

Вінницький національний технічний університет

Факультет електроенергетики та електромеханіки

Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту

Бакалаврська дипломна робота на тему:

Аналіз системи електропостачання приватного акціонерного товариства
"Вінницький завод "Маяк"

Виконав: студент 4 курсу, групи Е-22мс
спеціальності 141 – «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»,
за ОП «Електроенергетика та електротехніка»,
Мітрошевський М. Б. _____

Керівник: к.т.н., доцент доц. ЕСЕЕМ
Кравець О. М. _____

«14» 06 2024 р.

Рецензент: к.т.н., доц., доцент каф. ЕСС
(наук. ступінь, вч. звання, назва кафедри)

Острівська І. В.
«14» 06 2024 р.

Допущено до захисту
завідувач кафедри ЕСЕЕМ
д.т.н., професор Бурбело М. Й.

«17» 06 2024 р.

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.

« 11 » 03 2024р.

**ЗАВДАННЯ
НА БАКАЛАВРСЬКУ ДИПЛОМНУ РОБОТУ**

Мітрошеквський Михайло Богданович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Аналіз системи електропостачання приватного
акціонерного товариства "Вінницький завод "Маяк"

керівник роботи Кравець Олександр Миколайович, к.т.н., доц.,
затверджені наказом по ВНТУ від « 11 » березня 2024 року, № 80

2. Строк подання студентом роботи « 11 » червня 2024 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.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки.

Анотація.

Вступ.

1.1 Похибки навантажень споживачів

1.2 Відомості про споживання електричної енергії споживачів та їх
характеристика

2 РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

2.1 Розрахунок електричних навантажень

2.1.1 Вибір схеми цехової мережі

2.1.2 Розрахунок навантажень цехової мережі

2.2 Розрахунок електропостачання підприємства

2.2.1 Розрахунок електропостачання підприємства

2.2.2 Вибір цехових ТП

2.2.3 Вибір основних елементів заводської мережі та схеми

2.3 Розрахунок струмів кз та перевірка отриманих рішень

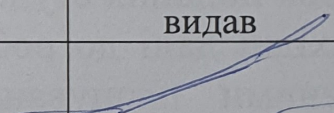
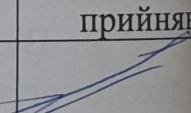
2.3.1 Розрахунок струмів КЗ загальнозаводської мережі

- 2.3.2 Розрахунок струмів КЗ в мережах напругою до 1000 В
- 2.3.3 Перевірка чутливості і селективності захисту цехових мереж
- 3 ВСТАНОВЛЕННЯ ТА РОБОТА КОГЕНЕРАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ
- 3.1 Когенерація та когенераційні установки
- 3.1.1 Когенераційні установки електро-генеруючого напрямку
- 3.1.2 Когенераційні установки тепло-генеруючого напрямку
- 3.2 Когенераційні установки тепло-генеруючого напрямку
- 3.2.1 Когенераційні установки тепло-генеруючого напрямку
- 3.2.2 Когенераційні установки Jenbacher
- 3.3 Когенераційні установки Jenbacher
- 3.4 Схема підключення когенераційної установки
- 3.5 Переваги та недоліки встановлення когенераційної установки
- Висновки
- Література
- Додаток .

– 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

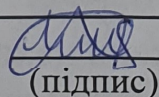
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Кобилянський О.В., д.п.н., професор		

7. Дата видачі завдання « 03 » травня 2024 року

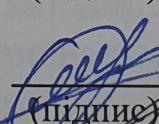
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Аналіз системи електропостачання підприємства	29.05.2024	Викон
2	Дослідження з актуальної для підприємства тематики	07.06.2024	Викон
3	Охорона праці	10.06.2024	Викон
4	Графічна частина роботи	11.06.2024	Викон

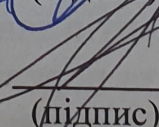
Студент


(підпис)

Керівник бакалаврської дипломної роботи


(підпис)

Нормоконтроль


(підпис)

Мітрошевський М.Б..
(прізвище та ініціали)

Кравець О.М..
(прізвище та ініціали)

Войтюк Ю.П..
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

УДК 621.311.1

Мітрошевський Михайло Богданович. Аналіз системи електропостачання приватного акціонерного товариства "Вінницький завод "Маяк". Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. – Кафедра ЕСЕЕМ – Вінниця: ВНТУ, ФЕЕЕМ, 2024 – 74 с.

У даній бакалаврській дипломній роботі були здійснені розрахунки для аналізу системи електропостачання ПРАТ «Маяк», а саме здійснено розрахунок електричних навантажень освітлювальних та силових електроприймачів, побудована схема живлення цехової мережі. Також було здійснено вибір провідників цехової і заводської мереж, вибір комутаційнозахисної апаратури та вибрано місце розташування цехових трансформаторних підстанцій на території підприємства, було пораховано струми коротких замикань, а також вибрано автоматичні вимикачі провідних світових фірм. Особливу увагу було приділено встановленню когенеративної установки, задля забезпечення власних потреб заводу та охороні праці на підприємстві.

ABSTRACT

Mykhailo Bogdanovich Mitroshevskyi. Analysis of the power supply system of the private joint-stock company "Vinnytsia Plant "Mayak". Specialty 141 – Power engineering, electrical engineering and electromechanics. – ESEEM Department – Vinnytsia: VNTU, FEEEM, 2024 – 74 p.

In this bachelor's thesis, calculations were made for the analysis of the power supply system of PJSC "Mayak", namely, the calculation of the electrical loads of lighting and power receivers was made, and the power supply scheme of the workshop network was built. The conductors of the shop and factory networks were also selected, the switching protection equipment was selected and the location of the shop transformer substations was selected on the territory of the enterprise, the shortcircuit currents were calculated, and the circuit breakers of the leading global companies were also selected. Particular attention was paid to the installation of a cogeneration plant to ensure the plant's own needs and labor protection at the enterprise.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО.....	7
1.1 Похибки навантажень споживачів	8
1.2 Відомості про споживання електричної енергії споживачів та їх характеристика	12
2 РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ	18
2.1 Розрахунок електричних навантажень.....	18
2.1.1 Вибір схеми цехової мережі	18
2.1.2 Розрахунок навантажень цехової мережі.....	21
2.2 Розрахунок електропостачання підприємства	30
2.2.1 Розрахунок електропостачання підприємства	30
2.2.2 Вибір цехових ТП.....	34
2.2.3 Вибір основних елементів заводської мережі та схеми	42
2.3 Розрахунок струмів КЗ та перевірка отриманих рішень	43
2.3.1 Розрахунок струмів КЗ загальнозаводської мережі.....	44
2.3.2 Розрахунок струмів КЗ в мережах напругою до 1000 В	47
2.3.3 Перевірка чутливості і селективності захисту цехових мереж.....	49
3 ВСТАНОВЛЕННЯ ТА РОБОТА КОГЕНЕРАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ....	51
3.1 Когенерація та когенераційні установки	51
3.1.1 Когенераційні установки електро-генеруючого напрямку	52
3.1.2 Когенераційні установки тепло-генеруючого напрямку	53
3.2 Когенераційні установки тепло-генеруючого напрямку	55
3.2.1 Когенераційні установки тепло-генеруючого напрямку	55
3.2.2 Когенераційні установки Jenbacher	56
3.3 Когенераційні установки Jenbacher	57
3.4 Схема підключення когенераційної установки	58
3.5 Переваги та недоліки встановлення когенераційної установки	60
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	64

4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації	64
4.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць	64
4.1.2 Електробезпека	68
4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії	69
4.2.1 Мікроклімат виробничого приміщення	69
4.2.2 Склад повітря робочої зони	70
4.2.3 Виробниче освітлення	71
4.2.4 Виробничий шум	72
4.2.5 Виробничі вібрації.....	72
4.3. Пожежна безпека.....	73
ВИСНОВКИ	76
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	77
ДОДАТКИ	80

ВСТУП

Актуальність роботи. Аналіз системи електропостачання для заводу є вельми актуальною та важливою у сучасному виробничому середовищі з ряду причин.

Надійність та безперебійність. Для забезпечення безперебійної роботи виробничих ліній, машин та устаткування заводи потребують стабільного та надійного електропостачання. Навіть тимчасові перерви у постачанні електроенергії можуть призвести до значних втрат у виробництві, зупинки обладнання та недоліків у виготовленій продукції. Аналіз системи електропостачання, що забезпечує надійність та безперебійність, сприятиме підтримці ефективної та продуктивної діяльності заводу.

Енергоефективність та оптимізація. Аналіз енергоефективних систем електропостачання допомагає заводам зменшити споживання електроенергії та витрати на її купівлю. Це можна досягти за допомогою впровадження енергоефективного освітлення, систем контролю і управління споживанням електроенергії, вдосконалення роботи електродвигунів та інших заходів. Енергоефективність має велике значення для економічної ефективності підприємства через зниження витрат на енергію. А ще вона сприяє сталому розвитку та має позитивний вплив на навколишнє середовище, зменшуючи викиди та екологічний слід.

Безпека та відповідність нормам. Розробка системи електропостачання, що відповідає всім вимогам безпеки та нормам, є важливою для забезпечення безпечних робочих умов та уникнення аварійних ситуацій. Заводи мають дотримуватися строгих норм та стандартів щодо електробезпеки, гармонійних спотворень, стабільності напруги та будь-яких інших параметрів. Розробка відповідної системи електропостачання сприяє уникнути порушень та забезпечити безпечну роботу працівників.

Взагалі, розробка системи електропостачання для заводу є актуальною та необхідною, оскільки вона сприяє енергоефективності, надійності, безпеці та

оптимізації електропостачання, що є вагомими аспектами для успішного функціонування та конкурентоспроможності заводу.

Метою роботи є: створення оптимального рішення, яке враховує потреби заводу, забезпечує енергоефективне та безперебійне постачання електроенергії та сприяє сталому розвитку.

Ключові задачі даної роботи: надійне та ефективне живлення всіх споживачів, зниження ризиків аварій та перебоїв у постачанні електроенергії, а також підвищення загальної продуктивності та безпеки роботи заводу.

Об'єкт аналізу: система електропостачання на ПРАТ «МАЯК».

Предмет дослідження: встановлення когенераційної установки «Jenbacher» та розробка системи електропостачання.

Використані методи: метод підсумовування навантажень; методи та закони загальної електротехніки та електроенергетики; метод коефіцієнту попиту; метод упорядкованих діаграм.

Практична цінність роботи. Практична цінність цієї роботи полягає в забезпеченні безперебійного та надійного електропостачання, знижує витрати на енергію, сприяє енергоефективності та дозволяє дотримуватися нормативів безпеки та стандартів електробезпеки. Крім цього, розробка системи забезпечує можливість для майбутнього розширення та модернізації.

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО

Приватне акціонерне товариство «Маяк», далі продовжимо використовувати назву "Вінницький завод «Маяк»".

Адреса: Україна, 21029, Вінницька область, місто Вінниця, вулиця Хмельницьке Шосе, будинок 105.

Офіційний сайт знаходиться за адресою: <https://termia.com.ua/>.

Вінницький завод «Маяк» є одним із провідних виробників електротехнічної продукції в Україні. У галузі виробництва електротехніки завод має багаторічний досвід та зарекомендував себе як надійний постачальник якісних продуктів.

Заснований у 1945 році, Вінницький завод «Маяк» пройшов вражаючий шлях розвитку протягом понад 75 років своєї історії. Він успішно виробляє широкий асортимент електротехнічного устаткування, завдяки чому завоював популярність як в Україні, так і за її межами. Наразі завод відомий своєю експертизою та кваліфікованим персоналом, що гарантує якість та надійність його продукції.

Вінницький завод «Маяк» є провідним виробником електротехнічного устаткування, освітлювальних приладів та енергозберігаючих систем. Його асортимент включає електричні апарати, розподільні пристрої, освітлювальні прилади та інші продукти. Завод "Маяк" виготовляє як стандартну серійну продукцію, так і спеціалізовані вироби, які розробляються та виготовляються під конкретні потреби клієнтів за їхніми індивідуальними замовленнями.

Завод «Маяк» має відмінну репутацію, яка ґрунтується на дотриманні високих стандартів якості та безпеки. Застосування сучасних технологій та високоякісних матеріалів, разом із власними науково-дослідними та проектними підрозділами, свідчить про їхню здатність до інновацій та постійного розвитку. Завдяки цьому, продукція заводу «Маяк» відповідає вимогам національних та міжнародних стандартів якості.

Крім цього, завод «Маяк» не лише зосереджується на підвищенні якості своєї продукції, але й активно працює над впровадженням інноваційних рішень та розвитком нових продуктів. Це свідчить про їхню відданість постійному удосконаленню та відповідь на зростаючі потреби ринку. Також важливо відзначити їхню визнану репутацію та довгострокові партнерські відносини з клієнтами, що свідчить про високий рівень довіри до компанії.

