

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

Бакалаврська дипломна робота на тему:

**РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРИВАТНОГО
АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА «БІОЛІК»**

Виконав: студент 4-го курсу, групи Е-206
спеціальності 141 – Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

Кобзаренко С.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник: ~~к.т.н.~~, доц. каф. ЕСЕЕМ

Войтюк Ю.П.
(прізвище та ініціали)

« 15 » 06 2024 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ЕСЕЕМ

проф. Бурбело М.Й.
(прізвище та ініціали)

« 17 » 06 2024 р.

Рецензент к.т.н., доц., доцент каф. ЕО

Осипенко К.В.
(прізвище та ініціали)

« 17 » 06 2024 р.

Вінниця – 2024 року

Факультет електроенергетики та електромеханіки

Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту

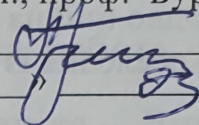
Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр

Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕСЕЕМ

д.т.н., проф. Бурбело М.Й.

« 11 »  2024р.

ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ ДИПЛОМНУ РОБОТУ

Кобзаренко Сергій Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи електропостачання приватного акціонерного товариства «Біолік», керівник роботи Войтюк Юрій Петрович, к.т.н., доц., затверджені наказом по ВНТУ від «11» _03_ 2024 року, №80_
2. Строк подання студентом роботи « 11 » _06_ 2023 року
3. Вихідні дані до роботи: Генплан підприємства; план одного із цехів з технологічними плануваннями, відомості про особливості технологічних процесів; відомості про електричні навантаження підприємства та цеху; відомості про джерела живлення; відомості про перспективу розвитку підприємства (додаток А).
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки.
Анотація.
Вступ.
 1. Загальні відомості про підприємство
Відомості про технологічні процеси
Відомості про електричні навантаження. Оцінка категорії з надійності електропостачання
 2. Аналіз системи електропостачання підприємства.
 - 2.1 Розрахунок електричних навантажень
 - 2.2 Вибір та розміщення трансформаторних підстанцій
 - 2.3 Вибір та розрахунок схеми електропостачання підприємства
 - 2.3.1. Розрахунок зовнішнього електропостачання
 - 2.3.2. Вибір комутаційного та захисного обладнання ЦРП
 - 2.4 Розрахунок схеми електропостачання цеху
 - 2.4.1. Вибір та розрахунок системи електропостачання цеху
 - 2.4.2. Вибір комутаційних та захисних апаратів цехової електромережі
 3. Підвищення надійності елементів системи електропостачання за рахунок впровадження сучасного релейного захисту на базі комплексу БЗУ-2

Висновки

4. Охорона праці
- 4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту
- 4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії
- 4.3 Пожежна безпека

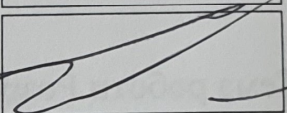
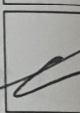
ВИСНОВКИ

Література

5. Перелік графічного матеріалу.

- Генплан підприємства із картограмою навантажень і розподільною мережею
- План цеху і силової мережі
- Розрахунково-монтажна таблиця
- Однолінійна схема електропостачання підприємства
- Креслення із спецпитання

6. Консультанти розділів роботи

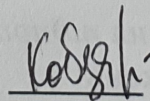
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, д	
		завдання видав	ня
Охоро на праці	Кобилянський О.В., д.п.н., професор		

7. Дата видачі завдання « 20 » 05 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	При
1	Аналіз системи електропостачання підприємства	до 20.05.2024	в
2	Дослідження з актуальної для підприємства тематики	до 7.06.2024	в
3	Охорона праці	до 10.06.2024	в
4	Графічна частина роботи	до 11.06.2024	в

Студент



Кобзаренко С.О.
(прізвище та ініціали)

(підпис)

Керівник
бакалаврської дипломної
роботи

(підпис)

Войтюк Ю.П.
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

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

Бакалаврська дипломна робота на тему:
РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРИВАТНОГО
АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА «БІОЛІК»

Виконав: студент 4-го курсу, групи Е-206
спеціальності 141 – Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

Кобзаренко С.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. каф. ЕСЕМ

Войтюк Ю.П.
(прізвище та ініціали)

«___» _____ 2024 р.

Допущено до захисту
Завідувач кафедри ЕСЕМ
проф. Бурбело М.Й.
(прізвище та ініціали)

«___» _____ 2024 р.

Рецензент _____

(прізвище та ініціали)
«___» _____ 2024 р.

Вінниця – 2024 року

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет електроенергетики та електромеханіки

Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту

Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр

Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕСЕЕМ

д.т.н., проф. Бурбело М.Й.

«___» _____ 2024р.

ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ ДИПЛОМНУ РОБОТУ

Кобзаренко Сергій Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи електропостачання приватного акціонерного товариства «Біолік», керівник роботи Войтюк Юрій Петрович, к.т.н., доц., затверджені наказом по ВНТУ від «11» _03__ 2024 року, №80_

2. Строк подання студентом роботи «_11_» _06_ 2023 року

3. Вихідні дані до роботи: Генплан підприємства; план одного із цехів з технологічними плануваннями, відомості про особливості технологічних процесів; відомості про електричні навантаження підприємства та цеху; відомості про джерела живлення; відомості про перспективу розвитку підприємства (додаток А).

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки.

Анотація.

Вступ.

1. *Загальні відомості про підприємство*

Відомості про технологічні процеси

Відомості про електричні навантаження. Оцінка категорії з надійності електропостачання

2. *Аналіз системи електропостачання підприємства.*

2.1 Розрахунок електричних навантажень

2.2 Вибір та розміщення трансформаторних підстанцій

2.3 Вибір та розрахунок схеми електропостачання підприємства

2.3.1. Розрахунок зовнішнього електропостачання

2.3.2. Вибір комутаційного та захисного обладнання ЦРП

2.4 Розрахунок схеми електропостачання цеху

2.4.1. Вибір та розрахунок системи електропостачання цеху

2.4.2. Вибір комутаційних та захисних апаратів цехової електромережі

3. Підвищення надійності елементів системи електропостачання за рахунок впровадження сучасного релейного захисту на базі комплексу БЗУ-2

Висновки

4. Охорона праці
 4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту
 4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії
 4.3 Пожежна безпека

ВИСНОВКИ

Література

5. Перелік графічного матеріалу.
 – Генплан підприємства із картограмою навантажень і розподільною мережею
 – План цеху і силової мережі
 – Розрахунково-монтажна таблиця
 – Однолінійна схема електропостачання підприємства
 – Креслення із спецпитання

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Кобилянський О.В., д.п.н., професор		

7. Дата видачі завдання « 20 » ____ 05 ____ 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз системи електропостачання підприємства	до 20.05.2024	
2	Дослідження з актуальної для підприємства тематики	до 7.06.2024	
3	Охорона праці	до 10.06.2024	
4	Графічна частина роботи	до 11.06.2024	

Студент _____

 (підпис)

Кобзаренко С.О.
 (прізвище та ініціали)

Керівник
 бакалаврської дипломної
 роботи _____
 (підпис)

Войтюк Ю.П.
 (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____

 (підпис)

Войтюк Ю.П.
 (прізвище та ініціали)

УДК 621.311

Анотація

Кобзаренко С.О. Розробка системи електропостачання приватного акціонерного товариства «Біолік». Бакалаврська дипломна робота. Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.- Вінниця: ВНТУ, ФЕЕЕМ. Кафедра ЕСЕЕМ, 2024.

Представлено розробку елементів системи електропостачання підприємства, що передбачає розрахунок та вибір основних її складових з відповідними перевірками.

Запропоновано для підвищення надійності елементів системи електропостачання запровадити сучасний релейний захист на базі комплексу БЗУ-2.

Розглянуті основні аспекти безпечної експлуатації електрообладнання та охорони праці.

Рис. 10

Табл. 12

Бібл. 16

Abstract

Kobzarenko S.O. Development of the power supply system of the private joint-stock company "Biolik". Bachelor qualification work. Specialty 141 - Electric power engineering, electrical engineering and electromechanics. - Vinnytsia: VNTU, FEEEM. ESEEM Department, 2024.

The development of the elements of the enterprise's power supply system is presented, which involves the calculation and selection of its main components with appropriate checks.

It is proposed to introduce modern relay protection based on the BZU-2 complex to increase the reliability of the elements of the power supply system.

The main aspects of safe operation of electrical equipment and labor protection are considered.

Fig. 10

Table 12

Bibl. 16

ЗМІСТ

Анотація	4
ВСТУП	6
1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО.....	8
1.1 Коротка інформація про технологічний процес	8
1.2 Інформація про споживачів підприємства	9
2 РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРАТ «БІОЛІК»	12
2.1 Обґрунтування та вибір схеми цехової мережі	12
2.2 Розрахунок навантажень цехової мережі	13
2.3 Обґрунтування та вибір обладнання 0,4 кВ та провідників цехової системи електропостачання	16
2.4 Визначення розрахункових навантажень ПрАТ «Біолік».....	21
2.5 Розрахунок необхідної потужності цехових трансформаторних підстанцій	23
2.6 Розрахунок місця розташування ЦРП-10кВ.....	25
2.7 Створення системи електропостачання та визначення основних її елементів.	30
3. ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЗА РАХУНОК ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНОГО РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ НА БАЗІ КОМПЛЕКСУ БЗУ-2.....	37
4. Охорона праці.....	47
Висновки.....	58
Література.....	59
Додатки.....	61
Додаток А – Вихідні дані	62
Додаток Б – Протокол перевірки роботи на наявність текстових запозичень.	66
Додаток В – Ілюстративний матеріал.....	67

ВСТУП

Актуальність теми. Забезпечення надійного живлення підприємств харчової промисловості, одним із представників якої є Ладжинський завод «Біолік», досить актуально. Це викликано ще і тим, що продукція заводу є основою для виготовлення широкого спектру медичних препаратів, які широко використовуються в сьогоденні.

Мета роботи полягає у створенні енергоефективної системи електропостачання, яка відрізнялась би надійністю та безперебійністю, що вимагає застосування сучасних методик проектування та аналізу процесів електроспоживання та захисту елементів живлення технологічного процесу.

Об'єктом бакалаврської роботи є система електропостачання приватного акціонерного товариства «Біолік».

Предметом даної роботи є використання існуючих методик синтезу систем електропостачання та адаптація їх до створення системи живлення та захисту сучасного заводу, що виготовлює різнопланову продукцію.

Методи. В бакалаврській роботі використанні елементи методів прийнятих в електротехнічній практиці, математичні методи, спеціальні методи визначення та вибору окремих елементів системи електропостачання .

Короткий зміст розділів. Перший розділ присвячений аналізу технологічного процесу основного виробництва заводу «Біолік». В другому розділі розробленні основні питання, що стосуються розрахунків окремих складових, які є невідомою частиною загальної системи електропостачання. В третьому розділі представлені розробки елементів релейного захисту ліній 10 кВ. В четвертому розділі запропоновано та розроблені вимоги до охорони праці персоналу заводу.

Наукова новизна. Полягає в оригінальному підході до створення сучасної системи електпостачання заводу «Біолік» з впровадженням системи релейного захисту багатофункціонального напрямку, що значно підвищує надійність електропостачання споживачів .

Практична цінність. Розроблені питання в бакалаврській роботі можуть бути використанні для синтезу систем електропостачання, що мають забезпечити якісною електроенергією технологічні процеси заводів харчової промисловості.

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО

ПрАТ «Біолік» є одним із бюджетоутворюючих підприємств міста Ладизин, що розташований в межах міста та займає територію близько 20 тис. м². У зв'язку з тим, що підприємство виробляє різноманітну продукцію, пов'язану з використанням спирту, технологічний процес його нарахує велику кількість обладнання.

За рахунок постійної модернізації виробництва та впровадження інноваційних технологій підприємство постійно розширює ринок збуту, що позитивно впливає на його економічні показники.

1.1 Коротка інформація про технологічний процес

Основною продукцією ПрАТ «Біолік» є виготовлення алкогольних напоїв. Завдяки досвідченому та висококваліфікованому персоналу підприємство має можливість вирішувати будь які технічні проблеми та застосовувати передові досягнення для удосконалення основного технологічного процесу.

У зв'язку з тим, що всі цехи підприємства задіяні у виконанні основного технологічного процесу на заводі існує графік у вигляді технологічних карт, що дозволяє вдало поєднувати роботу окремих цехів.

Для забезпечення власних потреб заводу у тепловій енергії на початку свого розвитку підприємство побудувало власну котельню, яка окрім забезпечення технологічного процесу виконує функції опалення виробничих цехів та адміністративних будівель.

Котельня обладнана паровими котлами ДКВР-2,5/13 продуктивністю пару 2,5 т/год, та трьома котлами ДКВР-10/13 продуктивністю 10 т/год. В якості палива використовується природний газ, теплота згорання якого $Q^p_n = 33,424 \text{ МДж/ м}^3$. Вдале географічне розташування заводу дозволяє використовувати розташоване поруч природне джерело води для потреб котельні.

Вода з джерела проходить на заводі хімічну підготовку з використанням механічних та натрієво-катіонітових фільтрів. Ця підготовлена вода поступає на деаераційно–живильну установку де з неї видаляється кисень та вуглекислоти.

Установка для підготовки води складається з деаератора ДСА та живильних насосів марки ЦВ-5/140, що мають потужність 22 кВт. Деаерована вода проходить повний цикл підготовки, підігрівається від температури 100 °С до 150° С та використовується для підвищення ККД котла. Отриманий в цьому процесі пар через розподільник подається на виробництво та використовується в опаленні.

В технології підготовки води передбачена безперервна і періодична продувка котла, що запобігає утворенню накипу. Залишки води поступають в продувочний колодязь, що розташований поруч з деаератором біля приміщення котельні.

Окрім того є можливість забезпечення системи опалення водою з централізованої системи за допомогою двох спеціальних насосів (один резервний)

Стану та якості води приділяється значна увага у зв'язку з тим, що вона є основною складовою технологічного процесу.

В приміщенні котельні розташовані також парові котли, щит теплового контролю, захист та автоматика технологічного процесу.

1.2 Інфоормация про споживачів підприємства

Генеральний план підприємства ПрАТ «Біолік» представлений на рисунку 1.1, а відомості про електричні потужності підприємства надані в таблиці 1.1.

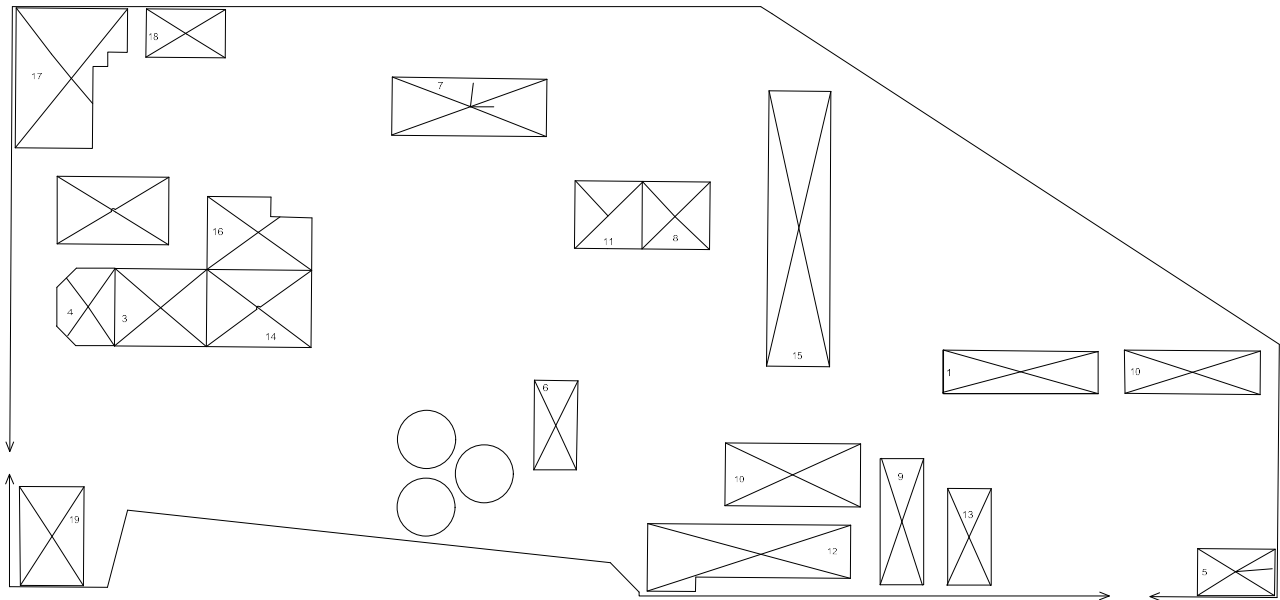


Рисунок 1.1 - Генплан ПрАТ «Біолік»

Таблиця 1.1 - Вхідні дані про електричні навантаження заводу

№ на плані	Назва цеху	Р _н , кВт
1	Солодовий корпус	357
2	Котельня	323,75
3	Вуглекислотний цех	194
4	Холодильна станція	161
5	Мазутонасосна	132,1
6	КНС(Бродільна яма)	46,5
7	Механічні майстерні	33,1
8	Насосна станція технологічної води	103
9	Склад солі. Компресорна	64,5
10	Гараж автомобільний	7
11	Насосна станція зворотньоно водопостачання	222,2
12	Столярна майстерня	39,2

Таблиця 1.1 - Продовження

13	Спиртосховище	18
14	Бродильне відділення	98,62
15	Головний корпус	158,1
16	Спиртове відділення. Відділення приготування квасу	238,7
17	Горільчаний цех	375
18	Електричний цех	161,83
19	Заводоуправління	4
	Всього	2737,6

Зазвичай всі електричні споживачі подібних підприємств відносяться до третьої категорії надійності електропостачання.

