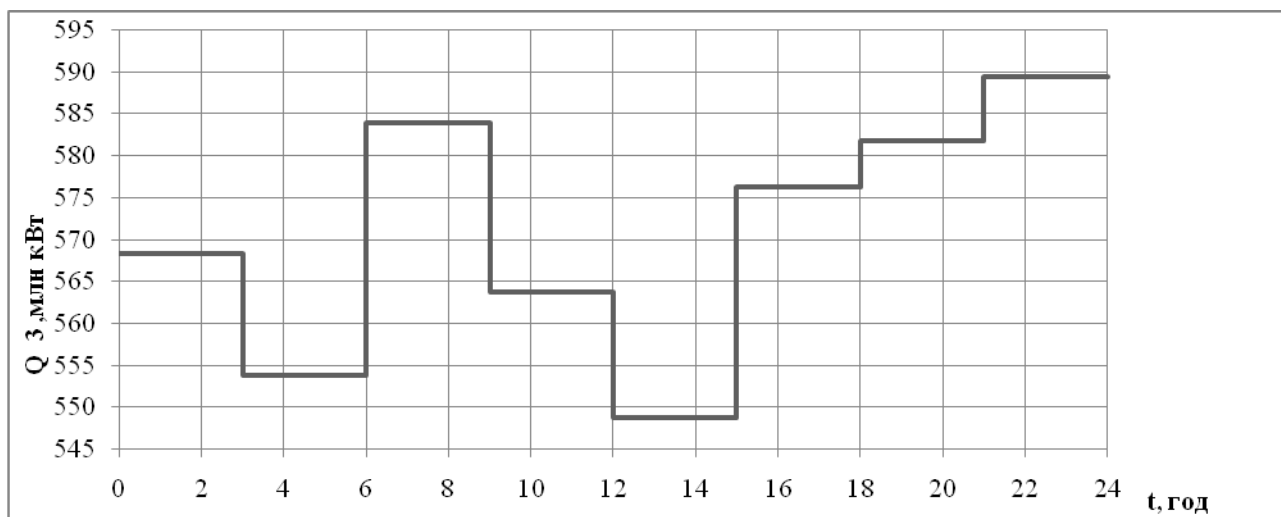


Рисунок 3.4 – Графік реактивного навантаження ТП3 за добу

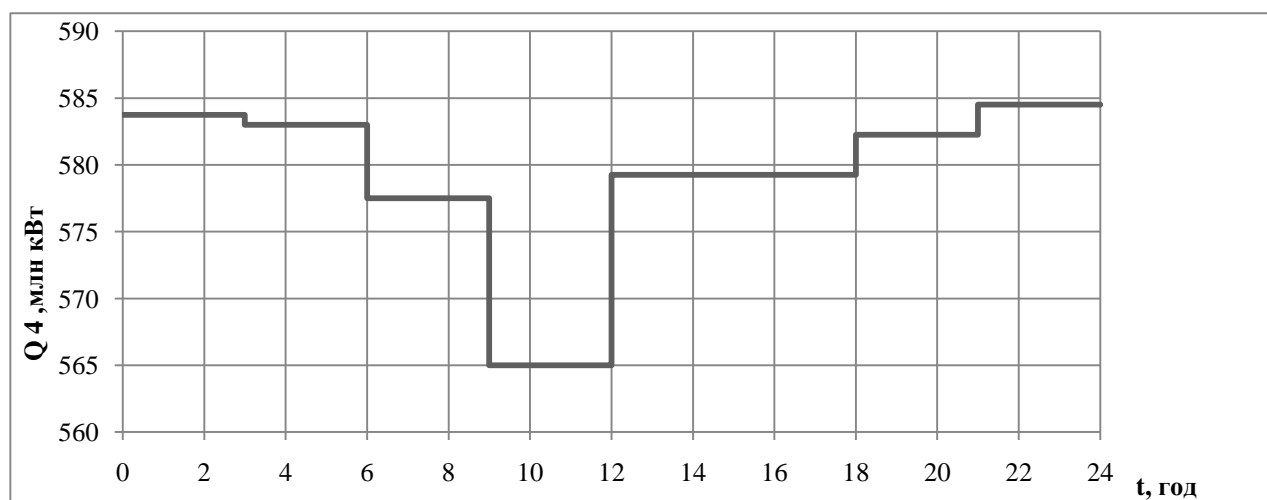


Рисунок 3.5 – Графік реактивного навантаження ТП4 за добу

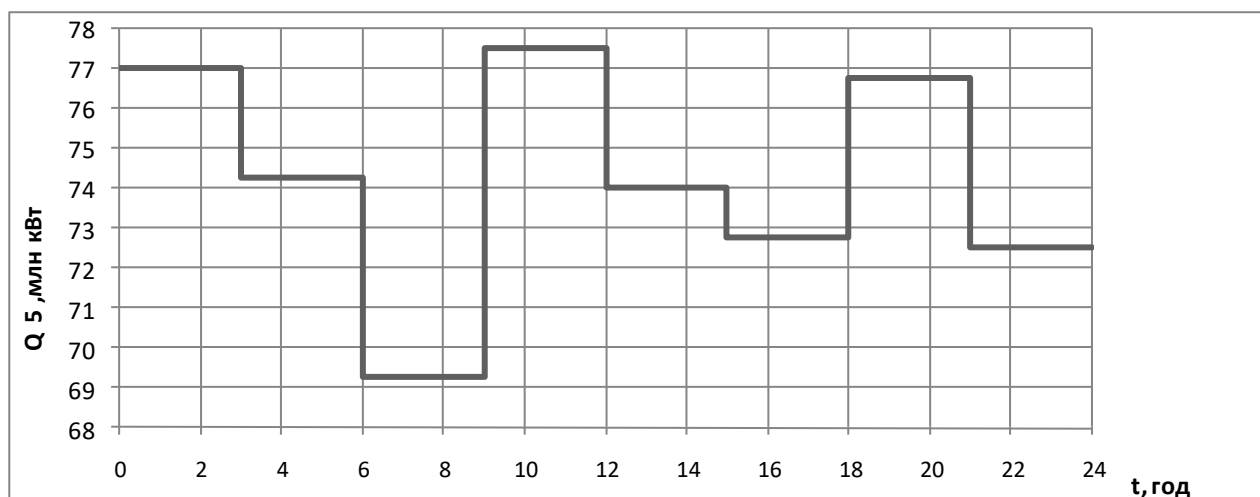


Рисунок 3.6 – Графік реактивного навантаження ТП5 за добу

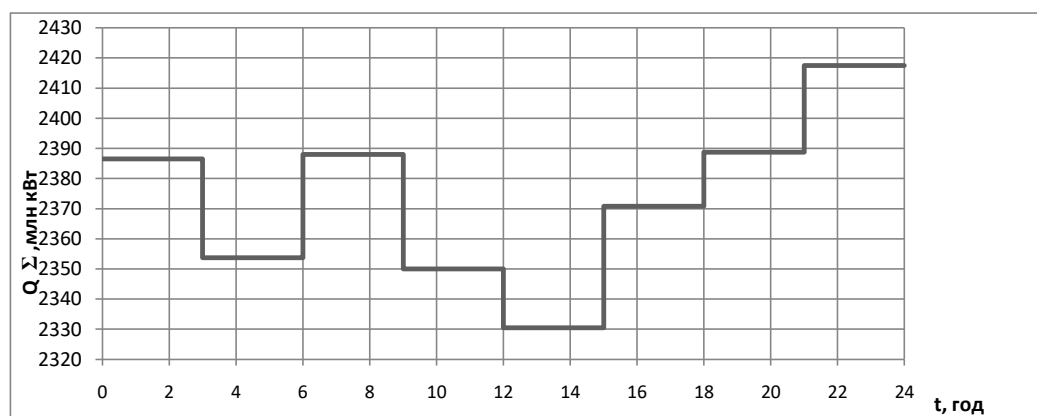


Рисунок 3.7 – Графік сумарного добового навантаження ТД «Соколівський цукор»

Покажемо зовнішній вигляд конденсаторної установки, яка рекомендується до впровадження (рис. 3.8). Потужність установки компенсації реактивної потужності повинна бути наближена до значень, що наведені таблиці 3.4. Дані установки комплектуємо регуляторами реактивної потужності виробника ЕТІ типу PFC-6 [11], зовнішній вигляд наведений на рис. 3.9.



Рис. 3.8 – Зовнішній вигляд конденсаторної установки



Рис. 3.9 – Зовнішній вигляд регулятора PFC-6

Проведенні розрахунки дозволяють зробити висновок про можливість прийняття ефективних проектних рішень за рахунок проведення оптимальної компенсації реактивної потужності.

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

4.1 Техніко-економічне обґрунтування роботи

Суть техніко-економічного обґрунтування роботи полягає у проведенні попередніх техніко економічних розрахунків, які підтверджуються доцільність капіталовкладень в даний енергетичний об'єкт [22].

Доцільність реалізації проекту обґрунтовується:

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

Вихідні дані для розрахунку:

- виручка від реалізації продукції $V = 3550$ (млн. грн./рік);
- середньооблікова чисельність персоналу $Ч = 950$;
- середньорічний фонд заробітної плати одного працівника разом з нарахуванням на соціальні потреби $З_{Пл}$, грн./рік;
- питома заробітна плата в собівартості продукції $d = 12\%$;
- первісна або балансова вартість основних фондів $\Phi = 6\,300$ млн грн;
- нормований коефіцієнт ефективності капіталовкладень: $E_H = 0,1$;
- нормований термін окупності, років: $T_{ок} = 10$.
- середньомісячна зарплата одного працівника $З = 6500$ грн./міс.

Середньорічний фонд заробітної плати одного працівника:

$$З_{Пл} = 3 \cdot 12 \cdot 10^{-6} = 6500 \cdot 12 \cdot 10^{-6} = 0,078 \text{ (млн грн/рік)}, \quad (4.1)$$

Повна собівартість продукції:

$$C = \frac{1,38 \cdot Ч \cdot З_{Пл}}{d} = \frac{1,38 \cdot 950 \cdot 0,078}{0,12} = 852,15 \text{ (млн грн/рік)}, \quad (4.2)$$

Балансовий прибуток:

$$\Pi = B - C = 3550 - 852,15 = 2647,85 \text{ (млн грн/рік)}, \quad (4.3)$$

Визначаємо термін окупності даного підприємства:

$$T_{\text{ор}} = \frac{\Phi}{\Pi} = \frac{6300}{2647,85} = 2,38 \text{ (років)}, \quad (4.4)$$

$$T_{\text{ор}} = 2,38 < T_{\text{ок}} = 10 \text{ (років)}.$$

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

Відповідно до схеми електричної мережі підприємства, показаної на рис. 4.1 та вихідних даних у табл. 4.1, 4.2 і 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-1000	2	1500,5
ТП 2	ТМ-1000	1	750,5
ТП 3	ТМ-1000	1	746,3
ТП 4	ТМ-160	1	100,4

Таблиця 4.2 – Відомості про кабельні лінії

Найменування ліній	Довжина лінії від ТП до ГПП, м	Марка кабелю	К-сть
ЦРП - ТП1	360	ААБ 3х25	2
ЦРП – ТП2	300	ААБ 3х25	1
ЦРП – ТП3	320	ААБ 3х25	1
ЦРП – ТП4	215	ААБ 3х10	1

Рекомендації до виконання:

1. Оплату за спожиту електроенергію розраховують по тарифам: 5,5 грн/кВт·год
2. Прийняти норму амортизації – 6%,
3. Нарахування:
 - в пенсійний фонд – 33,3%,
 - у фонд зайнятості – 1,5%,
 - на соціальне страхування – 1,5%.

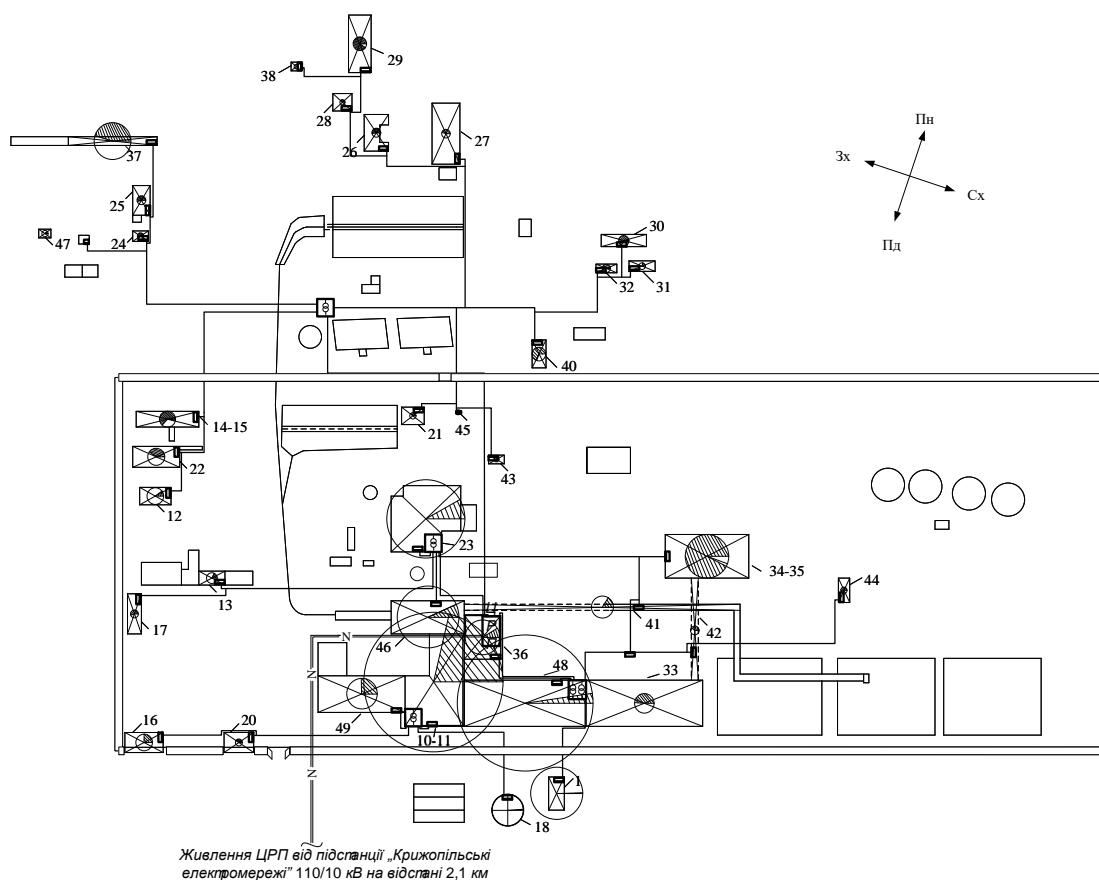


Рисунок 4.1 – Схема електропостачання заводу

4.2 Розрахунок капіталовкладень в систему електропостачання

Розрахунок капіталовкладень в лінії електропередач виконуємо за вартістю кабелів та вартістю їх прокладання [22].

Капітальні вкладення для ліній електропередач:

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

де $K_{пит}$ – питома вартість на 1 км лінії, тис. грн./км;

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

L – довжина лінії електропередачі, км.

n – кількість кабелів в траншеї, шт.