Продукція Вінницького заводу "Маяк" отримує попит як на внутрішньому ринку, так і на зовнішніх ринках. Завдяки співпраці з великими підприємствами, електротехнічними організаціями та дистриб'юторами в Україні та за кордоном, їхня продукція доступна в різних регіонах. Її популярність зумовлена високою якістю, надійністю та використанням інноваційних рішень.

Вінницький завод "Маяк" продовжує утримувати свою провідну позицію в галузі електротехніки завдяки своєму багаторічному досвіду, високій якості продукції та постійному розвитку. Завод прагне задовольняти потреби своїх клієнтів, продовжувати впроваджувати нові технології та залишатися на ринку електротехнічної продукції одним із ключових гравців.

1.1 Похибки навантажень споживачів

Технологічний процес виробництва на Вінницькому заводі «Маяк» включає декілька етапів, що забезпечують ефективне та якісне виробництво електротехнічної продукції. Давайте розглянемо основні кроки даного процесу:

1. Проєктування. Проєктування є невід'ємною частиною виробництва на Вінницькому заводі «Маяк». В результаті високого рівня технічного знання та професіоналізму команди інженерів і дизайнерів, завод здатний розробляти високоякісні електротехнічні та інноваційні рішення.

На початковому етапі проєктування здійснюється аналіз вимог клієнта та ринкових тенденцій, що сприяє зрозумінню потреб і визначенню цілей проекту.

Команда інженерів займається над розробкою концептуального дизайну, де враховуються функціональність, естетичність, ергономіка та енергоефективність продукту.

Після цього проводиться детальне електричне проєктування, під час якого інженери розробляють системи керування, розташування компонентів, електричні схеми та проводять розрахунки електричних параметрів. Безпека та надійність продукту, ефективне використання електронних компонентів та впровадження сучасних технологій займають особливе місце в процесі розробки.

У паралелі з електричним проєктуванням, спеціалісти з механічного проєктування працюють над створенням 3D-моделей, детальних технічних креслень та специфікацій для виробництва механічних компонентів продукту. Завдяки їм конструкція стає міцною, зручною у використанні та відповідає всім вимогам технічних стандартів.

Крім того, на заводі «Маяк» проводиться підбір оптимальних матеріалів, що використовуються в процесі виготовлення продукту. В залежності від того, для чого він призначений, враховуються такі фактори, як міцність, тривалість служби, теплова та електрична провідність, а також екологічні вимоги.

Всі розроблені проєктні рішення перевіряються через верифікацію та тестування. Це допомагає переконатися в ефективності та правильності розроблених рішень перед переходом до виробництва. Тести включають функціональні, електричні та механічні випробування для забезпечення високої якості та довговічності кінцевого продукту.

Завдяки комплексному підходу до проєктування, Вінницький завод «Маяк» здатний виробляти та розробляти електротехнічні вироби, що задовольняють потреби клієнтів та відповідають високим стандартам якості.

2. Закупівля матеріалів. Закупівля матеріалів на заводі «Маяк» є ключовим кроком у виробничому процесі, оскільки від цього залежить якість та надійність кінцевого продукту. Вибір постачальників та матеріалів є важливим

аспектом для заводу «Маяк», оскільки це визначає якість та надійність його виробів.

Процес закупівлі матеріалів на заводі «Маяк» включає такі етапи:

Аналіз потреб. Встановлюються потреби в матеріалах, враховуючи виробничі плани, замовлення від клієнтів та вимоги внутрішніх стандартів якості. Ураховуються якісні та кількісні характеристики матеріалів.

Пошук постачальників. Завод «Маяк» активно розшукує та відбирає надійних постачальників матеріалів, враховуючи різноманітні критерії, такі як якість, ціни, терміни доставки та наявність сертифікації. Після відбору встановлюються партнерські відносини з обраними постачальниками для спільної співпраці.

Укладання договорів. Завод укладає угоди з постачальниками, де визначаються умови постачання, ціни, терміни доставки, якість та інші аспекти співпраці.

Замовлення та поставка. На основі запитів та виробничих планів відділ закупівель робить замовлення на матеріали. Згідно угоджених умов та вимог постачальники доставляють матеріали на завод у визначені строки.

Перевірка та приймання. При отриманні матеріалів здійснюється їх перевірка на відповідність замовлення, кількість та якість. Після цього відбувається приймання матеріалів та оформлення потрібних документів.

Складське управління. Матеріали зберігаються на складах відповідно до вимог зберігання та етикетування. Також проводиться контроль за залишками матеріалів та їх раціональним використанням.

Завдяки тому, що професійний підхід до співпраці з надійними постачальниками та закупівель, Вінницький завод «Маяк» забезпечується відповідними стандартам та високоякісними матеріалами для виробництва своїх електротехнічних виробів.

3. Обробка матеріалів. Важливою складовою виробничого процесу є обробка матеріалів. Завод оснащений сучасним обладнанням і технологіями для обробки різноманітних матеріалів. Цей процес включає операції різання,

свердління, фрезерування, токарну обробку, шліфування та інші, залежно від вимог і специфікацій виробу.

Завдяки професіоналізму та високій кваліфікації працівників, обробка матеріалів забезпечує точність і якість, відповідність готових деталей технічним кресленням і стандартам якості. Такий підхід гарантує високу якість виробів і задоволення потреб клієнтів.

4. Збірка виробів. Збірка виробів на Вінницькому заводі «Маяк» - це процес об'єднання компонентів і деталей для створення готового продукту.

Процес збірки включає підготовку робочих місць, огляд компонентів, збірку підсистем, з'єднання компонентів та остаточну асамблювання виробу. Після збірки виріб проходить тестування і контроль якості, а потім упаковується і маркується для транспортування та зберігання. Процес збірки здійснюється з високою увагою до деталей, що забезпечує високу якість та надійність готової продукції.

5. Тестування. Тестування виробів є важливим етапом для забезпечення високої якості та надійності продукції. Воно проводиться відповідно до специфікацій та стандартів якості і включає ряд діагностичних процедур. Ці процедури перевіряють функціональність, стійкість до навантажень, ефективність, електричні параметри та відповідність вимогам замовника.

Під час тестування застосовуються випробувальне обладнання, спеціалізовані тестові стенди та інструменти. Вироби піддаються різноманітним випробуванням, таким як електричні тести, навантаження, імітація реальних умов роботи, термічні тести та інші. У результаті тестування можуть бути виявлені можливі дефекти або несумісності, які потребують коригування або виправлення.

Тестування на Вінницькому заводі «Маяк» є важливим кроком для забезпечення впевненості в якості виробів перед їх відправленням на ринок. Цей процес допомагає підтвердити відповідність кожного виробу встановленим

стандартам та специфікаціям. Тестування забезпечує, що клієнти отримують продукцію, яка відповідає високим стандартам якості та їх вимогам.

6. Упаковка. Упаковка є ключовим етапом після виготовлення продукції. Вона включає в себе захисні та зручні упаковочні матеріали для забезпечення безпечного транспорту та зберігання виробів. Упаковка розробляється з урахуванням типу та розмірів виробу, його ваги та особливостей, забезпечуючи надійний захист під час транспортування та зберігання.

В процесі транспортування для забезпечення стійкості та захисту виробів під час упаковки використовуються відповідні ящики, контейнери, палети та інші засоби. Також можуть застосовуватися захисні матеріали, такі як пінопласт, бульбашкова плівка або підкладки, щоб уникнути пошкоджень під час перевезення.

Упаковка також включає маркування, де зазначаються важливі дані про виріб, інструкції з монтажу та використання, його характеристики, а також, при необхідності, сертифікаційні дані.

Упаковка гарантує безпеку та цілісність виробів під час транспортування та зберігання, зберігаючи якість продукції і відповідаючи вимогам клієнтів.

Важливо зауважити, що технологічний процес на Вінницькому заводі «Маяк» постійно перебуває під контролем та піддається вдосконаленню з метою забезпечення ефективності та якості виробництва. Завод використовує передові технології, інноваційні підходи та має кваліфікований персонал з метою досягнення високої якості виробництва своєї електротехнічної продукції.

1.2 Відомості про споживання електричної енергії споживачів та їх характеристика

Наведених нижче таблицях і на рисунках подані вхідні дані для розрахунку (рис.1.1, рис.1.2, табл.1.1, табл.1.2).

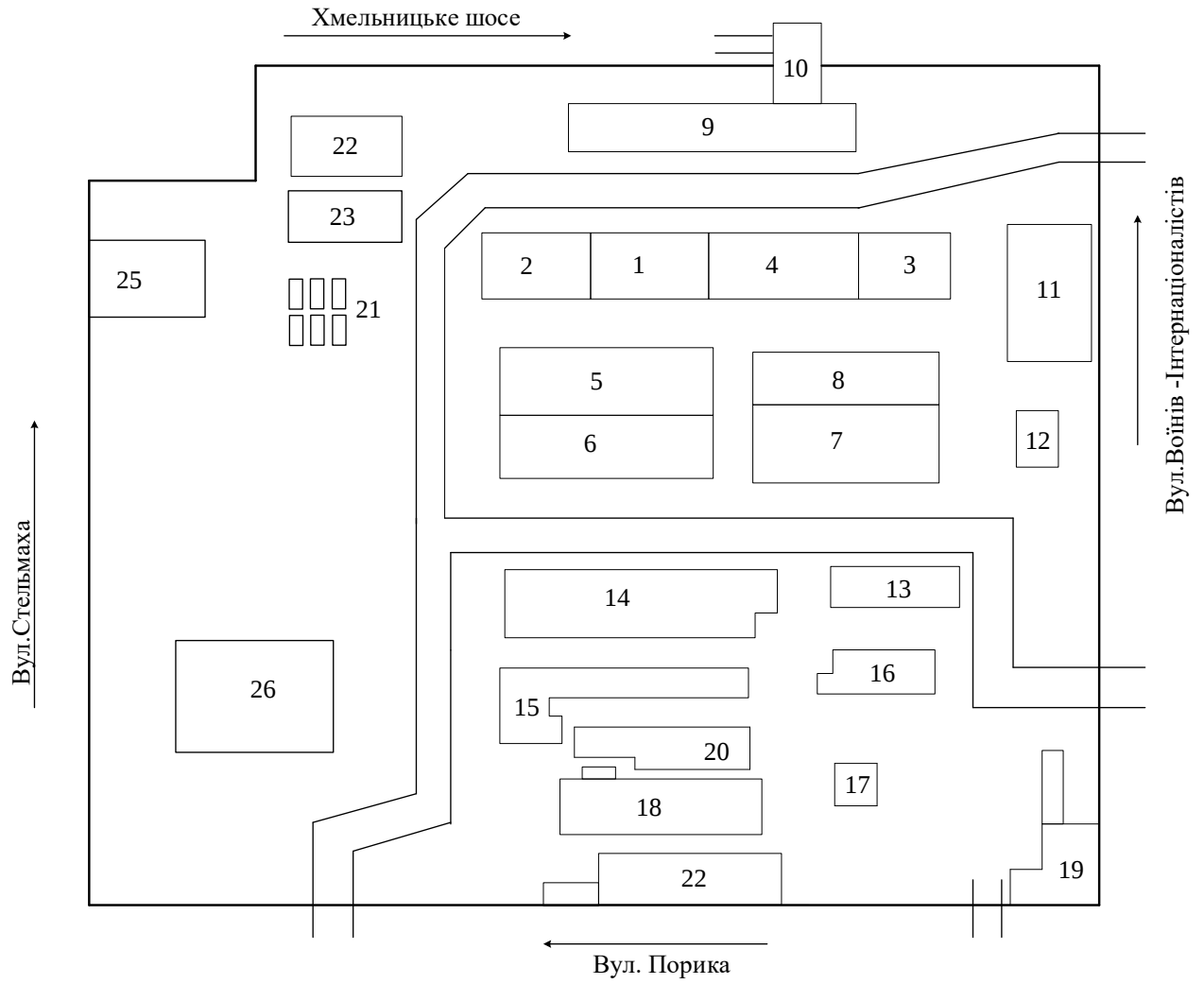


Рисунок 1.1 – Генплан ПрАТ «Маяк»