План бродильного відділення показано на рисунку 1.2

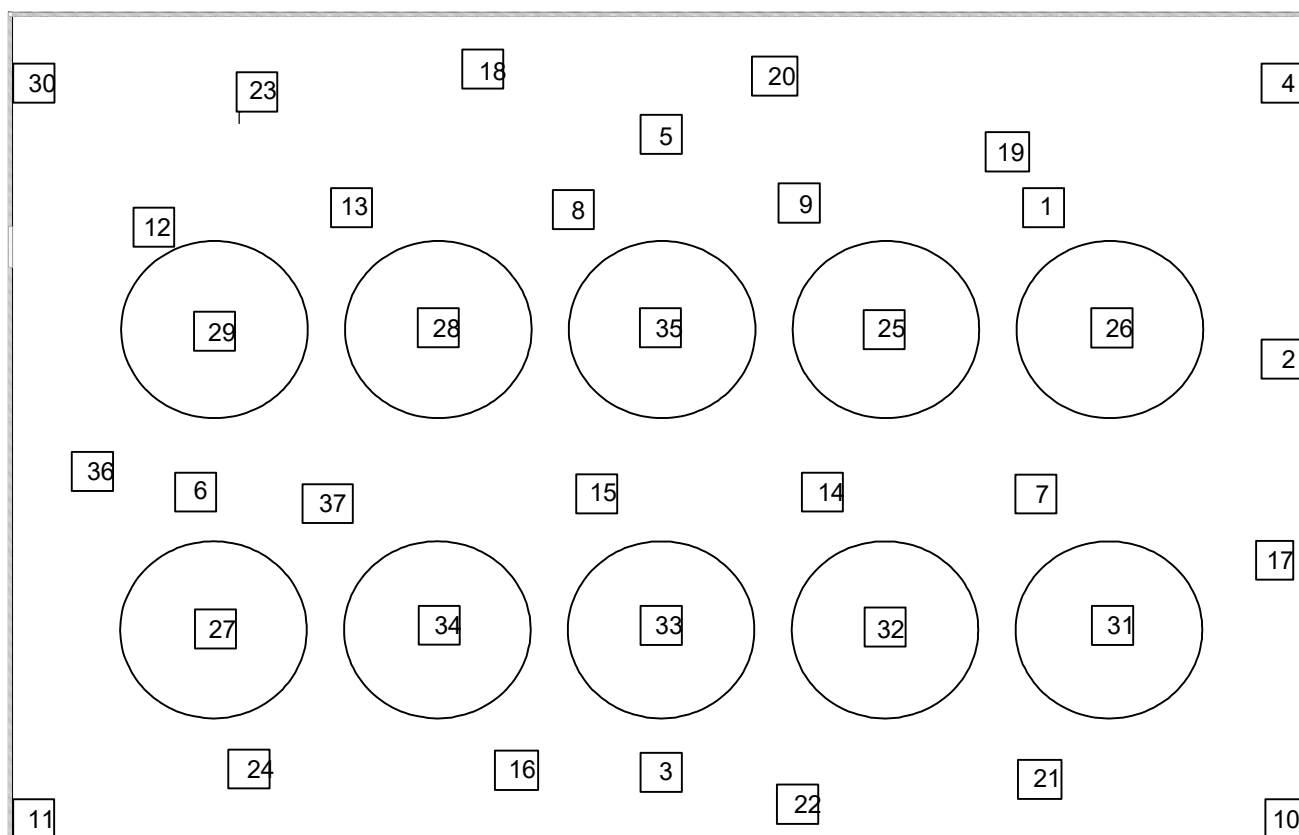


Рисунок 1.2 - План бродильного відділення

2. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРАТ «БІОЛІК»

Розробка системи електропостачання в загальному випадку передбачає розгляд окремо цехової системи електропостачання та системи електропостачання підприємства в цілому. Для кожної з таких підсистем повинні бути визначені розрахункові навантаження, комутаційна апаратура, лінії живлення та ін.. Окрім того повинно бути обрана конфігурація схеми електропостачання та визначені місця встановлення відповідних розподільчих пристроїв та трансформаторних підстанцій. Такі розрахунки прийнято виконувати в наступній послідовності.

2.1 Обґрунтування та вибір схеми цехової мережі

Аналізуючи план бродильного відділення який ми обираємо в якості розрахункового можна зробити наступні висновки. Виходячи з розташування та потужностей споживачів цеху доцільно живлення останніх виконувати від чотирьох розподільчих пристроїв та використати радіальну схему підключення споживачів.

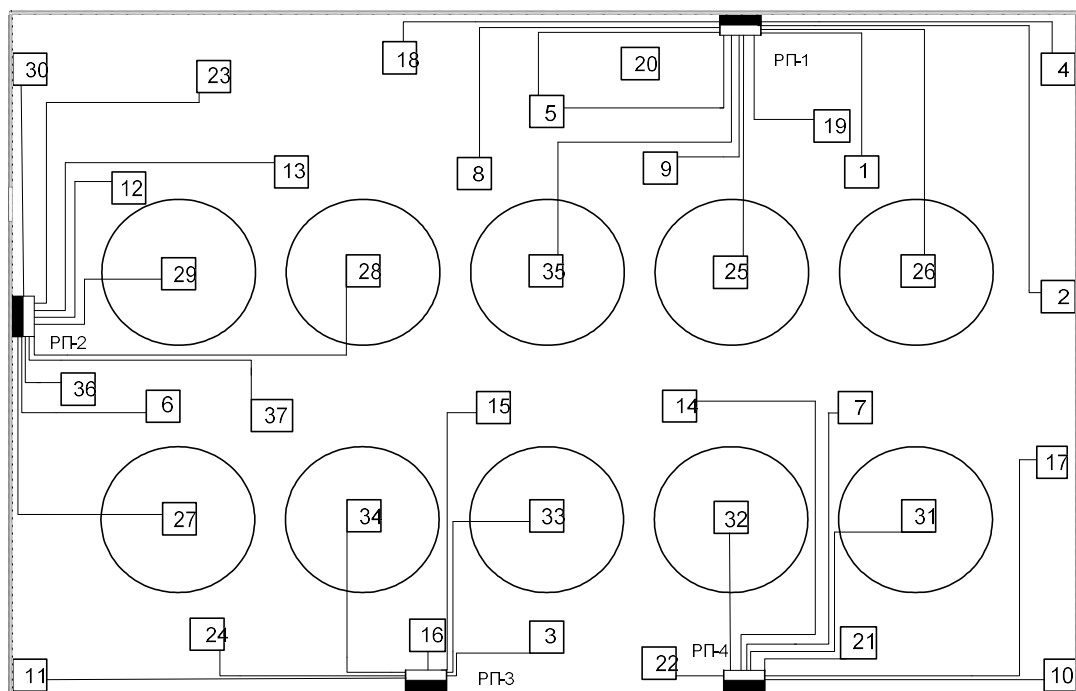


Рисунок 2.1 – Схема розподільчої цехової мережі 0,4 кВ .

2.2 Розрахунок навантажень цехової мережі

Наступним кроком після створення цехової мережі електропостачання та умовного під'єднання до неї споживачів можна перейти до визначення розрахункових навантажень.

Розрахунок цехових навантажень рекомендується виконувати методом упорядкованих діаграм, що передбачає визначення середньозмінних активних та реактивних навантажень з застосуванням коефіцієнта використання і паспортними даними за виразами:

$$P_{cm} = k_v \cdot P_n, \quad (2.1)$$

$$Q_{cm} = P_{cm} \operatorname{tg} \varphi_n, \quad (2.2)$$

де k_v – величина коефіцієнт використання приймача [3];

$\operatorname{tg} \varphi_n$ – паспортне значення коефіцієнта реактивної потужності.

В наведених формулах використанні паспортні значення для збільшення точності розрахунків, їх також приймають в якості номінальних.

Для груп споживачів, що приєднання до одного розподільчого пункту рекомендують [3] користуватися наступними формулами, що враховують коефіцієнти максимуму потужності та ефективного числа електроприймачів:

$$P_m = K_m \times \sum_{i=1}^n k_{vi} \times P_{ni}, \quad Q_m = \begin{cases} 1,1 \sum_{i=1}^n k_{vi} \times P_{ni} \times \operatorname{tg} \varphi_{c,i} & \text{при } n_e \leq 10, \\ \sum_{i=1}^n k_{vi} \times P_{ni} \times \operatorname{tg} \varphi_{c,i} & \text{при } n_e > 10; \end{cases} \quad (2.3)$$

Значення групового коефіцієнту використання, що присутній у формулі (2.3) можна визначити використовуючи таблиці [3] або графіки $K_m(n_e, K_v)$ (дивись 2.4).

$$K_B = \frac{P_{CM}}{P_H} = \frac{\sum_{i=1}^n k_{Bi} P_{Hi}}{\sum_{i=1}^n P_{Hi}}, \quad (2.4)$$

де P_H – паспортне значення потужності електроприймача.

Ефективне число електроприймачів рекомендується визначати з формули [3]:

$$n_e \approx \begin{cases} n & \text{при } m \leq 3, \\ \frac{2P_H}{P_{H.\text{макс}}} & \text{при } m > 3 \text{ і } K_B \geq 0,2, \end{cases} \quad (2.5)$$

де m – відображає співвідношення паспортних потужностей найбільшого і найменшого ЕП;

Отримане розраховане значення ефективного числа електроприймачів n_e рекомендується округляти до найближчого цілого числа.

Потім визначаються необхідні значення за формулами:

$$P_M = P_{CM}, \quad (2.6)$$

$$Q_M = Q_{CMH} \quad (2.7)$$

Звідки повна потужність відповідає значенню:

$$S_M := \sqrt{P_M^2 + Q_M^2}, \quad (2.8)$$

що відповідає максимальному струму:

$$I_M := \frac{S_M}{\sqrt{3} \cdot U} \quad (2.9)$$

де U – напруга мережі, В.

Використовуючи вище описаний алгоритм знаходимо потрібні для розрахунки навантаження величини.

$$n_e = \frac{(\sum_{i=1}^n P_{ni})^2}{\sum_{i=1}^n P_{ni}^2} = \frac{25^2}{134,5} = 4,64, \quad (2.10)$$

Значення коефіцієнта використання K_b

$$K_b = \frac{P_{cm}}{P_n} = \frac{1,8}{4} = 0,45 \quad (2.11)$$

По отриманим значенням K_b та n_e можна визначаємо $K_M=1,05$, як було вказано вище.

Знаходимо величини P_M , Q_M , S_M , I_M

$$P_M = K_M \times \sum_{i=1}^n k_{bi} \times P_{ni} \quad (2.12)$$

$$P_M = 1,05 \times 28,25 = 29,67 \text{ кВт}$$

Знаходимо Q_M ,

$$Q_M = \sum_{i=1}^n k_{bi} \times P_{ni} \times \text{tg} \varphi_{c,i} \quad (2.13)$$

$$Q_M = 29,67 \times 0,75 = 24,14 \text{ вар}$$

Відповідно S_M буде:

$$S_M = \sqrt{P_M^2 + Q_M^2} = \sqrt{29,67^2 + 24,14^2} = 38,25 \text{ кВА} \quad (2.14)$$

Тоді I_M

$$I_M = \frac{S_M}{\sqrt{3} \times 0,38} = \frac{38,25}{\sqrt{3} \times 0,38} = 59,21 \text{ кВт} \quad (2.15)$$

$$Q_M = 24 + 3,7 = 28 \text{ кВАр}$$

Відповідно S_M по РП1:

$$S_M = \sqrt{P_M^2 + Q_M^2} = \sqrt{34.6^2 + 28^2} = 44.35 \text{ кВА} \quad (2.16)$$

Значення величини струму I_M :

$$I_M = \frac{S_M}{\sqrt{3} \times 0.38} = \frac{44.35}{\sqrt{3} \times 0.38} = 68.65 \text{ А} \quad (2.17)$$

Аналогічно розраховуємо необхідні розрахункові величини для всіх інших РП (РП2, РП3, РП4) та заносимо в таблиці 2.1 ті величини, які потрібні для вибору електротехнічного обладнання та кабельної продукції

2.3 Обґрунтування та вибір обладнання 0,4 кВ та провідників цехової системи електропостачання.

При виборі комутаційного обладнання, що захищає лінії від ТП до РП необхідно дотримуватися вимог селективності. У зв'язку з цим виберемо автоматичні вимикачі українського виробництва серії ВА55-39. При цьому потрібно мати на увазі, що при визначенні значень струму, що обумовлені групою електроприймачів, приєднаних до одного РП вони повинні бути знайдені як сума найбільших пускових струмів, які входять до цієї групи.

$$I_{\text{пик}} = I_{\text{п.мах}} + (I_p - I_{\text{р.мах}}) \quad (2.18)$$

де: $I_{\text{п.мах}}$ –пусковий струм двигуна, що є найбільшим з групи приймачів;

I_p – значення розрахункового струму для цієї групи;

$I_{\text{р.мах}}$ – значення розрахункового струму певного двигуна, що відповідає максимальному пусковому струму.

Розрахунковий струм, що характеризує електроприймачів бродильного відділення визначається за формулою (2.19) був визначений раніше.

$$I_p = S_p / (\sqrt{3} \cdot U_n) \quad (2.19)$$

Для кожного окремого двигуна значення пускового струму визначається за його номінальним значенням та коефіцієнту кратності пуску K_p .

$$I_{\Pi} = K_{\Pi} \cdot I_{\text{ном}} \quad (2.20)$$

Згідно рекомендацій ПУЕ [1] переріз проводів живлячої цехової мережі вибирають за умовою нагріву тривалим розрахунковим струмом та надійністю захисного пристрою відповідно:

$$I_p \leq K_{\text{сн}} \cdot I_{\text{доп}} \quad (2.21)$$

$$K_{\text{сн}} \cdot I_{\text{доп}} \geq K_{\text{зах}} \cdot I_z \quad (2.22)$$

де I_p – значення розрахункового струму;

$I_{\text{доп}}$ – допустимий струм певного провідника;

I_z – характеристика захисного апарату;

$K_{\text{сн}}$ – коефіцієнт, що враховує умови, в яких прокладено провід або кабель;

$K_{\text{зах}}$ – коефіцієнт захисту, що характеризує співвідношення тривалого розрахункового струму до струму захисного апарату.

При виборі автоматичних вимикачів потрібно враховувати струм уставки автомату та похибку в роботі розчеплювача.

Крім того при виборі автоматичних вимикачів потрібно, щоб напруга мережі не перевищували напругу автомату, а також слідкувати за тим, щоб вимикаюча здатність відповідала струмам к.з., що проходять через нього. Однією із умов

вибору автоматичного вимикача є те, що його номінальний струм, який характеризує розчеплювач був не менше тривалого найбільшого розрахункового струму навантаження:

$$I_{н.роз.} \geq I_M \quad (2.23)$$

В нормальному режимі автоматичний вимикач не повинен спрацьовувати при умові:

$$I_{н.роз.} \geq (1.1-1.3) I_M \quad (2.24)$$

У випадку коли можуть існувати короточасні перевантаження автоматичний вимикач повинен нормально працювати, що досягається вибором уставки за умовою:

$$I_{н.роз.} \geq (1.25-1.35) I_M \quad (2.25)$$

Наведемо приклади вибору автоматичних вимикачів на напругу 0,4 кВ для ділянки лінії ТП-3 – РП-1.

Знайдемо розрахунковий струм:

$$I_M = S_p / \sqrt{3} \cdot U_n = 44.35 \cdot 10^3 / \sqrt{3} \cdot 380 = 67.38 \text{ А}$$

де S_p – розрахункова потужність.

Найбільший пусковий струм:

$$I_{п} = 5 \cdot I_{рmax} = 5 \cdot 9.27 = 46.35$$

де $I_{рmax}$ – пусковий струм найбільшого споживача.

$$I_{рmax} = 9,27 \text{ (А)}$$

Величина пускового струму лінії ТП3 – РП1:

$$I_{п} = I_p + I_{пmax} = (67.38 - 9.27) + 46.35 = 101.87 \text{ (А)} \quad (2.26)$$

Обираємо автоматичний вимикач ВА 55-39 з технічними характеристиками: номінальний струм $I_{номВ} = 160 \text{ А}$ та номінальним струмом розчеплювача, що визначається з виразу:

$$I_{\text{проз}} = 63 > K_{\text{відс}} \cdot I_M = 1.1 \cdot 101.87 / 1.8 = 62.3 \text{ (A)} \quad (2.27)$$

де $K_{\text{відс}}$ – характеристичний коефіцієнт для типу вимикачів серії ВА (рівний 1.1...1.6).

Величина струму спрацювання відсічки:

$$I_{\text{св}} = 200 > K_H \cdot I_{\text{п}} = 1.5 \cdot 101.87 = 152.8 \text{ (A)} \quad (2.28)$$

де K_H – коефіцієнт надійності ($K_H = 1.5$ для серії ВА).

Час спрацювання відсічки $t_{\text{св}} = 0.1$ с.

Вибираємо кабель марки АВВГ 3×35+1×16. Спосіб прокладки – відкритий по стінах та перегородках з кріпленням скобами.

$$I_{\text{доп}} = 0.92 \cdot 75 = 69 \text{ (A)}.$$

Визначений переїз кабелю неохілно перевірити на допустиму втрату напруги. Для цього використовується наступний вираз:

$$\Delta U_1 = I \frac{P_M \times R_{\text{пит}} + Q_M \times X_{\text{пит}}}{U_{\text{ном}}} = 130 \times \frac{34.55 \times 0.405 + 27.8 \times 0.064}{380} = 5.4 \text{ В.} \quad (2.29)$$

Втрати напруги на ділянці РП1-ЕП1:

$$\Delta U_2 = I \frac{P_M \times R_{\text{пит}} + Q_M \times X_{\text{пит}}}{U_{\text{ном}}} = 8 \times \frac{5.4 \times 2.4 + 4.75 \times 0.084}{380} = 0,3 \text{ В.}$$

Загальні втрати напруги складуть:

$$\Delta U = \Delta U_1 + \Delta U_2 = 5,4 + 0,3 = 5,7 \text{ В,} \quad (2.30)$$

що менше від допустимого значення.

Нище представлена комплексна таблиця (таблиця 2.1), яка містить інформацію про розрахункові струму споживачів та відповідні вибрані автоматичні вимикачі та перерізи кабелів та провідників.

Таблиця 2.1 Характеристика навантажень бродильного цеху з встановленим обладнанням та провідниками.