Визначимо вартість прокладання кабельної лінії від ЦРП до ТП1 (ААБ 3х25) в траншеї в землі II категорії без врахування переходів:

$$K_{л1} = (K_{пит} + K_{прок}) L = (83,08 \cdot 2 + 4,22) \cdot 0,360 = 61,38 \text{ тис.грн.}$$

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

Таблиця 4.3 – Розрахунок капіталовкладень для ліній електропередач

Назва лінії	Марка кабелю	Кількість	Довжина, км	$K_{пит}$, тис.грн	$K_{прок}$, тис.грн	$K_{л}$, тис.грн
ЦРП-ТП1	ААБ-10 3х25	2	0,360	83,08	4,22	61,337
ЦРП-ТП2	ААБ-10 3х25	1	0,300	83,08	4,22	26,190
ЦРП-ТП3	ААБ-10 3х25	1	0,320	83,08	4,22	27,936
ЦРП-ТП4	ААБ-10 3х10	1	0,215	83,08	4,22	12,840
Разом						128,303

Капітальні вкладення для електричних підстанцій [22]:

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

де $K_{\text{псі}}$ – 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:

$$K_{\text{псі}} = 561,9 + 112,38 = 674,28 \text{ тис.грн.}$$

Результати розрахунків заносимо в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Розрахунок капіталовкладень для електричних підстанцій

№	Тип т-ра	Кількість	Код, тис.грн	Кпост, тис.грн	Кпс, тис.грн
ТП-1	ТМ-1000	2	561,90	112,38	674,28
ТП-2	ТМ-1000	1	280	56	336
ТП-3	ТМ-1000	1	280	56	336
ТП-4	ТМ-160	1	70	14	84
Разом:					1430,28

Розрахуємо сумарну вартість вимикачів. Відповідно до схеми, електропостачання, кількість вимикачів 10 кВ – 10 шт. Відповідно до рекомендацій приймаємо вартість вимикача 10 кВ рівною 50 тис. грн. Сумарна вартість вимикачів:

$$K_{\text{в}} = 10 \cdot 50 = 500 \text{ (тис. грн.)}, \quad (4.7)$$

Вартість підстанцій з вимикачами:

$$K_{\text{пс}} = 1430,28 + 500 = 1930,28 \text{ (тис. грн.)}, \quad (4.8)$$

Відповідно сумарна величина капітальних вкладень в систему електропостачання підприємства.

$$K = 128,303 + 1930,28 = 2058,583 \text{ (тис. грн.)}. \quad (4.9)$$

4.3 Розрахунок поточних витрат

4.3.1 Розрахунок потреби в робочій силі

Планова трудомісткість визначається, 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. [22];

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

Проводимо розрахунки трудомісткості ремонту електрообладнання та заносимо їх результати до табл.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 [22];

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

h – кількість обладнання в групі.

Проводимо розрахунки трудомісткості технічного обслуговування іншого електрообладнання та заносимо їх результати до табл.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. трудмісткість люд.год.	К-сть на одиницю облад. огл/рік	Норма трудомісткості люд.год.	Заг. трудмісткість люд.год.
Вимикач 10кВ	10	1	16	160	12	2	240
ТМ-1000	4	0,33	120	396	12	8	384
ТМ-160	1	0,33	120	39,6	12	8	96
КЛ	1,55	1	46	176,640	1	11,5	21,160
Разом				772,24			741,16

Таблиця 4.6 – Трудомісткість технічного обслуговування і загальна трудомісткість

Обладнання	К-ть	Технічне обслуговування				Загальна трудомісткість обслуговування люд.год.
		Змінність роботи	Коеф. складності	К-ть місяців	Загал. трудомісткість люд.год.	
Вимикач 10кВ	10	2	0,1	12	384	624
ТМ-1000	4	2	0,1	12	2880	3264
ТМ-160	1	2	0,1	12	288	384
КЛ	1,55	2	0,1	12	423,936	445,096
Разом					3687,936	4717,096

Відповідно знаходимо кількість експлуатаційних робітників, чол.:

$$N_{\text{обс}} = \frac{4717,096}{1900 \cdot 1,05} = 2,36 \quad (4.12)$$

та персоналу для ремонтних робіт, чол.:

$$N_{\text{тр}} = \frac{772,24}{1900 \cdot 1,1} = 0,37. \quad (4.13)$$

Приймаємо за нормами ПУЕ [1] $N_{\text{тр}} = 2$ 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:

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

Годинну тарифну ставку рекомендується розраховувати за формулою:

$$t_{\text{ге}} = ((K3 + K4)/2) \cdot C_1, \quad (4.15)$$

де K3, K4 – тарифні коефіцієнти III та IV розрядів, відповідно, [22];

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

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

$$C_1 = 6700 \cdot 1/176 = 38,07 \text{ (грн./год.)}.$$

Тоді годинна тарифна ставка 3,5 розряду становитиме:

$$t_{\text{ге}} = ((1,18 + 1,27)/2) \cdot 38,07 = 46,63 \text{ (грн./год.)}, \quad (4.17)$$

Заробітна плата робітників-погодинників:

$$\Phi_e = 2 \cdot 0,9 \cdot 46,63 \cdot 1900 = 159486,65 \text{ (грн./рік)}, \quad (4.18)$$

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

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

$$t_{\text{гр}} = ((K4 + K5)/2) \cdot C_1, \quad (4.20)$$

де K4, K5 – тарифні коефіцієнти IV та V розрядів, відповідно, [22].

Розраховуємо годинну тарифну ставку 4,5 розряду:

$$t_{\text{гр}} = ((1,27 + 1,36)/2) \cdot 38,07 = 50,06 \text{ (грн./год.)},$$

$$\Phi_p = 772,24 \cdot 50,06 = 38658,07 \text{ (грн./рік)}.$$

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:

$$\Phi_{oe} = 159486,65 \cdot (1+0,05+0,01+0,2) = 200953,18 \text{ (грн./рік)}, \quad (4.22)$$

і для ремонтних:

$$\Phi_{op} = 38658,07 \cdot (1+0,05+0,01+0,25) = 50642,07 \text{ (грн./рік)}. \quad (4.23)$$

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:

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

$$\Phi_{оed} = 200953,18 \cdot 1,15 = 231096,15 \text{ (грн./рік)},$$

$$\Phi_{орд} = 50642,07 \cdot 1,15 = 58238,38 \text{ (грн./рік)}.$$

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

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

$$C_{зп} = \Phi_{об} \cdot \left(1 + \frac{\beta_{п} + \beta_{з} + \beta_{с}}{100} \right), \quad (4.25)$$

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

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

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

Розраховуємо витрати по заробітній платі експлуатаційному персоналу:

$$C_{\text{зпе}} = 231096,15 \cdot \left(1 + \frac{33 + 1,5 + 1,5}{100}\right) = 311979,81 \text{ (грн./рік)},$$

і ремонтному персоналу:

$$C_{\text{зпр}} = 58238,38 \cdot \left(1 + \frac{33 + 1,5 + 1,5}{100}\right) = 78621,82 \text{ (грн./рік)}.$$

4.3.3 Планування вартості матеріалів, що витрачаються

Необхідні для розрахунку дані заносимо до табл. 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.			
		630	1000	1600	2500	630	1000	1600	2500
Силові трансформатори		630	1000	1600	2500	630	1000	1600	2500
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	4324,5	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	16,5	16,5	16,5	16,5
Стрічка кіперна, кг	336,3	40	41	41	42	13452	13788,3	13788,3	14124,6
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	136,8	136,8	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
Розчинники кг	19,5	0,8	1	1	1,2	15,6	19,5	19,5	23,4
Маслостійка гума, кг	50	0,4	0,5	0,5	0,6	20	25,01	25,01	30,01
Гума профільна, кг	50	0,13	0,09	0,09	0,09	6,5	4,5	4,5	4,5
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				500			
Електроди, кг	16,5	0,1				150			
Разом:						650			

Вартість матеріалу на технічну операцію:

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

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

T_i – трудомісткість обслуговування i -го виду трансформаторів,

L – сумарна довжина кабелів,

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

Отже, вартість матеріалів на ремонт: $C_{\text{мпр}} = 101637,12$ (грн/рік);

і вартість матеріалів на технічне обслуговування: $C_{\text{мто}} = 831165,76$ (грн / рік).

Отже, можна розрахувати:

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

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

$$C_{\text{обс}} = 311979,81 + 831165,76 = 1143145,57 \text{ (грн/рік);}$$

та витрати на їх поточний ремонт, грн/рік:

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

$$C_{\text{пр}} = 78621,82 + 101637,12 = 180258,94 \text{ (грн/рік).}$$

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.

$$C_a = 0,06 \cdot 2058583 = 123514,96 \text{ (грн/рік)}.$$

Окремою складовою в кошторисі річних поточних витрат є інші витрати:

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

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

$$C_{ip} = 0,25 \cdot (1143145,57 + 180258,94 + 123514,96) = 361729,87 \text{ (грн/рік)}.$$

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 енергоустаткування і мереж	1143145,57	63,20
Витрати на поточний ремонт	180258,94	9,97
Витрати на амортизацію	123514,96	6,83
Інші витрати	361729,87	20,00
Разом	1808649,33	100,00

4.4. Розрахунок собівартості електроенергії

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

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

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

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

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

$K_{п}$ – коефіцієнт попиту.

Сумарна витрати електроенергії по підприємству становлять 12390800 кВт·год./рік.

Необхідно також визначити річні витрати реактивної електроенергії.

Втрати електроенергії в лініях розраховуємо так:

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

де I_M – 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 [22].

Для лінії ЦРП –ТП1. Струм лінії живлення:

$$I_M = \frac{S_M}{\sqrt{3}U_H}. \quad (4.34)$$

Виконуємо розрахунок втрат електроенергії в лініях і результати заносимо до табл. 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	$\Delta E_{л}$, кВт·год.
ЦРП-ТП-1	ААБ -10 3x25	2	0,360	43,3	0,36	2405,29	0,62	4870,42
ЦРП-ТП-2	ААБ -10 3x25	2	0,300	43,33	0,36	2405,29	0,62	4877,17
ЦРП-ТП-3	ААБ -10 3x25	2	0,320	43,08	0,36	2405,29	0,62	4821,05
ЦРП-ТП-4	ААБ -10 3x10	2	0,215	5,79	0,42	2405,29	0,42	101,60
Разом								14670,24

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

$$\Delta E_T = n \cdot \Delta P_{xx} \cdot T_p + \frac{1}{n} \cdot \Delta P_{кз} \cdot \left(\frac{S_{\phi}}{S_H} \right)^2 \cdot \tau, \quad (4.35)$$

де n - кількість трансформаторів;

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

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

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

S_n - номінальна потужність одного трансформатора, кВА.

Поводимо розрахунки і їх результати зводимо у табл. 4.11.

Таблиця 4.11 – Втрати енергії в трансформаторах

№	Тип	шт	$\Delta P_{хх}$, кВт	$\Delta P_{кз}$, кВт	S_p , кВА	S_n , кВА	ΔE_T , кВт·год./рік
ТП-1	ТМ-1000	2	2,1	10,5	1500,5	1000	65223,38
ТП-2	ТМ-1000	1	2,1	10,5	750,5	1000	32621,17
ТП-3	ТМ-1000	1	2,1	10,5	746,3	1000	32462,40
ТП-4	ТМ-160	1	0,56	2,65	100,4	160	7415,41
Разом							137722,35

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

$$E = E_a + \Delta E_{л} + \Delta E_T; \quad (4.36)$$

$$E = 12390800 + 14670,24 + 137722,35 = 12543192,59 \text{ (кВт·год./рік)}.$$

Оплата за спожиту електроенергію:

$$П = 5,5 \cdot 12543192,59 = 68987559,25 \text{ (грн.)}; \quad (4.37)$$

4.4.2 Розрахунок собівартості електроенергії

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

$$S = \frac{C_{\text{сум}} \cdot 100}{E_a}, \quad (4.38)$$

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:

$$C_{\text{сум}} = \Pi + C_{\Pi}, \quad (4.39)$$

де Π – оплата за спожиту електроенергію;

C_{Π} – річні витрати підприємства при передаванні електроенергії.

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

$$C_{\Pi} = C_{\text{обс}} + C_{\text{пр}} + C_{\text{а}} + C_{\text{іпр}}, \quad (4.40)$$

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;

$$C_{\Pi} = 1143145,57 + 180258,94 + 123514,96 + 361729,87 = 1808649,34 \text{ (грн/рік).}$$

Отже, сумарні витрати:

$$C_{\text{сум}} = 68987559,25 + 1808649,34 = 70796208,59 \text{ (грн/рік).}$$

Отже, собівартість електроенергії:

$$S = \frac{70796208,59 \cdot 100}{12390800} = 5,71 \text{ (грн./кВт·год.)}$$

Для наочності результати розрахунків зводимо в табл. 4.12.

Таблиця 4.12 –Результати розрахунків

Показники	Позначення	Величина показників	Одиниця вимірювання
Кількість корисно спожитої електроенергії	Еа	12390800	кВт·год
Річне споживання електроенергії із втратами	Е	12543192,59	кВт·год
Плата за електроенергію	Π	68987559,25	грн
Витрати на передачу і розподіл електроенергії	C_{Π}	1808649,331	грн
Сумарні витрати підприємства	$C_{\text{сум}}$	70796208,58	грн
Собівартість електроенергії	S	571,36	коп/кВт·год

В даному розділі магістерської кваліфікаційної роботи було проведено розрахунок основних техніко-економічних показників спроектованої СЕП підприємства та розраховано собівартість електричної енергії, яка склала 571 коп/кВт·год.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У цьому розділі випускної роботи розробляються заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях під час спорудження систем електропостачання ЗАТ «Торговий дім «Соколівський цукор», місто Крижопіль. На електротехнічний персонал підприємства, що виконує ці роботи з модернізації та подальшої експлуатації системи електропостачання підприємства, впливає комплекс небезпечних і шкідливих виробничих факторів [13,14]. Тому важливо розглянути питання з охорони праці, що передбачають заходи щодо їхнього виявлення, розроблення заходів зі зниження їхнього впливу, з промислової безпеки, з безпеки в надзвичайних ситуаціях, а також зі створення безпечних та нешкідливих умов праці робітників.

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 Вимоги до безпечної організації робочих місць оперативно-ремонтного персоналу

Живлення силового обладнання підприємства 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 – підвищеної небезпеки, у зв'язку з наявністю у цехах струмопровідної підлоги.

Оперативно-ремонтний персонал, який обслуговування, ремонт і реконструкцію обладнання підприємства, під час використання електрифікованого інструменту повинен дотримуватися таких правил з охорони праці [13,14].

Електрифікований інструмент за умовами безпеки поділяється на такі класи:

I – електроінструмент, у якого всі деталі, що перебувають під напругою, ізольовані і штепсельна вилка має заземлювальний контакт. У електроінструмента класу I всі деталі, що перебувають під напругою, можуть бути з основною, а окремі деталі – з подвійною або посиленою ізоляцією;

II – електроінструмент, у якого всі деталі, що перебувають під напругою, мають подвійну або посилену ізоляцію, Цей електроінструмент не має пристроїв для заземлення. Номінальна напруга для електроінструмента класів I і II має бути не більше 220 В для електроінструмента постійного струму; 380 В – для електроінструмента змінного струму;

III – електроінструмент на номінальну напругу не вище 42 В, у якого ні внутрішні, ні зовнішні кола не перебувають під іншою напругою. Електроінструмент класу III призначений для живлення від безпечної наднизької напруги.

Якщо безпечну наднизьку напругу одержують перетворенням вищої напруги, то це слід здійснювати за допомогою безпечного ізолювального трансформатора, далі за текстом – "розподільчий трансформатор безпеки", або перетворювача з окремими обмотками. Електроінструмент, який живиться від електромережі, слід обладнати незнімним гнучким кабелем (шнуром) зі штепсельною вилкою. Незнімний гнучкий кабель електроінструмента класу I повинен мати жилу, яка з'єднує заземлювальний затискач електроінструмента із заземлювальним контактом штепсельної вилки.

Кабель в місці введення до електроінструмента класу I слід захищати від стирань і перегинів еластичною трубкою з ізоляційного матеріалу. Трубку слід закріплювати в корпусних деталях електроінструмента, вона повинна виступати з них на довжину не менше п'яти діаметрів кабелю. Закріплення трубки на кабелі поза інструментом забороняється.

Для приєднання однофазного електроінструмента шланговий кабель повинен мати три жили: дві – для живлення, одну – для заземлення. Для приєднання трифазного електроінструмента застосовується чотирижильний кабель, одна жила якого слугує для заземлення. Ці вимоги стосуються тільки електроінструмента із таким корпусом, який слід заземлювати.

Доступні для доторкання металеві деталі електроінструмента класу I, які можуть опинитись під напругою, у випадку пошкодження ізоляції, повинні бути з'єднані із заземлювальним затискачем. Електроінструмент класів II і III не заземлюють.