Таблиця 1.1 – Склад цехів підприємства, кількість змін та потужність їх ЕП

Назва цехів	Р _н , кВт	cos	tg	К _п	К _в
1.Механічний цех	220	0,75	0,882	0,27	0,2
2.Заготівельний	220	0,65	1,169	0,3	0,2
3.Ковально-штамповочний	340	0,65	1,169	0,3	0,2
4.Зварювальний	580	0,65	1,169	0,4	0,2
5.Намоточний	1030	0,8	0,750	0,3	0,2
6.Сталеалюмінієвого лиття	1380	0,7	1,020	0,65	0,5
7.Іструментальний	410	0,85	0,620	0,4	0,35
8.Фарбувальний	950	0,85	0,620	0,6	0,45
9.Збірно-монтажний	310	0,7	1,020	0,4	0,35
10.Адміністративний корпус	70	0,6	1,333	0,3	0,3
11.Ремонтно-механічний	330	0,75	0,882	0,25	0,2
12.Очисні споруди	170	0,8	0,750	0,4	0,35
13.Енергоблок	1200	0,76	0,855	0,6	0,5
14.Цех друкованих плат	290	0,6	1,333	0,4	0,3
15.Відділ випробувань	210	0,8	0,750	0,3	0,25
16.Котельня	1720	0,75	0,882	0,6	0,5
17.Будівельно-монтажний цех	70	0,85	0,620	0,25	0,2
18.Нестандартного обладнання	260	0,61	1,299	0,3	0,25
19.Автотранспортний цех	100	0,7	1,020	0,25	0,2
20.Тарно-пакувальний	50	0,7	1,020	0,35	0,3
21.Склади ОМТС	70	0,8	0,750	0,4	0,3
22.Столова	400	0,88	0,540	0,3	0,2
23.Термопластавтомати	1120	0,76	0,85	0,3	0,2
24.КСК «Маяк»	40	0,9	0,484	0,4	0,3
25.Типографія	90	0,65	1,169	0,5	0,3
26.Корпус порошків і металургії	90	0,8	0,750	0,7	0,5

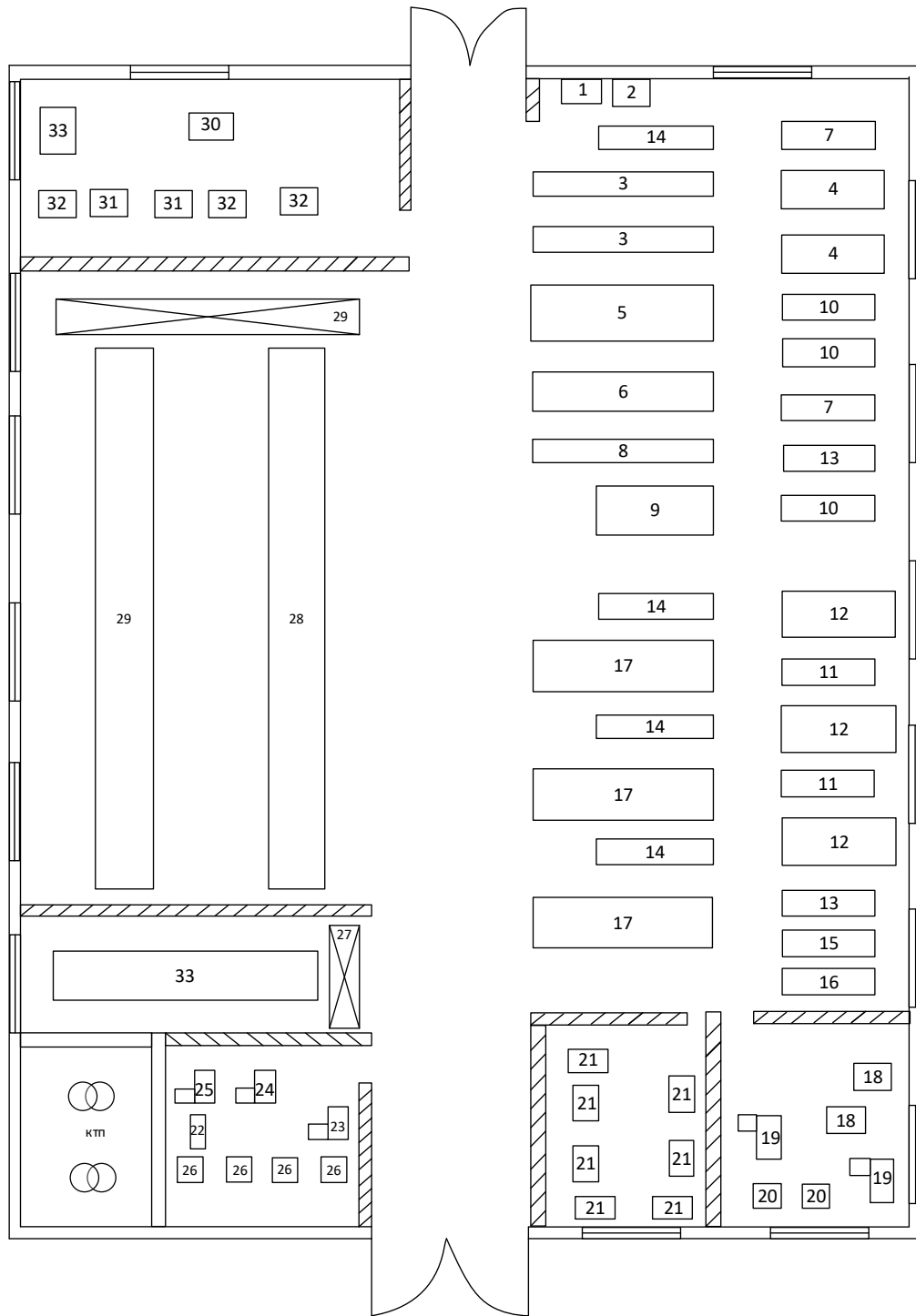


Рисунок 1.2 – План цеху термопластавтоматів з розміщенням електроприймачів

Таблиця 1.2 – Відомості про активні електричні навантаження цеху Термопластавтоматів

Назва електроприймача	Р _{вст.}	Кількість	cosφ	К _В
1. Автомат газ води	1,4	1	0,9	0,11
2. Калорифер	5,4	1	0,9	0,1
3.Термопластавтомат	49	2	0,8	0,12
4.Термопластавтомат	30	2	0,85	0,12
5.Термопластавтомат	48	1	0,85	0,12
6.Термопластавтомат	48	1	0,85	0,12
7.Термопластавтомат	45	2	0,85	0,12
8.Термопластавтомат	36	1	0,85	0,12
9.Термопластавтомат	24	1	0,85	0,15
10.Термопластавтомат	30	3	0,85	0,2
11.Термопластавтомат	24,6	2	0,85	0,15
12.Термопластавтомат	37,9	3	0,8	0,2
13.Термопластавтомат	28,2	2	0,85	0,15
14.Термопластавтомат	33,1	4	0,85	0,12
15.Термопластавтомат	22,3	1	0,85	0,17
16.Термопластавтомат	14,4	1	0,85	0,17
17.Термопластавтомат	49	3	0,85	0,12
18.Лінія гранулювання	16,2	2	0,8	0,7
19.Магнітний сепаратор	1,8	2	0,65	0,5
20.Подрібню пластмаси	3	2	0,8	0,7
21.Шкаф сушильний	18	7	0,95	0,7
22.Токарногвинторізний	13,1	1	0,65	0,17
23.Універсальфрез вер.	2,2	1	0,4	0,12
24.Універсальнозат вер.	2,2	1	0,45	0,15
25.Плоскошліфо вер.	5,2	1	0,75	0,25
26.Верстат слюсарний	0,1	4	0,65	0,23
27.Кран-балка	18	1	0,4	0,06
28.Стелаж	0	3	-	-
29.Кран-балка	6	1	0,4	0,06
30.Пластроструйн.прис	24	1	0,93	0,4
31.Настіл. Сверлил. вер.	0,9	2	0,4	0,12
32.Стіл зачищика	0	2	-	-
33.Шкаф обдуву	5,6	1	0,73	0,4

Висновок. З даного розділу можна зробити висновок, що Вінницький завод «Маяк» є сучасним виробничим підприємством, яке спеціалізується на виробництві систем електропостачання. Наявність висококваліфікованого персоналу та сучасного обладнання відіграє ключову роль у забезпеченні якості та надійності продукції на Вінницькому заводі "Маяк". Це дозволяє заводу виробляти широкий асортимент продукції, який включає не лише електроапаратуру, але і системи електропостачання для різних галузей промисловості. Такий підхід сприяє задоволенню потреб клієнтів і підтримує конкурентоспроможність заводу на ринку електротехнічної продукції. Зусилля, які докладає Вінницький завод "Маяк" у підтримку якості та вдосконалення своїх технологій, дійсно роблять його впевненим партнером у галузі електротехніки. Постійне прагнення до інновацій та вдосконалення дозволяє заводу не лише задовольняти потреби своїх клієнтів, а й відповідати вимогам сучасного ринку. Це сприяє зміцненню репутації заводу як надійного та професійного виробника електротехнічної продукції.

2 АНАЛІЗ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

2.1 Розрахунок електричних навантажень

Розрахунок електричних навантажень є важливим етапом при проектуванні та експлуатації електричних систем. Цей процес включає в себе не лише визначення потреби в потужності та енергії, але і урахування різноманітних факторів, що впливають на роботу системи. Зокрема, враховуються типи обладнання, їх режим роботи, тривалість експлуатації, а також фактори, пов'язані з безпекою та ефективністю використання електроенергії.

Розрахунок електричних навантажень є ключовим етапом в плануванні та експлуатації будь-якої електричної системи. Він дозволяє правильно визначити потреби у потужності та енергії, а також забезпечити вибір відповідного обладнання, проводки та джерел енергії. Правильно проведений розрахунок забезпечує стабільне та надійне електропостачання, що є критичним для ефективної роботи виробничих процесів. Крім того, він сприяє зменшенню втрат енергії та забезпечує раціональне використання ресурсів, що є важливим аспектом для підприємства. Розрахунок електричних навантажень допомагає приймати обґрунтовані рішення щодо проектування та розвитку електричної системи, що забезпечує оптимальну продуктивність та ефективність у роботі заводу "Маяк".

2.1.1 Вибір схеми цехової мережі

Вибір схеми цехової мережі є критичним етапом у проектуванні системи електропостачання. При виборі слід враховувати такі фактори: типи навантаження, розташування пристроїв, їх потужність, безпеку та економічні аспекти.

Радіальна схема цехової мережі є однією з найпоширеніших і простих у виконанні. У цій схемі електропостачання подається від однієї головної

підстанції до окремих розподільних табло, а вже з них - до окремих споживачів. Ця схема має свої переваги у простоті та вартості, але потребує уважного розрахунку для забезпечення рівномірного розподілу навантаження.

Іншою можливою схемою є кільцева мережа, оскільки вона створює закритий кільцевий контур, який забезпечує альтернативний шлях електропостачання в разі відмови одного з живильних пунктів. Кільцева схема дійсно забезпечує більшу надійність, оскільки в разі відмови одного живильного пункту, електропостачання може продовжуватися через інші живильні пункти в мережі, що знаходяться в тому ж кільці. Це робить систему менш вразливою до перебоїв у живильних пунктах і забезпечує неперервне електропостачання споживачів.

Також можна розглядати комбіновану схему, яка може бути ефективним рішенням для певних умов експлуатації. Вона може поєднувати переваги радіальної та кільцевої схем, дозволяючи забезпечити оптимальний баланс між надійністю, ефективністю та економічністю системи електропостачання.

Всі електроприймачі діляться на характерні групи з більш або менш однаковим режимом.

Визначаємо в роботі розрахункове навантаження деяких груп електроприймачів і навантаження на шинах 0,4 кВ цехової ТП.

Алгоритм визначення розрахункових навантажень цеху може включати наступні кроки:

вибираємо схему цехової мережі, керуючись такими умовами: найближче розміщення РП до споживачів, потужність яких більше 55 кВт, і які живляться безпосередньо від ТП. У головному корпусі встановлено чотири РП, навантаження на яких розподілено приблизно однаково.

Розташування електроприймачів компактне, тому для їх підключення доцільно використовувати чотири розподільчих пункти та два шинопроводи, а саме:

РП-1 - електроприймачі 18(2), 19(2), 20(2);

РП-2 - електроприймачі 21(7);

РП-3 - електроприймачі 22, 23, 24, 25, 26(4), 27;

РП-4 - електроприймачі 29, 30, 31(2), 33;

ШРА-1 - електроприймачі 1, 2, 3(2), 4(2), 5, 6, 7(2), 8, 9, 10(3), 13(1), 14(1);

ШРА-2 - електроприймачі 11(2), 12(3), 13(1), 14(3), 15, 16, 17(3);

Розподільчі пункти РП-1, РП-2, РП-3, РП-4, ШРА-1, ШРА-2 в свою чергу, живляться від трансформаторної підстанції КТП, яка розташована поблизу цеху.