Лінія	Ім, А	Іп, А	Тип захисного апарата	Іномв, А	Ін роз., А	Іс.в., А	S,мм^2	Спосіб прокладки	Тип провідника	Ідоп, А
ТПЗ-РП1	67,38	46,35	ВА 55-39	160	101,87	200	3*35+1*16	відкрите	АВВГ	69
ТПЗ-РП2	63,4	94,17	ВА 55-39	160	94,17	200	3*35+1*16	відкрите	АВВГ	69
ТПЗ-РП3	82,42	134,9	ВА 55-39	160	134,91	250	3*50+1*25	відкрите	АВВГ	96,6
ТПЗ-РП4	80,99	155,3	ВА 55-39	160	155,32	320	3*70+1*35	відкрите	АВВГ	124,2
РП1-ЕП1	3,64	18,2	ВА51-25	25	18,2	80	4(1X4)	в трубах	АПВ	19,32
РП1-ЕП8	3,64	18,2	ВА51-25	25	18,2	80	4(1X4)	в трубах	АПВ	19,32
РП1-ЕП9	3,64	18,2	ВА51-25	25	18,2	80	4(1X4)	в трубах	АПВ	19,32
РП1-ЕП18	4,19	20,95	ВА51-25	25	20,95	125	4(1X4)	в трубах	АПВ	19,32
РП1-ЕП19	4,19	20,95	ВА51-25	25	20,95	125	4(1X4)	в трубах	АПВ	19,32
РП1-ЕП20	4,19	20,95	ВА51-25	25	20,95	125	4(1X4)	в трубах	АПВ	19,32
РП1-ЕП5	5,02	25,1	ВА51-31	100	25,1	160	4(1X4)	в трубах	АПВ	19,32
РП1-ЕП2	3,49	17,45	ВА51-25	25	17,45	80	4(1X4)	в трубах	АПВ	19,32
РП1-ЕП25	7,84	39,2	ВА51-31	100	39,2	250	4(1X10)	в трубах	АПВ	35
РП1-ЕП26	7,84	39,2	ВА51-31	100	39,2	250	4(1X10)	в трубах	АПВ	35
РП1-ЕП35	7,84	39,2	ВА51-31	100	39,2	250	4(1X10)	в трубах	АПВ	35
РП1-ЕП4	9,27	46,35	ВА51-31	100	46,35	250	4(1X10)	в трубах	АПВ	35
РП2-ЕП6	3,64	18,2	ВА51-25	25	18,2	80	4(1X4)	в трубах	АПВ	19,32
РП2-ЕП12	3,64	18,2	ВА51-25	25	18,2	80	4(1X4)	в трубах	АПВ	19,32
РП2-ЕП13	3,64	18,2	ВА51-25	25	18,2	80	4(1X4)	в трубах	АПВ	19,32
РП2-ЕП37	3,64	18,2	ВА51-25	25	18,2	80	4(1X4)	в трубах	АПВ	19,32
РП2-ЕП27	7,84	39,2	ВА51-31	100	39,2	250	4(1X10)	в трубах	АПВ	35
РП2-ЕП28	7,84	39,2	ВА51-31	100	39,2	250	4(1X10)	в трубах	АПВ	35
РП2-ЕП29	7,84	39,2	ВА51-31	100	39,2	250	4(1X10)	в трубах	АПВ	35
РП2-ЕП23	4,05	20,25	ВА51-25	25	20,25	100	4(1X4)	в трубах	АПВ	19,32
РП2-ЕП36	5,69	28,45	ВА51-31	100	28,45	160	4(1X4)	в трубах	АПВ	19,32
РП2-ЕП30	9,27	46,35	ВА51-31	100	46,35	250	4(1X10)	в трубах	АПВ	35
РП3-ЕП33	7,84	39,2	ВА51-31	100	39,2	250	4(1X10)	в трубах	АПВ	35
РП3-ЕП34	7,84	39,2	ВА51-31	100	39,2	250	4(1X10)	в трубах	АПВ	35
РП3-ЕП15	3,64	18,2	ВА51-25	25	18,2	80	4(1X4)	в трубах	АПВ	19,32
РП3-ЕП3	5,02	25,1	ВА51-31	100	25,1	160	4(1X4)	в трубах	АПВ	19,32
РП3-ЕП16	5,35	26,75	ВА51-31	100	26,75	160	4(1X4)	в трубах	АПВ	19,32
РП3-ЕП24	19,19	95,95	ВА51-31	100	95,95	280	4(1X16)	в трубах	АПВ	50,6
РП3-ЕП11	9,27	46,35	ВА51-31	100	46,35	250	4(1X10)	в трубах	АПВ	35
РП4-ЕП31	7,84	39,2	ВА51-31	100	39,2	250	4(1X10)	в трубах	АПВ	35
РП4-ЕП32	7,84	39,2	ВА51-31	100	39,2	250	4(1X10)	в трубах	АПВ	35
РП4-ЕП7	3,64	18,2	ВА51-25	25	18,2	80	4(1X4)	в трубах	АПВ	19,32
РП4-ЕП14	3,64	18,2	ВА51-25	25	18,2	80	4(1X4)	в трубах	АПВ	19,32
РП4-ЕП21	7,84	39,2	ВА51-31	100	39,2	250	4(1X10)	в трубах	АПВ	35
РП4-ЕП22	7,84	21,78	ВА51-31	100	39,2	250	4(1X10)	в трубах	АПВ	35
РП4-ЕП17	22,75	113,8	ВА 55-39	160	113,75	250	4(1X16)	в трубах	АПВ	50,6
РП4-ЕП10	2,93	14,65	ВА51-25	25	14,65	63	4(1X4)	в трубах	АПВ	19,32

2.4 Визначення розрахункових навантажень ПрАТ «Біолік»

Наступний крок з створення системи електропостачання передбачає визначення розрахункових навантажень окремих цехів підприємства та знаходження сумарного значення розрахункової потужності ПрАТ «Біолік».

Спираючись на досвід проектування визначення розрахункової потужності підприємства доцільно виконувати наближеним способом з використанням коефіцієнту попиту навантаження.

Коли мова йде про визначення подібної загальної потужності, необхідно враховувати також потужність освітлення кожного з цехів. Вона також враховується наближено з використанням коефіцієнту попиту освітлення на основі відомих площин споруд підприємства.

Подібно до інших розділів надамо алгоритм визначення розрахункових навантажень.

1. Значення активного силового навантаження певного цеху визначається як:

$$P_M = P_n \cdot K_n, \quad (2.31)$$

де P_n – значення номінальної потужності;

K_n – коефіцієнт попиту;

2. Значення активного освітлювального навантаження певного цеху визначається як:

$$P_{mo} = p_{пит.о} \cdot K_{п.о} \cdot S, \quad (2.32)$$

де $P_{пит}$, кВт/–освітлювальне навантаження на 1 м² площі;

S – площа цеху;

$K_{п.о}$ – коефіцієнт попиту для освітлення;

3. Сумарне розрахункове активне навантаження:

$$P_{M\Sigma} = P_M + P_{M.O.}; \quad (2.33)$$

4. Сумарне розрахункове реактивне навантаження:

$$Q_{M\Sigma} = P_M \operatorname{tg} \varphi + Q_{M.O.}; \quad (2.34)$$

5. Сумарне розрахункове навантаження підприємства:

$$S_M = \sqrt{P_{M\Sigma}^2 + Q_{M\Sigma}^2}. \quad (2.35)$$

Наведемо приклад розрахунку для солодового корпусу та визначемо всі величини, які опистані вище. Згідно з [3] приймемо коефіцієнт попиту силового навантаження $K_{\Pi}=0,67$, а коефіцієнт попиту освітлювального навантаження $K_{\Pi o}=0,8$. Площа цеху становить $S=868000 \text{ м}^2$.

$$P_{M1} = 357 \cdot 0,67 = 239,19 \text{ кВт};$$

$$P_{Mo1} = 0,013 \cdot 0,8 \cdot 868000 = 15,51 \text{ кВт};$$

$$P_{M\Sigma} = 239,19 + 15,51 = 254,7 \text{ кВт};$$

$$Q_{M1} = 254,7 \cdot 0,75 = 191,025 \text{ кВАр};$$

$$S_{M\Sigma} = \sqrt{254,7^2 + 191,025^2} = 318,375 \text{ кВА}.$$

Для інших цехів ПрАТ «Біолік» використовується такий же алгоритм знаходження розрахункової потужності – силової та освітлювальної. З отриманих даних можна визначити розрахункові активну, реактивну та повну потужності всього підприємства.

$$P_{m\Sigma} = K_o \cdot \Sigma P_{mi} = 1 \cdot 1941 = 1941 \text{ кВт} \quad (2.36)$$

$$Q_{m\Sigma} = K_o \cdot \Sigma Q_{mi} = 1 \cdot 1418 = 1418 \text{ квар} \quad (2.37)$$

$$S_{m\Sigma} = \sqrt{P_{m\Sigma}^2 + Q_{m\Sigma}^2} = \sqrt{1941^2 + 1418^2} = 2403 \text{ кВА} \quad (2.38)$$

Інформація про визначення розрахункових потужностей підприємства наведена в таблиці 2.2

Таблиця 2.2 - Інформація про навантаження підприємства

№	Назва цеху	Силове навантаження						Освітлювальне навантаження				Сумарне навантаження		
		Рн	кп	cosφ	tgφ	Рс	Qс	кпо	F,м²	Рпит	Рмо	Рм	Qм	Sm
1	Солодовий корпус	357	0,67	0,8	0,75	243,99	179,39	0,8	868	0,013	4,80	254,7	191,0	318,3
2	Котельня	323,75	0,68	0,75	0,882	241,08	184,15	0,85	2184	0,016	20,93	247,56	199,9	318,2
3	Вуглеуислотний цех	194	0,6	0,8	0,75	121,95	87,3	0,85	1020	0,012	5,54	137,47	98,94	168,4
4	Холодильна станція	161	0,65	0,85	0,62	106,29	64,856	0,7	450	0,013	1,63	114,34	69,85	134
5	Мазутонасосна	132,1	0,52	0,77	0,829	69,7	56,92	0,7	392	0,12	1,0	77,626	63,49	100,3
6	КНС(Бродяма)	46,5	0,55	0,79	0,776	29,085	19,848	0,75	640	0,12	3,5	34,2	23,82	41,68
7	Механічні майстерні	33,1	0,65	0,85	0,62	28,427	13,334	0,9	784	0,16	6,91	30,082	14,36	33,33
8	Насосна станція технологіч	103	0,65	0,8	0,75	67,516	50,213	0,75	336	0,13	0,565	71,636	53,3	89,25
9	Склад солі. Компресорна	64,5	0,88	0,8	0,75	46,645	32,895	0,85	756	0,13	2,78	47,935	33,86	58,65
10	Гараж автомобільний	7	0,5	0,79	0,776	13,187	2,7163	0,85	1456	0,015	9,68	13,957	3,314	14,35
11	Насосна станція зворотнього водопостачання	222,2	0,6	0,8	0,75	133,89	99,99	0,75	336	0,013	0,565	153,88	115	192,1
12	Столярна майстерня	39,2	0,2	0,5	1,732	13,915	13,579	0,9	1280	0,015	6,075	15,875	16,97	23,24

Продовження таблиці 2.2 - Інформація про навантаження підприємства

13	Спиртосховище	18	0,65	0,85	0,62	13,85	7,251	0,8	480	0,014	2,1504	14,75	7,809	16,65
14	Бродильне відділення	98,62	0,7	0,77	0,829	78,106	57,204	0,7	1500	0,015	9,072	78,106	57,2	96,81
15	Головний корпус	158,1	0,6	0,79	0,776	101,66	73,619	0,85	2000	0,016	6,8	114,31	83,44	141,5
16	Спиртове відділення. Відділ приготування квасу	238,7	0,58	0,77	0,829	142,93	114,72	0,8	3088	0,014	4,48	157,25	126,6	201,5
17	Горільчаний цех	375	0,63	0,79	0,776	240,15	183,35	0,75	2600	0,013	3,9	258,9	197,9	325,5
18	Електроінструментний цех	161,83	0,59	0,85	0,62	96,245	59,173	0,85	180	0,015	0,765	105,95	65,19	124,4
19	Заводоуправління	4	0,7	1	0	12,285	0	0,95	100	0,016	9,4848	13,485	0	12,48
20	Всього	2737,6				1800,9	1310,5		21450			1941	1418	2403

2.5 Розрахунок необхідної потужності цехових трансформаторних підстанцій.

Наступним етапом створення надійної системи електропостачання є визначення потужності трансформаторних підстанцій, що мають бути встановлені в цехах, вибір їх кількості та визначення місця їх встановлення.

Ці величини мають безпосередній вплив на ефективний розподіл цехових навантажень між обраними трансформаторними підстанціями, що в свою чергу впливають на техніко-економічні показники роботи підприємства.

Споживачі ПрАТ «Біолік» відносяться до II та III категорії по надійності електропостачання, тому живлення електроприймачів має відбуватися від двотрансформаторних чи одно трансформаторних підстанцій відповідно до категорії. При визначенні числа та потужності трансформаторів цехових ТП основними вимогами є забезпечення надійності електропостачання та досягнення максимальної ефективності живлячих мереж. При цьому потрібно задовольняти вимоги уніфікації обраних трансформаторних підстанцій та наявність їх холодного резерву.

Перейдемо до визначення економічного значення потужності трансформаторів та їх кількості. Для цього знайдемо загальну площу кожного цеху та підприємства в цілому:

$$F_{\Sigma} = \sum F_i = 21450 \text{ м}^2 \quad (2.39)$$

Визначимо питоме навантаження на одиницю площі:

$$S_{\text{пит}} = \frac{S_{\Sigma}}{F_{\Sigma}} = \frac{2403}{21450} = 0.112 \frac{\text{кВ} \cdot \text{А}}{\text{м}^2}. \quad (2.40)$$

Отримане значення свідчить про те, що до впровадження можна прийняти однострансформаторні підстанції з номінальною потужністю $S_{\text{ном.т}} = 630$ або $1000 \text{ кВ} \cdot \text{А}$.

Розглянемо ці варіанти живлення.

1. При $S_{\text{ек}} = S_{\text{ном.т}} = 630 \text{ кВ} \cdot \text{А}$ кількість трансформаторних підстанцій буде:

$$N_{\text{ек}} = \frac{S_{\Sigma}}{S_{\text{ек}} \times k_3} = \frac{2403}{630(0,9 \div 0,95)} = 4.23 \div 4,01. \quad (2.41)$$

Таким чином, до встановлення необхідно прийняти чотири ТП-630 кВ·А.

2. При $S_{\text{ек}} = S_{\text{ном.т}} = 1000 \text{ кВ} \cdot \text{А}$ кількість трансформаторних підстанцій буде:

$$N_{\text{ек}} = \frac{S_{\Sigma}}{S_{\text{ек}} \cdot k_3} = \frac{2403}{1000(0,9 \div 0,95)} = 2,67 \div 2,63 \text{ шт.}$$

В такому випадку до встановлення приймаємо три ТП.

Для забезпечення кращого завантаження трансформаторів на трансформаторних підстанціях приймемо до встановлення одну двотрансформатрну підстанцію з трансформаторами 630 кВ·А та дві одно трансформаторні, потужність який 1000 кВ·А.

Розподіл цехів по трансформаторних підстанціях та результати вибору їх представимо в таблиці 2.3

Таблиця 2.3 – Розподіл ТП по цехах та їх коефіцієнт завантаження.

Цех	Тип трансформатора	S _м	кз
Цех №6 Цех №7 Цех №8 Цех №11 Цех №16 Цех №18	ТМ1000	681,7	0,68
Цех №1 Цех №5 Цех №9 Цех №10 Цех №12 Цех №13 Цех №15	ТМ1000	670	0,67
Цех №2 Цех №3 Цех №4 Цех №14 Цех №17 Цех №19	2хТМ630	1051,3	0,83

2.6 Розрахунок місця розташування ЦРП-10кВ

Доцільність спорудження ЦРП-10 кВ обумовлено тим, що на підприємстві ПрАТ «Біолік» необхідно встановити чотири трансформатори. Для зменшення кількості живлячих ліній, підвищення надійності роботи системи електропостачання та безперебійності забезпечення електроенергією споживачів підприємства, що можна досягти тільки встановленням ЦРП-10 кВ.

Окрім того потрібно звернути увагу на те що підприємство само та трансформаторні підстанції цехів живляться однією напругою 10 кВ.

Для визначення місця встановлення центрального розподільчого пункту необхідно побудувати картограму електричних навантажень, що рекомендується провідними проектними організаціями та [3].

Картограма електричних навантажень будується на генеральному плані підприємства, що забезпечує її наочність, та представляє собою круги, які зображуються навколо відповідного цеху і еквівалентні їх потужностям. Окрім того для забезпечення точності визначення центру електричних навантажень на картограмі потрібно врахувати наявність навантаження освітлення. Вона зображається як сектор круга у колі силового навантаження цеху.

Картограма електричних навантажень будується у масштабі, який передбачає його визначення на базі радіуса кола та відповідної потужності цеху і вираховується з наступної формули:

$$P_i = \pi \times r_i^2 \times m \quad (2.42)$$

де m – прийнятий масштаб (0,05кВт/мм).

На основі цих даних визначається умовний центр електричних навантажень підприємства:

$$X_o = \frac{\sum_{k=1}^N P_{mk} \times x_k}{\sum_{k=1}^N P_{mk}}, \quad Y_o = \frac{\sum_{k=1}^N P_{mk} \times y_k}{\sum_{k=1}^N P_{mk}}, \quad (2.43)$$

$$X_o = \frac{\sum P_i \times X_i}{\sum P_i} = \frac{108.79 \times 25 + 44.55 \times 37 + 275.82 \times 79 + 275.82 \times 99 + 275.82 \times 79 + 275.82 \times 99}{108.79 + 44.55 + 275.82 + 275.82 + 275.82 + 275.82} + \frac{275.82 \times 79 + 275.82 \times 99 + 179.51 \times 79 + 53.51 \times 99 + 51.55 \times 55 + 86.87 \times 87}{275.82 + 275.82 + 179.51 + 53.51 + 51.55 + 86.87} = 52,3 \text{ м.}$$

$$Y_o = \frac{\sum P_i \times Y_i}{\sum P_i} = \frac{108.79 \times 410 + 44.55 \times 415 + 275.82 \times 350 + 275.82 \times 350 + 275.82 \times 260 + 275.82 \times 260}{108.79 + 44.55 + 275.82 + 275.82 + 275.82 + 275.82} + \frac{275.82 \times 150 + 275.82 \times 150 + 179.51 \times 205 + 53.51 \times 205 + 51.55 \times 70 + 86.87 \times 100}{275.82 + 275.82 + 179.51 + 53.51 + 51.55 + 86.87} = 83,6 \text{ м.}$$

Покажемо як та в якій послідовності знаходилися величини в попередніх формулах.