Заземлення корпусу електроінструмента слід здійснювати спеціальною жилою живильного кабелю, яка не може одночасно бути провідником робочого струму. Використовувати з цією метою нульовий робочий провід забороняється. Штепсельна вилка повинна мати відповідну кількість робочих і один заземлювальний контакт. Конструкція вилки повинна забезпечувати випереджальне замикання заземлювального контакту під час ввімкнення та більш запізнене розмикання його під час вимикання. Конструкція штепсельних вилок електроінструмента класу III повинна унеможливити з'єднання їх з розетками на напругу понад 42 В.

Працівники, допущені до роботи з електроінструментом, повинні спочатку пройти навчання і перевірку знань щодо безпечного виконання робіт з застосуванням електроінструменту. До роботи з електроінструментом класу I в приміщеннях з підвищеною небезпекою та поза приміщеннями допускаються працівники з II групою електробезпеки. До роботи з електроінструментом II і III класу достатньо I групи з електробезпеки.

У електроінструмента класу I, крім того, має бути перевірена справність кола заземлення між його корпусом і заземлювальним контактом штепсельної вилки.

Працівнику мають бути видані засоби індивідуального захисту (діелектричні рукавички, калоші, килими) або розподільчий трансформатор, чи перетворювач із окремими обмотками, чи захисно вимикальне устаткування.

Забороняється видавати для роботи електроінструмент, який не відповідає хоча б одній із перелічених вимог або електроінструмент з протермінованою датою періодичної чергової перевірки.

У приміщеннях без підвищеної небезпеки ураження працівників електричним струмом достатньо застосувати діелектричні рукавиці, а в приміщеннях зі струмопровідними підлогами – також і діелектричні калоші або килими. Електроінструментом класів II і III дозволяється працювати без застосування індивідуальних засобів захисту в приміщеннях без підвищеної небезпеки ураження працівників електричним струмом.

У посудинах, апаратах та інших металевих спорудах в умовах обмеженої можливості переміщення і виходу з них дозволяється працювати електроінструментом класів I і II за умови, якщо тільки один електроінструмент одержує живлення від автономної двигун-генераторної установки, розподільчого трансформатора безпеки або перетворювача частоти із роздільними обмотками, а також електроінструментом класу III. В цьому разі джерело живлення (трансформатор, перетворювач тощо) слід розміщувати поза вказаними посудинами, а вторинне коло джерела не слід заземлювати. Забороняється підключати електроінструмент напругою до 12 В до електричної мережі загального користування через автотрансформатор, резистор або потенціометр.

5.1.2 Електробезпека

Технічні рішення щодо запобігання електротравмам:

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 в закритих конструкціях підлоги;

персонал, який обслуговує електроустановки, повинен бути забезпечений випробуваними засобами захисту. Використовуються основні та додаткові електрозахисні засоби. Основними електрозахисними засобами (до 1000В) є: ізолювальні штанги; ізолювальні та струмовимірювальні кліщі; покажчики напруги; діелектричні рукавиці; слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками. Додатковими (до 1000 В) є: діелектричні калоші; діелектричні килимки; переносні заземлення; ізолювальні накладки і підставки; захисні пристрої; плакати і знаки безпеки.

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.

Обладнання повинно бути надійно заземлене. Справність і опір контуру заземлення один раз на рік перевіряється.

Всі обертові частини механізму повинні мати добре закріплену огорожу. Забороняється виконувати всі види ремонту під час роботи установки.

5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

5.2.1 Мікроклімат

Допустимі величини показників мікроклімату встановлюють тоді, коли за технологічними умовами, технічними і економічними причинами не забезпечуються оптимальні норми [15]. Тяжкість роботи розділяється на категорії залежно від загальних енерговитрат організму, ккал/с (Вт). Параметри мікроклімату під час виконання персоналом електромонтажних робіт наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Нормування параметрів мікроклімату на непостійних робочих місцях

Період року	Категорія робіт	Температура, °С	Відносна вологість	Швидкість руху
Теплий	Пб	15-29	70 при 25°С	0,2-0,5
Холодний	Пб	13-23	не більш 75	не більш 0,4

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату на робочих місцях оперативного-ремонтного персоналу передбачається [15]:

- в холодну пору року – використання калорифера;
- в літню пору – застосування кондиціонерів та вентиляторів обдуву.

5.2.2 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується гранично допустимими концентраціями (ГДК) шкідливих речовин в мг/м³ [6]. ГДК цих речовин наведено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Можливі забруднювачі повітря та їх ГДК

Найменування речовини	ГДК, мг/куб.м		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньодобова	
Окис вуглецю		20	4
Пил рослинного походження	4	4	4

Для підтримки допустимих значень мікроклімату та концентрації шкідливих речовин необхідно передбачати [7] установки або прилади зволоження та/або штучної іонізації, кондиціонування повітря.

5.2.3 Виробниче освітлення

Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 [25], електромонтажні роботи потребують освітлення, яке характеризується розрядом зорової роботи III, підрозряд «в». Нормовані значення штучного, природного та суміщеного освітлення наведені в таблиці 5.3.

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 2,5 метра.

Для загального освітлення приміщень рекомендується використовувати головним чином, світлодіодні лампи, що обумовлюється наступними перевагами: високою світловою віддачею (до 75 лм/Вт і більше); довгим часом використання (до 10000 годин); малою яскравістю поверхні, що світиться; спектральним складом випромінюючого світла (для деяких видів ламп цей склад є близьким до природного світла, що забезпечує гарну передачу кольорів).

Таблиця 5.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Харак-ка зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природне Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Високої точності	Від 0,3 до 0,5 включно	III	в	малий середній великий	світлий середній темний	600	200	-	3,0

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

5.2.4 Виробничий шум

Шум у приміщенні широкосмуговий. Рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях мають відповідати вимогам СН 3223-85 [25] і наведені в таблиці 5.4.

Устаткування, що є джерелом шуму (вентилятори, електроінструмент, технологічне обладнання з переробки деревини), слід розташовувати поза межами приміщень, де встановлені ПК. Для забезпечення допустимих рівнів шуму на робочих місцях слід застосовувати засоби звукопоглинання, вибір яких має обґрунтовуватись спеціальними інженерно-акустичними розрахунками. Акустична обробка приміщень – це облицювання частини внутрішніх поверхонь огорожень звукопоглинаючими матеріалами, а також розміщення в приміщенні штучних звукопоглиначів, які представляють собою вільно підвішені об'ємні поглинаючі тіла довільної форми.

Таблиця 5.4 – Допустимі рівні звуку, еквівалентні рівні звуку і рівні звукового тиску в октавних смугах частот

Вид трудової діяльності, робочі місця	Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах із середньо-геометричними частотами, Гц								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Виконання усіх видів робіт на постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях та на території підприємства	107	95	87	82	78	75	73	71	69

Найбільший ефект при акустичній обробці можливо отримати в точках, які розташовані в зоні відбитого звуку; в зоні прямого звуку акустичний ефект від застосування облицювання набагато менший.

Звукопоглинаючі облицювання розміщують на стелі і в верхніх частинах стін при висоті приміщення не більше 6-8 м таким чином, щоб акустично оброблена поверхня складала не менше 60 % від загальної площі обмежуючих приміщення поверхонь. У вузьких і дуже високих приміщеннях доцільно облицювання розміщувати

на стінах, залишаючи нижні частини стін (до 2 м висотою) не облицьованими, або проектувати конструкцію звукопоглинаючої підвісної стелі.

5.2.5 Виробничі вібрації

Допустимі рівні загальної вібрації на постійних місцях у виробничих приміщеннях наведені в таблиці 5.5

Таблиця 5.5 – Допустимі рівні вібрації на постійних місцях

Вид вібрації	Октавні смуги з середньгеометричними частотами, Гц									
	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Загальна вібрація: На постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях	<u>1,3</u> 108	<u>0,45</u> 99	<u>0,22</u> 93	<u>0,2</u> 92	<u>0,2</u> 92	<u>0,2</u> 92	-	-	-	-

В чисельнику середньоквадратичне значення вібрації, м/с 10^{-2} , знаменнику - логарифмічні рівні вібрації, дБ.

Основними методами колективного віброзахисту є зниження вібрації шляхом дії на джерело виникнення: відстрочка від режиму резонанс; динамічне гасіння коливань, заміна конструктивних елементів уставок і будівельних конструкцій. Засоби індивідуального захисту діляться на засоби для ніг, рук та тіла працюючого.

5.2.6 Фактори трудового процесу

Фактори трудового процесу визначаються відповідно до Гігієнічної класифікації праці [1]. Робота електротехнічного персоналу потребує значних фізичних зусиль за важкістю та напруженістю праці.

1. Клас умов праці за показниками важкості праці – допустимий (середньої важкості): загальні енергозатрати організму (кГ/м) – до 290; зовнішнє фізичне динамічне навантаження, виражене в одиницях механічної роботи за зміну, кГ/(Вт): при регіональному навантаженні (для чоловіків) – 13000; при загальному навантаженні (за участю м'язів рук, тулуба, ніг) – до 44000; маса вантажу, що постійно підіймається та переміщується вручну, кГ – до 30 кГ; стереотипні робочі рухи: при локаль-

ному навантаженні (участь м'язів кистей та пальців рук)- до 40000; при регіональному навантаженні(участь рук та плечового суглоба) – до 20000; статичне навантаження (кг/с): двома руками (чоловіки) – до 70000; за участю мязів тулуба та ніг – до 100 000; робоча поза: періодичне перебування в незручній позі (робота з поворотом тулуба, незручним розташуванням кінцівок) та/або фіксованій позі (неможливість зміни взаєморозташування різних частин тіла відносно одна одної) до 25% часу зміни; перебування у вимушеній позі до 10%, в позі «стоячи» – до 60% часу зміни;нахил тулуба: вимушені нахили протягом зміни – 51-100 разів; переміщення у просторі (переходи через виконання технологічного процесу) – по горизонталі більше 8, вертикалі – 4 км.

2. Класи умов праці за показниками напруженості праці:

Інтелектуальні навантаження: зміст роботи - рішення складних завдань з вибором за алгоритмом; сприймання інформації та їх оцінка – сприймання інформації з наступною корекцією дій та операцій; розподіл функцій за ступенем складності завдання – обробка, контроль, перевірка завдання; характер виконуваної роботи – робота за встановленим графіком з можливим його коригуванням під час діяльності

Сенсорні навантаження: зосередження (%за зміну) - більше 75; щільність сигналів (звукові за 1 год) - більше 300; навантаження на голосовий апарат (протягом тижня) – від 20 до 25.

Емоційне навантаження: ступінь відповідальності за результат своєї діяльності – є відповідальним за функціональну якість основної роботи; ступінь ризику для власного життя – вірогідний; ступінь відповідальності за безпеку інших осіб – є відповідальним за безпеку інших.

Режим праці: тривалість робочого дня – 8 год; змінність роботи – однозмінна (без нічної зміни).

5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях. Дослідження стійкості роботи системи електропостачання ЗАТ «Торговий дім «Соколівський цукор» в умовах надзвичайних ситуаціях.

Всі системи електропостачання СЕП ЗАТ «Торговий дім «Соколівський цукор» є досить вразливими до дії загрозливих чинників, що виникають у надзвичайних ситуаціях. Тому важливим питанням є забезпечення високої стійкості роботи СЕП. В даному випадку оцінка стійкості може бути проведена за допомогою моделювання його ураження, що враховують можливі наслідки ураження людей, виникнення пожеж, виходу з ладу енергетичних систем.

Дія радіації на матеріали залежить від виду випромінювання, дози, природи опроміненої речовини та від умов навколишнього середовища. В енергетичних системах використовують різні матеріали: метали, напівпровідники та різні органічні сполуки (діелектрики, смоли), найбільш чутливими до радіації є метали, бо в них велика концентрація вільних носіїв. Основними заходами підвищення радіаційної стійкості є: використання радіаційно-стійких елементів та матеріалів; застосування різних екранів, або активного захисту від дії радіації.

При взаємодії гама-випромінювань та деяким середовищем, цьому середовищу надається певна кількість енергії. Більша частина цієї енергії йде на поступальний рух електронів та іонів, що були утворені в процесі іонізації. Подальшу іонізацію викликають первинні електрони, що мають велику енергію. Як наслідок виникають тимчасові електричні та магнітні поля.

Виникнення електромагнітного імпульсу (ЕМІ), може викликати високі імпульси струму та напруги в кабельних лініях електропередач, системи зв'язку, обчислювальних машин, антен радіостанцій тощо. В результаті імпульс струму чи напруги проникає в систему і спричиняє пошкодження, ступінь яких залежить від чутливості складових системи вузлів. ЕМІ може поширюватись на десятки кілометрів в навколишньому середовищі і по різних комунікаціях, здійснюючи вплив на об'єкти там, де ударна хвиля, світлове вимірювання і проникаюча радіація втрачають своє значення, як вражаючі фактори.

Результатом такого впливу може бути вихід із ладу різних пристроїв та спорядження. Особливо негативний вплив електромагнітного імпульсу на обладнання, яке не має спеціального захисту (вимикачі, різні «домішки» до системи проводів, електромагнітне екранування і т.п.).

Електромагнітний імпульс являє собою велику небезпеку для елементів СЕП, зокрема вимикачі та трансформатори, добре захищених від дії інших вражаючих факторів. Тому захист елементів від механічних пошкоджень не захищає від дії електромагнітного імпульсу. Саме тому, обов'язковим для обладнання СЕП є дослідження стійкості його роботи в умовах впливу електромагнітного імпульсу та іонізуючих випромінювань.

16.3.1 Дослідження стійкості роботи системи електропостачання ЗАТ «Торговий дім «Соколівський цукор» в умовах дії іонізуючих випромінювань

Критерієм стійкості роботи енергетичного обладнання СЕП є граничне значення експозиційної дози ($D_{гр, P}$), при якому в елементній базі можуть виникати зворотні зміни. Визначаємо граничні значення експозиційних доз для елементів СЕП. По мінімальному значенню $D_{гр}$, визначаємо границю стійкості системи в цілому. Так як трансформатори та вимикачі мають мінімальне значення $D_{гр}$, то далі для них розрахована Дослідження стійкості роботи при дії ІВ та ЕМІ, а кабельні лінії та повітряна лінія мають грозозахист, і стійкі до дії ЕМІ, то подальші розрахунки для них не виконуються. Результати заносимо у таблицю 16.5.

Таблиця 5.5- Граничні дози для елементів СЕП «Торговий дім «Соколівський цукор»

Елементи СЕП «Торговий дім «Соколівський цукор»	$D_{гр, P}$	$D_{гр, P}$
Кабельні лінії ААБ (3x70 мм ²)	10^8	10 ²
Кабельна лінії ААБ (3x120 мм ²)	10^9	
Трансформатори	10^2	
Вимикачі	10^4	

Розрахуємо можливу дозу для СЕП, граничний час експлуатації 10р.

$$D_{em} = \frac{2 \cdot P_{1max} \cdot (\sqrt{t_k} - \sqrt{t_n})}{k_{ocл}} = \frac{2 \cdot 4,92 \cdot (\sqrt{87660} - \sqrt{1})}{1} = 2903,53 \text{ (P)}.$$

Таким чином система буде працювати стійко, так як, можлива експозиційна доза менша за граничну $2903,53 < 100000$.

Визначаємо допустимий час роботи елементів СЕП:

$$t_{дон} = \left(\frac{D_{ep} \cdot K_{ocл} + 2 \cdot p_{1max} \cdot \sqrt{t_p}}{2 \cdot p_{1max}} \right)^2$$

$$t_{донтр-р} = \left(\frac{10^2 \cdot 1 + 2 \cdot 4,92 \cdot \sqrt{1}}{2 \cdot 4,92} \right)^2 = 116,7 \cdot 10^2 \text{ год} = 13,3 \text{ (років)}$$

$$t_{донвим} = \left(\frac{10^4 \cdot 1 + 2 \cdot 4,92 \cdot \sqrt{1}}{2 \cdot 4,92} \right)^2 = 9631 \cdot 10^4 \text{ год} = 10,9 \text{ (років)}$$

Отже допустимий час роботи трансформаторів складатиме не менше 13 років, а вимикачів близько 11 років.