На рисунку 2.1. зображений план електропостачання головного корпусу

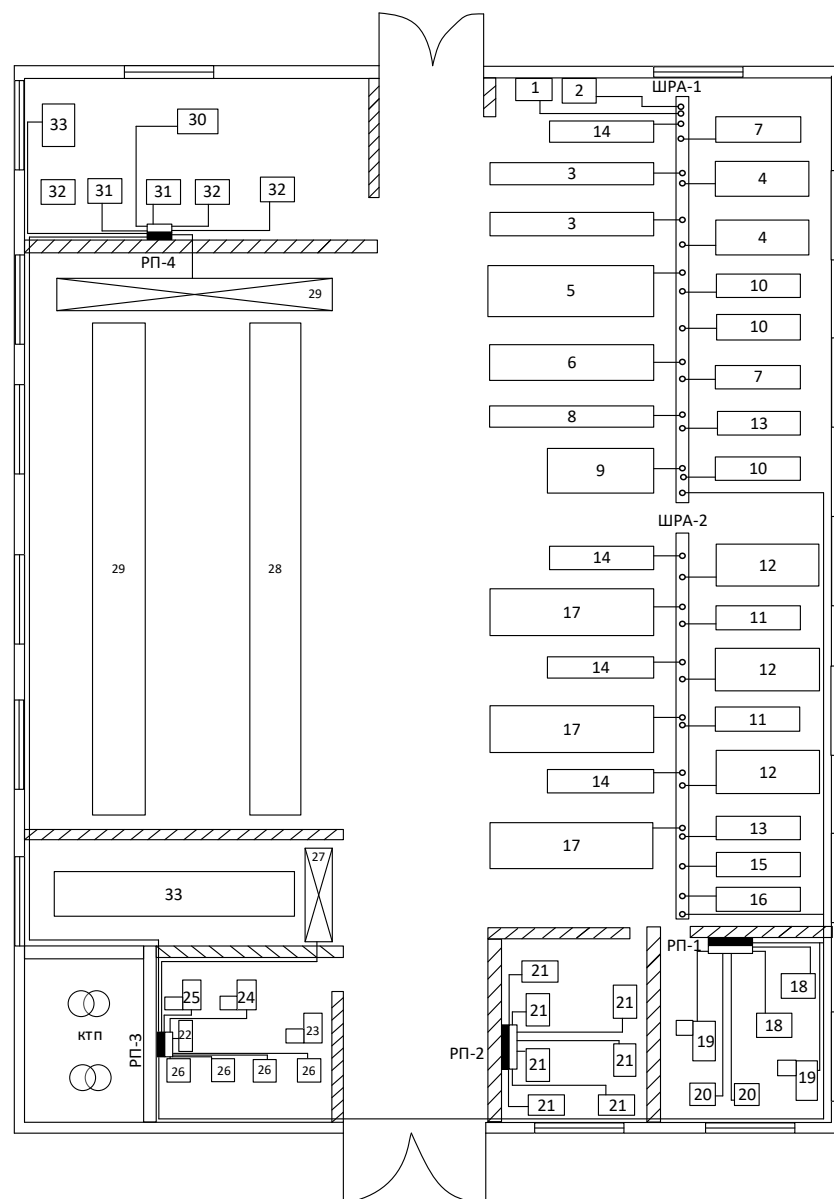


Рисунок 2.1 – План електропостачання головного корпусу

2.1.2 Розрахунок навантажень цехової мережі

Розрахунок навантажень цехової мережі продемонстрований на прикладі розрахунку головного корпусу. Виберемо для прикладу розрахунок для ШРА-1.

Розраховуємо середню реактивну і активну потужність для калорифера:

$$P_C = n \cdot P_H \cdot K_B = 1 \cdot 5,4 \cdot 0,1 = 0,5 \text{ (кВт)}, \quad (2.1)$$

$$Q_C = n \cdot P_H \cdot K_B \cdot \operatorname{tg} \varphi = 1 \cdot 5,4 \cdot 0,1 \cdot 0,48 = 0,262 \text{ (кВт)}. \quad (2.2)$$

де P_{cm} – середня активна потужність, кВт;

P_H – сумарна встановлена потужність групи електроприймачів, кВт;

Q_{cm} – середня реактивна потужність, кВАр;

K_B – коефіцієнт використання, в.о.; $\operatorname{tg} \varphi$ – коефіцієнт потужності, в.о.;

Розрахункові навантаження ШРА-1 визначаємо в такій послідовності:

Знаходимо коефіцієнт використання:

$$K_B = \frac{\sum_{i=1}^n k_{\varepsilon,i} \cdot P_{ni}}{\sum_{i=1}^n P_{p,i}} = \frac{101,6}{774,9} = 0,13. \quad (2.3)$$

Потім знаходимо ефективне число ЕП:

$$n_e = \frac{\left(\sum_{i=1}^n P_{ni} \right)^2}{\sum_{i=1}^n P_{ni}^2} = \frac{774,9^2}{58074,8} = 10,34 \approx 10. \quad (2.4)$$

З таблиці 1.1 $K_p = 1,862$ і визначаємо розрахункові потужності для електроприймачів групи А:

Обчислюємо розрахункову активну, реактивну та повну потужність РП-1 для групи А за формулою:

$$P_M = K_p \cdot n \cdot P_H \cdot K_b = 1,862 \cdot 101,6 = 189,24 \text{ (кВт)}, \quad (2.5)$$

$$Q_M = 1,1 \cdot n \cdot P_H \cdot K_b \cdot \operatorname{tg} \varphi = 1,1 \cdot 64,9 = 71,409 \text{ (кВар)}, \quad (2.6)$$

$$S_M = \sqrt{P_M^2 + Q_M^2} = \sqrt{189,24^2 + 71,409^2} = 202,26 \text{ (кВА)}. \quad (2.7)$$

Знаходимо розрахунковий струм корпусу:

$$I_M = \frac{S_M}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{202,26}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 307,31 \text{ (А)}. \quad (2.8)$$

Аналогічно виконуємо розрахунки для всіх інших РП, результати заносимо в таблицю - 2.1.

Наведемо розрахунок для корпусу загалом:

Груповий коефіцієнт використання та ефективне число ЕП:

$$K_B = \frac{\sum_{i=1}^n k_{e,i} \cdot P_{ni}}{\sum_{i=1}^n P_{p,i}} = \frac{313,4}{1553,7} = 0,2. \quad (2.9)$$

Обчислюємо ефективне число ЕП:

$$n_e = \frac{\left(\sum_{i=1}^n P_{ni} \right)^2}{\sum_{i=1}^n P_{ni}^2} = \frac{1553,7^2}{86411,4} = 27,94 \approx 27. \quad (2.10)$$

Коефіцієнт розрахункового максимуму навантаження K_m для групи А головного корпусу становитиме 1,075. Знаходимо розрахункову активну, реактивну потужність корпусу:

$$P_M = K_p \cdot n \cdot P_H \cdot K_b = 1,075 \cdot 313,4 = 336,85 \text{ (кВт)}, \quad (2.11)$$

$$Q_M = n \cdot P_H \cdot K_b \cdot \operatorname{tg} \varphi = 1,1 \cdot 64,9 = 181,7 \text{ (кВар)}, \quad (2.12)$$

Обчислюємо повну розрахункову потужність корпусу:

$$S_M = \sqrt{P_M^2 + Q_M^2} = \sqrt{336,85^2 + 181,7^2} = 382,75 \text{ (кВА)}. \quad (2.13)$$

Знаходимо розрахунковий струм корпусу:

$$I_M = \frac{S_M}{\sqrt{3} \cdot U_{HOM}} = \frac{382,75}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 581,53(A). \quad (2.14)$$

Таблиця 2.1 – Розрахунок навантажень цеху

№ЕП	Найменування ЕП	Вхідні дані			Розрахункові величини			Розрахункові невизначення		
		Р, кВт	кВт	кВт	середнє	кВт	кВт	Н	кВт	кВт
1	ШРА-1									
1	1	1,4	1,4	0,110,9	0,480,2	0,075	2,0			
2	2	1	1	0,110,9	0,480,2	0,075	2,0			
3	3	5,4	5,4	0,1	0,9	0,480,5	0,262	29,2		
4	4	98	98	0,130,8	0,7511,8	8,820	4802,0			
5	5	60	60	0,120,85	0,627,2	4,462	1800,0			
6	6	48	48	0,120,85	0,625,8	3,570	2304,0			
7	7	48	48	0,120,85	0,625,8	3,570	2304,0			
8	8	90	90	0,120,85	0,6210,8	6,693	4050,0			
9	9	36	36	0,130,85	0,634,3	2,677	1296,0			
10	10	24	24	0,150,85	0,623,6	2,231	576,0			
11	11	90	90	0,2	0,85	0,6218,0	11,155	2700,0		
12	12	28,2	28,2	0,150,85	0,624,2	2,622	795,2			
13	13	33,1	33,1	0,120,85	0,624,0	2,462	1095,6	14,52		
14	Всього ШРА-1	562,1	0,14	76,1	48,6	21754,0	14	1,58	120,23	48,60
15	ШРА-2									
16	16	49,2	49,2	0,150,85	0,637,4	4,574	1210,3			
17	17	113,7	113,7	0,2	0,8	0,7522,7	17,055	4309,2		
18	18	28,2	28,2	0,150,85	0,624,2	2,622	795,2			
19	19	99,3	99,3	0,120,85	0,6211,9	7,385	3286,8			
20	20	22,3	22,3	0,170,85	0,623,8	2,349	497,3			
21	21	14,4	14,4	0,170,85	0,622,4	1,517	207,4			
22	22	147	147	0,120,85	0,6217,6	10,952	7203,0	12,84		
23	Всього ШРА-2	474,1	0,15	70,1	46,4	17509,3	12	1,56	109,43	46,43
24	РП-1									
25	25	32,4	32,4	0,7	0,8	0,7522,7	17,010	524,9		
26	26	3,6	3,6	0,5	0,65	1,171,8	2,104	6,5		
27	27	6	6	0,7	0,8	0,754,2	3,150	18,0	3,21	
28	Всього РП-1	42	0,68	28,7	22,3	549,4	3	1,156	33,15	24,49
29	РП-2									
30	30	126	126	0,7	0,95	0,3388,2	28,990	2268,0	7	
31	Всього РП-2	126	0,7	88,2	28,990	2268,0	7	1	88,20	31,89
32	РП-3									
33	33	13,1	13,1	0,170,65	1,172,2	2,604	171,6			
34	34	2,2	2,2	0,120,4	2,290,3	0,605	4,8			
35	35	2,2	2,2	0,150,45	1,980,3	0,655	4,8			
36	36	5,2	5,2	0,230,75	0,881,3	1,146	27,0			
37	37	0,4	0,4	0,230,65	1,170,1	0,108	0,0			
38	38	18	18	0,060,4	2,291,1	2,473	324,0	3,17		
39	Всього РП-3	41,1	0,13	5,3	7,6	532,4	3	3,36	17,77	8,35
40	РП-4									
41	41	6	6	0,060,4	2,290,4	0,825	36,0			
42	42	24	24	0,4	0,93	0,409,6	3,794	576,0		
43	43	1,8	1,8	0,120,4	2,290,2	0,495	1,6			
44	44	5,6	5,6	0,4	0,73	0,942,2	2,097	31,4	2,17	
45	Всього РП-4	37,4	0,3	12,4	7,2	645,0	2	2,45	30,42	7,93
46	Всього по пеху	1282,7	0,2	280,8	161,1	43258,0	38	1	280,83	161,09
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
55										
56										
57										
58										
59										
60										
61										
62										
63										
64										
65										
66										
67										
68										
69										
70										
71										
72										
73										
74										
75										
76										
77										
78										
79										
80										
81										
82										
83										
84										
85										
86										
87										
88										
89										
90										
91										
92										
93										
94										
95										
96										
97										
98										
99										
100										

2.1.2 Вибір комутаційно-захисної апаратури та провідників для цехової мережі

При виборі автоматичних вимикачів повинні виконуватись такі умови:

$$I_{H, \text{poz}} \geq K_{\text{gidc}} \cdot I_M, \quad (2.15)$$

$$I_{c.в} = K_H \cdot I_{II}. \quad (2.16)$$

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

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

$K_{відс}$ – коефіцієнт відстроювання, який визначається з умов надійності відстроювання захисту від перевантажень і його неспрацювання (повернення) при (після) пуску або автоматичному запуску;

I_M – розрахунковий струм електроприймача;

K_H – коефіцієнт надійності відстроювання струмової відсічки;

I_{II} – піковий (пусковий) струм.

Оберемо автоматичний вимикач для лінії від ТП до ШРА-1.