Сектор навантаження освітлювання цеху:

$$\alpha^0 = \frac{360 \times P_{po}}{P_p \Sigma} = \frac{360 \times 4.82}{254.7} = 6.8^0. \quad (2.44)$$

Визначимо масштаб картограми. Для цього приймемо радіус круга навантаження цеху №1, наприклад, $r_1 \approx 100$ м.

Тоді:

$$m_p = \frac{P_{M1}}{\pi r_1^2} = \frac{254.7}{3.14 \times 100^2} = 0.008 \text{ кВ/м}^2. \quad (2.45)$$

Це вказує на можливість прийняття масштабу $m_p = 0.1 \text{ кВт/м}^2$, що відповідає рекомендованим значенням масштабу.

Перерахуємо радіуси кругів при обраному масштабі:

$$r_1 = \sqrt{\frac{P_{M1}}{\pi m_p}} = \sqrt{\frac{254.7}{3.14 \times 0.1}} = 28.48 \text{ м.}$$

Аналогічно проводимо розрахунки з визначення радіусів кругів для всіх інших цехів підприємства та будуємо картограму навантажень на генплані. Результати розрахунків надані в таблиці 2.4, а картограма навантажень на рисунку 2.2.

Отримані координати центру при визначеному масштабі наступні: $x = 52.9$, $y = 83.6$.

Таблиця 2.4 – Розрахункові дані для побудови картограми ЦЕН

Назва цеху	X_i	Y_i	кут	r_i
Солодовий корпус	82	196	6,8	28,48
Котельня	45	16	30	28,08
Вуглекислотний цех	65	30	15	20,92
холодильна станція	63	16	5,2	19,08
КНС(бродяма)	113	242	4,7	15,72
Мазутонасосна	93	93	37	10,44
Механічні майстерні	18	75	83	9,788
Насосна стаанція технічної води	37	125	2,8	15,1
Склад солі. Компресорна	106	166	21	12,36
Гараж автомобільний	89	189	250	6,667
Насосна стаанція зворотньої води	37	114	1,3	22,14
Столярна майстерня	119	140	138	7,11
Спиртосховище	108	174	52	6,854
Бродильне відділення	67	52	42	15,77
Головний корпус	53	155	21	19,08
Горілочний цех	49	53	10	22,38
Спиртове відділення	10	10	5,4	28,71
Електроцех	4	33	2,6	18,37
Заводууправління	134	12	273	6,306

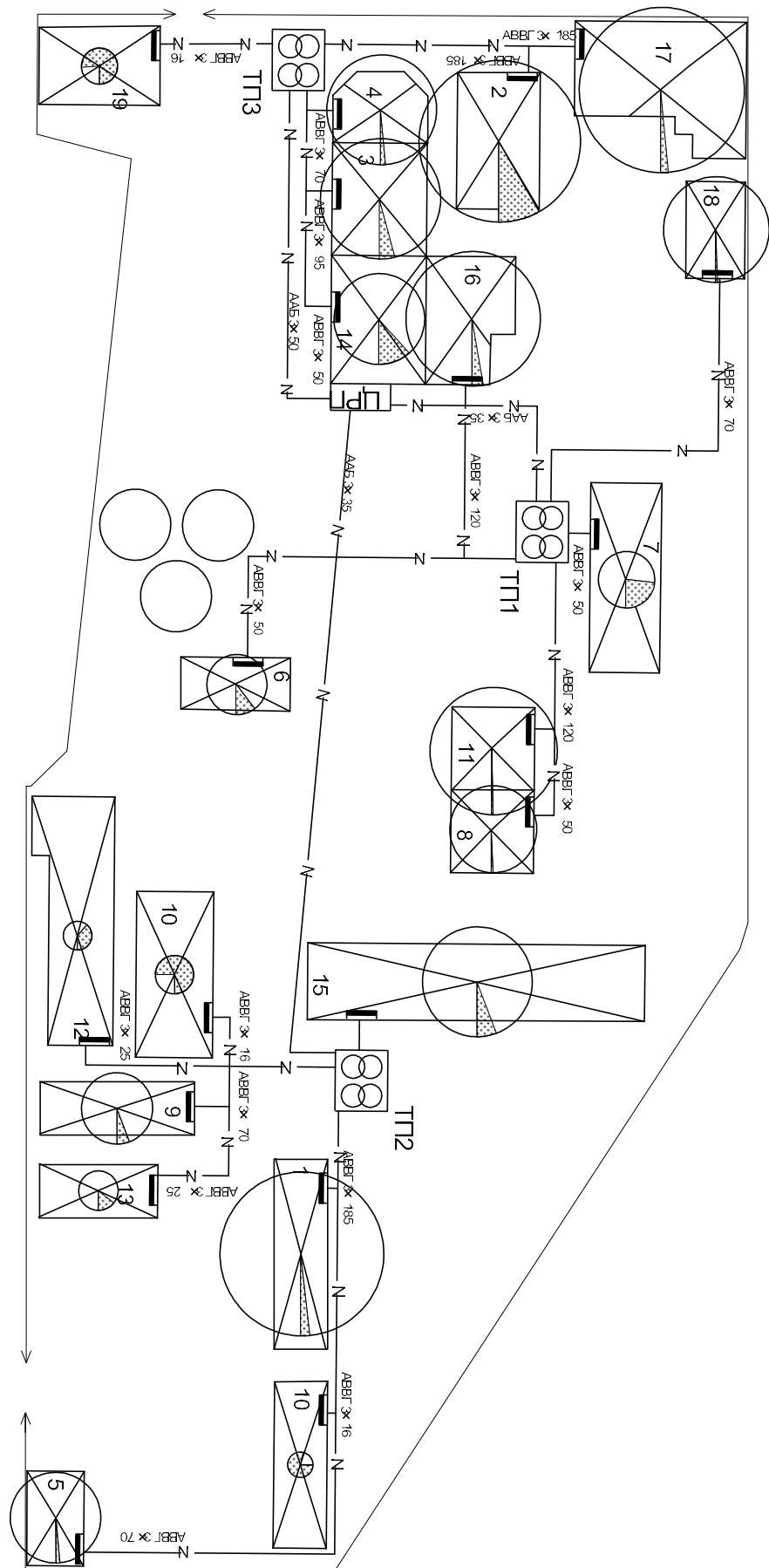


Рисунок 2.2 – Картограма електричних навантажень ПрАТ «Біолік»

2.7 Створення системи електропостачання та визначення основних її елементів.

Живлення ПрАТ «Біолік» заплановано від мережевої підстанції 35/10 кВ на напрузі 10 кВ, що обумовило будівництво на території підприємства центрального розподільчого пункту. Від нього кабельними лініями буде виконуватися електропостачання цехових трансформаторних підстанцій. Як відмічалось раніше схема системи електропостачання обрана радіального типу, що значно підвищує її надійність.

На рисунку 2.3 представлена схематична схема електропостачання підприємства.

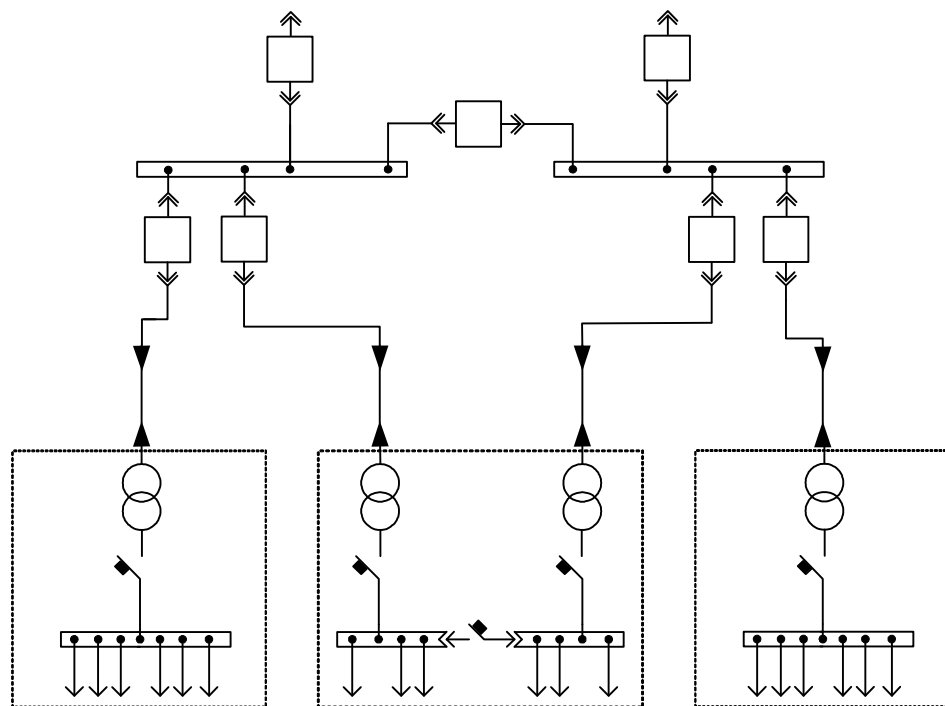


Рисунок 2.3 – Схема електропостачання ПрАТ «Біолік»

Для запропонованої схеми електропостачання виберемо високовольтне комутаційне обладнання, що виконує функцію комутації та захисту. Їх вибирають виходячи з значення номінальної напруги та величин розрахункових струмів з врахуванням післяаварійних режимів.

Для вибору високовольтного вимикача на фідері 10 кВ знайдемо струми нормального та післяаварійного режимів:

$$I_M = \frac{S_M}{\sqrt{3} \times U_{\text{ном}}} = \frac{2403}{2 \times \sqrt{3} \times 10} = 70,67 \text{ А},$$

$$I_{\text{max}} = 2 \times I_M = 2 \times 70,67 = 141,34 \text{ А}. \quad (2.46)$$

Для установки на напрузі 10 кВ вибираємо вимикач типу ВРС-10А-400-10У3 з характеристиками: $U_n = 10 \text{ кВ}$, $I_n = 400 \text{ А}$, $t_{\text{від.}} = 0,105 \text{ с}$ [3]; Зробимо перевірку обраного вимикача, використовуючи наступне :

$$U_{\text{ном.в}} \geq U_{\text{ном.мережі}}, \quad (2.47)$$

$$10 \geq 10$$

$$I_{\text{ном.в}} \geq I_{\text{макс.}} \quad (2.48)$$

$$400 \geq 141,34$$

де I_{max} —струм післяаварійного режиму.

Висковольтний вимикача для захисту лінії ЦРП-ТП1 оберемо за умовами:

$$I_M = \frac{S_M}{\sqrt{3} \times U_{\text{ном}}} = \frac{681,7}{2 \times \sqrt{3} \times 10} = 20,05 \text{ А},$$

$$I_{\text{max}} = 2 \times I_M = \frac{S_{\text{ТМ}}}{\sqrt{3} \times U_{\text{ном}}} = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 10} = 40,1 \text{ А}. \quad (2.49)$$

Результати (2.49) співпадають з (2.46). це говорить про те, що до становлення можна прийняти такий самий вимикач.

Вибір провідників цехової високовольтної мережі виконується за методикою наведеною [1,3].

Виберемо силові кабелі, що живлять цехові трансформаторні підстанції на напрузі 10 кВ. Згідно з рекомендаціями ПУЕ ділянки ліній ЦРП-ТП можуть бути виконанні кабелями марки ААБ.

Представимо в таблиці 2.5 результати вибору високовольтних вимикачів та кабелів.

Таблиці 2.5 – Результати вибору високовольтного обладнання

Дільниця	Ім, А	Імакс, А	Вимикач	Іном.в, А	Примітка
ЦРП-ТП1	20,05	40,1	ВРС-10-20/630	35	ААБ 3×35; l=56м
ЦРП-ТП2	20,05	39,41	ВРС-10-20/630	35	ААБ 3×35; l=172м
ЦРП-ТП3	30,9	74,11	ВРС-10-20/630	50	ААБ 3×50; l=100м

Розрахуємо та виберемо марки та перерізи кабелів, що живлять цехове навантаження на напрузі 0,4 кВ.

Враховуючи конфігурацію обраної схеми електропостачання та відсутності інформації про споживачів кожного цеху (окрім бродильного відділення) оберемо кабельні лінії живлення цехового навантаження, яке умовно живиться від головного розподільчого щита цеху.

Переріз провідників за рекомендаціями [1,3] виконуємо згідно умов:

$$I_{\text{доп}} \geq \begin{cases} I_{\text{м}} & \text{- для нормальних приміщень;} \\ 1,25 \times I_{\text{м}} & \text{- для вибухонебезпечних приміщень.} \end{cases} \quad (2.50)$$

Приймаємо виконання цехових мереж кабелем марки АВВГ відповідного (2.50) перерізу, прокладання передбачаємо в землі в азбестоцементних трубах. Результати вибору зводимо в таблицю 2.6.

Таблиця 2.6 – Інформація про кабельні лінії 0,4 кВ

Назва цеху	S_m кВА	I_m , А	$I_{доп}$, А	Примітка	L
Солодовий корпус	254,7	456,4	456,4	АВВГ 4×185	106
Котельня	247,6	459,2	459,2	АВВГ 4×120	82
Вуглекислотний цех	137,5	244,5	306	АВВГ 4×95	82
холодильна станція	114,3	193,4	193,4	АВВГ 4×70	46
Мазутонасосн	77,6	144,7	181	АВВГ 4×70	266
КНС(бродяма)	34,2	60,2	60,2	АВВГ 4×50	172
Механічні майстерні	30,1	48,1	48,1	АВВГ 4×35	34
насосна стаанція технічної води	71,6	128,9	128,9	АВВГ 4×50	124
Склад солі. Компресорна	47,9	84,7	84,7	АВВГ 4×70	94
гараж автомобільний	13,9	20,7	20,7	АВВГ 4×16	106
насосна стаанція зворотньої води	153,9	277,3	277,3	АВВГ 4×120	102
Столярна майстерня	15,9	33,5	33,5	АВВГ 4×25	148
Спиртосховище	14,8	24,1	30,1	АВВГ 4×25	114
Головний корпус	114,3	204,3	204,3	АВВГ 4×95	30
Горіельчаний цех	157,2	291,4	364	АВВГ 4×120	72

2.8 Визначення струмів короткого замикання для перевірки вибраного обладнання та провідників на стороні 0,4 кВ.

Для визначення струмів коротких замикань в низьковольтній розподільчій мережі скористуємося схемою (рисунок 2. 4)

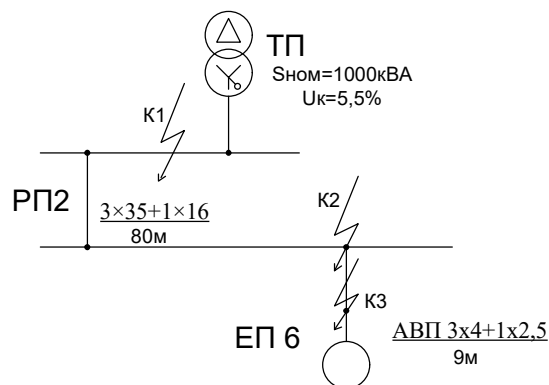


Рисунок 2.4 – Спрощена схема розподільчої мережі

Визначимо для прийнятої схеми опори відповідної схеми заміщення:

Опір трансформатору:

$$Z_T = \frac{U_K \times U^2}{100 \times S_{H.T}} \quad (2.51)$$

$$Z_T = \frac{5,5 \times 400^2}{100 \times 1000} = 8,8 \text{ (МОм)}.$$

Опір трансформатора для визначення струму однофазного короткого замикання:

$$Z_m^{(1)} = 3 \cdot Z_m = 3 \cdot 8 = 24 \quad (2.52)$$

Значення струму трифазного короткого замикання на шинах підстанції визначимо за виразом:

$$I_{KR}^{(3)} = \frac{1,05 \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_\Sigma + R_{nep})^2 + X_\Sigma^2}}, \quad (2.53)$$

де R_{nep} – величина активного опору (для первинних РП $R_{nep} = 0,02$).

$$I_{KR}^{(3)} = \frac{1,05 \cdot 380}{\sqrt{3} \cdot 8,62} = 27,1 \text{ (кА)}.$$

Величина максимального струму короткого замикання:

$$I_{K1}^{(3)} = \frac{1,05 \times 308}{\sqrt{3} \times 8} = 29,3 \text{ (кА)},$$

$$I_{Kср}^{(3)} = \frac{I_{Kтаx}^{(3)} \times I_{KR}^{(3)}}{2} \quad (2.54)$$

$$I_{Kср}^{(3)} = \frac{27,1 + 29,3}{2} = 28,2 \text{ (кА)}.$$

Проведені розрахунки показують правильність вибору автоматичних вимикачів згідно умови:

$$I_{н.в.ідк} \geq I_{к2}^{(3)}. \quad (2.55)$$

Величина струму однофазного короткого замикання з врахуванням перехідного процесу:

$$I_{к2}^{(1)} = \frac{U_{ф.ном}}{\frac{Z_{\Sigma}^{(1)}}{3} + Z_{ф-н} \cdot l} \quad (2.56)$$

l – відстань до місця короткого замикання.

$$I_{к2}^{(1)} = \frac{220}{\frac{42}{3} + 0,96 \cdot 80} = 2,59 \text{ (кА)}.$$

Значення струм однофазного короткого замикання біля електроприймача ЕП 6 (дивись рисунок 2.4):

$$I_{к3}^{(1)} = \frac{220}{\frac{42}{3} + 0,96 \times 80 + 5,9 \times 25} = 0,95 \text{ (кА)}.$$

Виконаємо перевірку чутливості автоматичного вимикача, що встановлений на лінії ТП-РП2:

$$I_{н.розч} = 94,17 \text{ А} < \frac{I_{кR2}^{(3)}}{3} = \frac{452}{3} = 150,6 \text{ А}.$$

Чутливість автоматичного вимикача на ділянці РП2- ЕП 6:

$$I_{н.розч} = 25 \text{ А} < \frac{I_{к3}^{(1)}}{3} = \frac{631}{3} = 210 \text{ А}.$$