16.3.2 Дослідження стійкості роботи системи електропостачання ЗАТ «Торговий дім «Соколівський цукор» в умовах дії електромагнітного імпульсу

Напряга наводки в горизонтальній і вертикальній струмопровідній частині:

$$U_{Г} = E_{В} \cdot l_{Г},$$

$$U_{В} = E_{В} \cdot l_{В},$$

де $E_{В}$ – величина електромагнітного імпульсу (кВ/м);

$l_{Г}$ – довжина горизонтальної струмопровідної частини системи (м),

$l_{В}$ – довжина вертикальної струмопровідної частини системи (м).

Розрахуємо $U_{Г}$ для трансформаторів та вимикачів:

$$U_{Гтр-р} = 11,78 \cdot 1,48 \cdot 10^3 = 17460 \text{ (кВ/м)},$$

$$U_{Гвим} = 11,78 \cdot 0,68 \cdot 10^3 = 8051 \text{ (кВ/м)}.$$

Допустиме коливання напруги живлення:

$$U_{\text{дон}} = U_{\text{ж}} + \frac{U_{\text{ж}}}{100} \cdot N,$$

де N – відсоток допуску,

$U_{\text{ж}}$ – напруга живлення;

$$U_{\text{дон}} = 10 + \frac{10}{100} \cdot (\pm 5) = 9,5 - 10,5 (\text{кВ})$$

За критерієм стійкості роботи радіоелектронних систем, або окремих їх елементів в умовах дії електромагнітних випромінювань можна прийняти коефіцієнт безпеки, який для нормальної роботи механізму повинен бути рівним:

$$K_{\text{б}} \geq 40 \text{ (дБ)}.$$

Визначаємо коефіцієнти горизонтальної і вертикальної безпеки:

$$K_{\text{б}i} = 20 \cdot \lg(U_{\text{д}} / U_{\text{ei}}),$$

$$K_{\text{б}z} = 20 \cdot \lg(U_{\text{д}} / U_{\text{zi}}).$$

$$K_{\text{бВТр-р}} = 20 \lg\left(\frac{9500}{17460}\right) = -9,3 \text{ (дБ)},$$

$$K_{\text{бГВим}} = 20 \lg\left(\frac{9500}{8051}\right) = 5,43 \text{ (дБ)}.$$

Так як для трансформатора і вимикача $K_{\text{б}z} < 40$ дБ, то обладнання не буде працювати стійко.

Для збільшення стійкості слід застосувати екранування. Перехідне затухання екрану:

$$A = K_{\text{Бном}} - K_{\text{Бмін}}, \text{ (дБ)};$$

де $K_{\text{Бном}}$ – номінальний коефіцієнт безпеки (40 дБ),

$K_{\text{Бмін}}$ – мінімальний коефіцієнт безпеки, отриманий при розрахунку;

$$A = 40 - 5,43 = 34,57 \text{ (дБ)}.$$

Товщина захисного екрану

$$t = \frac{A}{5,2 \cdot \sqrt{f}}$$

де f – частота,

$$t = \frac{34,57}{5,2 \cdot \sqrt{15000}} = 0,12 \text{ (см)}.$$

Розрахуємо U_B трансформатора 630 кВА:

$$U_{BTP} = 11,58 \cdot 0,251 = 2,91 \text{ (кВ/м)}.$$

Визначаємо коефіцієнти горизонтальної безпеки для трансформатора:

$$K_{\text{гор-р}} = 20 \lg\left(\frac{9500}{2,91}\right) = 70,2 \text{ (дБ)}.$$

Так як $K_{\text{бз}} < 40$ дБ, то обладнання буде працювати не стійко.

Розрахуємо U_B для вимикача 10 кВ:

$$U_B = 11,58 \cdot 0,335 = 3,88 \text{ (кВ/м)}.$$

Визначаємо коефіцієнти безпеки для вимикача:

$$K_{\text{б}} = 20 \lg\left(\frac{9500}{3,88}\right) = 67,7 \text{ (дБ)},$$

Так як $K_{\text{бз}} < 40$ дБ, то обладнання буде працювати не стійко.

Результати зведемо у таблицю 5.6

Таблиця 5.6- Результати розрахунків пасивного екрану елементів СЕП

Елементи СЕП	U_{Γ} ,кВ	U_B ,кВ	$K_{\text{бв}}$,дБ	$K_{\text{б,г}}$,дБ	Товщина захисного екрану, см
Трансформатори	17460	2,91	70,2	-9,3	0,12
Вимикачі	8051	3,88	67,7	5,43	0,11

Приймаємо, що вибір товщини захисного екрану для кабельних ліній не розглядається.

Отже, спроектована система електроспоживання буде працювати стійко до дії іонізуючих випромінювань. А до дії ЕМІ – не стійко, але при застосуванні захисного екрану для трансформаторів та вимикачів (0,12см), буде працювати стійко.

Таким чином наша система при застосуванні вище вказаних заходів буде працювати стійко в умовах НС. Провівши аналіз, щодо стійкості системи електропостачання ЗАТ «Торговий дім «Соколівський цукор» до дії ЕМІ, видно, що трансформатори та вимикачі найбільш уразливі, тому передбачила застосування захисного ек-

рану (0,11см). Інші елементи (кабельні лінії) стійкі до дії ЕМІ, з коефіцієнтами безпеки 70,2 та 67,7 відповідно.

Отже дія ЕМІ та іонізуючого випромінювання негативно впливають на роботу СЕП, що призводить до виходу з ладу, або ж повного знищення елементів системи електропостачання ЗАТ «Торговий дім «Соколівський цукор», зокрема трансформатори та вимикачі.

В результаті дослідження стійкості роботи СЕП ЗАТ «Торговий дім «Соколівський цукор» до дії іонізуючих випромінювань, були визначено, що елементи СЕП стійкі, тому проводити додаткові заходи не потрібно.

Також в даному розділі було проведено дослідження стійкості роботи системи електропостачання ЗАТ «Торговий дім «Соколівський цукор» в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій. Досліджена стійкість роботи СЕП в умовах дії іонізуючих випромінювань, час роботи якої в заданих умовах становить 13 років, для трансформаторів та 11 років для вимикачів, при рівні радіації 4,92 Р/год. Досліджена стійкість роботи СЕП в умовах впливу електромагнітного імпульсу.

ВИСНОВКИ

В магістерській кваліфікаційній роботі була спроектована система електропостачання ТД «Соколівський цукор», що передбачала підвищення ефективності прийняття проектних рішень за рахунок оптимізації технологічного обладнання та самого процесу виготовлення цукру.

В рамках цього розглянуті питання синтезу системи електропостачання заводу та цехової електромережі, визначенні розрахункові електричні навантаження. За рахунок оптимального розміщення електрообладнання технологічного процесу були визначенні потужності та місця встановлення трансформаторних підстанцій, визначені центр навантаження, де рекомендовано встановлення центрального розподільного пристрою 10 кВ. До установки в трансформаторних підстанціях прийняття трансформатори різної потужності від 1000 кВА до 160 кВА.

Запроваджено радіальну схему живлення споживачів підприємства, для якої вибрано сучасне високовольтне комутаційне обладнання (вакуумні вимикачі типу ВВ-10-320-10Т3) та кабелі високовольтної мережі марки ААБ, які прокладенні в траншеях в землі.

За рахунок прийняття ефективних проектних рішень були визначенні перерізи та марки проводів та кабелів типу АПВ та АВВГ і визначений їх спосіб прокладки. Також обрано електричні апарати 0,4 кВ вітчизняного виробництва типу ВА.

Все електрообладнання, що встановлено на ТД «Соколівський цукор» пройшло перевірку на дію струмів короткого замикання, що підтвердило ефективність проектних рішень.

В магістерській кваліфікаційній роботі розроблені як елементи підвищення прийняття проектних рішень щодо компенсації реактивної потужності. Наведений алгоритм розрахунку оптимальної компенсації реактивної потужності, що базувався на реальних графіках реактивних навантажень по кожній трансформаторній підстанції (вузлах) підприємства. Визначенні потужності конденсаторних установок та рекомендований їх типорозмір. Запропоновано в якості автоматизації компенсації реактивної потужності укомплектувати установки компенсації сучасними регуляторами реактивної потужності фірми ЕТІ типу PFC-6.

Розрахунки, що проведені в магістерській роботі дозволили створити надійну та оптимальну систему електропостачання цукрового заводу за рахунок підвищення ефективних рішень з організації проходження технологічного процесу.

В економічній частині роботи визначенні основні капіталовкладення в системі електропостачання ТД «Соколівський цукор», поточні витрати щодо обслуговування та ремонту електрообладнання системи електропостачання, визначено собівартість електричної енергії.

В розділі охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях прийнято ряд організаційно-технічних рішень щодо безпечної експлуатації системи електропостачання підприємства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Визначення класу наслідків (відповідальності) будівель і споруд (ДБН 8855-2019).
2. Правила улаштування електроустановок, 2017р., 617 с
3. ДБН А.2.5-23:2010, Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення.
4. Правила улаштування електроустановок. - 5-те вид., переробл. й доповн. - Х. : Міненерговугілля України, 2014.
5. Р.І. Котик, Ю.П. Войтюк. Підвищення ефективності прийняття проектних рішень при спорудженні системи електропостачання. Матеріали ЛІІ науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ–2024). Збірник наукових праць [Електронний ресурс], Вінниця: ВНТУ, 2023. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-feeem/all-feeem-2024/paper/view/19611/16232>
6. ДСТУ ІЕС/TR 60909-4:2008 (ІЕС/TR 60909-4:2000, IDT) Національний стандарт України. Струми короткого замикання в трифазних системах змінного струму. Частина 4. Приклади обчислення сили струму короткого замикання.
7. Підтримка MS Office [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://office.microsoft.com/uk-ua/support>
8. Бурбело М.Й. Проектування систем електропостачання. Приклади розрахунків. Навчальний посібник з дисципліни «Електропостачання». – Вінниця: ВДТУ. 2005. – 140с.
9. Конспект лекції з дисципліни САПР СЕП.
10. Руководство Mathcad [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.exponenta.ru/soft/Mathcad>
11. Каталог конденсаторних установок [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.kpenri.com.ua/-prod02.php>

12. Кабельно-провідникова продукція [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ibud.ua/ua/catalog/kabelno-provodnikovaya-produktsiya-1189>
13. Експлуатація освітлювальних установок [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://life-prog.ru/ukr/1_954_ekspluatatsiya-osvitlyuvalnih-ustanovok.html
14. Bhim Singh, Sabha Raj Arya, „Design and control of a DSTATCOM for power quality improvement using cross correlation function approach”, International Journal of Engineering, Science and Technology, Vol. 4, No.1, p. 74–86, 2012.
15. Nguyen Van Minh; Bach Quoc Khanh; Pham Viet Phuong, „Comparative simulation results of DVR and D-STATCOM to improve voltage quality in distributed power system”, in 2017 International Conference on System Science and Engineering (ICSSE). IEEE Conference Publications, 2017, p.196 – 199.
16. Dinh-Nhon Truong; Van-Thuyen Ngo; Mi-Sa Nguyen Thi, „Voltage stability enhancement of the Bac Lieu wind power system connected to power grid using a STATCOM”, in 2017 International Conference on System Science and Engineering (ICSSE). IEEE Conference Publications, 2017, p. 160 – 164.
17. Daorong Lu; Jiangfeng Wang; Jianhui Yao; Sen Wang; Jianxin Zhu; Haibing Hu; Li Zhang, „Clustered Voltage Balancing Mechanism and Its Control Strategy for Star-Connected Cascaded H-Bridge STATCOM”, IEEE Transactions on Industrial Electronics. IEEE Journals & Magazines, Vol. 64, Iss. 10, p. 7623 – 7633, 2017.
18. Yonglei Zhang; XiaoJie Wu; Xibo Yuan, „A Simplified Branch and Bound Approach for Model Predictive Control of Multilevel Cascaded HBridge STATCOM”, IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol. 64, Iss. 10, p. 7634 – 7644, 2017.
19. Nguyen Huu Vinh; Le Kim Hung; Nguyen Hung, „Hybrid damping controller for STATCOM to enhance power quality in multi-machine system”, in 2017 International Conference on System Science and Engineering (ICSSE). IEEE Conference Publication, 2017, p. 140 – 143.
20. Saleh Ziaeinejad; Ali Mehrizi-Sani, „Design Tradeoffs in Selection of the DC-Side Voltage for a D-STATCOM”, IEEE Transactions on Power Delivery. IEEE Early Access Articles, Vol. PP, Iss. 99, p. 1, 2017.

21. Xuefeng Ge; Feng Gao, „Flexible Third Harmonic Voltage Control of Low Capacitance Cascaded H-Bridge STATCOM”, IEEE Transactions on Power Electronics. IEEE Early Access Articles, Vol. PP, Iss. 99, p. 1 – 1, 2017.
22. Arvind R. Singh; Nita R. Patne; Vijay S. Kale; Piyush Khadke, „Digital impedance pilot relaying scheme for STATCOM compensated TL for fault phase classification with fault location”, IET Generation, Transmission & Distribution, Vol. 11, Iss. 10, p. 2586 – 2598, 2017.
23. Abayomi A. Adebisi; K. T. Akindeji, „Investigating the effect of Static Synchronous Compensator (STATCOM) for voltage enhancement and transmission line losses mitigation”, in 2017 IEEE PES PowerAfrica. IEEE Conference Publications, 2017.
24. М. П. Охорона праці : Лабораторний практикум / М. П. Купчик, М. П. Гандзюк, І. Ф. Степанець – К. : Основа, 1998. – 224 с.
25. Єдина тарифна сітка розрядів і коефіцієнтів з оплати праці працівників установ та організацій окремих галузей бюджетної сфери. Режим доступу: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/ST000596.html
26. Закон України «Про Державний бюджет України на 2014 рік» та зміни до додатка № 3 до Закону України "Про Державний бюджет України на 2016 рік" щодо державної підтримки державних вугледобувних підприємств. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1063-19#n2>
27. ДБН .2.5-23:2010, Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення
28. Закон України «Про затвердження Кодексу комерційного обліку електричної енергії» Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0311874-18#Text>
29. Методичні вказівки до виконання розділу з охорони праці в кваліфікаційних роботах здобувачів освітнього ступеня магістра за спеціальностями 153, 163, 171 і 172 / Уклад.: С. В. Дембіцька, І. М. Кобилянська, О. В. Кобилянський. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 51 с.
30. Кобилянський О. В., Кобилянська І.М., Яблочников С.Л. Основи охорони праці. – Вінниця: Планер, 2007. – 171 с.

31. Кобилянський О. В. Охорона праці при експлуатації електроустановок. – Вінниця: ВДТУ, 2003. – 125 с.
32. Кобилянський О. В. Охорона праці у галузі. – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 139 с.
33. Кобилянський О. В. Основи охорони праці. Ч. 1. – Вінниця: ВНТУ, 2007. – 183 с.
34. Кобилянський О. В. Основи охорони праці. Ч. 2. – Вінниця: ВНТУ, 2007. – 171 с.
35. ДСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014. [Чинний від 2014-05-30]. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=58073.
36. 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. [Чинний від 2007-12-01]. URL: <https://profidom.com.ua/a-3/a-3-2/824-dstu-n-b-a-3-2-12007-nastanova-shhodo-viznachenna-nebezpechnih-i-shkidlivih-faktoriv->.
37. ДБН А.3.2-2-2009. ССБП. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [Чинний від 2009-01-27]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2009. 116 с.
38. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. [Чинний від 2017-04-01]. Вид. офіц. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с.
39. НПАОП 40.1-1.32-01. (ДНАОП 0.00-1.32-01). Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. [Чинний від 2002-01-01]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text>.
40. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Постанова МОЗ № 42 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>.
41. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 149 с.

42. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2019-03-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2018. 133 с.
43. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Постанова МОЗ № 37 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>.
44. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. Постанова МОЗ № 39 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>.
45. Кодекс цивільного захисту України. К.: ВР України, 2012. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>.

ДОДАТКИ

Додаток А – Технічне завдання

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

УЗГОДЖЕНО

_____ 2023р.
“ ”

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри ЕСЕМ

д.т.н., проф. Бурбело М.Й.
“ ”
_____ 2023 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему:

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИЙНЯТТЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ ПРИ
СПОРУДЖЕННІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЗАКРИТОГО
АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА «ТОРГОВИЙ ДІМ «СОКОЛІВСЬКИЙ ЦУКОР»
МІСТО КРИЖОПІЛЬ

Науковий керівник:

к.т.н., доц. Войтюк Ю.П.