Розрахунковий струм даної лінії буде мати вигляд:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{129,68}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 197,03 \text{ (А)}. \quad (2.17)$$

Пусковий струм можна приблизно визначити залежно від типу приводу:

$$I_{II} = I_M - K_B \cdot I_{н.макс} + I_{п.макс}. \quad (2.18)$$

де $I_{н.макс}$, $I_{п.макс}$ – номінальний струм і пусковий струм найбільш потужних електроприймачів,

K_B – коефіцієнт використання найпотужнішого електроприймача.

$$I_{II} = I_M - K_B \cdot I_{н.макс} + I_{п.макс} = 197,03 - 93,0597 + 186,119 = 290,09 \text{ (А)}. \quad (2.19)$$

Для захисту лінії від ТП до РП-1 обираємо автоматичний вимикач серії ЕВ з тепловими та електромагнітними розчіплювачами.

Обчислюємо номінальний струм розчіплювача та струм спрацювання відсічки:

$$I_{н.розч} \geq K_{відс} \cdot I_M = I_{н.розч} \geq 1,1 \cdot 197,03 = 216,7 \text{ (А)}; \quad (2.20)$$

$$I_{с.в} = K_H \cdot I_{II} = K_{с.в} \geq 9 \cdot 200 = 1800 \text{ (А)}. \quad (2.21)$$

Вибір автоматичного вимикача Etі Break із номінальним струмом вимикача 250 А, номінальним струмом розчіплювача 250 А (кратність струму

1) та струмом спрацювання відсічки 750 А (кратність струму 3) відповідає розрахованим значенням струмів і забезпечить необхідний рівень захисту лінії.

Так само виконуємо вибір автоматичних вимикачів серії ЕВ з напівпровідниковим розчіплювачем для ліній від ТП до РП-1 – РП-2. Оберемо автоматичний вимикач для лінії від РП1 до ЕП – 1,2,3.

Розрахунковий струм для даної лінії:

$$I_M = \frac{P_H}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot \cos \varphi} = \frac{49}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,8} = 93,0597 (A); \quad (2.22)$$

$$I_{II} = 2 \cdot I_M = 2 \cdot 93,0597 = 186,119 (A). \quad (2.23)$$

За умовами вибору автоматичних вимикачів визначимо струм розчіплювача та струм відсічки:

$$I_{н.розч} \geq K_{відс} \cdot I_M = I_{н.розч} \geq 1 \cdot 93,0597 = 93,0597 (A); \quad (2.24)$$

$$I_{с.в} \geq K_n \cdot I_n = I_{с.в} \geq 1,5 \cdot 186,119 = 279,18 (A). \quad (2.25)$$

Обираємо для захисту 3 ЕП автоматичний вимикач серії Etі Break з номінальним струмом 100 А.

Подібно проводимо вибір автоматичних вимикачів для інших споживачів. Заносимо результати розрахунків в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Вибір комутаційно-захисної апаратури

№ ЕП	Найменування ЕП	Р _н , кВт	cosφ	І _м	І _п	№РП	Тип	І _{ном} , А	І _{н.розч} , А	І _{св} , А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Автомат газ. води	1,4	0,9	2,36	4,73	ШРА-1	ЕВ 100/3L 16А 3р	16	16	240
2	Калорифер	5,4	0,9	9,12	18,23	ШРА-1	ЕВ 100/3L 16А 3р	16	16	240
3	Термопластавтомат	49	0,8	93,06	186,12	ШРА-1	ЕВ 100/3L 100А 3р	100	100	1500
4	Термопластавтомат	30	0,85	53,62	107,25	ШРА-1	ЕВ 100/3L 63А 3р	63	63	945
5	Термопластавтомат	48	0,85	85,80	171,60	ШРА-1	ЕВ 100/3L 100 3р	100	100	1500
6	Термопластавтомат	48	0,85	85,80	171,60	ШРА-1	ЕВ 100/3L 100 3р	100	100	1500
7	Термопластавтомат	45	0,85	80,44	160,87	ШРА-1	ЕВ 100/3L 100 3р	100	100	1500
8	Термопластавтомат	36	0,85	64,35	128,70	ШРА-1	ЕВ 100/3L 80А 3р	80	80	1200
9	Термопластавтомат	24	0,85	42,90	85,80	ШРА-1	ЕВ 100/3L 50А 3р	50	50	750

№ ЕП	Найменування ЕП	Р _н , кВт	cosφ	I _м	I _п	№РП	Тип	I _{ном} , А	I _{н.розч} , А	I _{св} , А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10	Термопластавтомат	30	0,85	53,62	107,25	ШРА-1	ЕВ 100/3L 63А 3р	100	63	945
11	Термопластавтомат	24,6	0,85	43,97	87,94	ШРА-2	ЕВ 100/3L 50А 3р	100	50	750
12	Термопластавтомат	37,9	0,8	71,98	143,96	ШРА-2	ЕВ 100/3L 80А 3р	100	80	1200
13	Термопластавтомат	28,2	0,85	50,41	100,81	ШРА-2	ЕВ 100/3L 63А 3р	100	63	945
14	Термопластавтомат	33,1	0,85	59,17	118,33	ШРА-2	ЕВ 100/3L 63А 3р	100	63	945
15	Термопластавтомат	22,3	0,85	39,86	79,72	ШРА-2	ЕВ 100/3L 40А 3р	100	40	600
16	Термопластавтомат	14,4	0,85	25,74	51,48	ШРА-2	ЕВ 100/3L 32А 3р	100	32	480
17	Термопластавтомат	49	0,85	87,59	175,17	ШРА-2	ЕВ 100/3L 100 3р	100	100	1500
18	Лінія гранулювання	16,2	0,8	30,77	61,53	РП-1	ЕВ 100/3L 40А 3р	100	40	600
19	Магнітний сепаратор	1,8	0,65	4,21	8,41	РП-1	ЕВ 100/3L 16А 3р	100	16	240
20	Подрібнювач пласмаси	3	0,8	5,70	11,40	РП-1	ЕВ 100/3L 16А 3р	100	16	240
21	Сушильний шкаф	18	0,95	28,79	57,58	РП-2	ЕВ 100/3L 32А 3р	100	32	480
22	Токарногвинторізний верст.	13,1	0,65	30,62	61,24	РП-3	ЕВ 100/3L 32А 3р	100	32	480
23	Універсальфрез вер.	2,2	0,4	8,36	16,71	РП-3	ЕВ 100/3L 16А 3р	100	16	240
24	Універсальнозат вер.	2,2	0,45	7,43	14,86	РП-3	ЕВ 100/3L 16А 3р	100	16	240
25	Плоскошліфо вер.	5,2	0,75	10,53	21,07	РП-3	ЕВ 100/3L 16А 3р	100	16	240
26	Верстат слюсарний	0,1	0,65	0,23	0,47	РП-3	ЕВ 100/3L 16А 3р	100	16	240
27	Кран-балка	18	0,4	68,37	136,74	РП-3	ЕВ 100/3L 80А 3р	100	80	1200
29	Кран-балка	6	0,4	22,79	45,58	РП-4	ЕВ 100/3L 32А 3р	100	32	480
30	Пластроструйн.прис	24	0,93	39,21	78,42	РП-4	ЕВ 100/3L 40А 3р	100	40	600
31	Настіл. Сверлил. вер.	0,9	0,4	3,42	6,84	РП-4	ЕВ 100/3L 16А 3р	100	16	240
33	Шкаф обдуву	5,6	0,73	11,66	23,31	РП-4	ЕВ 100/3L 16А 3р	100	16	240
ШРА-1				197,03	290,09		ЕВ2 250/3L 200А 3р	100	200	1800
ШРА-2				180,61	268,19		ЕВ2 250/3L 200А 3р	100	200	1800
РП-1				62,63	93,39		ЕВ 100/3L 63А 3р	100	63	567
РП-2				142,50	171,28		ЕВ2 250/3Е 160А 3р	100	160	1440
РП-3				29,84	98,21		ЕВ 100/3L 32А 3р	100	32	288
РП-4				47,76	86,97		ЕВ 100/3L 50А 3р	100	50	450

Переріз провідників вибирають в мережах напругою до 1кВ за допустимим нагріванням.

$$I_{доп} \geq \begin{cases} I_m - \text{для нормальних приміщень;} \\ 1,25 \cdot I_m - \text{для побутових приміщень.} \end{cases}$$

Відповідно до правил влаштування електроустановок, вибираємо наступні способи прокладки ліній:

від ГПП до РП-1 - РП-3 прокладка проводами ВВГнг;

від РП-1 до ЕП – 1 – 11 всі електроприймачі проводами ВВГнг;

Від ТП до РП-1 обираємо переріз проводу з умови:

$$I_{доп} \geq I_m = 62,6256 (A).$$

Допустимий тривалий струм для АПВ прокладених в трубі складає 69,75 А, що задовольняє умову

Аналогічно обираємо переріз решти провідників цехової мережі.

Перевіримо втрату напруги в лінії, що живить 3 ЕП:

$$\Delta U = \frac{P_p \cdot R_{лн} + Q_p \cdot X_{лн}}{U_H} = 6,45 (B). \quad (2.26)$$

$$\Delta U \% = \frac{\Delta U}{U_H} \cdot 100\% = 1,7\%. \quad (2.27)$$

Якщо допустиме відхилення напруги становить 5% згідно з ДСТУ EN 50160:2023, та вибрано провід ВВГнг з перерізом 16 мм² для РП-1, тоді ми можемо розрахувати втрати напруги для інших споживачів аналогічним чином та заносимо результати в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 – Вибір провідників

№ ЕП	Найменування ЕП	P _н , кВт	cosφ	I _м	I _{н.розч} , А	№РП	Тип	Переріз	I _{доп}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Автомат газ. води	1,4	0,9	2,36	16	ШРА-1	ВВГнг	2,5	23,25
2	Калорифер	5,4	0,9	9,12	16	ШРА-1	ВВГнг	2,5	23,25
3	Термопластавтомат	49	0,8	93,06	100	ШРА-1	ВВГнг	35	111,6

№ ЕП	Найменування ЕП	Р _н , кВт	cosφ	Ім	Ін.розч, А	№РП	Тип	Переріз	Ідоп
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	Термопластавтомат	30	0,85	53,62	63	ШРА-1	ВВГнг	16	69,75
5	Термопластавтомат	48	0,85	85,80	100	ШРА-1	ВВГнг	35	111,6
6	Термопластавтомат	48	0,85	85,80	100	ШРА-1	ВВГнг	35	111,6
7	Термопластавтомат	45	0,85	80,44	100	ШРА-1	ВВГнг	35	111,6
8	Термопластавтомат	36	0,85	64,35	80	ШРА-1	ВВГнг	25	88,35
9	Термопластавтомат	24	0,85	42,90	50	ШРА-1	ВВГнг	10	51,15
10	Термопластавтомат	30	0,85	53,62	63	ШРА-1	ВВГнг	16	69,75
11	Термопластавтомат	24,6	0,85	43,97	50	ШРА-2	ВВГнг	10	51,15
12	Термопластавтомат	37,9	0,8	71,98	80	ШРА-2	ВВГнг	25	88,35
13	Термопластавтомат	28,2	0,85	50,41	63	ШРА-2	ВВГнг	16	69,75
14	Термопластавтомат	33,1	0,85	59,17	63	ШРА-2	ВВГнг	16	69,75
15	Термопластавтомат	22,3	0,85	39,86	40	ШРА-2	ВВГнг	10	51,15
16	Термопластавтомат	14,4	0,85	25,74	32	ШРА-2	ВВГнг	4	32,55
17	Термопластавтомат	49	0,85	87,59	100	ШРА-2	ВВГнг	35	111,6
18	Лінія гранулювання	16,2	0,8	30,77	40	РП-1	ВВГнг	10	51,15
19	Магнітний сепаратор	1,8	0,65	4,21	16	РП-1	ВВГнг	2,5	23,25
20	Подрібнювач пласмаси	3	0,8	5,70	16	РП-1	ВВГнг	2,5	23,25
21	Сушильний шкаф	18	0,95	28,79	32	РП-2	ВВГнг	4	32,55
22	Токарногвинторізний верст.	13,1	0,65	30,62	32	РП-3	ВВГнг	4	32,55
23	Універсальфрез вер.	2,2	0,4	8,36	16	РП-3	ВВГнг	2,5	23,25
24	Універсальнозат вер.	2,2	0,45	7,43	16	РП-3	ВВГнг	2,5	23,25
25	Плоскошліфо вер.	5,2	0,75	10,53	16	РП-3	ВВГнг	2,5	23,25
26	Верстат слюсарний	0,1	0,65	0,23	16	РП-3	ВВГнг	2,5	23,25
27	Кран-балка	18	0,4	68,37	80	РП-3	ВВГнг	25	88,35
29	Кран-балка	6	0,4	22,79	32	РП-4	ВВГнг	4	32,55
30	Пластроструйн.прис	24	0,93	39,21	40	РП-4	ВВГнг	10	51,15
31	Настіл. Сверлил. вер.	0,9	0,4	3,42	16	РП-4	ВВГнг	2,5	23,25
33	Шкаф обдуву	5,6	0,73	11,66	16	РП-4	ВВГнг	2,5	23,25
ШРА-1				197,03	200		ВВГнг	95	204,6
ШРА-2				180,61	200		ВВГнг	95	204,6
РП-1				62,63	63		ВВГнг	16	69,75