Перевіримо селективність роботи автоматичних вимикачів:

$$I_{c.B1} = 200 \text{ A} > 1,5 \cdot I_{c.B2} = 1,5 \cdot 75 = 112,5 \text{ A.}$$

$$t_{c.B1} = t_{c.B2} + \Delta t \quad (2.57)$$

$t_{c.B2}$ – витримка часу спрацювання другого автоматичного вимикача ($t_{c.B2} = 0,015$)

$$t_{c.B1} = 0,015 + 0,1 = 0,115 (\text{с})$$

Виконаємо перевірку чутливості і селективності захисту автоматичних вимикачів:

$$I_{c.B1} = 200 \text{ A} > 1,5 \cdot I_{c.B2} = 1,5 \cdot 75 = 112,5 \text{ A.} \quad (2.58)$$

$$t_{c.B1} = t_{c.B2} + \Delta t, \quad (2.59)$$

$$t_{c.B1} = 1,5 + 0,1 = 0,115$$

де $I_{c.B1}$, $I_{c.B2}$ – струми спрацювання відсічок автоматичних вимикачів, які знаходяться на різних ступенях захисту;

$t_{c.B1}$, $t_{c.B2}$ – відповідно їх час спрацювання;

Δt – ступінь селективності автоматичного вимикача ($\Delta t = 0,1 \text{ с} - \text{ВА}$)

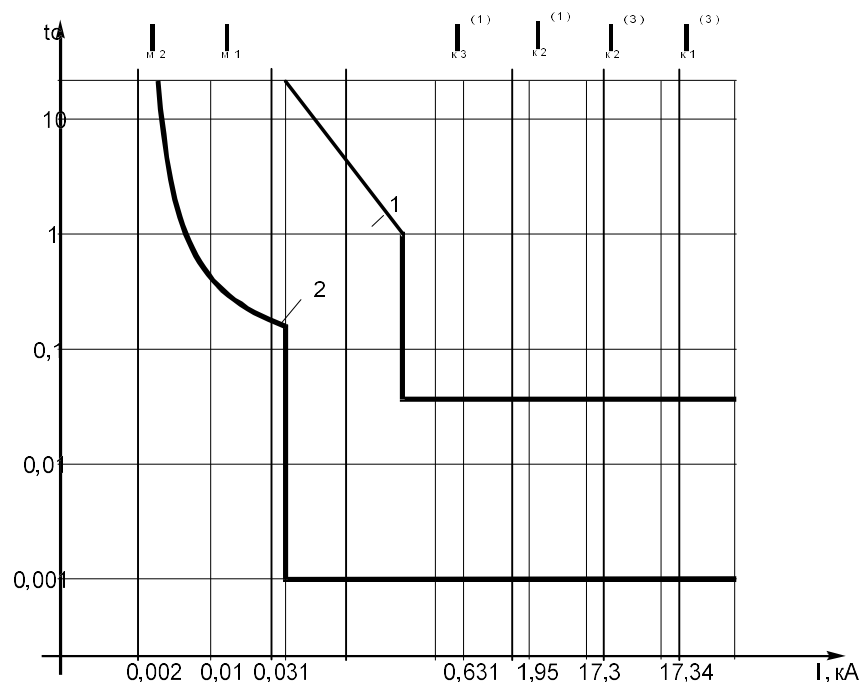


Рисунок 2.7 – Карта селективності автоматичних вимикачів.

3. ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЗА РАХУНОК ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНОГО РЕЛЕЙОГО ЗАХИСТУ НА БАЗІ КОМПЛЕКСУ БЗУ-2.

Використання в технологічних процесах сучасних підприємств потребує більш надійного та ефективного релейного захисту електротехнічного обладнання. Одним з можливих шляхів підвищення надійності електростачання в цьому випадку є застосування в системі живлення споживачів спеціальних блоків, які базуються на використанні мікропроцесорів та обладнанні широким спектром функцій.

Під широким функціональним спектром розуміють різнонаправленість мікропроцесорного блоку, що може виконувати як функції релейного захисту так і функціями управління та сигналізації. З іншого боку такі присторої зазвичай комплектуються можливостями інформаційного характеру. Цей блок БЗУ-2 може бути використаний в електричних мережах з різними режимами роботи нейтралі. Тому він може контролювати та виконувати функції струмового захисту з одночасним контролем напруги та потужності з необхідною витримкою часу. При програмуванні блоку він може виконувати функції захисту від однофазних замикань на землю, автоматичного повторного ввімкнення та мінімального захисту по напрузі.

Функціональна схема захисту, що забезпечує струмовий захист з контролем по напрузі і напрямком потужності показано на рисунку 3.1

Вимірювальна частина схеми містить три однофазних реле струму KA1, KA2, KA3, тому вона може забезпечувати триступеневий струмовий захист. Як видно зі схеми це реле підключені за допомогою ключів SG1-SG3 до вторинних трансформаторів, що вимірюють струм TAL. Також в схемі встановленні фільтри напруги, що контролюють струми зворотної послідовності ZV2 і реле напруги KV1. Інше вимірювальне реле напруги KV2 підключено до трифазної напруги трансформаторів TVL вторинних кіл.

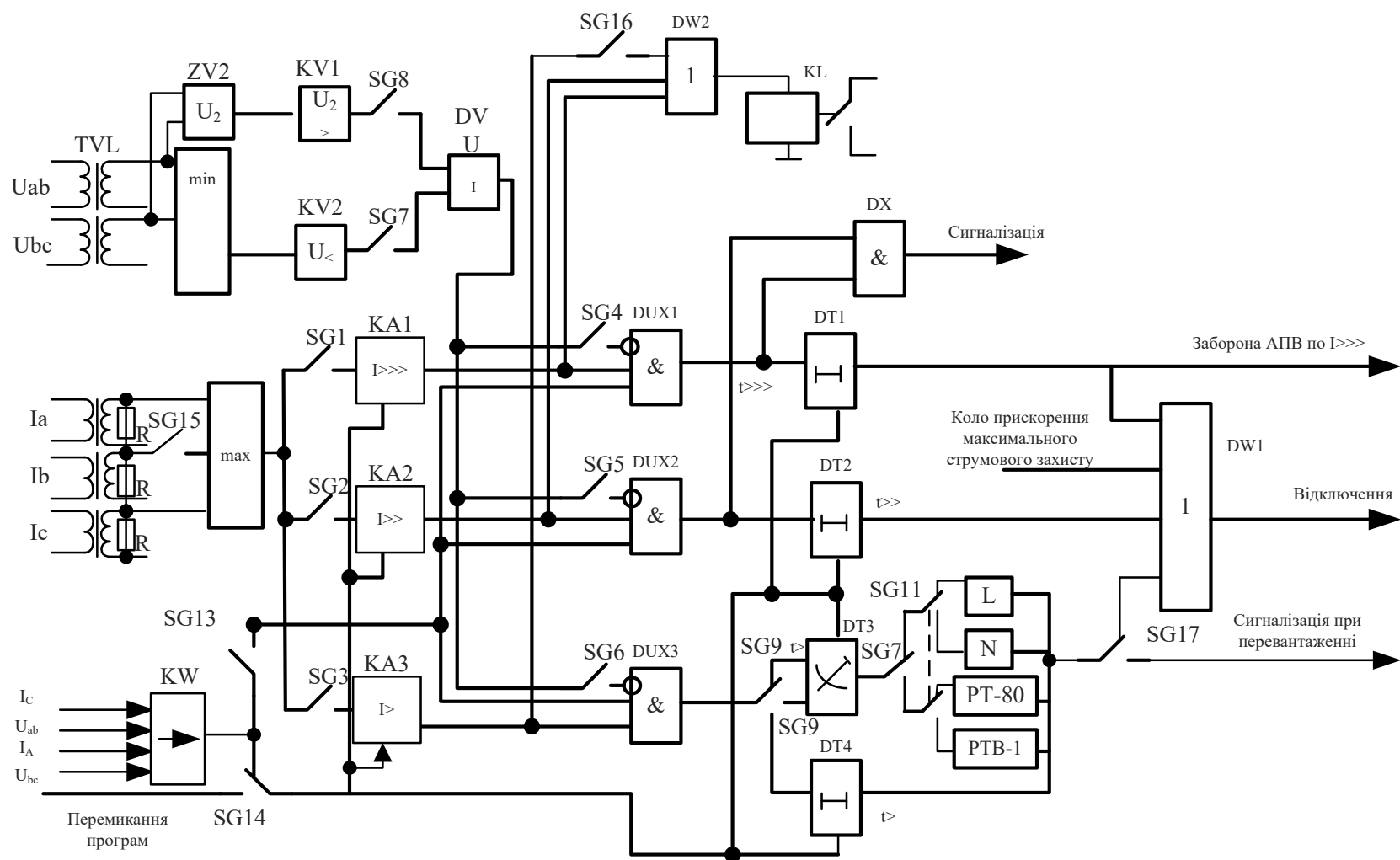


Рисунок 3.1 - Функціональна схема трьохступеневого захисту

Реле контролю напрямку потужності KW підключено до схеми по спеціальній схемі.

Захист, який організований на реле струму KA1, KA2 має незалежні витримки часу DT1 та DT2, а захист на реле KA3 - характеристики залежні від струму. Логічні елементи DUX1 - DUX3 виконують функцію «заборони» на вхідні клеми цих елементів потрапляють також сигнали напрямку потужності KW та від реле KV1 і KV2.

У разі пошкодження та спрацювання хоча б одного із реле напруги KV1, KV2 сигнал на виході елемента логіки DWU (або-ні) зникає, що приводить до появи сигналу на виході елементів DUX1- DUX3.

У пристроях подібного типу, що базуються на мікропроцесорах струм спрацювання (відсічки) $I_{с.р}^I$ у необхідності регулюється як в сторону збільшення так і зменшення. Межа цього струму може бути від 1,5 до 100 А з кроком 0,1 А. на другі ступенні струм спрацювання можна встановлювати в межах 0,5 – 50 А з кроком також 0,1 А. Ці дві ступені діють на відключення, а третя остання в залежності від положення SG17 – на відключення або на сигнал.

Характеристики витримки часу третьої ступені обчислюються окремо та повинні задаватися.

Особливістю пристрою є те, що часові характеристики струму спрацювання обчислюються в секундах за відповідними співвідношеннями. Для двох ступенів (L і N) час струмової відсічки за аналітичним алгоритмом, який представлений в інструкції до приладу.

Дві інші аналогічні характеристикам реле PT-80 і PTB-1. Вибір характеристик здійснюється ключами SG10, SG11, а ключем SG9 вводиться незалежна від струму витримка часу DT4. За допомогою ключів SG4 ... SG8 можна ввести блокування захисту по напрузі, а ключем SG13 - блокування по напрямку потужності.

Функціональна схема містить також елемент DX, що забезпечує сигнал при запуску першої та другої ступенів захисту; ланцюг заборони АПВ від

першої ступені захисту; ланцюг прискорення максимального струмового захисту; елемент DW2 і реле KL, що формують сигнал логічного захисту шин.

5.2 Пристрій автоматичного повторного включення вимикача двократної дії

Функціональна схема алгоритму АПВ показана на рис. 3.2. Пуск ПАПВ здійснюється при спрацюванні струмового захисту СЗ або від реле РПО, фіксуючого вимкнене положення вимикача (операція DW1) і при готовності пристрою до дії (операція DX1). Воно є двократним, якщо вимикач SG2 включений. Перший цикл АПВ забезпечує АПВ1, а другий - АПВ2. Їх тригери T1 і T2 запам'ятовують дискретний імпульсний сигнал, що надходить на входи S при відсутності заборонного сигналу на вході R, викликаного несправністю БМРЗ, заборорою від першої ступені захисту (по I >>>>) при включенні ключа SG3, заборорою при дії пристрої резервування відмови вимикача (ПРВВ). Всі ці обмеження виконуються операціями DW3 і DW2.

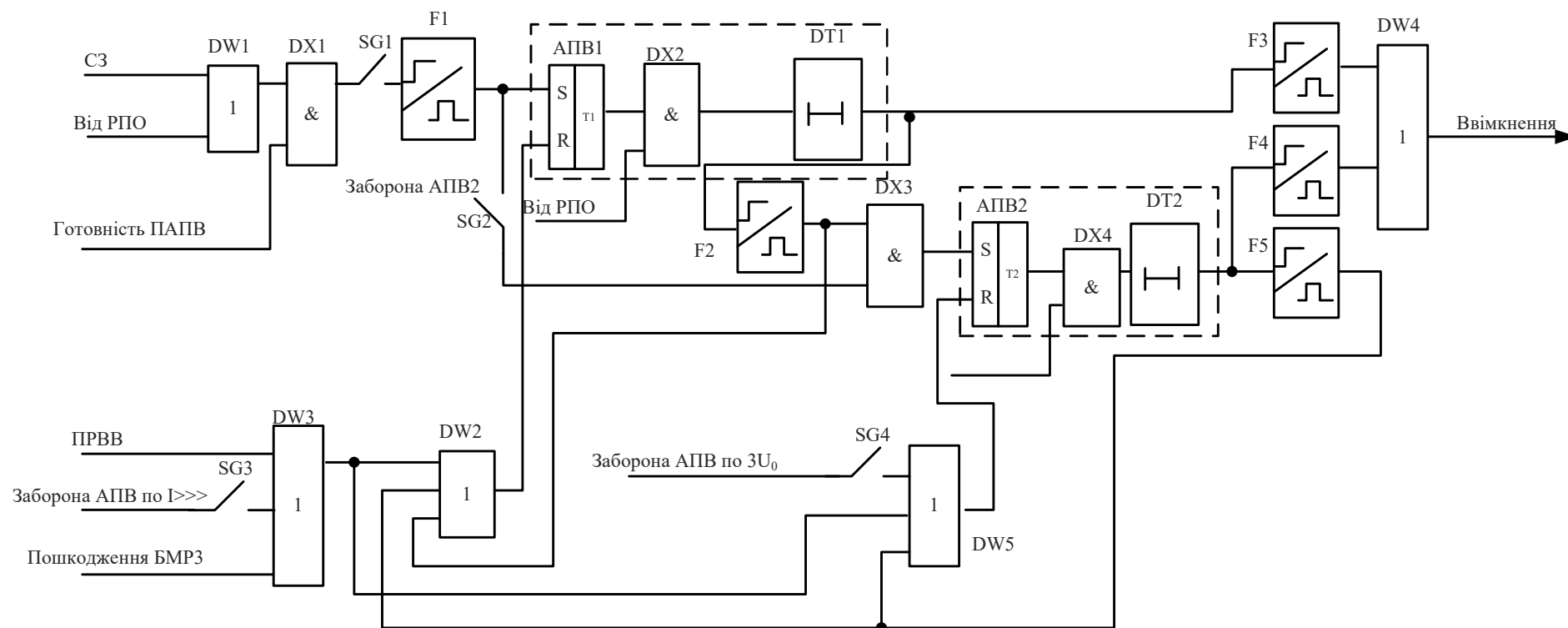


Рисунок 5. 2 - Функціональна схема алгоритму ПАПВ

При виникненні невідповідності між положенням ключа управління і станом вимикача на виході DW1 з'являється дискретний сигнал. Якщо ПАПВ готове до дії, такий самий сигнал з'являється на виході DX1. Він перетворюється (при включеному ключі SG1) релейним перетворювачем F1 в дискретний імпульсний сигнал, який надходить на вхід S тригера T1 і запам'ятовується ним, якщо відсутній заборонний сигнал на вході R. Елемент витримки часу першого циклу АПВ DT1 запускається при виконанні операції DX2 (сигнал від T1 і сигнал від РПО) і, через заданий час, формувач F3 через DW4 повторно включає вимикач.

Дія ПАПВ в другому циклі (АПВ2) можливо, якщо включений ключ SG2 і на вході R тригера T2 відсутні вказані заборонні сигнали або сигнал заборони АПВ2 по напрузі нульової послідовності $3U_0$ (операція DW5, ключ SG4). Сигнал, перетворений релейним формувачем F2, надходить на вхід S тригера T2 при виконанні операції DX3 і на вхід R тригера T1 (операція DW2), повертаючи його в початковий стан.

Повторне включення вимикача в другому циклі відбудеться через встановлений час (DT2) за наявності сигналу на вході DX4 від РПО про нове відключення вимикача.

При цьому разом з F4 спрацьовує F5. Його сигнал через DW5 повертає в початковий стан тригер T2 і через DW2 підтверджує повернення тригера T1. Час спрацювання tАПВ приймається від 0,5 с і вище через 0,1 с, а час готовності до нового дії - 120 с.

5.3 Автоматичне включення резервного вимикача

Для виконання ПАВР двосторонньої дії використовуються блоки захисту та автоматики БМР3-04, встановлені на входах секції шин 1, 2 і на секційному вимикачі. Функція двостороннього АВР виконується взаємними діями всіх трьох блоків БМР3-04. Структурна схема побудови системи АВР розподільного пункту з двома вводами наведена на рис. 3.3. На рис. 3.4

представлена функціональна схема алгоритму АВР блоку БМР3-04 введення секції шин 1. Аналогічна схема алгоритму АВР введення секції шин 2. Пуск ПАВР відбувається при наявності сигналу від реле РПВ2, включеного положення вимикача Q2 введення секції 1, сигналам про спрацювання всіх трьох реле мінімальної напруги, контролюючих напругу на шинах (реле KV1 і KV2) і на вводі (реле KV3), а також сигналу дозволу АВР, який надходить від блоку БМР3-04 введення секції шин 2 (див. рис. 3.3, реле KL6) при наявності на ній (в даному випадку резервної) напруги. Воно контролюється максимальними реле напруги АВР цього блоку, такими, як KV4 ... KV6 в розглянутій схемі. Контролюється і напруга нульової послідовності. Для цієї мети використовується максимальне реле напруги нульової послідовності, аналогічне реле KV7. Пуск ПАВР відбувається, якщо поряд з наявністю цих сигналів будуть відсутні сигнали блокування АВР і несправності блоку БМР3-04. Ця умова контролюється програмною операцією DX1. При наявності сигналу на виході елемента DX1 і включеному ключі SG1 запускається елемент DT1, його дискретний сигнал надходить на вхід S тригера T1, запам'ятовується ним при відсутності на його вході R зазначених заборонних сигналів. Сигнал з виходу тригера (Пуск АВР) відключає вимикач Q2 (секція шин 2) і надходить на вхід елемента DX2.