(підпис)

Виконавець: студент гр. ЕСЕ-22м

Котик Р.І.

(підпис)

Вінниця 2023 р.

1. ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (МКР)

Робота виконується на підставі наказу ВНТУ за № 247 від 18.09.2023р.

Дата початку роботи 19.09.2023р.

Дата закінчення роботи 04.12.2023р.

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

а) мета: підвищити ефективність прийняття проектних рішень при спорудженні системи електропостачання Закритого акціонерного товариства «Торговий дім «Соколівський цукор» місто Крижопіль.

б) призначення розробки: виконання магістерської кваліфікаційної роботи.

в) вихідні дані для виконання МКР: генплан підприємства; відомості про особливості технологічних процесів; відомості про електричні навантаження підприємства; відомості про джерела живлення.

3. ДЖЕРЕЛА РОЗРОБКИ

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

3.2 Лисенко Г.Л., Буда А.Г., Обертюх Р.Р. Методичні вказівки до оформлення дипломних проектів (робіт) у Вінницькому національному технічному університеті. Вінниця: ВНТУ, 2006 р.

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

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

4. ЕТАПИ І ТЕРМІН ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Зміст етапу	Термін виконання	
	початок	кінець
4.1 Збір інформації, яка необхідна для проектування	1.09.23	17.09.23
4.2 Проведення необхідних розрахунків	17.09.23	20.10.23
4.3 Розробка робочих креслень	20.10.23	17.11.23
4.4 Написання розрахунково-пояснювальної записки і захист магістерської роботи	17.11.23	4.12.23

5. МАТЕРІАЛИ, ЩО ПОДАЮТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ МКР

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

6. ПОРЯДОК КОНТРОЛЮ ВИКОНАННЯ ТА ЗАХИСТУ МКР

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

7. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

7.1 Дані про патентоспроможність

Не передбачається

8 ОЧІКУВАНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ

Не передбачається

ДОДАТОК Б - Вихідні дані

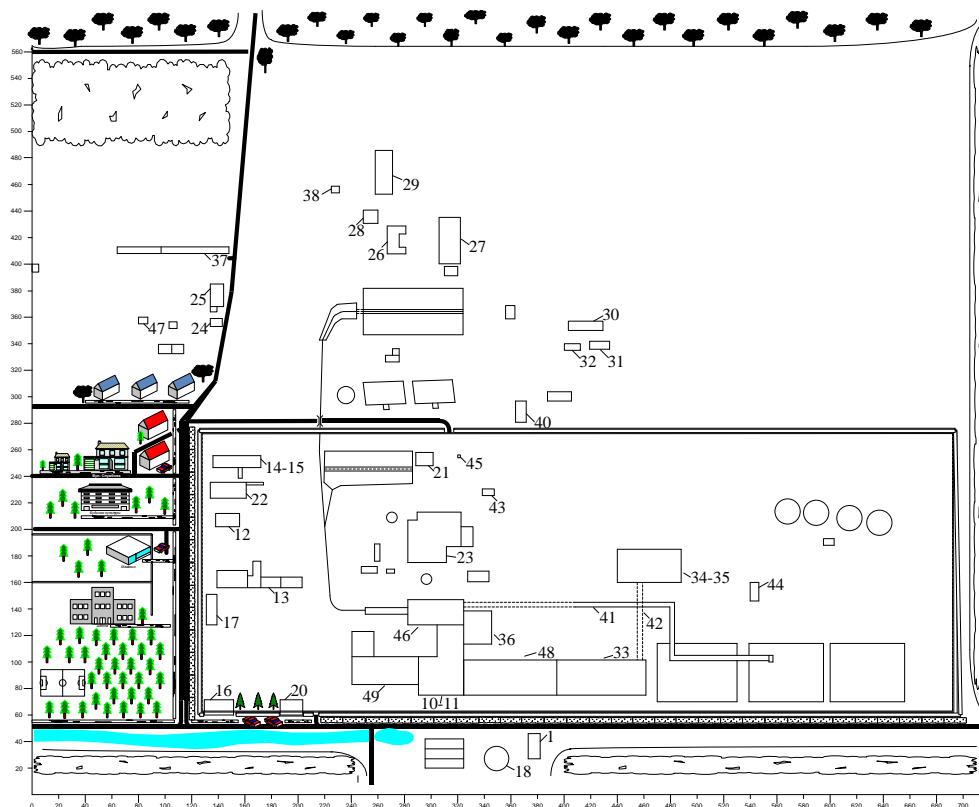


Рисунок Б.1 – Генплан ТД «Соколівський цукор»

Таблиця Б.1 – Електричні навантаження цукрового заводу

№	Назва	Рн, кВт	Категорія
1	Насосна станція	200	II
10	Будівля заводу 2-поверх	150	II
11	Сокоочищувальний цех	460	II
12	Будівля теслярної майстерні	18,5	III
13	Матеріальний склад	7,5	III
14	Склад мішкотари	3,5	III
15	Склад для цементу і соди	3,5	III
16	Будівля контори цукрового заводу	18	III
17	Гараж легкових автомобілів	2,8	III
18	Водокачка трансп.мийн. води	75	II
20	Прохідна заводу	2,5	III
21	Будівля ст. Соколівка	2,1	III
22	Будівля депо	15	III
23	Будівля котельні турбоотл.	415	III
24	Будівля диспетчерської	2,5	III
25	Будівля ленкімнати	3	III
26	Будівля сировинної лабораторії	3,2	III
27	Будівля загальнозаготов. назн.	3,5	II

28	Будівля сараю	1,5	III
29	Вагова бурякопункту	1,5	III
30	Будівля на підсоб.госп-ві №1	3	III
31	Будівля на підсоб.госп-ві №2	3	III
32	Будівля на підсоб.госп-ві №3	3,5	III
33	Будівля цукроскладу №3	15,5	III
34	Будівля цукроскладу №2	15,5	III
35	Будівля цукроскладу №1	25	III
36	Будівля вапн.обпал.печі	95	II
37	Будівля гаража	21	III
38	Будівля посту	1,5	III
40	Ангари-склади н/б	4,5	III
41	Жомова галерея	35	III
42	Галерея цукрового заводу	4	III
43	Вагова будка	1,5	III
44	Вагова будка	1,5	III
45	ГРПБ	2	II
46	Бурякопереробний цех	230	II
47	Заправка	2,6	III
48	Продуктовий цех	1200	II
49	Мех. майстерня	45	III

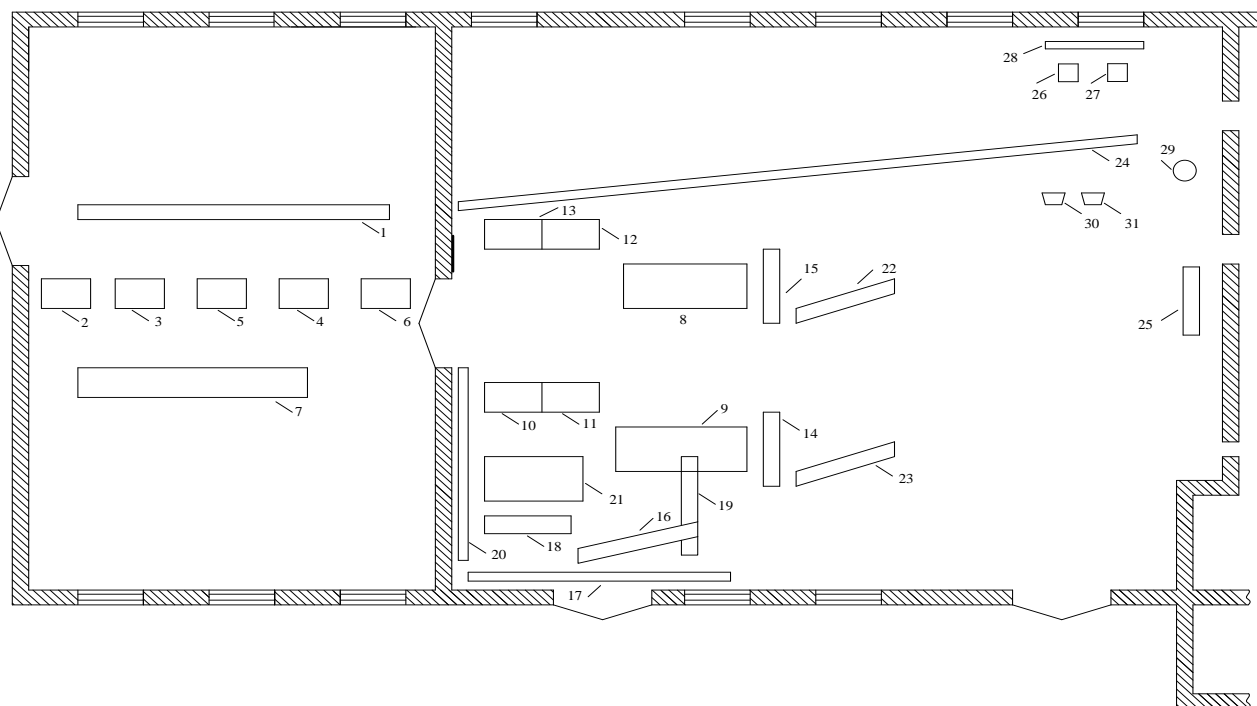


Рисунок Б.2 – План бурякопереробного цеху

Таблиця Б.2 – Потужність електроприймачів бурякопереробного цеху

Номер на плані	Назва ЕП	Рн, кВт
1	Тельфер	3
2	Соломолушка №1	3
3	Соломолушка №2	5,5
4	Соломолушка №3	2,2
5	Камнелушка №1	2,8
6	Камнелушка №2	4,5
7	Транспортер	15
8_9	Мойка	30
10	Водовідділювач	5,5
11_12	Водовідділювач №1, №2	4
13	Водовідділювач №2	3
14	Викидаюча частина I-ої	5,5
15	Викидаюча частина II-ої	10
16	Шнек хвостів від класифікатора	3
17	Транспортер ботви №1	10
18	Класифікатор	2,8
19	Шнек хвостиків	2,8
20	Транспортер ботви №2	7,5
21	Мая	5,5
22_23	Шнек буряка	5,5
24	Транспортер ботви	4,5
25	Транспортер стружки	11
26	Пульполовушка №1	4
27	Пульполовушка №2	3
28	Електротельфер	4
29	Вентилятор віддуву ботви	11
30	Вага хронус I-лін.	2,2
31	Вага хронус II-лін.	4

Додаток В – ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Підвищення ефективності прийняття проектних рішень при спорудженні системи електропостачання Закритого акціонерного товариства «Торговий дім «Соколівський цукор» місто Крижопіль

Тип роботи: магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ: кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту

факультет електроенергетики та електромеханіки
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 94,99%

Схожість 5,01%

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 _____
(підпис)

Лобода Ю.В.
(прізвище, ініціали)

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

Автор роботи _____
(підпис)

Котик Р.І.
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Войтюк Ю.П.
(прізвище, ініціали)

Додаток Г - Ілюстративна частина

**Підвищення ефективності прийняття проектних рішень
при спорудженні системи електропостачання Закритого
акціонерного товариства «Торговий дім «Соколівський
цукор» місто Крижопіль**

Виконав: студент 2-го курсу , групи ЕСЕ-22м

Освітня програма:

«Електротехнічні системи електроспоживання»

Спеціальність 141 – Електроенергетика,
електротехніка та електромеханік

_____ Котик Р.І.

Керівник: к.т.н., доц. каф. ЕСЕЕМ

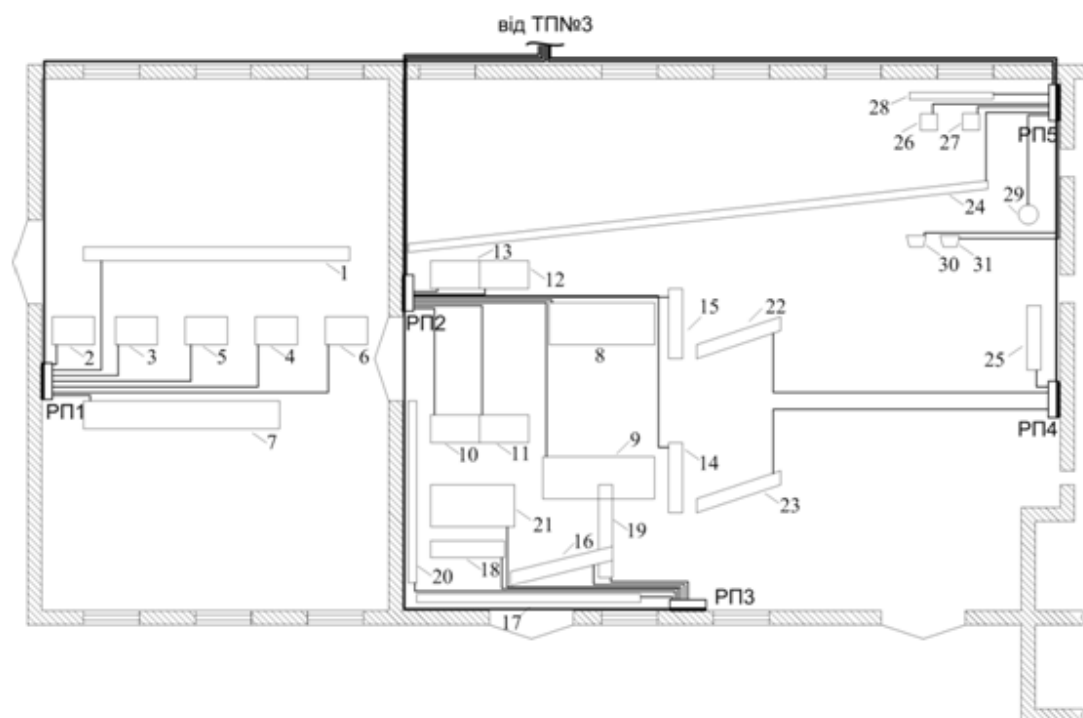
_____ Войтюк Ю.П.

Додаток Г - Ілюстративна частина (продовження)

- **Актуальність теми:** ефективність прийняття проектних рішень при спорудженні систем електропостачання є досить актуальною. Особливо це стосується підприємств, які орієнтовані на забезпечення споживачів харчової продукцією. Таким об'єктом, який вимагає особливої уваги до комплексного синтезу системи електропостачання є один із провідних виробників цукру у Вінницькій області – Торговий дім «Соколівський цукор» місто Крижопіль.
- **Мета роботи:** впровадження ефективних методів розрахунку та прийняття проектних рішень, що дозволять досягти високого рівня якості спорудження та експлуатації системи електропостачання Торгового дому «Соколівський цукор» місто Крижопіль.
- **Об'єкт дослідження:** система електропостачання Торгового дому «Соколівський цукор» місто Крижопіль.
- **Предмет дослідження:** розробка основних елементів системи електропостачання з використанням сучасних ефективних методик прийняття проектних рішень.
- **Задача дослідження:** основними задачами магістерської кваліфікаційної роботи є використання ефективних проектних рішень з подальшим їх впровадженням при створенні енергоефективної системи електропостачання Торгового дому «Соколівський цукор» місто Крижопіль.
- **Наукова новизна:** полягає у створенні та впровадженні сучасних методів проектування, що довели свою ефективність в процесі вирішення основних питань щодо електропостачання сучасного заводу з виробництва цукру.