№ ЕП	Найменування ЕП	Р _н , кВт	cosφ	І _м	І _{н.розч.} , А	№РП	Тип	Переріз	І _{доп}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
РП-2				142,50	160		ВВГнг	70	167,4
РП-3				29,84	32		ВВГнг	4	32,55
РП-4				47,76	50		ВВГнг	10	51,15

Таблиця 2.4 – Втрати напруги

№ ЕП	Найменування ЕП	Р _н , кВт	cosφ	І _м	№РП	Тип	Переріз	г _{нит} ом/км	L, м
1	Автомат газ. води	1,4	0,9	2,36	ШРА-1	ВВГнг	2,5	7,41	7,5
2	Калорифер	5,4	0,9	9,12	ШРА-1	ВВГнг	2,5	7,41	5,5
3	Термопластавтомат	49	0,8	93,06	ШРА-1	ВВГнг	35	0,92	6
4	Термопластавтомат	30	0,85	53,62	ШРА-1	ВВГнг	16	1,15	6
5	Термопластавтомат	48	0,85	85,80	ШРА-1	ВВГнг	35	0,92	3
6	Термопластавтомат	48	0,85	85,80	ШРА-1	ВВГнг	35	0,92	3
7	Термопластавтомат	45	0,85	80,44	ШРА-1	ВВГнг	35	0,92	6
8	Термопластавтомат	36	0,85	64,35	ШРА-1	ВВГнг	25	0,727	3
9	Термопластавтомат	24	0,85	42,90	ШРА-1	ВВГнг	10	1,83	3
10	Термопластавтомат	30	0,85	53,62	ШРА-1	ВВГнг	16	1,15	9
11	Термопластавтомат	24,6	0,85	43,97	ШРА-2	ВВГнг	10	1,83	6
12	Термопластавтомат	37,9	0,8	71,98	ШРА-2	ВВГнг	25	0,727	9
13	Термопластавтомат	28,2	0,85	50,41	ШРА-2	ВВГнг	16	1,15	6
14	Термопластавтомат	33,1	0,85	59,17	ШРА-2	ВВГнг	16	1,15	12
15	Термопластавтомат	22,3	0,85	39,86	ШРА-2	ВВГнг	10	1,83	3
16	Термопластавтомат	14,4	0,85	25,74	ШРА-2	ВВГнг	4	4,61	3
17	Термопластавтомат	49	0,85	87,59	ШРА-2	ВВГнг	35	0,92	9
18	Лінія гранулювання	16,2	0,8	30,77	РП-1	ВВГнг	10	1,83	7,8
19	Магнітний сепаратор	1,8	0,65	4,21	РП-1	ВВГнг	2,5	7,41	12,4
20	Подрібнювач пласмаси	3	0,8	5,70	РП-1	ВВГнг	2,5	7,41	18,7
21	Сушильний шкаф	18	0,95	28,79	РП-2	ВВГнг	4	4,61	40,6
22	Токарногвинторізний верст.	13,1	0,65	30,62	РП-3	ВВГнг	4	4,61	6
23	Універсальфрез вер.	2,2	0,4	8,36	РП-3	ВВГнг	2,5	7,41	10,5
24	Універсальнозат вер.	2,2	0,45	7,43	РП-3	ВВГнг	2,5	7,41	9
25	Плоскошліфо вер.	5,2	0,75	10,53	РП-3	ВВГнг	2,5	7,41	9
26	Верстат слюсарний	0,1	0,65	0,23	РП-3	ВВГнг	2,5	7,41	8
27	Кран-балка	18	0,4	68,37	РП-3	ВВГнг	25	0,727	16,5
29	Кран-балка	6	0,4	22,79	РП-4	ВВГнг	4	4,61	8,5
30	Пластроструйн.прис	24	0,93	39,21	РП-4	ВВГнг	10	1,83	7,3
31	Настіл. Сверлил. вер.	0,9	0,4	3,42	РП-4	ВВГнг	2,5	7,41	6
33	Шкаф обдуву	5,6	0,73	11,66	РП-4	ВВГнг	2,5	7,41	11,5

ШРА-1			197,03		ВВГ _{нг}	95	0,34	48
ШРА-2			180,61		ВВГ _{нг}	95	0,34	35
РП-1			62,63		ВВГ _{нг}	16	1,15	30
РП-2			142,50		ВВГ _{нг}	70	0,268	24
РП-3			29,84		ВВГ _{нг}	4	4,61	12
РП-4			47,76		ВВГ _{нг}	10	1,83	40

2.2 Розрахунок електропостачання підприємства

Розрахунок електропостачання підприємства є складним та комплексним процесом. Він включає детальний аналіз та визначення електричних навантажень, врахування факторів одночасності, прогнозування режимів роботи та розрахунок запасу потужності.

Під час розрахунку електричних навантажень на підприємстві враховуються усі споживачі електроенергії, включаючи основне обладнання, системи кондиціонування повітря, освітлення, підігрів та інші електричні пристрої. Аналіз режимів роботи дозволяє визначити різноманітні параметри навантаження, включаючи максимальні та середні значення, а також навантаження в перехідних процесах.

В результаті розрахунку електропостачання підприємства визначається оптимальна конфігурація системи, включаючи вибір джерел енергії, розподільних пунктів, проводки та іншого обладнання. Це допомагає забезпечити стабільне та ефективне електропостачання підприємства, враховуючи його потреби та вимоги.

Відповідно до розрахунку електропостачання підприємства визначається оптимальна конфігурація системи, яка включає вибір джерел енергії, проводки, розподільних пунктів та іншого обладнання. Цей процес допомагає забезпечити ефективне та стабільне електропостачання підприємства, враховуючи його вимоги та потреби.

2.2.1 Розрахунок електропостачання підприємства

Визначення навантажень інших цехів та заводу в цілому за методом

коефіцієнта попиту [2, 3] зазвичай виконують з урахуванням різних факторів, таких як освітлювальне навантаження, теплове навантаження, потужність обладнання тощо. Освітлювальне навантаження може бути визначене за даними питомого освітлювального навантаження на одиницю площі цехів.

Вихідними даними даної задачі є:

1. коефіцієнт потужності $\cos \varphi$;
2. встановлена потужність всіх цехів, що входять до підприємства;
3. коефіцієнт використання K_v ;
4. коефіцієнт попиту K_p ;
5. площа цехів $S_{ц}$;
6. питома потужність освітлення $P_{пит}$.
7. коефіцієнт попиту освітлювальної мережі $K_{по}$;

Будемо проводити розрахунки за наступними формулами:

Розрахункова потужність електричного освітлення:

$$P_{ро} = P_{пит} \cdot P_{по} \cdot P_{ц} . \quad (2.28)$$

де $P_{пит}$ – потужність освітлювальної установки на один квадратний метр;

$K_{по}$ – коефіцієнт попиту на освітлення;

$S_{ц}$ – площа цехів.

Змінна (середня) потужність за найбільш завантажену зміну може бути визначена за методом коефіцієнта використання.

Активна потужність за зміну буде мати вигляд:

$$P_{см} = K_v \cdot P_{вст} . \quad (2.29)$$

де K_v – коефіцієнт використання цехів; $P_{вст}$ – встановлена потужність цехів.

Активна потужність за зміну з врахуванням освітлення:

$$P_{см} = P_{см} \cdot P_{ро} . \quad (2.30)$$

Реактивна потужність за зміну:

$$Q_{см} = P_{см} \cdot \operatorname{tg} \varphi . \quad (2.31)$$

Повна потужність за зміну:

$$S_{cm} = \sqrt{P_{cm}^2 + Q_{cm}^2}. \quad (2.32)$$

В загальному, по заводу повна потужність визначається за формулою:

$$S_{cm\Sigma} = \sqrt{\sum P_{cm\Sigma}^2 + \sum Q_{cm\Sigma}^2}. \quad (2.33)$$

де $\sum P_{cm\Sigma}^2$ – сумарна активна потужність за зміну по заводу;

$\sum Q_{cm\Sigma}^2$ – сумарна реактивна потужність за зміну по заводу.

Розрахункова активна потужність:

$$P_P = K_n \cdot K_H + K_{po}. \quad (2.34)$$

де K_n – коефіцієнт попиту;

Розрахункову реактивна потужність:

$$Q_P = K_n \cdot P_H + tg\varphi. \quad (2.35)$$

P_H – встановлена потужність цехів. Розрахункова реактивна потужність:

Розрахункову потужність:

$$Q_P = \sqrt{P_P^2 + Q_P^2}. \quad (2.36)$$

де P_P^2 – розрахункова активна потужність з врахуванням освітлювального навантаження; Q_P^2 – розрахункова реактивна потужність.

Розрахункова потужність всього підприємства може бути визначена з урахуванням активної і реактивної потужності цехів. Це підприємство містить групи приймачів електроенергії з будь-якими різними режимами роботи. Тоді повна розрахункова потужність всього підприємства збільшується на коефіцієнт різночасності максимумів навантаження окремих груп – $K_H=0,8$.

$$S_{p\Sigma} = \sqrt{\sum P_{p\Sigma}^2 + \sum Q_{p\Sigma}^2} \cdot K_H. \quad (2.37)$$

K_H треба враховувати окремо для активної та реактивної сумарної потужності, бо далі застосовуємо не тільки $S_{p\Sigma}$, але й $P_{p\Sigma}$ та $Q_{p\Sigma}$.

$$P_{p\Sigma} = \sum P_{pi}; \quad Q_{p\Sigma} = \sum Q_{pi};$$

Розрахунковий струм по цеху:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_H}.$$
 (2.38)

де U_H – номінальна напруга мережі живлення підприємства.

Розрахунковий струм по підприємству:

$$I_{p\Sigma} = \frac{S_{p\Sigma}}{\sqrt{3} \cdot U_H}.$$
 (2.39)

Результати розрахунків занесені в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 – Сумарне навантаження підприємства