Якщо секційний вимикач Q5 відключений (сигнал від РПО5), то далі через операцію DX2 формувач F1 збуджує реле KL1, що впливає на включення секційного вимикача Q5 (АВР Вкл).

При цьому сформований сигнал DX2 надходить не тільки на вхід формувача F1, але і на вхід S тригера T2 і запам'ятовується ним. Цим підготовляється формування впливу (операція DX3) на включення вимикача Q2 і відключення секційного вимикача Q5. У такому стані схема буде знаходитися до тих пір, поки не відновиться напруга на робочому вводі секції шин 1 (трансформатор ТУ3). Як тільки це відбудеться, спрацює реле KV4, і в результаті операції DX3 запускається елемент DT2, і з витримкою часу 0,5 с формується сигнал (АВР Вкл) включення вимикача Q2. Оскільки

секційний вимикач включений (сигнал від РПВ5), то після закінчення витримки часу $DT2$ не тільки включається вимикач $Q2$, але і в результаті операції $DX4$ з витримкою часу $DT3$ формувач $F2$ збуджує реле $KL2$, за допомогою якого відключається секційний вимикач $Q5$, тобто буде відновлена нормальна схема електропостачання.

Розглянута схема ПАВР введення секції шин 1 формує вихідний дискретний сигнал дозволу АВР введення секції шин 2. Цей сигнал видається за наявності напруг U_{ab} , U_{bc} , U'_{bc} , що перевищують $0,8U_{ном}$.. Він може блокуватися при наявності напруги $3U_0$ (реле $KL3$). Блок БМР3 секційного вимикача виконує без затримки команди АВР ВКЛ1, АВР Откл1 або АВР Вкл2, АВР Откл2, які надходять від БМР3 першого або другого введення. При включеному секційному вимикачі його блок БМР3 виконує роль захисту секції шин, яка втратила робоче живлення.

Розглянута функціональна схема алгоритму АВР має традиційний пусковий орган мінімальної напруги. Реле $KV1 \dots KV3$ мають уставки спрацьовування, рівні $0,4U_{ном}$, а реле $KV4 \dots KV6$ - $0,8U_{ном}$. Витримки часу $DT1 \dots DT3$ постійні і рівні $0,5$ с, а тривалість імпульсних впливів на реле $KL1 \dots KL3$ - $0,8$ с.

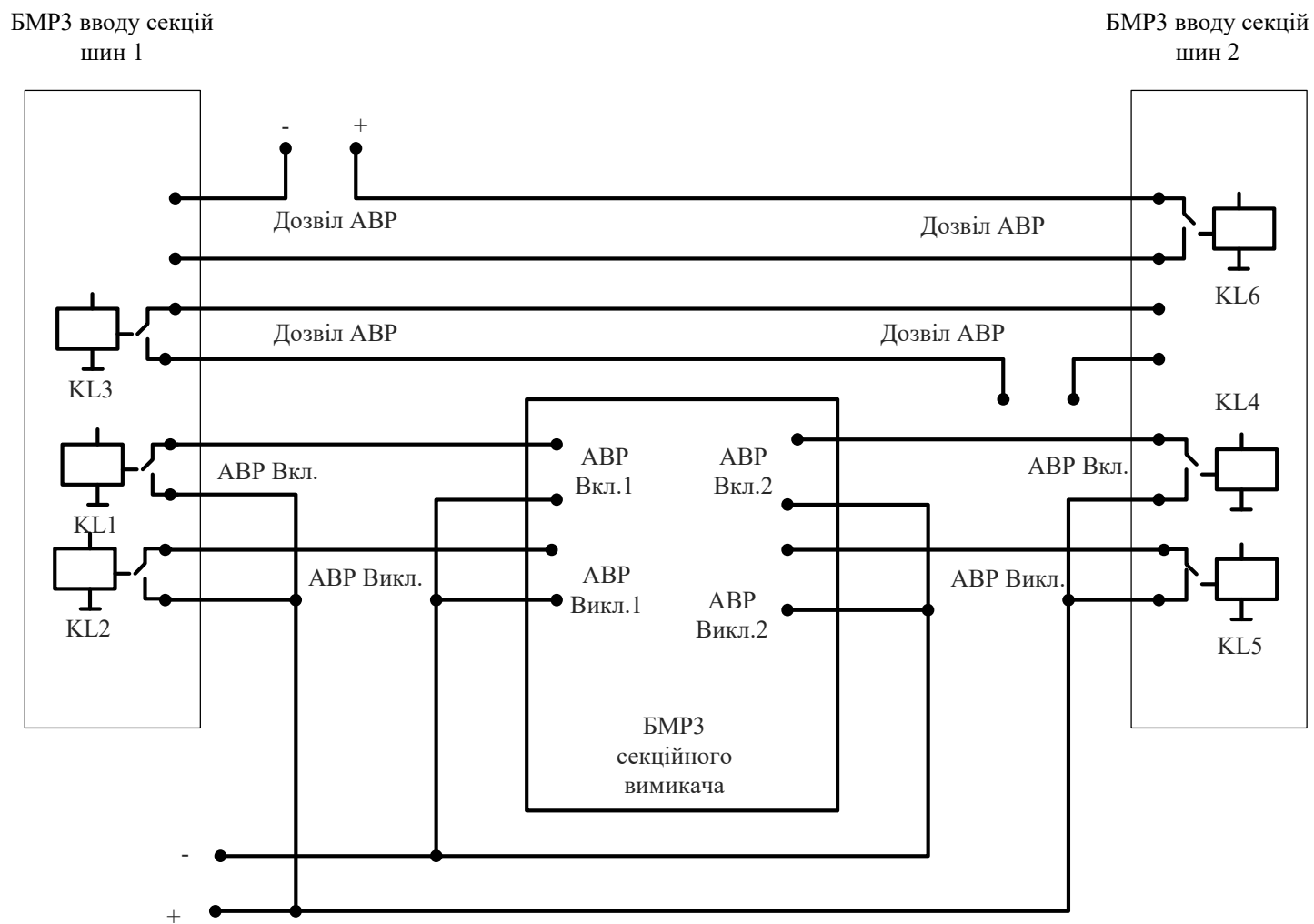


Рисунок 5.3 – Структурна схема побудови системи АВР

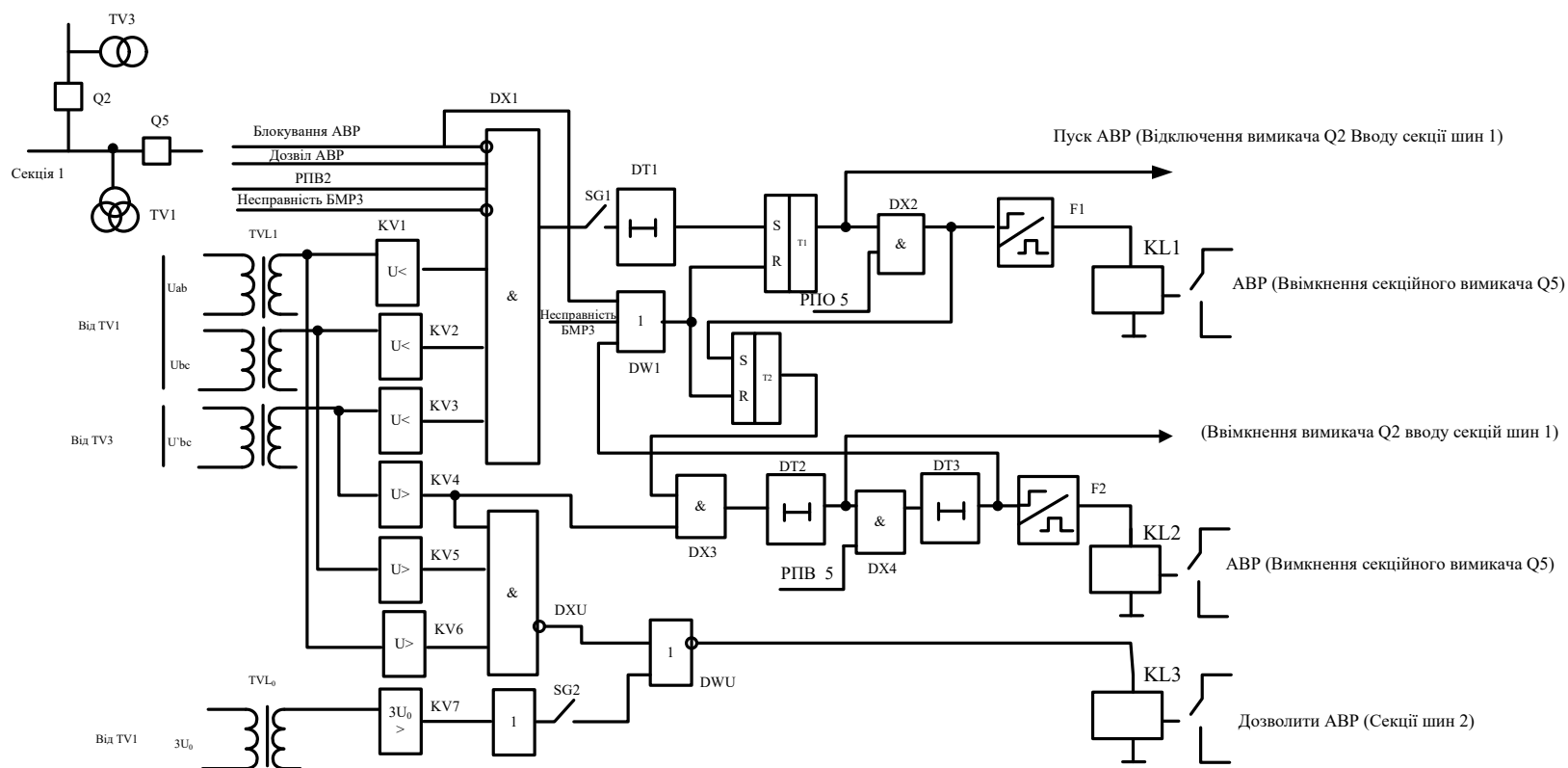


Рисунок 3.4 - Функціональна схема алгоритму АВР блока БМР-2

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

У цьому розділі випускної бакалаврської дипломної роботи розробляються заходи з охорони праці під час організації обслуговування електрообладнання системи електропостачання ПАТ «Біолік». На електротехнічний технологічний персонал, який здійснює обслуговування електрообладнання даного об'єкта, впливають наступні небезпечні та шкідливі виробничі фактори [1, 2].

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.

4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту

4.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць в пожежонебезпечних зонах

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 – особливо небезпечні, так як виконуються назовні.

Вимоги поширюються на електроустановки, що розміщуються в пожежонебезпечних зонах всередині і зовні приміщень. До експлуатації в пожежонебезпечних зонах допускається електрообладнання, що відповідає вимогам з урахуванням показників пожежовибухонебезпеки матеріалів (рідин, пилу, волокон) [4, 5]. Електрообладнання з частинами, що іскрять під час нормальної роботи або нагріваються понад небезпечні температури (тобто є імовірними джерелами займання) рекомендується встановлювати поза межами пожежонебезпечних зон. Для забезпечення ступеня захисту оболонок електрообладнання від проникнення пилу на рівні IP54, кришки, інші з'ємні частини оболонки і місця вводу кабелів слід ущільнювати за допомогою еластичних (гумових) прокладок, ущільнювальних кілець, сальників тощо.

Відкриті частини електричних машин, які нормально іскрять (наприклад, контактні кільця), слід розташовувати на відстані не менше 1 м від місць розміщення горючих матеріалів, або відокремлювати від них екраном з негорючого матеріалу. Переносні електричні ручні машини (електрифікований інструмент), які застосовуються в пожежонебезпечних зонах, повинні мати ступінь захисту оболонок не менше IP44.

Електроустановки в пожежонебезпечних зонах будь-яких класів в разі необхідності повинні мати апарати, що відключають частково або повністю технологічне і сантехнічне устаткування у випадках аварій і пожеж. Обсяг відключення визначається технологами і сантехніками проектною організацією і спеціалістами служб охорони праці, з урахуванням особливостей технологічного процесу. При використанні електронагрівальних приладів їх робочі частини, які нагріваються, слід захищати від контакту з горючими речовинами, а самі прилади встановлювати на поверхні із негорючих матеріалів і відділяти від горючих речовин екранами.

В пожежонебезпечних зонах всіх класів рекомендується використовувати силові і освітлювальні розподільчі пункти, що мають ступінь захисту оболонок IP54. Електрообладнання вантажопідіймальних механізмів (кранів, талей тощо), котрі перебувають в пожежонебезпечних зонах і зв'язані з технологічним процесом, повинне мати ступінь захисту оболонок згідно з таблицями 7.4.1, 7.4.2 ПВЕ (як для пересувних механізмів). В пожежонебезпечних зонах слід використовувати світильники, що мають ступінь захисту не менший, ніж IP44. Світильники з лампами розжарювання не повинні мати відбивачів і розсіювачів з горючих матеріалів. В разі встановлення світильників, що не мають штепсельних роз'ємів, на металевих кронштейнах (стійках), заземлення кронштейна слід забезпечувати жорстким кріпленням до нього заземленого металевого корпусу. В свою чергу, заземлення корпусу світильника слід виконати за допомогою перемички між заземлювальним і нульовим затискачами всередині ввідного пристрою світильника.

Складські приміщення з пожежонебезпечними зонами будь-якого класу, які замикаються, повинні мати апарати для відключення іззовні силових і освітлювальних мереж незалежно від наявності апаратів для відключення всередині приміщень. В пожежонебезпечних зонах будь-якого класу складських приміщень забороняється застосування електронагрівальних приладів. В пожежонебезпечних зонах всіх класів крім захисту від струмів КЗ провідники освітлювальних мереж слід захищати від перевантажень. Крім того, від перевантажень слід захищати силові мережі, які прокладаються в пожежонебезпечних зонах складських приміщень, і в інших випадках, якщо перевантаження може виникнути за умовами технологічного процесу. В пожежонебезпечних зонах будь-якого класу кабелі і проводи повинні мати покриття і оболонку з матеріалів, що не розповсюджують горіння.

4. 1.2 Електробезпека

Технічні рішення щодо запобігання електротравмам:

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

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

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

- підвід кабелів до споживачів здійснювати у закритих конструкціях підлоги;

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

3) Електрозахисні засоби захисту

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

Використовуються основні та допоміжні електрозахисні засоби. Основними електрозахисними засобами називаються засоби, ізоляція яких тривалий час витримує робочу напругу, що дозволяє дотикатися до струмопровідних частин, які знаходяться під напругою. До них відносяться (до 1000В): ізолювальні штанги; ізолювальні та струмовимірювальні кліщі; покажчики напруги; діелектричні рукавиці; слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками.

Додатковими електрозахисними засобами називаються засоби, які захищають персонал від напруги дотику, напруги кроку та попереджають персонал про можливість помилкових дій. До них відносяться (до 1000 В): діелектричні калоші; діелектричні килимки; переносні заземлення; ізолювальні накладки і підставки; захисні пристрої; плакати і знаки безпеки.

Є неприпустимими:

- експлуатація кабелів та проводів з пошкодженою або такою, що втратила захисні властивості за час експлуатації, ізоляцією; залишення під напругою кабелів та проводів з неізольованими провідниками;

- застосування саморобних подовжувачів, які не відповідають вимогам до переносних електропроводок;

- застосування для опалення приміщення нестандартного (саморобного) електронагрівального обладнання або ламп розжарювання;

- користування пошкодженими розетками, розгалужувальними та з'єднувальними коробками, вимикачами та іншими електровиробами, а також лампами, скло яких має сліди затемнення або випинання.

- підвішування світильників безпосередньо на струмопровідних проводах, обгортання електроламп і світильників папером, тканиною та іншими горючими матеріалами, експлуатація їх зі знятими ковпаками (розсіювачами);

- використання електроапаратури та приладів в умовах, що не відповідають вказівкам (рекомендаціям) підприємств-виготовлювачів.

Металеві труби та гнучкі металеві рукави повинні бути заземлені. Заземлення повинно відповідати вимогам ДНАОП 0.00-1.21-98 "Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів". Для підключення переносної електроапаратури застосовують гнучкі проводи в надійній ізоляції.

4.2. Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

4.2.1. Мікроклімат

Тяжкість роботи розділяється на категорії залежно від загальних енерговитрат організму, ккал/с (Вт) [6]. Параметри мікроклімату в виробничих приміщеннях заводу наведено в таблиці 4.1.

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату на робочому місці технологічного персоналу передбачається [7]:

- в холодну пору року використання калорифера;
- в літню пору застосування вентиляторів обдуву;

– провітрювання приміщення.

Таблиця 4.1 – Нормування параметрів мікроклімату

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

4.2.2. Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується концентраціями (ГДК) в мг/м. В умовах роботи на граничнодопустимих концентраціях можливими забруднювачами повітря робочої зони можуть бути пил та шкідливі гази, їх ГДК [6] наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони оператора лінії

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

Для забезпечення складу повітря робочої зони передбачено [7]: провітрювання приміщення; цілісність вікон для перешкоджання попадання пилу в приміщення під час роботи лінії; встановлення пиловловлюючих засобів.

4.2.3. Виробниче освітлення

Характеристика зорових робіт під час організації обслуговування електрообладнання – середньої точності. Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 [8] розряд зорової роботи IV, підрозряд «Г».

Для забезпечення достатнього освітлення здійснюють систематичне очищення скла та світильників від пилу (не рідше двох разів на рік), використовують жалюзі. В разі нестачі природного освітлення, використовують загальне штучне освітлення, що створюється за допомогою світлодіодних ламп E27 LED 15W NW A60 "SG". Висота підвісу світильників над робочою поверхнею

4,5 метра.

Таблиця 4.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

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

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

4.2.4. Виробничий шум

Для відносної логарифмічної шкали в якості нульових рівнів обрані показники, що характеризують мінімальний поріг сприйняття звуку людським вухом на частоті 1000 Гц. Нормативним документом, який регламентує рівні шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є «ССБТ. Шум Загальні вимоги безпеки» [9] (таблиця 4).