Додаток Г - Ілюстративна частина (продовження)

План цеху з силовою розподільчою мережею 0,4 кВ



№	Найменування	Р _н , кВт	І _н , А	Вимикачі
1	Електродельфер	3	7,66	ВА 51-25
2	Соломолосушка №1	3	7,45	ВА 51-25
3	Соломолосушка №2	5,5	13,65	ВА 51-25
4	Соломолосушка №3	2,2	5,76	ВА 51-25
5	Камисловушка №1	2,8	6,95	ВА 51-25
6	Камисловушка №2	4,5	11,17	ВА 51-25
7	Транспортер	15	37,24	ВА 51-31
8,9	Мойка	30	67,03	ВА 51-31
10	Водовідділювач №1	5,5	12,94	ВА 51-25
11,12	Водовідділювач №1, №2	4	9,41	ВА 51-25
13	Водовідділювач №2	3	7,06	ВА 51-25
14	Виводюча частина I-ої	5,5	12,6	ВА 51-25
15	Виводюча частина II-ої	10	22,92	ВА 51-25
16	Шнек хвостиків від класифікатора	3	7,15	ВА 51-25
17	Транспортер ботви №1	10	22,34	ВА 51-25
18	Класифікатор	2,8	6,59	ВА 51-25
19	Шнек хвостиків	2,8	6,67	ВА 51-25
20	Транспортер ботви №2	7,5	16,76	ВА 51-25
21	Мах	5,5	12,94	ВА 51-25
22,23	Шнек бурика	5,5	13,11	ВА 51-25
24	Транспортер ботви	4,5	24,58	ВА 51-31
25	Транспортер стружок	11	10,05	ВА 51-25
26	Пульозолосушка №1	4	9,93	ВА 51-25
27	Пульозолосушка №2	3	7,45	ВА 51-25
28	Електродельфер	4	10,21	ВА 51-25
29	Вентилятор віддуви ботви	11	25,87	ВА 51-31
30	Вага хронус I-тін.	2,2	5,24	ВА 51-25
31	Вага хронус II-тін.	4	9,53	ВА 51-25

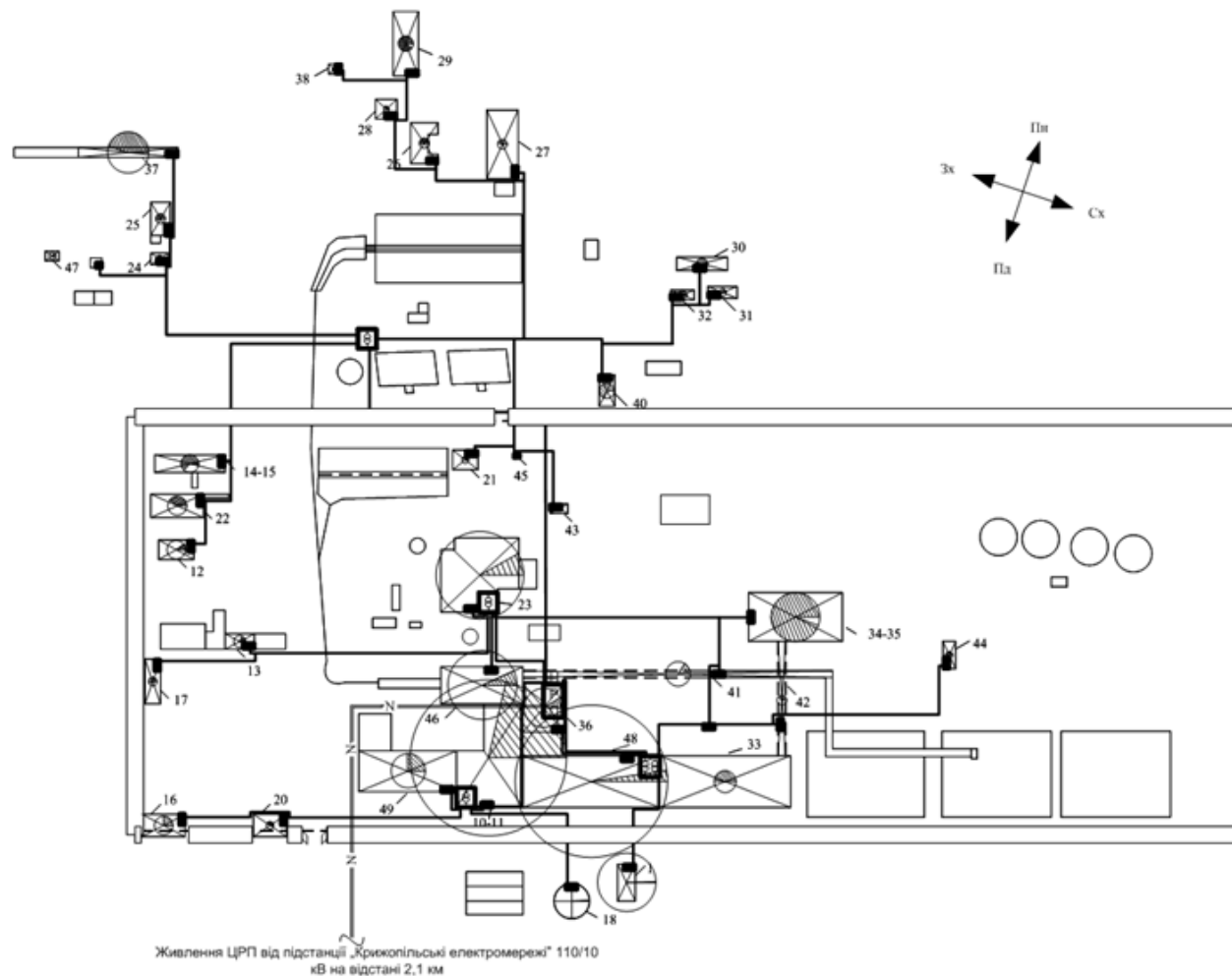
Додаток Г - Ілюстративна частина (продовження)

Розрахунково-монтажна таблиця

ТП	Захист					Струмоведаюча лінія				Захист			Розподільча лінія				Електроприймачі				Найменування приймача
	Тип авт	I _н , А	I _{нст} , А	I _{св} , А	I _н , А	Спосіб прокладки	Марка і переріз	I _{ном} , А	РП	Тип авт	I _н , А	I _{св} , А	I _н , А	Спосіб прокладки	Марка і переріз	I _{ном} , А	I _{пуск} , А	P _{ном} , кВт	№ верстата		
ТІІ	ВА 55-37	160	100,8	504	57,69	Відкрито по стінах, кріплення скобами	АВВГ 3x70+1x35	118,7	РП1	ВА 51-25	25	80	7,66	В підлозі в трубах	АПВ-4x(1x2,5)	15	38,3	3	1	Електротельфер Сомоловушка №1 Сомоловушка №2 Сомоловушка №3 Каміслівушка №1 Каміслівушка №2 Транспортер	
										ВА 51-25	25	80	7,45	Відкрито по стінах	АПВ-4x(1x2,5)	15	37,24	3	2		
										ВА 51-25	25	160	13,65	В підлозі в трубах	АПВ-4x(1x2,5)	15	68,27	5,5	3		
										ВА 51-25	25	63	5,46	В підлозі в трубах	АПВ-4x(1x2,5)	15	27,31	2,2	4		
										ВА 51-25	25	80	6,95	В підлозі в трубах	АПВ-4x(1x2,5)	15	34,76	2,8	5		
										ВА 51-25	25	125	11,17	В підлозі в трубах	АПВ-4x(1x2,5)	15	55,86	4,5	6		
										ВА 51-31	100	400	37,24	В підлозі в трубах	АПВ-4x(1x10)	39	186,19	15	7		
	ВА 55-37	250	250	750	149,52	Відкрито по стінах, кріплення скобами	АВВГ 3x95+1x50	151,8	РП2	ВА 51-31	100	800	67,03	В підлозі в трубах	АПВ-4x(1x25)	70	335,15	30	8	Мойка Мойка Водовідділювач №1 Водовідділювач №1,№2 Водовідділювач №1,№2 Водовідділювач №2 Викидаюча частина I-ої Викидаюча частина II-ої	
										ВА 51-31	100	800	67,03	В підлозі в трубах	АПВ-4x(1x25)	70	335,15	30	9		
										ВА 51-25	25	160	12,94	В підлозі в трубах	АПВ-4x(1x2,5)	15	64,68	5,5	10		
										ВА 51-25	25	100	9,41	В підлозі в трубах	АПВ-4x(1x2,5)	15	47,04	4	11		
										ВА 51-25	25	100	9,41	В підлозі в трубах	АПВ-4x(1x2,5)	15	47,04	4	12		
										ВА 51-25	25	80	7,06	В підлозі в трубах	АПВ-4x(1x2,5)	15	35,28	3	13		
										ВА 51-25	25	160	12,6	В підлозі в трубах	АПВ-4x(1x2,5)	15	63,02	5,5	14		
	ВА 55-37	160	100,8	302	49,56	Відкрито по стінах, кріплення скобами	АВВГ 3x70+1x35	118,7	РП3	ВА 51-25	25	80	7,15	В підлозі в трубах	АПВ-4x(1x2,5)	15	35,75	3	15	Шнек хвостиків від класифікатора Транспортер боти №1 Класифікатор Шнек хвостиків Транспортер боти №2 Мая Шнек буряка Транспортер стружки Шнек буряка	
										ВА 51-25	25	250	22,34	В підлозі в трубах	АПВ-4x(1x4)	23	111,72	10	16		
										ВА 51-25	25	80	6,59	В підлозі в трубах	АПВ-4x(1x2,5)	15	32,93	2,8	17		
										ВА 51-25	25	80	6,67	В підлозі в трубах	АПВ-4x(1x2,5)	15	33,37	2,8	18		
										ВА 51-25	25	140	16,76	В підлозі в трубах	АПВ-4x(1x4)	23	83,79	7,5	19		
										ВА 51-25	25	160	12,94	В підлозі в трубах	АПВ-4x(1x2,5)	15	64,68	5,5	20		
										ВА 51-25	25	160	13,11	В підлозі в трубах	АПВ-4x(1x2,5)	15	65,54	5,5	21		
	ВА 55-37	160	100,8	302	33,97	Відкрито по стінах, кріплення скобами	АВВГ 3x70+1x35	118,7	РП4	ВА 51-25	25	160	13,11	В підлозі в трубах	АПВ-4x(1x2,5)	15	65,54	5,5	22	Транспортер стружки	
										ВА 51-31	100	315	24,58	В підлозі в трубах	АПВ-4x(1x6)	30	122,89	4,5	25		
	ВА 55-37	160	100,8	302	46,99	Відкрито по стінах, кріплення скобами	АВВГ 3x70+1x35	118,7	РП5	ВА 51-25	25	160	13,11	В підлозі в трубах	АПВ-4x(1x2,5)	15	65,54	5,5	23	Шнек буряка Транспортер боти Пульоволушка №1 Пульоволушка №2 Електротельфер Вентилятор віддув боти Вага хронус I-лін. Вага хронус II-лін.	
										ВА 51-25	25	125	10,05	В підлозі в трубах	АПВ-4x(1x2,5)	15	50,27	11	24		
										ВА 51-25	25	125	9,93	В підлозі в трубах	АПВ-4x(1x2,5)	15	49,65	4	26		
										ВА 51-25	25	80	7,45	В підлозі в трубах	АПВ-4x(1x2,5)	15	37,24	3	27		
										ВА 51-25	25	125	10,21	В підлозі в трубах	АПВ-4x(1x2,5)	15	51,07	4	28		
										ВА 51-31	100	221	25,87	В підлозі в трубах	АПВ-4x(1x6)	30	129,36	11	29		
										ВА 51-25	25	63	5,24	В підлозі в трубах	АПВ-4x(1x2,5)	15	26,22	2,2	30		
										ВА 51-25	25	100	9,53	В підлозі в трубах	АПВ-4x(1x2,5)	15	47,67	4	31		

Додаток Г - Ілюстративна частина (продовження)

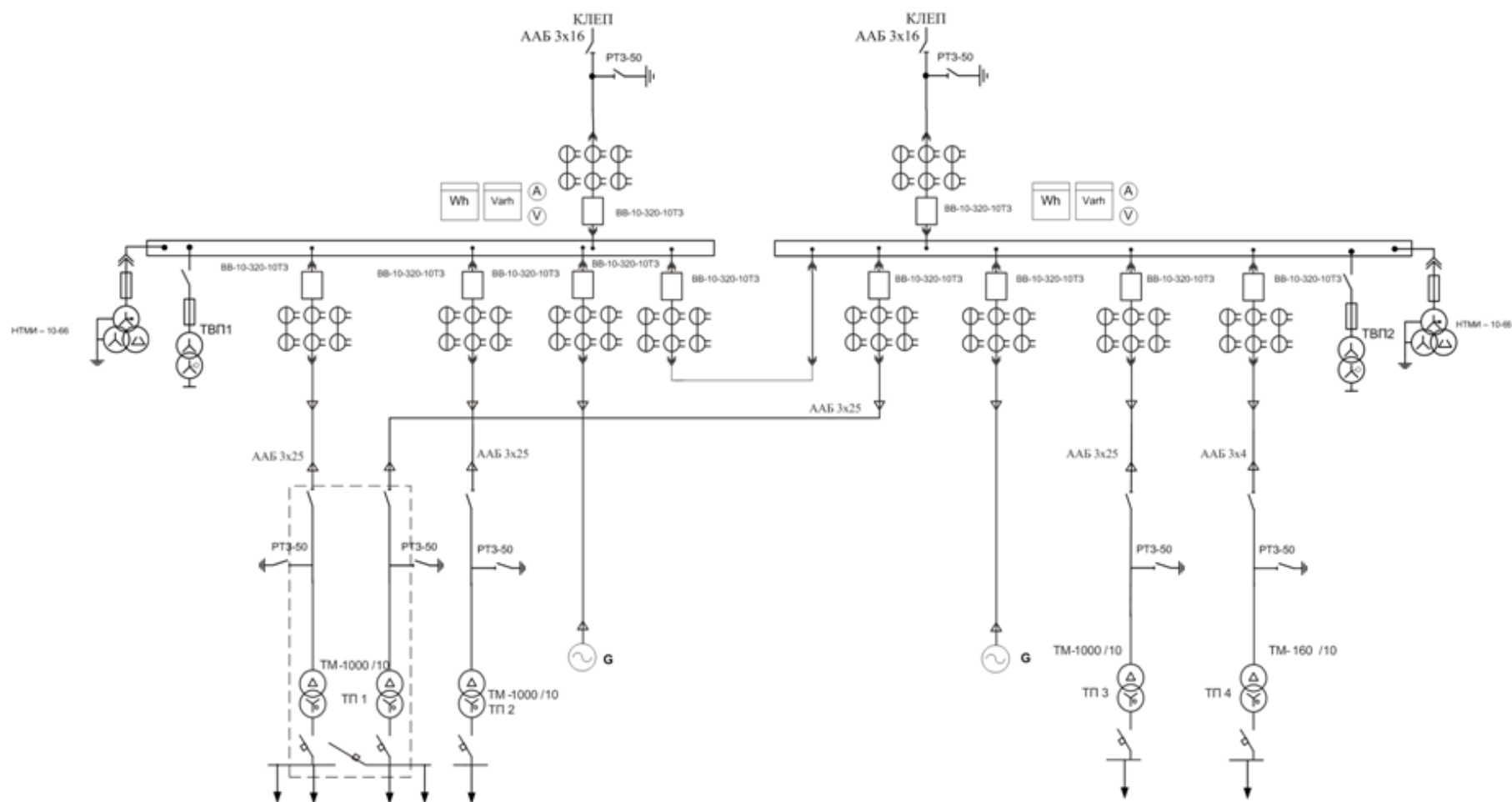
Генеральний план підприємства



№	Назва цеху	Рн, кВт
1	Насосна станція	220
10	Будівля заводу 2-поверх	150
11	Сокоочищувальний цех	460
12	Будівля тестлярної майстерні	18,5
13	Матеріальний склад	7,5
14	Склад мішкотари	3,5
15	Склад для цементу і соди	3,5
16	Будівля контори цукрового заводу	18
17	Гараж легкових автомобілів	2,8
18	Водоканка транс. мийн. води	75
20	Прохідна заводу	2,5
21	Будівля ст. Соколівака	2,1
22	Будівля депо	15
23	Будівля котельні турбоотл.	415
24	Будівля диспетчерської	2,5
25	Будівля лемінати	3
26	Будівля сировинової лабораторії	3,2
27	Будівля заготовельного назн.	3,5
28	Будівля сараю	1,5
29	Вагова бурякопункту	1,5
30	Будівля на підсоб. госп-ві №1	3
31	Будівля на підсоб. госп-ві №2	3
32	Будівля на підсоб. госп-ві №3	3,5
33	Будівля цукроскладу №3	15,5
34	Будівля цукроскладу №2	15,5
35	Будівля цукроскладу №1	25
36	Будівля ванн. обнал. печі	95
37	Будівля гаража	21
38	Будівля посту	1,5
40	Ангари-склади н/б	4,5
41	Жомова галерея	35
42	Галерея цукрового заводу	4
43	Вагова будка	1,5
44	Вагова будка	1,5
45	ГРПБ	2
46	Бурякопереробний цех	230
47	Заправка	2,6
48	Продуктовий цех	1200
49	Мех.майстерня	45