№	Назва цехів	Світло				P _{ном} кВт	Середні навантаження				Розрахункові навантаження							
		P ₁₁ кВт	cosφ	tanφ	K _Σ		F, м ²	K _{кор}	P _{ср} кВт/м ²	P _{ср} кВт	Q _{ср} кВАр	S _{ср} кВА	I _{ср} , А	P, кВт	Q _н кВАр	S _н кВА	I _н , А	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	Механічний цех	220	0,75	0,882	0,27	0,2	1973	0,8	0,012	18,94	62,94	55,51	83,92	18,41	78,34	52,39	94,24	20,68
2	Заготівельний	220	0,65	1,169	0,3	0,2	1493	0,8	0,012	14,33	58,33	68,19	89,74	19,69	80,33	77,15	111,38	24,44
3	Ковальсько-штамповочний	340	0,65	1,169	0,3	0,2	1493	0,75	0,014	15,68	83,68	97,82	128,73	28,24	117,68	119,24	167,53	36,75
4	Зварювальний	580	0,65	1,169	0,4	0,2	2080	0,7	0,012	17,47	133,47	136,03	205,33	45,05	249,47	271,21	368,50	80,85
5	Намоточний	1030	0,8	0,75	0,3	0,2	3467	0,85	0,012	35,36	241,36	181,02	301,70	66,19	344,36	231,75	415,08	91,07
6	Сталекантовального лиття	1380	0,7	1,02	0,65	0,5	3236	0,8	0,014	36,24	726,24	740,77	1037,38	227,60	933,24	914,94	1306,93	286,73
7	Іструментальний	410	0,85	0,62	0,4	0,35	3648	0,7	0,014	35,75	179,25	111,14	210,91	46,27	199,75	101,68	224,14	49,17
8	Фабричний	930	0,85	0,62	0,6	0,45	2432	0,85	0,015	31,01	458,51	284,28	539,48	118,36	601,01	353,40	697,21	152,96
9	Збірно-монтажний	310	0,7	1,02	0,4	0,35	3911	0,85	0,012	39,89	148,39	151,36	211,97	46,50	163,89	126,48	207,02	45,42
10	Адміністративний корпус	70	0,6	1,333	0,3	0,3	1095	0,9	0,015	14,78	35,78	47,70	59,63	13,08	35,78	27,99	45,43	9,97
11	Ремонтно-механічний	330	0,75	0,882	0,25	0,2	2080	0,7	0,012	17,47	83,47	73,62	111,30	24,42	99,97	72,77	123,65	27,13
12	Очисні споруди	170	0,8	0,75	0,4	0,35	647	0,6	0,012	4,66	64,16	48,12	80,20	17,59	72,66	51,00	88,77	19,48
13	Енергоблок	1200	0,76	0,855	0,6	0,5	640	0,8	0,015	7,68	607,68	519,57	799,52	175,41	727,68	615,60	933,14	209,11
14	Цех друкувальних плат	290	0,6	1,333	0,4	0,3	2844	0,75	0,014	29,86	116,86	155,78	194,74	42,72	145,86	154,63	212,57	46,64
15	Відділ випробувань	210	0,8	0,75	0,3	0,25	1447	0,9	0,014	18,23	70,73	53,05	88,42	19,40	81,23	47,25	93,97	20,62
16	Котельня	1720	0,75	0,882	0,6	0,5	1216	0,9	0,012	13,13	873,13	770,10	1164,22	255,42	1045,13	910,22	1385,93	304,06
17	Будівельно-монтажний цех	70	0,85	0,62	0,25	0,2	508	0,75	0,012	4,57	18,57	11,51	21,85	4,79	22,07	10,85	24,59	5,40
18	Нестандартного обладнання	260	0,61	1,299	0,3	0,25	2125	0,8	0,015	25,50	90,50	117,56	148,36	32,55	103,50	101,32	144,84	31,78
19	Автогравірувальний цех	100	0,7	1,02	0,25	0,2	2435	0,7	0,012	20,45	40,45	41,26	57,79	12,68	45,45	25,50	52,12	11,43
20	Термо-паузаліній	50	0,7	1,02	0,35	0,3	1820	0,8	0,014	20,38	35,38	36,09	50,54	11,09	37,88	17,85	41,88	9,19
21	Склади ОМТС	70	0,8	0,75	0,4	0,3	2347	0,6	0,014	19,71	40,71	30,54	50,89	11,17	47,71	21,00	52,13	11,44
22	Столова	400	0,88	0,54	0,3	0,2	2837	0,8	0,014	31,77	111,77	60,36	127,03	27,87	151,77	64,80	165,03	36,21
23	Термопластмасомати	1120	0,76	0,85	0,3	0,2	1408	0,7	0,012	11,83	235,83	200,45	309,51	67,90	347,83	285,60	450,06	98,74
24	КСК "Маяк"	40	0,9	0,484	0,4	0,3	2956	0,95	0,012	33,70	45,70	22,12	50,77	11,14	49,70	7,74	50,30	11,04
25	Типографія	90	0,65	1,169	0,5	0,3	2172	0,9	0,015	29,32	56,32	65,84	86,64	19,01	74,32	52,61	91,06	19,98
26	Корпус порошків і металургії	90	0,8	0,75	0,7	0,5	4181	0,8	0,014	46,83	91,83	68,87	114,78	25,18	109,83	47,25	119,56	26,23
27	Всього по підприємству						56491			594,57	4711,07	4168,65	6290,62	1380,12	5668,15	4524,11	7252,28	1591,10

2.2.2 Вибір цехових ТП

Метод статистичної лінеаризації використовується для визначення сумарної повної розрахункової потужності всіх цехів, обладнання яких живиться на напрузі 0,4 кВ.

$$S_{\Sigma} = \sqrt{\sum P^2 + \sum Q^2} . \quad (2.40)$$

де S_i – повна розрахункова потужність цеха, кВА.

$$S_{\Sigma} = 7252,28 \text{ (кВА)}.$$

Визначимо загальну площу всіх цехів:

$$F_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n F_i . \quad (2.41)$$

де F_i – площа цеха, м².

$$F_{\Sigma} = 56491 \text{ (м}^2\text{)}.$$

В залежності від густини навантаження визначимо економічний ступінь потужності трансформаторів:

$$S_{num} = \frac{S_{\Sigma}}{F_{\Sigma}} . \quad (2.42)$$

$$S_{num} = \frac{7252,28}{56491} = 0,128 \text{ (кВА/м}^2\text{)}.$$

У зв'язку з тим, що Вінницький завод «Маяк» відноситься до II категорії з надійності електропостачання, розглянемо два варіанти спорудження двотрансформаторних підстанцій з $S_{номТР}=630$ кВА; $S_{номТР}=1000$ кВА.

Варіант 1: $S_{номТР}=630$ кВА.

Визначаємо економічне число підстанцій:

$$N_{ек} = \frac{S_{\Sigma}}{S_{ном.ТР} \cdot K_3} . \quad (2.43)$$

де $K_3 = 0,7 \div 0,8$ – коефіцієнт завантаження трансформаторів в двотрансформаторній підстанції при домінуванні споживачів II та III категорії

надійності електропостачання.

$$N_{ек} = \frac{7252,28}{2 \cdot 630 \cdot (0,7 \div 0,8)} = 7,67 \div 7,2 (шт).$$

Отже, необхідно встановити 8 трансформаторних підстанцій.

Варіант 2: $S_{номТР}=1000$ кВА.

$$N_{ек} = \frac{7252,28}{2 \cdot 1000 \cdot (0,7 \div 0,8)} = 4,8 \div 4,5 (шт).$$

Тому необхідно встановити дві трансформаторні підстанції.

Розділимо трансформаторні підстанції між цехами і визначимо їх фактичний коефіцієнт завантаження.

Дані розрахунку приведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.6 (1 варіант) – Розподіл трансформаторних підстанцій між цехами

1 варіант					
№ цеху	P_p , кВт	Q_p , кВАр	S_p , кВА	Коефіцієнт завантаження	Категорія надійності
1	2	3	4	5	
КТП-1					
1	78,3408	52,3908	94,24477104		2
2	80,3328	77,154	111,3826668		2
4	249,472	271,208	368,4970258		2
9	163,8922	126,48	207,0213603		2
21	47,7148	21	52,13158485		3
22	151,7744	64,8	165,0288111		3
23	347,8272	285,6	450,0567976		2
25	74,322	52,605	91,05517947		2
Сума	1193,6762	951,2378	1526,340795	0,763170398	
КТП-2					
3	117,6765	119,238	167,5274882		2
7	199,7504	101,68	224,1406806		2
8	601,008	353,4	697,2102811		2
10	35,7825	27,993	45,43121565		3
11	99,972	72,765	123,6492863		2
12	72,6584	51	88,7707333		2
Сума	1126,8478	726,076	1340,511963	0,670255981	
КТП-3					
5	344,3634	231,75	415,0833817		2
6	933,2432	914,94	1306,926958		2

1 варіант					
№ цеху	P _p , кВт	Q _p , кВАр	S _p , кВА	Коефіцієнт завантаження	Категорія надійності
1	2	3	4	5	
КТП-1					
Сума	1277,6066	1146,69	1716,734278	0,858367139	
КТП-4					
16	1045,1328	910,224	1385,933007		2
17	22,072	10,85	24,59462714		2
18	103,5	101,322	144,8392132		2
19	45,454	25,5	52,11828965		3
24	49,6984	7,744	50,29811625		3
Сума	1265,8572	1055,64	1648,262801	0,8241314	
КТП-5					
13	727,68	615,6	953,1429811		2
14	145,862	154,628	212,5689098		2
15	81,2322	47,25	93,97463922		2
20	37,884	17,85	41,87863365		3
26	109,8272	47,25	119,5599279		2
Сума	1102,4854	882,578	1412,238642	0,706119321	

Таблиця 2.7 (2 варіант) – Розподіл трансформаторних підстанцій між цехами

2 варіант					
№ цеху	P _p , кВт	Q _p , кВАр	S _p , кВА	Коефіцієнт завантаження	Категорія надійності
1	2	3	4	5	
КТП-1					
1	78,3408	52,3908	94,24477104		2
2	80,3328	77,154	111,3826668		2
21	47,7148	21	52,13158485		3
22	151,7744	64,8	165,0288111		3
23	347,8272	285,6	450,0567976		2
25	74,322	52,605	91,05517947		2
Сума	780,312	553,5498	956,7153173	0,759297871	
КТП-2					
3	117,6765	119,238	167,5274882		2
4	249,472	271,208	368,4970258		2
9	163,8922	126,48	207,0213603		2
10	35,7825	27,993	45,43121565		3
11	99,972	72,765	123,6492863		2
Сума	666,7952	617,684	908,9275893	0,721371103	
КТП-3					
5	344,3634	231,75	415,0833817		2
8	601,008	353,4	697,2102811		2
Сума	945,3714	585,15	1111,812757	0,882391077	
КТП-4					
6	933,2432	914,94	1306,926958		2

2 варіант					
№ цеху	P _p , кВт	Q _p , кВАр	S _p , кВА	Коефіцієнт завантаження	Категорія надійності
1	2	3	4	5	
КТП-1					
Сума	933,2432	914,94	1306,926958	1,037243618	
КТП-5					
7	199,7504	101,68	224,1406806		2
12	72,6584	51	88,7707333		2
14	145,862	154,628	212,5689098		2
15	81,2322	47,25	93,97463922		2
18	103,5	101,322	144,8392132		2
19	45,454	25,5	52,11828965		3
20	37,884	17,85	41,87863365		3
26	109,8272	47,25	119,5599279		2
Сума	796,1682	546,48	965,6729224	0,766407081	
КТП-6					
16	1045,1328	910,224	1385,933007		2
Сума	1045,1328	910,224	1385,933007	1,099946831	
КТП-7					
13	727,68	615,6	953,1429811		2
17	22,072	10,85	24,59462714		2
24	49,6984	7,744	50,29811625		3
Сума	799,4504	634,194	1020,452337	0,809882807	

Вибір варіанту 1, обґрунтований кращим коефіцієнтом завантаження трансформаторів підстанцій і меншими втратами потужності в ТП, є логічним. Оптимальний коефіцієнт завантаження говорить про ефективне використання трансформаторів, що дозволить економити електроенергію та знижувати витрати. Також враховуючи можливість зростання потужностей заводу, обрана конфігурація мережі має більшу масштабованість, що дозволить легше адаптуватися до зростання потреб. Менші втрати потужності в ТП також сприятимуть ефективнішому електропостачанню підприємства. Ці фактори разом здійснюють техніко-економічне обґрунтування вибору варіанту 1 як оптимального для розподілу трансформаторних підстанцій між цехами:

$$Z = (E_H + E_a) \cdot K + m \cdot \Delta P_p + Z_{пер}. \quad (2.44)$$

де E_H – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень, $E_H=0,1$;

E_a – доля відрахувань на амортизацію, для ТП 10 – 750 кВ становить 0,036;

m – вартість річних втрат на 1 кВт потужності;

K – капітальні затрати на спорудження ТП;

$Z_{\text{пер}}$ – збитки від переривання електропостачання заводу;

ΔP_p – максимальні втрати потужності в трансформаторах ТП,

В таблицю 2.3 зведемо параметри трансформаторів

Таблиця 2.8 – Параметри трансформаторів які порівнюються

Характеристики трансформаторів	η , %	ΔP_{k3} , кВт	ΔP_{xx} , кВт	Ціна ПС на 2т. тис грн.
ТМ630	5,5	7,6	1,05	1000
ТМ1000	6	10,5	2,1	1200

Визначимо втрати активної потужності та їх вартість в трансформаторах:

$$\Delta P_{ТП} = n \cdot \Delta P_{xx} + \frac{1}{n} + \Delta P_k (k_3)^2. \quad (2.45)$$

де ΔP_{xx} – втрати холостого ходу трансформатора, кВт;

ΔP_k – втрати короткого замикання трансформатора, кВт;

n – кількість трансформаторів;

k_3 – коефіцієнт завантаження трансформаторів.