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

Таблиця 4.4 – Рівень звукового тиску

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц								
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Постійні робочі місця в промислових приміщеннях	107	95	87	82	78	75	73	71	69

Для зниження шуму в приміщенні, необхідно:

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

4.3. Пожежна безпека

Пожежну безпеку промислових і інших об'єктів регламентують Правила пожежної безпеки в Україні [11, 12]. Пожежо- вибухонебезпечність речовин і матеріалів визначається за ДСТУ 8829: 2019 [13], за якою визначається категорія приміщень за вибуховою та пожежною безпекою [14].

Основні виробничі приміщення ПАТ «Біолік» за вибухонебезпечною та пожежонебезпечною відноситься до категорії Д – речовини і/або матеріали, що зазначені вище для категорій приміщень В (крім горючих газів, горючих пилу і/або волокон), а також негорючі речовини і/або матеріали в холодному стані (за температури навколишнього середовища), за умов, що приміщення, в яких знаходяться (зберігаються, переробляються, транспортуються) зазначені вище речовини і/або матеріали, не відносяться до категорій А, Б або В з зонами П-Іа в приміщеннях, де є тверді горючі речовини чи матеріали (компоненти біоматеріалів, тара).

Будівлі, в якій розташовані ці приміщення, характеризується III ступенем вогнестійкості.

До III ступеня вогнестійкості відносяться будинки з несучими та огорожувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону. Для перекриттів дозволяється застосовувати дерев'яні конструкції, захищені штукатуркою або негорючими листовими, плитними матеріалами, або матеріалами груп горючості Г1 (низької горючості), Г2 (помірної горючості). До елементів покриттів не висуваються вимоги щодо межі вогнестійкості, поширення вогню, при цьому елементи горищного покриття з деревини повинні мати вогнезахисну обробку.

Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у хвиликах) та максимальні межі поширення вогню по них (см) за ДБН В.1.1.7-2016 [15] наведено в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій та максимальні межі поширення вогню по них

Ступінь вогнестійкості і будинків	Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у хвиликах) і максимальні межі поширення вогню по них (см)									
	стіни				коло-ни	сходові площадки, костури, сходи, балки, марші сходових кліток	пере-криття між поверхів (у т.ч. горищні та над підвалами)	елементи суміщених покриттів		
	несучі та сходових кліток	само-несучі	зовнішні не-несучі	внутрішні не-несучі (перегородки)				плити, насти-ли, прого-ни	балки, ферми, арки, рами	
III	REI 120 M0	REI 60 M0	E 15 M0	E1 15 M1	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M1	Не нормуються		

Межі вогнестійкості самонесучих стін, які враховуються в розрахунках жорсткості та стійкості будинку, приймають, як для несучих стін. Будівельні конструкції класифікують за вогнестійкістю та здатністю поширювати вогонь. Показником вогнестійкості є межа вогнестійкості конструкції, що визначається

часом (у хвилинах) від початку вогневого випробування за стандартним температурним режимом до настання одного з граничних станів конструкції:

- втрати несучої спроможності (R);
- втрати цілісності (E);
- втрати тепло та ізолювальної спроможності (I).

Протипожежні перешкоди і мінімальні межі їх вогнестійкості за ДБН В.1.1.7-2016 [15] наведено в таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Протипожежні перешкоди та мінімальні межі їх вогнестійкості

Протипожежні перешкоди	Типи протипожежних перешкод або їх елементів	Мінімальна межа вогнестійкості протипожежної перешкоди (у хвилинах)	Тип заповнення прорізів, не нижче	Тип протипожежного тамбуршлюзу, не нижче
Стіни	2	REI 60	2	1
Перегородки	2	EI 15	3	2
Перекриття	2	REI 60	2	1

Протипожежні відстані від житлових, громадських, адміністративно-побутових будинків промислових підприємств, гаражів до виробничих, складських, сільськогосподарських будинків і споруд слід приймати за таблицею 7 (знаменник). В умовах забудови, що склалася, протипожежні відстані між житловими будинками та від житлових будинків до будівель і споруд іншого призначення слід визначати згідно з протипожежними вимогами даних норм, наведеними у таблиці 7. Протипожежні відстані від житлових, громадських, адміністративно-побутових будинків промислових підприємств, гаражів до виробничих, складських будинків, сільськогосподарських будівель і споруд потрібно приймати за таблицею 4.7 (знаменник) [15].

Таблиця 4.7 – Протипожежні відстані між житловими, громадськими, адміністративно-побутовими будинками промислових підприємств, гаражами, а також до виробничих будинків, будівель і споруд

Ступінь вогнестійкості будинку	Відстані при ступені вогнестійкості будинків, м		
	I, II	III	IIIa, IIIб, IV, IVa, V
III	6/9	8/9	10/12

На території підприємства встановлено 35 вогнегасників ВВП-5 (ВП-5) та 12 ВВП-9 [16].

У випадку виникнення пожежі робітники повинні: прийняти всі заходи по ліквідації вогню; місце, яке загорілось слід гасити вогнегасниками; при загоранні електропроводів слід відключити лінію, а ізоляцію електропроводів необхідно гасити тільки порошковими вогнегасниками ВП-5 або піском; зупинити обладнання.

Висновки

В роботі розроблено систему електропостачання ПрАТ «Біолік» м. Ладижин

Згідно нормативних документів методами коефіцієнту використання та коефіцієнту попиту були визначені відповідно цехові групові навантаження силового обладнання та розрахункові потужності цехів з урахуванням освітлення. Враховуючи коефіцієнт одночасності була визначена розрахункова потужність всього підприємства.

В роботі прийнято та обґрунтовано наступні проектні рішення:

- для живлення низьковольтних електроприймачів підприємства необхідно встановити одну двотрансформаторну підстанцію з трансформаторами 2хТМ-630/10 та дві одно трансформаторних ТМ-1000/10 ;

Також у відповідності до вимог ПУЕ були вибрані високовольтні вимикачі, низьковольтні кабелі, їх способи прокладки, захисні апарати низьковольтних мереж для одного з цехів.

Всі прийняті в процесі проектування рішення забезпечують необхідну надійність та якість електропостачання..

Для забезпечення надійного електропостачання ПрАТ «Біолік» запропоновано використання сучасного пристрою релейного захисту БЗУ-2, який має цілий ряд функцій та володіє широкими інформаційними та сервісними властивостями. Цей пристрій забезпечує триступеневий релейний захист по струму з можливостями контролю напруги та напрямку потужності. Наведені та адаптовані для системи електропостачання ПрАТ «Біолік» функціональні схеми захисту, алгоритми роботи автоматичного повторного вимкнення (АПВ) та автоматичного вимкнення резерву (АВР).

В розділі охорони праці розроблені основні положення та надані рекомендації щодо безпечної роботи обслуговуючого персоналу електротехнічних установок та співробітників в цілому. Розглянути шкідливі виробничі фактори та їх вплив на забезпечення охорони праці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Правила улаштування електроустановок. Харків: Міненерговугілля України, 2017. 617с.
2. Визначення класу наслідків (відповідальності) будівель і споруд (ДБН 8855-2019).
3. Бурбело М.Й. Розрахунок внутрішнього електропостачання: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2017. 122 с.
4. 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.
5. Рогальський Б.С., Войтюк Ю.П. Облік і контроль електроспоживання гірничих машин та технологічних властивостей гірських порід // Вісник НТУУ “КПІ” Серія “Гірництво”. – 2005, – Вип. 5. – с. 104-111.
6. Кабельно-провідникова продукція [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ibud.ua/ua/catalog/kabelno-provodnikovaya-produktsiya-1189>
7. Експлуатація освітлювальних установок [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://life-prog.ru/ukr/1_954_ekspluatatsiya-osvitlyuvalnih-ustanovok.html
8. ДБН А.2.5-23:2010, Проектування електрообладнання об’єктів цивільного призначення
9. Закон України «Про затвердження Кодексу комерційного обліку електричної енергії» Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0311874-18#Text>
10. Кобилянський О. В., Кобилянська І.М., Яблочников С.Л. Основи охорони праці. – Вінниця: Планер, 2007. – 171 с.
11. Кобилянський О. В. Охорона праці при експлуатації електроустановок. – Вінниця: ВДТУ, 2003. – 125 с.
12. Кобилянський О. В. Охорона праці у галузі. – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 139 с.

13. Кобилянський О. В. Основи охорони праці. Ч. 1. – Вінниця: ВНТУ, 2007. – 183 с.
14. Кобилянський О. В. Основи охорони праці. Ч. 2. – Вінниця: ВНТУ, 2007. – 171 с.
15. 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.
16. 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->
17. 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.
18. 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.
19. 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>.
20. 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>.
21. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 149 с.

22. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2019-03-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2018. 133 с.

23. 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>.

24. 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>.

25. Кодекс цивільного захисту України. К.: ВР України, 2012. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>.

ДОДАТКИ

Додаток А – Вихідні дані

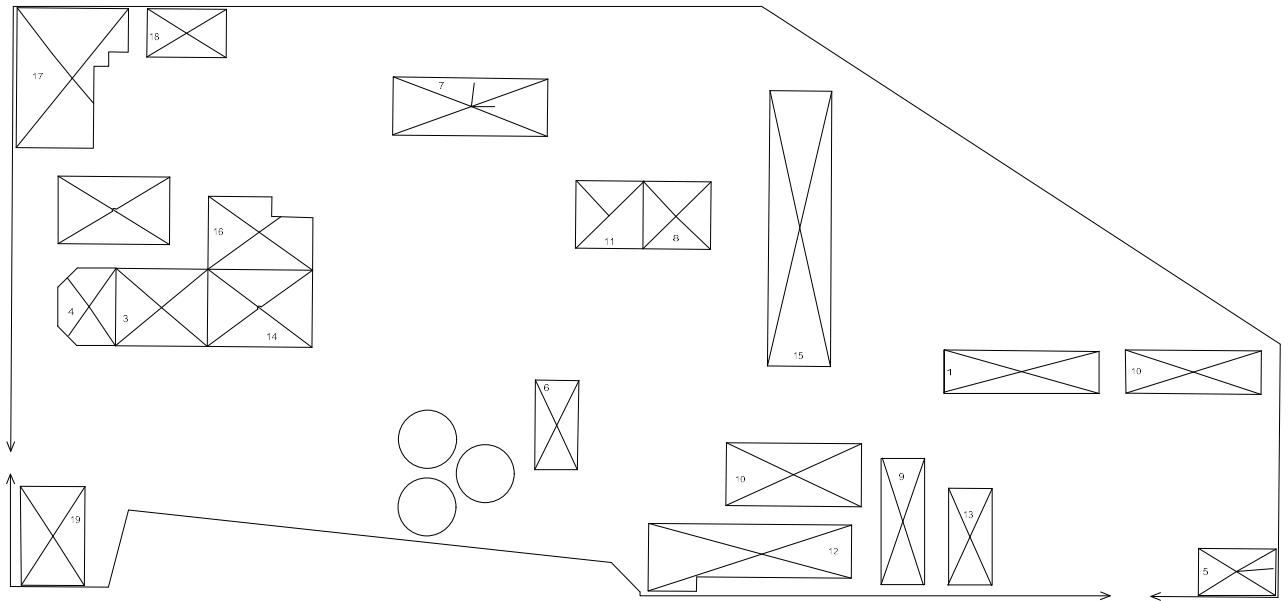


Рисунок А.1 - Генплан підприємства

Таблиця 1.1 - Вхідні дані про електричні навантаження заводу

№ на плані	Назва цеху	Рн, кВт
1	Солодовий корпус	357
2	Котельня	323,75
3	Вуглеуислотний цех	194
4	Холодильна станція	161
5	Мазутонасосна	132,1
6	КНС(Бродяма)	46,5
7	Механічні майстерні	33,1
8	Насосна станція технологічної води	103
9	Склад солі. Компресорна	64,5
10	Гараж автомобільний	7
11	Насосна станція зворотньоно водопостачання	222,2
12	Столярна майстерня	39,2

Таблиця А.1 - Продовження

13	Спиртосховище	18
14	Бродильне відділення	98,62
15	Головний корпус	158,1
16	Спиртове відділення. Відділення приготування квасу	238,7
17	Горілочний цех	375
18	Електроичний цех	161,83
19	Заводоуправління	4
		2737,6

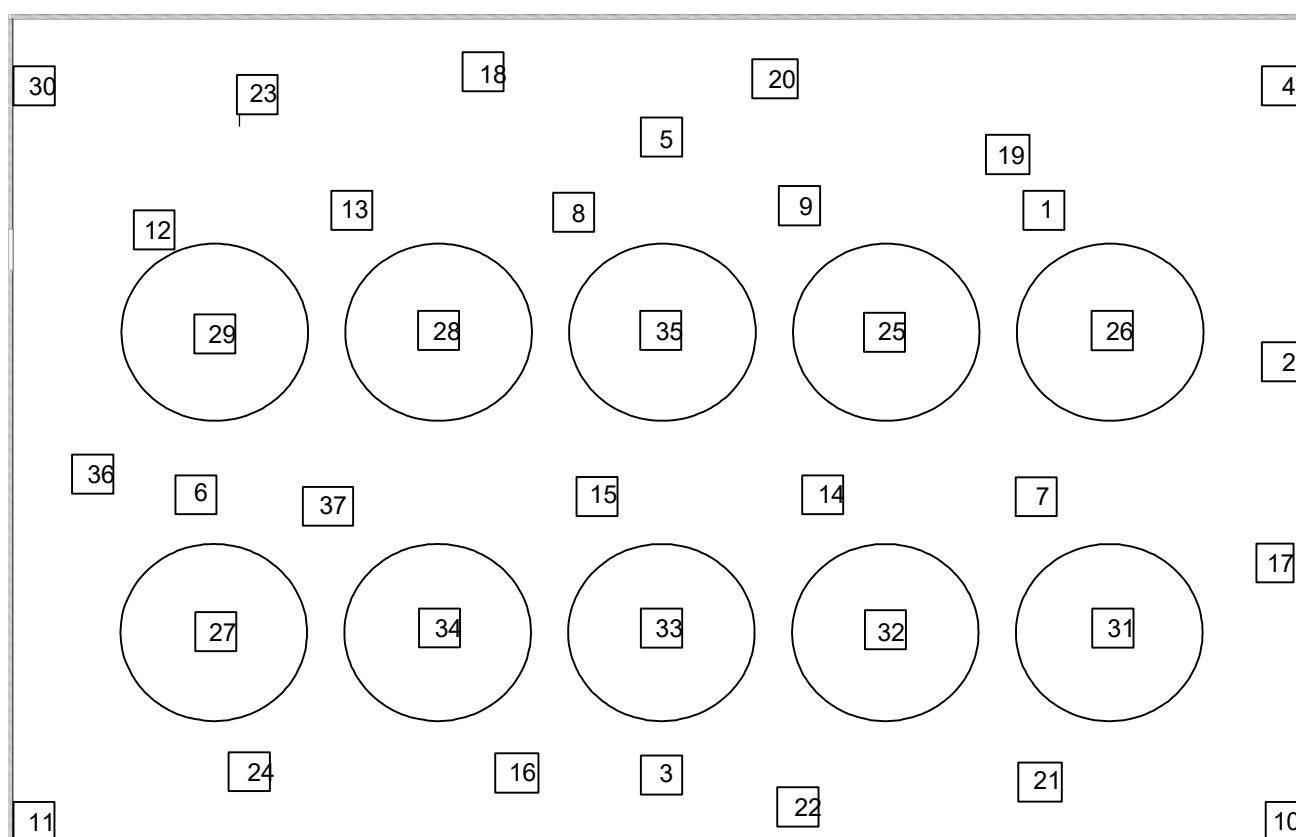


Рисунок А.2 - План відділення

Таблиця А.2 - Відомості про електричні навантаження цеху

№	Назва ЕП	Рн
1	Насос чану 1	4
2	Кантора	4
3	Насос чану 6 -10	5,5
4	Вентилятор 3	7,5
5	Насос чану 1-5	5,5
6	Насос чану 10	4
7	Насос чану 6	4
8	Насос чану 3	4
9	Насос чану 2	4
10	Вентилятор 1	2,2
11	Вентилятор 2	7,5
12	Насос чану 5	4
13	Насос чану 4	4
14	Насос чану 7	4
15	Насос чану 8	4
16	Мексіор дрожанки	5,5
17	Насос води	30
18	Мексіор дрожанки 3	4
19	Мексіор дрожанки 1	4
20	Мексіор дрожанки 2	4
21	Мексіор дрожанки 5	4
22	Мексіор дрожанки 6	4
23	Насос дрожанки	4
24	Вакуумний насос	22
25	Мексіор 2	7,5
26	Мексіор 1	7,5
27	Мексіор 10	7,5
28	Мексіор 4	7,5
29	Мексіор	7,5
30	Вентилятор	7,5
31	Мексіор 6	7,5
32	Мексіор 7	7,5
33	Мексіор 8	7,5
34	Мексіор 9	7,5
35	Мексіор 3	7,5
36	Насос спиртоловушки	7,5
37	Насос чану	4

Додаток Б – Протокол перевірки роботи на наявність текстових запозичень

**ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ**

Назва роботи: Розробка системи електропостачання приватного акціонерного товариства «Біолік»