Додаток Г - Ілюстративна частина (продовження)

Однолінійна схема електропостачання



Додаток Г - Ілюстративна частина (продовження)

Графіки реактивного навантаження

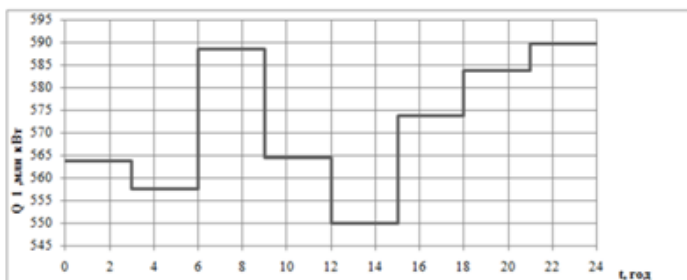


Рисунок Д.1 – Графік реактивного навантаження ТП1 за певний проміжок часу

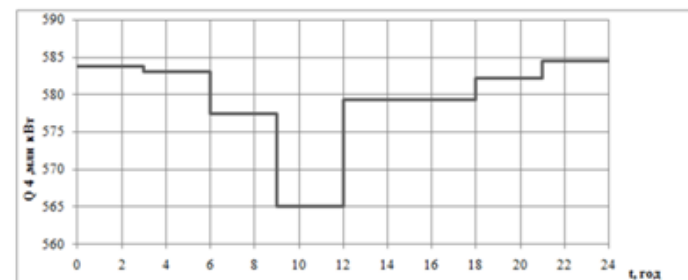


Рисунок Д.4 – Графік реактивного навантаження ТП3 за певний проміжок часу

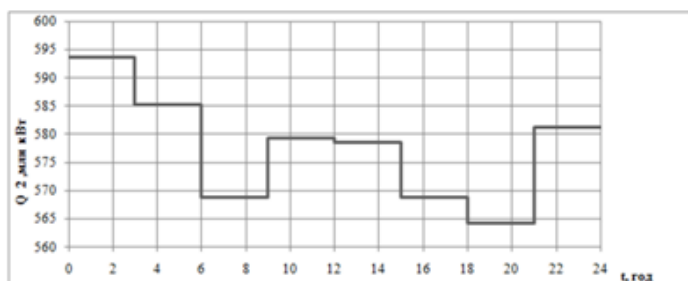


Рисунок Д.2 – Графік реактивного навантаження ТП1 за певний проміжок часу

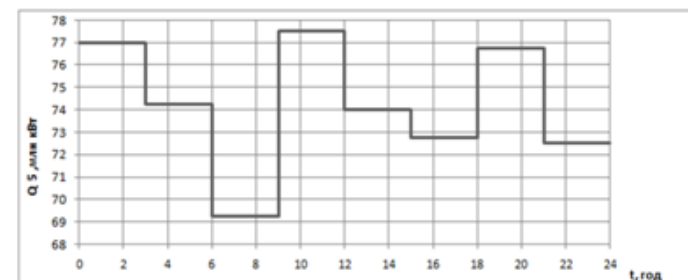


Рисунок Д.5 – Графік реактивного навантаження ТП4 за певний проміжок часу

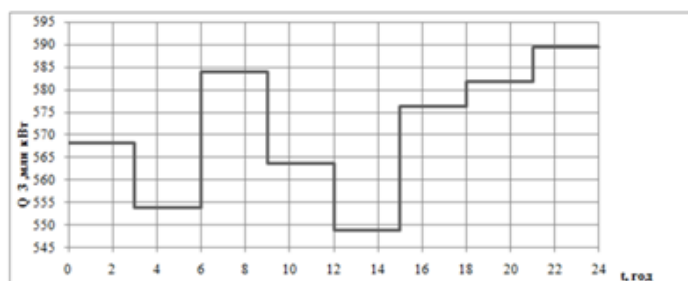


Рисунок Д.3 – Графік реактивного навантаження ТП2 за певний проміжок часу

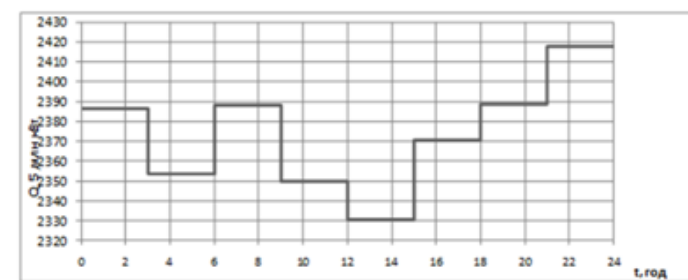


Рисунок Д.5 – Графік сумарного навантаження протягом доби

Додаток Г - Ілюстративна частина (продовження)

Техніко-економічні показники підприємства

Показники	Позначення	Величина показників	Одиниця вимірювання
Кількість корисно спожитої електроенергії	E_a	12390800	кВт·год
Річне споживання електроенергії із втратами	E	12543192,59	кВт·год
Плата за електроенергію	Π	68987559,25	грн
Витрати на передачу і розподіл електроенергії	C_{Π}	1808649,331	грн
Сумарні витрати підприємства	$C_{\text{сум}}$	70796208,58	грн
Собівартість електроенергії	S	571,36	коп/кВт·год

Додаток Г - Ілюстративна частина (продовження)

• Висновки

- В магістерській кваліфікаційній роботі була спроектована система електропостачання ТД «Соколівський цукор», що передбачала підвищення ефективності прийняття проектних рішень за рахунок оптимізації технологічного обладнання та самого процесу виготовлення цукру.
- В рамках цього розглянуті питання синтезу системи електропостачання заводу та цехової електромережі, визначенні розрахункові електричні навантаження. За рахунок оптимального розміщення електрообладнання технологічного процесу були визначенні потужності та місця встановлення трансформаторних підстанцій, визначені центр навантаження, де рекомендовано встановлення центрального розподільного пристрою 10 кВ. До установки в трансформаторних підстанціях прийняття трансформатори різної потужності від 1000 кВА до 160 кВА.
- Запроваджено радіальну схему живлення споживачів підприємства, для якої вибрано сучасне високовольтне комутаційне обладнання (вакуумні вимикачі типу ВВ-10-320-10ТЗ) та кабелі високовольтної мережі марки ААБ, які прокладенні в траншеях в землі.
- За рахунок прийняття ефективних проектних рішень були визначенні перерізи та марки проводів та кабелів типу АПВ та АВВГ і визначений їх спосіб прокладки. Також обрано електричні апарати 0,4 кВ вітчизняного виробництва типу ВА.
- Все електрообладнання, що встановлено на ТД «Соколівський цукор» пройшло перевірку на дію струмів короткого замикання, що підтвердило ефективність проектних рішень.
- В магістерській кваліфікаційній роботі розроблені як елементи підвищення прийняття проектних рішень щодо компенсації реактивної потужності. Наведений алгоритм розрахунку оптимальної компенсації реактивної потужності, що базувався на реальних графіках реактивних навантажень по кожній трансформаторній підстанції (вузлах) підприємства. Визначенні потужності конденсаторних установок та рекомендований їх типорозмір. Запропоновано в якості автоматизації компенсації реактивної потужності укомплектувати установки компенсації сучасними регуляторами реактивної потужності фірми ЕТІ типу PFC-6.
- Розрахунки, що проведені в магістерській роботі дозволили створити надійну та оптимальну систему електропостачання цукрового заводу за рахунок підвищення ефективних рішень з організації проходження технологічного процесу.
- В економічній частині роботи визначенні основні капіталовкладення в систему електропостачання ТД «Соколівський цукор», поточні витрати щодо обслуговування та ремонту електрообладнання системи електропостачання, визначено собівартість електричної енергії.
- В розділі охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях прийнято ряд організаційно-технічних рішень щодо безпечної експлуатації системи електропостачання підприємства.

Додаток Д - Розрахунок навантаження бурякопереробного цеху

Таблиця Д. 1 – Розрахунок навантаження бурякопереробного цеху

	Назва ЕП	п, шт	Р _н , кВт	п*Р _н	К _в	tgφ	К _в *п*Р _н	К _в *п*Р _н *tgφ	п*Р _н 2	ne	К _м	Р _м	Q _м	S _м	І _м
	РП1:														
1	Електротельфер(1)	1	3,0	3,0	0,30	1,02	0,90	0,92	9,00						
2	Соломолушка №1 (2)	1	3,0	3,0	0,65	0,96	1,95	1,87	9,00						
3	Соломолушка №2 (3)	1	5,5	5,5	0,65	0,96	3,58	3,43	30,25						
4	Соломолушка №3 (4)	1	2,2	2,2	0,65	0,96	1,43	1,37	4,84						
5	Камнелушка №1 (5)	1	2,8	2,8	0,65	0,96	1,82	1,75	7,84						
6	Камнелушка №2 (6)	1	4,5	4,5	0,65	0,96	2,93	2,81	20,25						
7	Транспортер ботви (7)	1	15,0	15,0	0,85	0,96	12,75	12,24	225,00						
	Всього по РП1	7	36,0	36,0	0,70		25,35	24,39	306,18	4,2	1,06	26,87	26,83	37,97	57,70
	РП2:	п, шт	Р _н , кВт	п*Р _н	К _в	tgφ	К _в *п*Р _н	К _в *п*Р _н *tgφ	п*Р _н 2	ne	К _м	Р _м	Q _м	S _м	І _м
1	Мойка (8-9)	2	30,0	60,0	0,85	0,75	51,00	38,25	1800,0						
2	Водовідділювач №1 (10)	1	5,5	5,5	0,70	0,85	3,85	3,27	30,25						
3	Водовідділювач №1,2 (11-12)	2	4,0	8,0	0,70	0,85	5,60	4,76	32,00						
4	Водовідділювач №2 (13)	1	3,0	3,0	0,70	0,85	2,10	1,79	9,00						
5	Викидаюча частина I-ої (14)	1	5,5	5,5	0,80	0,80	4,40	3,52	30,25						
6	Викидаюча частина II-ої (15)	1	10,0	10,0	0,80	0,80	8,00	6,40	100,00						
	Всього по РП2	8	58,0	92,0	0,82		74,95	57,99	2001,5	4,2	1	74,95	63,78	98,41	149,5
	РП3:	п, шт	Р _н , кВт	п*Р _н	К _в	tgφ	К _в *п*Р _н	К _в *п*Р _н *tgφ	п*Р _н 2	ne	К _м	Р _м	Q _м	S _м	І _м
1	Шнек хвостиків від класифіка- тора (16)	1	3,0	3,0	0,67	0,88	2,01	1,77	9,00						
2	Транспортер ботви №1 (17)	1	10,0	10,0	0,85	0,75	8,50	6,38	100,00						
3	Класифікатор (18)	1	2,8	2,8	0,70	0,85	1,96	1,67	7,84						

Таблиця Д.1 (продовження)

4	Шнек хвостиків (19)	1	2,8	2,8	0,67	0,88	1,88	1,65	7,84						
5	Транспортер ботви №2 (20)	1	7,5	7,5	0,85	0,75	6,38	4,78	56,25						
6	Мая (21)	1	5,5	5,5	0,70	0,85	3,85	3,27	30,25						
	Всього по РП3	6	31,6	31,6	0,77		24,57	19,51	211,18	4,7	1	24,57	21,46	32,62	49,57
	РП4:	п, шт	Рн, кВт	п*Рн	Кв	tgφ	Кв*п*Рн	Кв*п*Рн*tgφ	п*Рн ²	ne	Км	Рм	Qм	Sм	Im
1	Шнек буряка (22-23)	2	5,5	11,0	0,67	0,88	7,37	6,49	60,50						
2	Транспортер стружки (25)	1	11,0	11,0	0,85	0,75	9,35	7,01	121,00						
	Всього по РП4	3	16,5	22,0	0,76		16,72	13,50	181,50	2,0	1	16,72	14,85	22,36	33,98
	РП5:	п, шт	Рн, кВт	п*Рн	Кв	tgφ	Кв*п*Рн	Кв*п*Рн*tgφ	п*Рн ²	ne	Км	Рм	Qм	Sм	Im
1	Транспортер ботви (24)	1	4,5	4,5	0,85	0,75	3,83	2,87	20,25						
2	Пульполовушка №1 (26)	1	4,0	4,0	0,65	0,96	2,60	2,50	16,00						
3	Пульполовушка №2 (27)	1	3,0	3,0	0,65	0,96	1,95	1,87	9,00						
4	Електротельфер (28)	1	4,0	4,0	0,30	1,02	1,20	1,22	16,00						
5	Вентилятор віддуву ботви (29)	1	11,0	11,0	0,70	0,85	7,70	6,55	121,00						
6	Вага хронус І-лін (30)	1	2,2	2,2	0,67	0,88	1,47	1,30	4,84						
7	Вага хронус ІІ-лін (31)	1	4,0	4,0	0,67	0,88	2,68	2,36	16,00						
	Всього по РП5	7	32,7	32,7	0,65		21,4	18,7	203,1	5,3	1,08	23,11	20,57	30,93	47,01
	Всього по цеху:	31	174, 8	214,3	0,93		163,0	134,1	2903,5	15, 8	1	162,9	147,5	219,8	334,0

Додаток Є - Розрахунок комутаційно-захисної апаратури цеху

Таблиця Є.1 – Розрахунок комутаційно-захисної апаратури цеху

Лінія	P_m	I_m	I_p	Тип захисного апарата	I_n	$I_{розч(розрах)}$	$I_{розч}$	Кратність	$I_{св(розрах)}$	$I_{св}$	Кратність
ТП-РП1	37,97	57,69	212,23	ВА 55-37(селективний)	160	63,5	100,8	0,63	318,3	504	5
РП 1-(1)	3	7,66	38,30	ВА 51-25	25	7,66	8		80,4	80	10
РП1-(2)	3	7,45	37,24	ВА 51-25	25	7,45	8		78,2	80	10
РП 1-(3)	5,5	13,65	68,27	ВА 51-25	25	13,65	16		143,4	160	10
РП 1-(4)	2,2	5,46	27,31	ВА 51-25	25	5,46	6,3		57,3	63	10
РП 1-(5)	2,8	6,95	34,76	ВА 51-25	25	6,95	8		73,0	80	10
РП 1-(6)	4,5	11,17	55,86	ВА 51-25	25	11,17	12,5		117,3	125	10
РП 1-(7)	15	37,24	186,19	ВА 51-31	100	37,24	40		391,0	400	10
ТП-РП(2)	98,41	149,52	427,69	ВА 55-37(селективний)	250	164,47	250	1	641,5	750	3
РП2-(8-9)	30,00	67,03	335,15	ВА 51-31	100	67,03	80		703,8	800	10
РП2-(10)	5,5	12,94	64,68	ВА 51-25	25	12,94	16		135,8	160	10
РП2-(11-12)	4	9,41	47,04	ВА 51-25	25	9,41	10		98,8	100	10
РП2-(13)	3	7,06	35,28	ВА 51-25	25	7,06	8		74,1	80	10
РП2-(14)	5,5	12,60	63,02	ВА 51-25	25	12,60	16		132,3	160	10
РП2-(15)	10	22,92	114,58	ВА 51-25	25	22,92	25		240,6	250	10
ТП-РП3	32,62	49,56	142,29	ВА 55-37(селективний)	160	54,52	101	0,63	213,4	302	3
РП3-(16)	3	7,15	35,75	ВА 51-25	25	7,15	8		75,1	80	10
РП3-(17)	10	22,34	111,72	ВА 51-25	25	22,34	25		234,6	250	10
РП3-(18)	2,8	6,59	32,93	ВА 51-25	25	6,59	8		69,1	80	10
РП3-(19)	2,8	6,67	33,37	ВА 51-25	25	6,67	8		70,1	80	10
РП3-(20)	7,5	16,76	83,79	ВА 51-25	25	16,76	20		125,7	140	7
РП3-(21)	5,5	12,94	64,68	ВА 51-25	25	12,94	16		135,8	160	10

Таблиця Є.1(продовження)

Лінія	Pm	Im	Ip	Тип захисного апарата	In	Iрозч(розрах)	Iрозч	Кратність	Iсв(розрах)	Iсв	Кратність
РП4-(22-23)	5,5	13,11	65,54	ВА 51-25	25	13,11	16		137,6	160	10
РП4-(24)	11	24,58	122,89	ВА 51-31	100	24,58	31,5		258,1	315	10
ТП-РП5	30,93	46,99	158,24	ВА 55-37(селективний)	160	51,69	101	0,63	237,4	302	3
РП5-(25)	4,5	10,05	50,27	ВА 51-25	25	10,05	12,5		105,6	125	10
РП5-(27)	3	7,45	37,24	ВА 51-25	25	7,45	8		78,2	80	10
РП5-(28)	4	10,21	51,07	ВА 51-25	25	10,21	12,5		107,2	125	10
РП5-(29)	11	25,87	129,36	ВА 51-31	100	25,87	31,5		194,0	221	7
РП5-(30)	2,2	5,24	26,22	ВА 51-25	25	5,24	6,3		55,1	63	10
РП5-(31)	4	9,53	47,67	ВА 51-25	25	9,53	10		100,1	100,0	10

Додаток Ж - Вибір провідників цехової мережі

Таблиця Ж.1 – Вибір провідників цехової мережі

Лінія	Pm	Qm	Im	Ін,розч	Тип провода	Спосіб прокладки	S мм ²	Ідоп	Ідоп(розр)	Lm	ΔU	Rпит	Xпит
ТП-РП1	26,87	26,83	57,69	100,8	АВВГ	відкрито по стінам, кріплення скобами	3X70+1X35	135	124,2	25	1,07	0,549	0,065
РП1-ЕП1	0,90	0,92	7,66	8,0	АПВ	в підлозі в трубах	4X(1X2,5)	15	15	5,2	0,12	9,61	0,098
РП1-ЕП2	1,95	1,87	7,45	8,0	АПВ	в підлозі в трубах	4X(1X2,5)	15	15	0,8	0,04	9,61	0,098
РП1-ЕП3	3,58	3,43	13,65	16,0	АПВ	в підлозі в трубах	4X(1X2,5))	15	15	3,2	0,29	9,61	0,098
РП1-ЕП4	1,43	1,37	5,46	6,3	АПВ	в підлозі в трубах	4X(1X2,5)	15	15	8,2	0,3	9,61	0,098
РП1-ЕП5	1,82	1,75	6,95	8,0	АПВ	в підлозі в трубах	4X(1X2,5)	15	15	5,8	0,27	9,61	0,098
РП1-ЕП6	2,93	2,81	11,17	12,5	АПВ	в підлозі в трубах	4X(1X2,5)	15	15	11	0,8	9,61	0,098
РП1-ЕП7	12,75	12,24	37,24	40,0	АПВ	в підлозі в трубах	4X(1X10)	39	39	1,4	0,19	3,84	0,088
ТП-РП2	74,95	63,78	149,52	250,0	АВВГ	відкрито по стінам, кріплення скобами	3X95+1X50	165	151,8	9,9	1,17	0,549	0,065
РП2-ЕП8	51,00	38,25	67,03	80,0	АПВ	в підлозі в трубах	4X(1X25)	70	70	4,7	1	1,540	0,072
РП2-ЕП9	51,00	38,25	67,03	80,0	АПВ	в підлозі в трубах	4X(1X25)	70	70	9,3	1,99	1,540	0,072
РП2-ЕП10	3,85	3,27	12,94	16,0	АПВ	в підлозі в трубах	4X(1X2,5)	15	15	4,2	0,41	9,61	0,098
РП2-ЕП12	5,60	4,76	9,41	10,0	АПВ	в підлозі в трубах	4X(1X2,5)	15	15	2,5	0,35	9,61	0,098
РП2-ЕП13	2,10	1,79	7,06	8,0	АПВ	в підлозі в трубах	4X(1X2,5)	15	15	0,9	0,05	9,61	0,098
РП2-ЕП14	4,40	3,52	12,60	16,0	АПВ	в підлозі в трубах	4X(1X2,5)	15	15	13	1,51	9,61	0,098
РП2-ЕП15	8,00	6,40	22,92	25,0	АПВ	в підлозі в трубах	4X(1X4)	23	23	8,4	1,72	9,61	0,098
ТП-РП3	24,57	21,46	49,56	100,8	АВВГ	відкрито по стінам, кріплення скобами	3X70+1X35	135	124,2	27	1,06	0,549	0,065
РП3-ЕП16	2,01	1,77	7,15	8,0	АПВ	в підлозі в трубах	4X(1X2,5)	15	15	4,2	0,21	9,61	0,098
РП3-ЕП17	8,50	6,38	22,34	25,0	АПВ	в підлозі в трубах	4X(1X4)	23	23	1,1	0,25	9,61	0,098
РП3-ЕП18	1,96	1,67	6,59	8,0	АПВ	в підлозі в трубах	4X(1X2,5)	15	15	7,1	0,35	9,61	0,098
РП3-ЕП19	1,88	1,65	6,67	8,0	АПВ	в підлозі в трубах	4X(1X2,5)	15	15	3,3	0,16	9,61	0,098
РП3-ЕП20	6,38	4,78	16,76	20,0	АПВ	в підлозі в трубах	4X(1X4)	23	19	9,2	1,49	9,61	0,098

Таблиця Ж.1 (продовження)

Лінія	Pm	Qm	Im	Ін,розч	Тип провода	Спосіб прокладки	S мм ²	Ідоп	Ідоп(розр)	Lm	ΔUв	Rпит	Xпит
ТП-РП4	16,72	14,85	33,97	100,8	АВВГ	відкрито по стінам, кріплення скобами	3X70+1X35	135	124,2	26	0,7	0,549	0,065
РП4-ЕП22	7,37	6,49	13,11	16,0	АПВ	в підлозі в трубах	4X(1X2,5)	15	15	11	2,11	9,61	0,098
РП4-ЕП23	7,37	6,49	13,11	16,0	АПВ	в підлозі в трубах	4X(1X2,5)	15	15	11	2,11	9,61	0,098
РП4-ЕП25	9,35	7,01	24,58	31,5	АПВ	в підлозі в трубах	4X(1X6)	30	30	0,9	0,15	6,41	0,094
ТП-РП5	23,11	20,57	46,99	100,8	АВВГ	відкрито по стінам, кріплення скобами	3X70+1X35	135	124,2	16	0,59	0,549	0,065
РП5-ЕП24	3,83	2,87	10,05	12,5	АПВ	в підлозі в трубах	4X(1X2,5)	15	15	4,3	0,42	9,61	0,098
РП5-ЕП26	2,60	2,50	9,93	12,5	АПВ	в підлозі в трубах	4X(1X2,5)	15	15	4,2	0,28	9,61	0,098
РП5-ЕП27	1,95	1,87	7,45	8,0	АПВ	в підлозі в трубах	4X(1X2,5)	15	15	2,6	0,13	9,61	0,098
РП5-ЕП28	1,20	1,22	10,21	12,5	АПВ	в підлозі в трубах	4X(1X2,5)	15	15	1,8	0,06	9,61	0,098
РП5-ЕП29	7,70	6,55	25,87	31,5	АПВ	в підлозі в трубах	4X(1X6)	30	30	3,7	0,48	6,41	0,094
РП5-ЕП30	1,47	1,30	5,24	6,3	АПВ	в підлозі в трубах	4X(1X2,5)	15	15	8,1	0,31	9,61	0,098
РП5-ЕП31	2,68	2,36	9,53	10,0	АПВ	в підлозі в трубах	4X(1X2,5)	15	15	7,2	0,49	9,61	0,098

Додаток 3 - Розрахунок навантаження по підприємству

Таблиця 3.1 – Розрахунок навантаження по підприємству

№ п/п	Назва будівель та споруд	Рн, кВт	Кп	cos	tg	Рмс, кВт	Qмс, кВт	F	Рпит	Рн.о.	Кп.о.	Кпра	cos	Рм.о.	Qм.о.	Рм, кВт	Qм, кВАр	Sm, кВА	I, А
1	Насосна станція	200	0,7	0,75	0,88	140	123,2	77,5	0,012	1,02	0,6	1,1	0,9	0,61	0,54	140,61	123,74	187,31	10,81
10	Будівля заводу 2-поверх	150	0,8	0,8	0,75	120	90	1492,2	0,014	22,98	0,95	1,1	0,9	21,83	16,37	141,83	106,37	177,29	10,24
11	Сокоочищувальний цех	460	0,8	0,8	0,75	368	276	1492,2	0,016	26,26	0,95	1,1	0,9	24,95	18,71	392,95	294,71	491,19	28,36
12	Будівля теслярної майстерні	18,5	0,7	0,8	0,75	12,95	9,71	185,4	0,012	2,44	0,6	1,1	0,9	1,47	1,1	14,42	10,814	18,02	1,04
13	Матеріальний склад	7,5	0,65	0,7	1,02	4,87	4,97	148,0	0,012	1,77	0,6	1	1	1,07	1,08	5,94	6,05	8,48	0,49
14	Склад мішкотари	3,5	0,65	0,7	1,02	2,27	2,32	145,0	0,012	1,91	0,6	1,1	0,9	1,15	1,17	3,42	3,49	4,89	0,28
15	Склад для цементу і соди	3,5	0,65	0,7	1,02	2,27	2,32	135,0	0,012	1,62	0,6	1	1	0,97	0,99	3,25	3,31	4,63	0,26
16	Будівля контори цукрового заводу	18	0,6	0,7	1,02	10,8	11,01	273,7	0,018	5,91	0,6	1,2	0,9	3,55	3,61	14,35	14,63	20,49	1,18
17	Гараж легкових автомобілів	2,8	0,5	0,65	1,17	1,4	1,63	243,8	0,012	2,92	0,6	1	1	1,76	2,05	3,16	3,68	4,85	0,28
18	Водокачка трансп.мийн. води	75	0,7	0,65	1,17	52,5	61,37	84,5	0,012	1,01	0,6	1	1	0,61	0,71	53,11	62,08	81,7	4,71
20	Прохідна заводу	2,5	0,6	0,65	1,17	1,5	1,75	136,4	0,012	1,63	0,6	1	1	0,98	1,14	2,48	2,9	3,82	0,22
21	Будівля ст. Соколівка	2,1	0,6	0,65	1,17	1,26	1,47	109,2	0,012	1,31	0,6	1	1	0,79	0,92	2,05	2,39	3,14	0,18
22	Будівля депо	15	0,6	0,65	1,17	9	10,52	623,7	0,012	7,48	0,8	1	1	5,99	6,99	14,99	17,52	23,05	1,33
23	Будівля котельні турбоотл.	415	0,7	0,8	0,75	290,5	217,88	1647,8	0,015	27,19	0,95	1,1	0,9	25,83	19,3	316,33	237,25	395,41	22,83
24	Будівля диспетчерської	2,5	0,6	0,65	1,17	1,5	1,75	68,3	0,017	1,16	0,6	1	1	0,70	0,81	2,20	2,56	3,37	0,19
25	Будівля ленкімнати	3	0,6	0,65	1,17	1,8	2,10	212,2	0,017	3,60	0,6	1	1	2,16	2,53	3,96	4,63	6,09	0,35
26	Будівля сировинної лабораторії	3,2	0,6	0,65	1,17	1,92	2,24	203,4	0,018	3,66	0,6	1	1	2,20	2,56	4,12	4,81	6,33	0,36
27	Будівля загальнозаготов. назн.	3,5	0,6	0,68	1,07	2,1	2,24	241,0	0,012	2,89	0,6	1	1	1,74	1,85	3,84	4,1	5,61	0,32
28	Будівля сараю	1,5	0,6	0,65	1,17	0,9	1,05	67,1	0,012	0,80	0,6	1	1	0,48	0,56	1,38	1,61	2,12	0,12
30	Будівля на підсоб.госп-ві №1	3	0,6	0,7	1,02	1,8	1,83	510,9	0,012	6,13	0,6	1	1	3,68	3,75	5,48	5,58	7,82	0,45

Таблиця 3.1 (продовження)

№ п/п	Назва будівель та споруд	Рн, кВт	Кп	cos	tg	Рмс, кВт	Qмс, кВт	F	Рпит	Рн.о.	Кп.о.	Кпра	cos	Рм.о.	Qм.о.	Рм, кВт	Qм, кВАр	Sm, кВА	I,А
31	Будівля на підсоб.госп-ві №2	3	0,6	0,7	1,02	1,8	1,83	69,0	0,012	0,82	0,6	1	1	0,50	0,5	2,30	2,34	3,28	0,18
32	Будівля на підсоб.госп-ві №3	3,5	0,6	0,7	1,02	2,1	2,14	179,4	0,012	2,15	0,6	1	1	1,29	1,31	3,39	3,45	4,844	0,28
33	Будівля цукроскладу №3	15,5	0,65	0,7	1,02	10,08	10,27	1218,0	0,012	16,08	0,6	1,1	0,9	9,65	9,83	19,72	20,11	28,17	1,62
34	Будівля цукроскладу №2	15,5	0,65	0,7	1,02	10,08	10,27	1211,6	0,012	15,99	0,6	1,1	0,9	9,60	9,78	19,67	20,06	28,09	1,62
35	Будівля цукроскладу №1	25	0,65	0,7	1,02	16,25	16,57	1736,9	0,012	22,93	0,6	1,1	0,9	13,76	14,03	30,01	30,6	42,86	2,47
36	Будівля вапн.обпал.печі	95	0,6	0,8	0,75	57	42,75	520,3	0,012	6,86	0,8	1,1	0,9	5,49	4,12	62,49	46,87	78,11	4,51
37	Будівля гаража	21	0,6	0,65	1,17	12,6	14,72	1449,0	0,012	17,39	0,6	1	1	10,43	12,2	23,03	26,92	35,43	2,04
38	Будівля посту	1,5	0,6	0,65	1,17	0,9	1,052	11,5	0,012	0,13	0,6	1	1	0,08	0,09	0,98	1,14	1,51	0,08
40	Ангари-склади н/б	4,5	0,65	0,7	1,02	2,92	2,98	844,6	0,012	11,15	0,6	1,1	0,9	6,69	6,82	9,61	9,8	13,73	0,79
41	Жомова галерея	35	0,6	0,7	1,02	21	21,42	552,0	0,012	6,62	0,6	1	1	3,97	4,05	24,97	25,47	35,67	2,06
42	Галерея цукрового заводу	4	0,6	0,7	1,02	2,4	2,44	212,0	0,012	2,54	0,6	1	1	1,53	1,55	3,93	4	5,60	0,32
43	Вагова будка	1,5	0,6	0,68	1,07	0,9	0,96	46,2	0,012	0,55	0,6	1	1	0,33	0,35	1,23	1,31	1,80	0,10
44	Вагова будка	1,5	0,6	0,68	1,07	0,9	0,96	162,4	0,012	1,94	0,6	1	1	1,17	1,25	2,07	2,21	3,03	0,17
45	ГРПБ	2	0,6	0,6	1,33	1,2	1,59	11,3	0,012	0,13	0,6	1	1	0,08	0,10	1,28	1,7	2,13	0,12
46	Бурякопереробний цех	230	0,8	0,8	0,75	184	138	799,5	0,016	14,07	0,95	1,1	0,9	13,37	10,03	197,37	148,03	246,71	14,24
48	Продуктовий цех	1200	0,8	0,8	0,75	960	720	1825,7	0,012	24,1	0,95	1,1	0,9	22,89	17,17	982,89	737,17	1228,6	70,93
49	Мех. майстерня	45	0,8	0,8	0,75	36	27	975,1	0,012	12,87	0,95	1,1	0,9	12,23	9,171	48,23	36,17	60,28	3,48
		3098				2350								224,36	199,6	2574,56	2043,5		
	Всього:															2541,46	2038,8	3258,2	188,1