Тип роботи: бакалаврська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

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

Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 86,4 Схожість 13,6

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

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

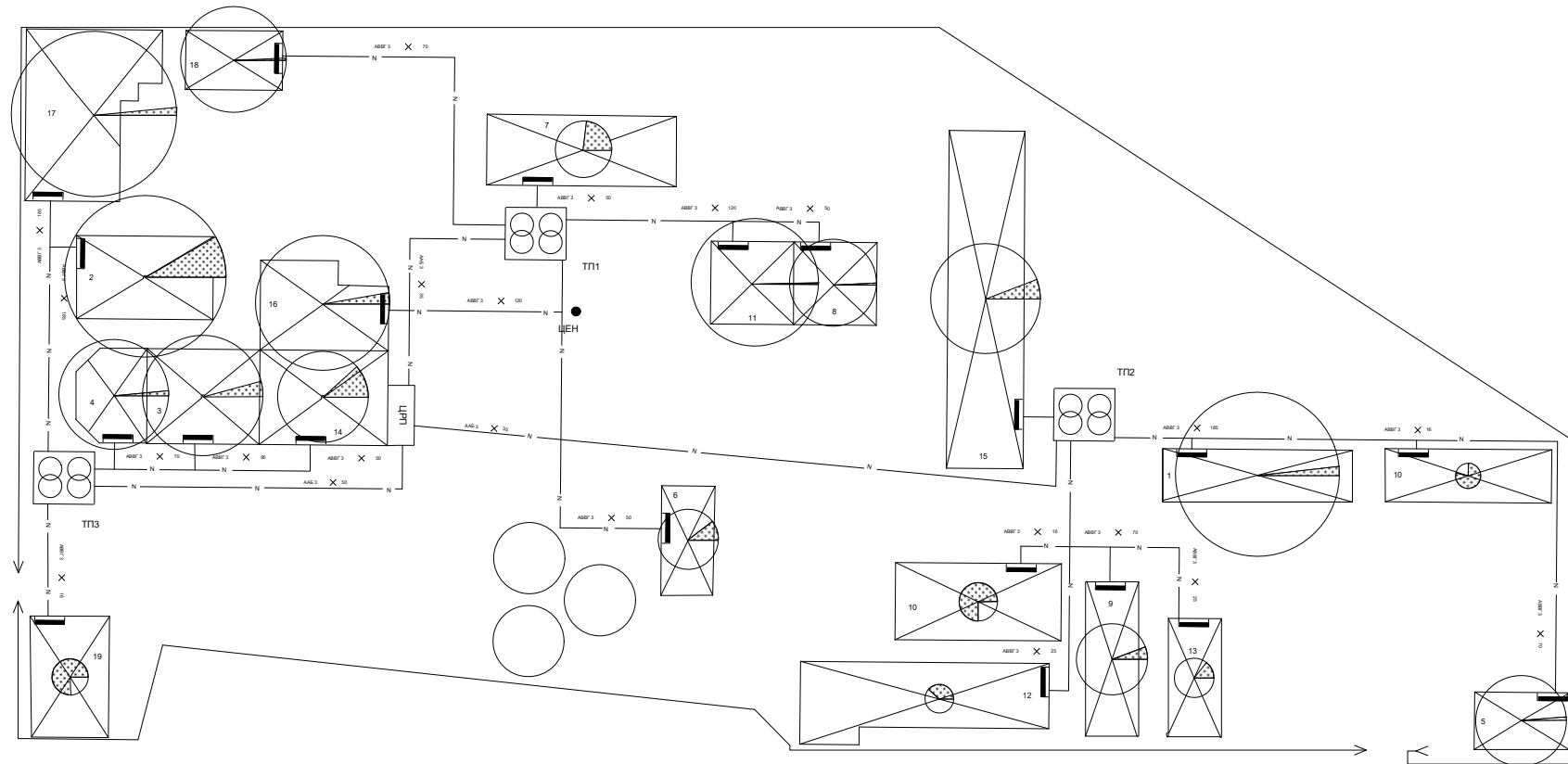
Особа, відповідальна за перевірку _____ Лобода Ю.В.
(ініціали) (підпис) (прізвище,

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

Автор роботи _____ Кобзаренко С.О.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник роботи _____ Войтюк Ю.П.
(підпис) (прізвище, ініціали)

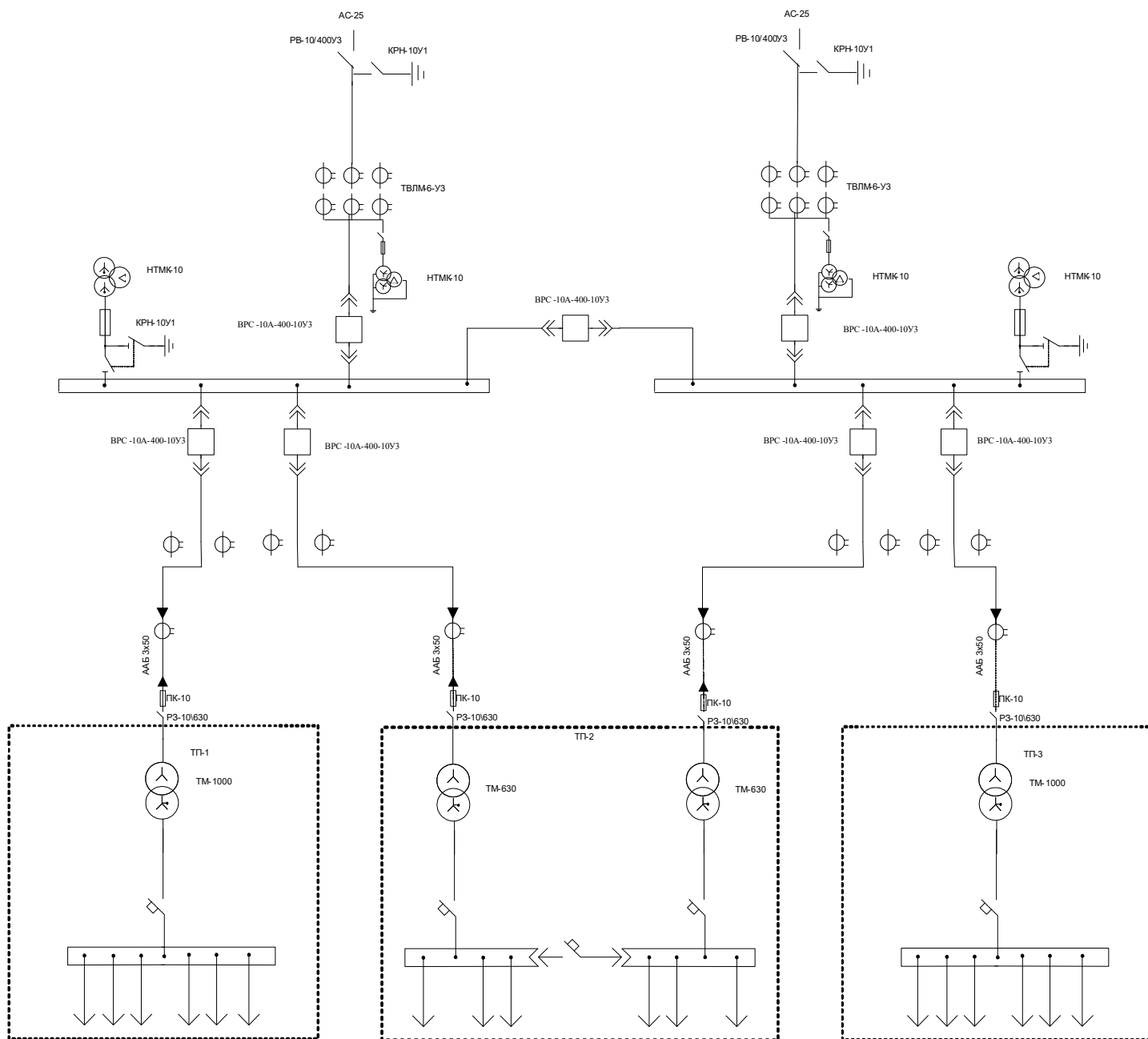
Додаток В – Ілюстративний матеріал Генеральний план підприємства



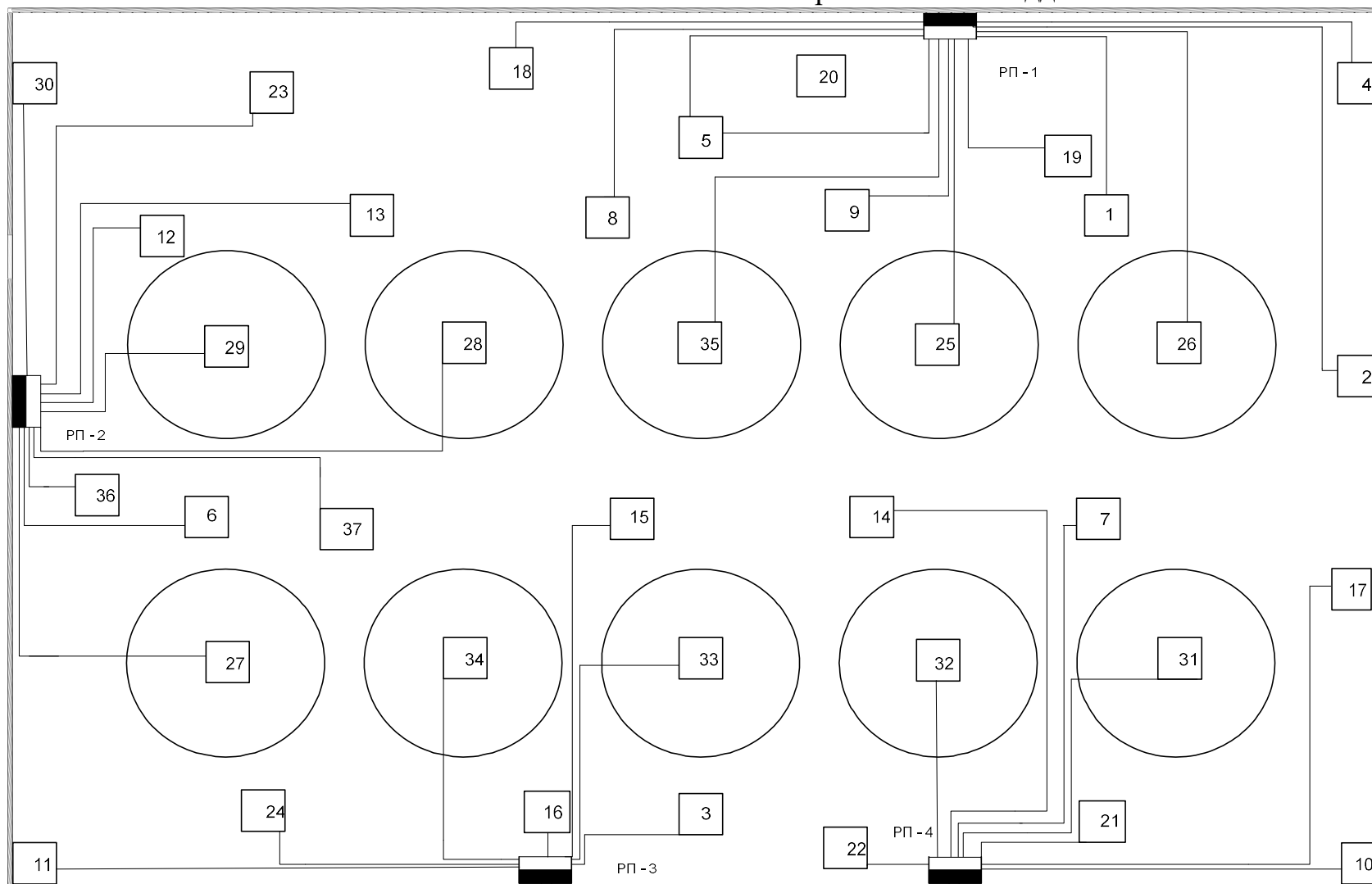
Позначення	Найменування
ЦРП	Центральний розподільний пристрій
●	Центр електричних навантажень
—N—	Високовольтний кабель

Додаток В – Ілюстративний матеріал

Однолінійна схема електропостачання заводу

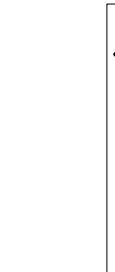
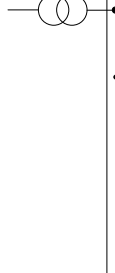
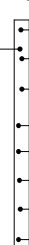
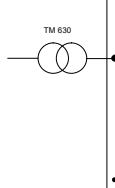


Додаток В – Ілюстративний матеріал
Схема електропостачання відділення



№	Назва ЕП	Рн
1	Насос чану 1	4
2	Кантора	4
3	Насос чану 6-10	5,5
4	Вентилятор 3	7,5
5	Насос чану 1-5	5,5
6	Насос чану 10	4
7	Насос чану 6	4
8	Насос чану 3	4
9	Насос чану 2	4
10	Вентилятор 1	2,2
11	Вентилятор 2	7,5
12	Насос чану 5	4
13	Насос чану 4	4
14	Насос чану 7	4
15	Насос чану 8	4
16	Мексіор дрозанки	5,5
17	Насос води	30
18	Мексіор дрозанки 3	4
19	Мексіор дрозанки 1	4
20	Мексіор дрозанки 2	4
21	Мексіор дрозанки 5	4
22	Мексіор дрозанки 6	4
23	Насос дрозанки	4
24	Вакуумний насос	22
25	Мексіор 2	7,5
26	Мексіор 1	7,5
27	Мексіор 10	7,5
28	Мексіор 4	7,5
29	Мексіор	7,5
30	Вентилятор	7,5
31	Мексіор 6	7,5
32	Мексіор 7	7,5
33	Мексіор 8	7,5
34	Мексіор 9	7,5
35	Мексіор 3	7,5
36	Насос спиртоловушки	7,5
37	Насос чану	4

Додаток В – Ілюстративний матеріал
Розрахунково-монтажна таблиця електропостачання відділення

ТП	Захист				Струмоведача лінія				РП	Захист				Розподільна лінія				Струмсприймачі				Найменування приймача
	Тип авт	L, А	I _{ном} , А	I _{сб} , А	L, А	Спосіб прокладки	Марка і переріз	I _{ном} , А		Тип авт	Інр, А I _{сб} , А	L, А	Спосіб прокладки	Марка і переріз	I _{ном} , А	L _{ном} , А	L, А	№ ЕП				
	BA 55-39	160	101,87	200	67,38	відкрито	ABBГЗх35+1х16	69		BA 51-25	18,2/80	3,64	в трубах	АПВ4(1х4)	19,32	25	18,2	1	Насос чану			
										BA 51-25	17,45/80	3,49	в трубах	АПВ4(1х4)	19,32	25	17,45	2	Кантора			
										BA 51-25	46,35/250	9,27	в трубах	АПВ4(1х10)	35	100	46,35	4	Вентилятор			
										BA 51-25	25,1/160	5,02	в трубах	АПВ4(1х4)	19,32	100	25,1	5	Насос чану			
										BA 51-25	18,2/80	3,64	в трубах	АПВ4(1х4)	19,32	25	18,2	8	Насос чану			
										BA 51-25	20,95/125	4,19	в трубах	АПВ4(1х4)	19,32	25	20,95	18	Мексор джокани			
										BA 51-25	20,95/125	4,19	в трубах	АПВ4(1х4)	19,32	25	20,95	19	Мексор джокани			
										BA 51-25	20,95/125	4,19	в трубах	АПВ4(1х4)	19,32	25	20,95	20	Мексор джокани			
										BA 51-31	39,2/250	7,84	в трубах	АПВ4(1х10)	35	100	39,2	25	Мексор			
										BA 51-31	39,2/250	7,84	в трубах	АПВ4(1х10)	35	100	39,2	26	Мексор			
								BA 51-25	39,2/250	7,84	в трубах	АПВ4(1х10)	35	100	39,2	35	Мексор					
								BA 51-25	18,2/80	3,64	в трубах	АПВ4(1х4)	19,32	25	18,2	9	Насос чану					
	BA 55-39	160	94,17	200	63,4	відкрито	ABBГЗх35+1х16	69		BA 51-25	18,2/80	3,64	в трубах	АПВ4(1х4)	19,32	25	18,2	8	Насос чану			
										BA 51-25	18,2/80	3,64	в трубах	АПВ4(1х4)	19,32	25	18,2	12	Насос чану			
										BA 51-25	18,2/80	3,64	в трубах	АПВ4(1х4)	19,32	25	18,2	13	Насос чану			
										BA 51-25	18,2/80	3,64	в трубах	АПВ4(1х4)	19,32	25	18,2	37	Насос чану			
										BA 51-31	39,2/250	7,84	в трубах	АПВ4(1х10)	35	100	39,2	27	Мексор			
										BA 51-31	39,2/250	7,84	в трубах	АПВ4(1х10)	35	100	39,2	28	Мексор			
										BA 51-31	39,2/250	7,84	в трубах	АПВ4(1х10)	35	100	39,2	29	Мексор			
										BA 51-25	20,25/100	4,05	в трубах	АПВ4(1х4)	19,32	25	20,25	29	Насос джокани			
										BA 51-31	28,45/160	5,69	в трубах	АПВ4(1х4)	19,32	100	28,45	36	Насос спиртоловушки			
										BA 51-31	46,35/250	9,27	в трубах	АПВ4(1х10)	35	100	46,35	30	Вентилятор			
	BA 55-39	160	134,9	250	82,42	відкрито	ABBГЗх50+1х25	96,6		BA 51-31	39,2/250	7,84	в трубах	АПВ4(1х10)	35	100	39,2	33	Мексор			
										BA 51-31	39,2/250	7,84	в трубах	АПВ4(1х10)	35	100	39,2	34	Мексор			
										BA 51-25	18,2/80	3,64	в трубах	АПВ4(1х4)	19,32	25	18,2	15	Насос чану			
										BA 51-31	25,1/160	5,02	в трубах	АПВ4(1х4)	19,32	100	25,1	3	Насос чану			
										BA 51-31	16,75/160	5,35	в трубах	АПВ4(1х4)	19,32	100	26,75	16	Вентилятор			
										BA 51-31	95,95/280	19,19	в трубах	АПВ4(1х16)	50,6	100	95,95	24	Вакуумний насос			
										BA 51-31	46,35/250	9,27	в трубах	АПВ4(1х10)	35	100	46,35	11	Мексор джокани			
										BA 51-31	39,2/250	7,84	в трубах	АПВ4(1х10)	35	100		31	Мексор			
										BA 51-31	39,2/250	7,84	в трубах	АПВ4(1х10)	35	100		32	Мексор			
										BA 51-25	18,2/80	3,64	в трубах	АПВ4(1х4)	19,32	25	18,2	7	Насос чану			
	BA 55-39	160	155,3	320	80,99	відкрито	ABBГЗх70+1х35	124,2		BA 51-25	18,2/80	3,64	в трубах	АПВ4(1х4)	19,32	25	18,2	14	Насос чану			
										BA 51-31	39,2/250	7,84	в трубах	АПВ4(1х10)	35	100	39,2	21	Мексор джокани			
										BA 51-31	39,2/250	7,84	в трубах	АПВ4(1х10)	35	100	39,2	22	Мексор джокани			
										BA 55-39	113,75/250	22,75	в трубах	АПВ4(1х16)	50,6	160	113,75	17	Насос води			
										BA 51-25	14,65/63	2,93	в трубах	АПВ4(1х4)	19,32	25	14,65	10	Вентилятор			

Додаток В – Ілюстративний матеріал
Функціональна схема трьохступеневого захисту