Таблиця 2.9 (1 варіант) – Розрахунок втрат відповідно вибраних варіантів

1 варіант										
№ КТП	Тип	Sp, кВА	Номинальні дані трансформаторів						Витрати в трансформаторах	
			ΔP_{xx} , кВт	ΔP_{k3} , кВт	N, шт	Sном, кВА	Ixx, %	Uкз, %	dP, кВт	dW, кВт*год
КТП1	ТМ 1000/10	752,472285	2,1	10,5	2	1000	1,4	6	7,257752542	45371,62315
КТП2	ТМ 1000/10	1201,58299	2,1	10,5	2	1000	1,4	6	6,558526173	58669,3512
КТП3	ТМ 1000/10	921,038447	2,1	10,5	2	1000	1,4	6	8,068169262	49646,13076
КТП4	ТМ 1000/10	1716,73428	2,1	10,5	2	1000	1,4	6	7,765760967	81449,39151
КТП5	ТМ 1000/10	1648,2628	2,1	10,5	2	1000	1,4	6	6,817673603	77958,13642
Сумарні витрати потужності									36,46788255	313094,633

Таблиця 2.10 (2 варіант) – Розрахунок втрат відповідно вибраних варіантів

2 варіант										
№ КТП	Тип	Sp, кВА	Номінальні дані трансформаторів						Витрати в трансформаторах	
			ΔP_{xx} , кВт	ΔP_{kz} , кВт	N, шт	$S_{ном}$, кВА	I_{xx} , %	U_{kz} , %	dP, кВт	dW, кВт*год
КТП1	ТМ 630/10	752,472285	1,05	7,6	2	630	1,6	5,5	4,290826376	34042,29112
КТП2	ТМ 630/10	1201,58299	1,05	7,6	2	630	1,6	5,5	4,077429817	58292,78798
КТП3	ТМ 630/10	921,038447	1,05	7,6	2	630	1,6	5,5	5,058733248	41837,5275
КТП4	ТМ 630/10	1716,73428	1,05	7,6	2	630	1,6	5,5	6,188322424	99835,77143
КТП5	ТМ 630/10	1648,2628	1,05	7,6	2	630	1,6	5,5	4,332043294	93468,91911
КТП6	ТМ 630/10	1716,73428	1,05	7,6	2	630	1,6	5,5	6,697555517	99835,77143
КТП7	ТМ 630/10	1648,2628	1,05	7,6	2	630	1,6	5,5	4,592458612	93468,91911
Сумарні витрати потужності									35,23736929	520781,9877

У двоколовій системі з резервуванням відсутній як плановий, так і аварійний недовідпуск електроенергії.

$$Z_{ПЕР} = Z_{ПЕР.А} \cdot W_A + Z_{ПЕР.П} \cdot W_P = 0. \quad (2.46)$$

де $Z_{ПЕР.П}$, $Z_{ПЕР.А}$ – питомі складові збитків від відповідного аварійного та планового недовідпусків електроенергії;

W_A , W_P – середньорічні значення аварійного та планового недовідпусків електроенергії. Розрахуємо капітальні і сумарні затрати для обох варіантів.

Таблиця 2.11 – Розрахунок капіталовкладень відповідно вибраних варіантів

Розрахуємо вигідність						
Варіант 1				Варіант 2		
Капіталовкладення	2400	Тис грн		Капіталовкладення	2000	Тис грн
Втрати	313094,633	кВт*год		Втрати	520782	кВт*год
Затрати:						
Затрати	4591.658	тис грн		Затрати	5645.474	тис грн

Для подальших розрахунків обираємо варіант 1, оскільки витрати на будівництво ТП з двома трансформаторами ТМ-1000/10 значно менші.

Оскільки кожна ЦТП живить кілька підстанцій, для визначення місця розташування ЦТП розрахуємо картограму навантажень цехів і нанесемо її на

генеральний план підприємства. Це дозволить візуально оцінити координати розміщення ЦТП, а також ЦРП (див. наступний розділ).

Картограму побудуємо, виходячи з того, що повна потужність кожного цеху дорівнює площі відповідного кола:

$$S_p = m \cdot \pi \cdot \frac{d^2}{4}. \quad (2.47)$$

де m – масштаб побудови картограми; d – діаметр відповідного кола. Діаметри відповідних кіл для побудови картограми розрахуємо за формулою отриманою із (2.48)

$$d = \sqrt{\frac{S \cdot 4}{\pi \cdot m}}. \quad (2.48)$$

Використаємо формулу, щоб визначити сектор освітлювального навантаження:

$$\alpha = \frac{360^\circ \cdot P_{M.O.x}}{P_{M.k}}. \quad (2.49)$$

В таблиці 2.12 показані результати розрахунку потрібних діаметрів

Таблиця 2.12 – Результати розрахунку діаметрів кіл картограми навантажень цехів.

№ Цеху	Назва цеху	S_p , кВА	Діаметр кола	$P_{M.O.k}$, кВт	$P_{M.k}$, кВт	α , град
1	2	3	4	5	6	7
1	Механічний цех	94,24477104	13,8457	18,9408	78,3408	87,0388
2	Заготівельний	111,38266668	16,8457	14,3328	80,3328	64,2304
3	Ковально-штамповочний	167,5274882	20,6597	15,6765	117,677	47,9581
4	Зварювальний	368,4970258	30,6406	17,472	249,472	25,2129
5	Намоточний	415,0833817	32,5198	35,3634	344,363	36,9692
6	Сталеалюмінієвого лиття	1306,926958	57,704	36,2432	933,243	13,9809
7	Іструментальний	224,1406806	23,8968	35,7504	199,75	64,4311
8	Фарбувальний	697,2102811	42,1466	31,008	601,008	18,5736
9	Збірно-монтажний	207,0213603	22,9661	39,8922	163,892	87,6258
10	Адміністративний корпус	45,43121565	10,7586	14,7825	35,7825	148,724
11	Ремонтно-механічний	123,6492863	17,7491	17,472	99,972	62,9168
12	Очисні споруди	88,7707333	15,0389	4,6584	72,6584	23,0809

№ Цеху	Назва цеху	S_p , кВА	Діаметр кола	РМ.О.к, кВт	РМ.к, кВт	α , град
1	2	3	4	5	6	7
13	Енергоблок	953,1429811	49,2787	7,68	727,68	3,79947
14	Цех друкованих плат	212,5689098	23,2718	29,862	145,862	73,702
15	Відділ випробувань	93,97463922	15,4734	18,2322	81,2322	80,8004
16	Котельня	1385,933007	59,4226	13,1328	1045,13	4,52364
17	Будівельно-монтажний цех	24,59462714	7,9159	4,572	22,072	74,5705
18	Нестандартного обладнання	144,8392132	19,2098	25,5	103,5	88,6957
19	Автотранспортний цех	52,11828965	11,5233	20,454	45,454	161,998
20	Тарно-пакувальний	41,87863365	10,3294	20,384	37,884	193,703
21	Склади ОМТС	52,13158485	11,5247	19,7148	47,7148	148,745
22	Столова	165,0288111	20,505	31,7744	151,774	75,367
23	Термопластавтомати	450,0567976	33,8621	11,8272	347,827	12,2411
24	КСК "Маяк"	50,29811625	11,3203	33,6984	49,6984	244,101
25	Типографія	91,05517947	15,2311	29,322	74,322	142,03
26	Корпус порошків і металургії	119,5599279	17,4531	46,8272	109,827	153,494

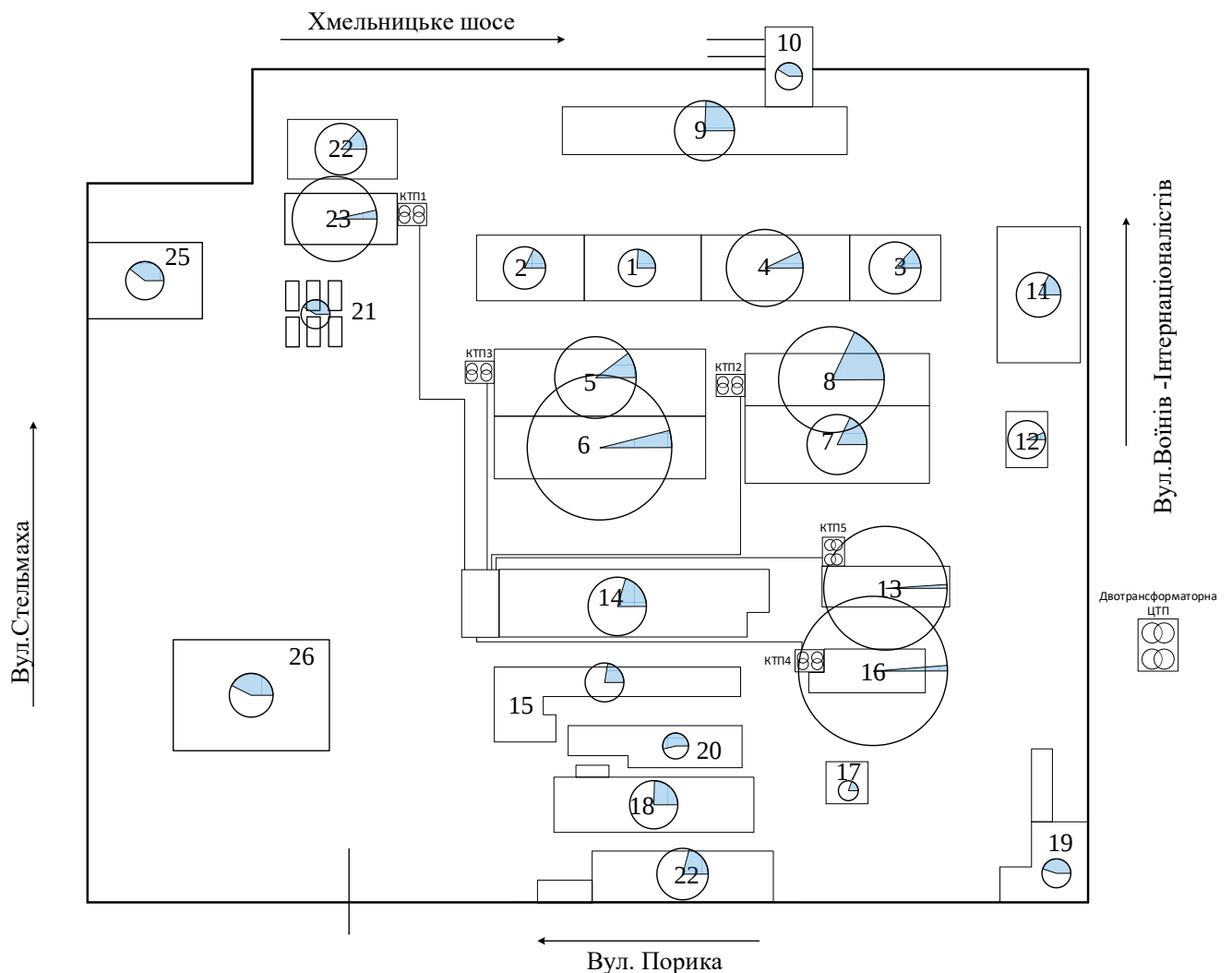


Рисунок 2.2 – Картограма навантажень заводу

2.2.3 Вибір основних елементів заводської мережі та схеми

Вибираємо радіальну схему електропостачання напругою 10 кВ. Високовольтні вимикачі обираємо відповідно до їхньої номінальної напруги та розрахункового струму, з урахуванням післяаварійних режимів та можливих нерівномірностей розподілу струмів між секціями шин та лініями:

$$U_{ном.в} = U_{ном.мережі},$$

$$I_{ном.в} = I_{м.ав}$$

Для живлячої лінії розрахуємо струм:

$$I_M = \frac{S_M}{\sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = \frac{7252,28}{\sqrt{3} \cdot 10} = 419,2 (A). \quad (2.50)$$

Для встановлення на стороні 10 кВ обираємо вакуумні вимикачі ВРС-10/630. Номінальний струм вимикачів становить $I_{ном.в} = 630A$, що більше за максимальний аварійний струм. Власний час відключення вимикача складає 0,015 с.

Є можливість заживити завод на напрузі 10 кВ.

Для живлення ділянки від С до КТП2 обираємо два кабелі АСБл-10 з перерізом $3 \times 120 \text{ мм}^2$, здатних передавати струм до 240 А кожен. Для всіх інших приєднань також вибираємо кабелі аналогічно, а результати заносимо в таблицю 2.7.

$$I_{ном.в} = 630A \geq I_{м.ав}.$$

$$\kappa_1 \cdot \kappa_2 \cdot \kappa_3 \cdot I_{дон.нас} = 415,55 (A). \quad (2.51)$$

Для нормального та післяаварійного режиму визначимо $I_{мах}$:

Для лінії КТП2-КТП-1 розрахуємо струми нормального та післяаварійного режимів:

$$I_p = \frac{S_p}{k \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = \frac{1526,34}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 44,1 (A). \quad (2.52)$$

$$I_{н.а.} = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = \frac{1526,34}{\sqrt{3} \cdot 10} = 88,2 (A). \quad (2.53)$$

Таблиця 2.13 – Вибір вимикачів та кабелів 10 кВ

Ділянка	I _{p_н} , А	I _{p_па} , А	Вимикач	I _{н.в} , А	Лінія Живлення		Ідоп, А
					Тип	Переріз	
С-ЦРП	209,6	419,2	ВРС-10/630	630	АСБЛ-10	2х3х120	2х240
ЦРП-КТП1	44,1	88,2	ВРС-10/630	630	АСБЛ-10	3х25	90
ЦРП-КТП2	38,7	77,5	ВРС-10/630	630	АСБЛ-10	3х25	90
ЦРП-КТП3	49,6	99,2	ВРС-10/630	630	АСБЛ-10	3х35	115
ЦРП-КТП4	47,6	95,3	ВРС-10/630	630	АСБЛ-10	3х35	115
ЦРП-КТП5	40,8	81,6	ВРС-10/630	630	АСБЛ-10	3х25	90

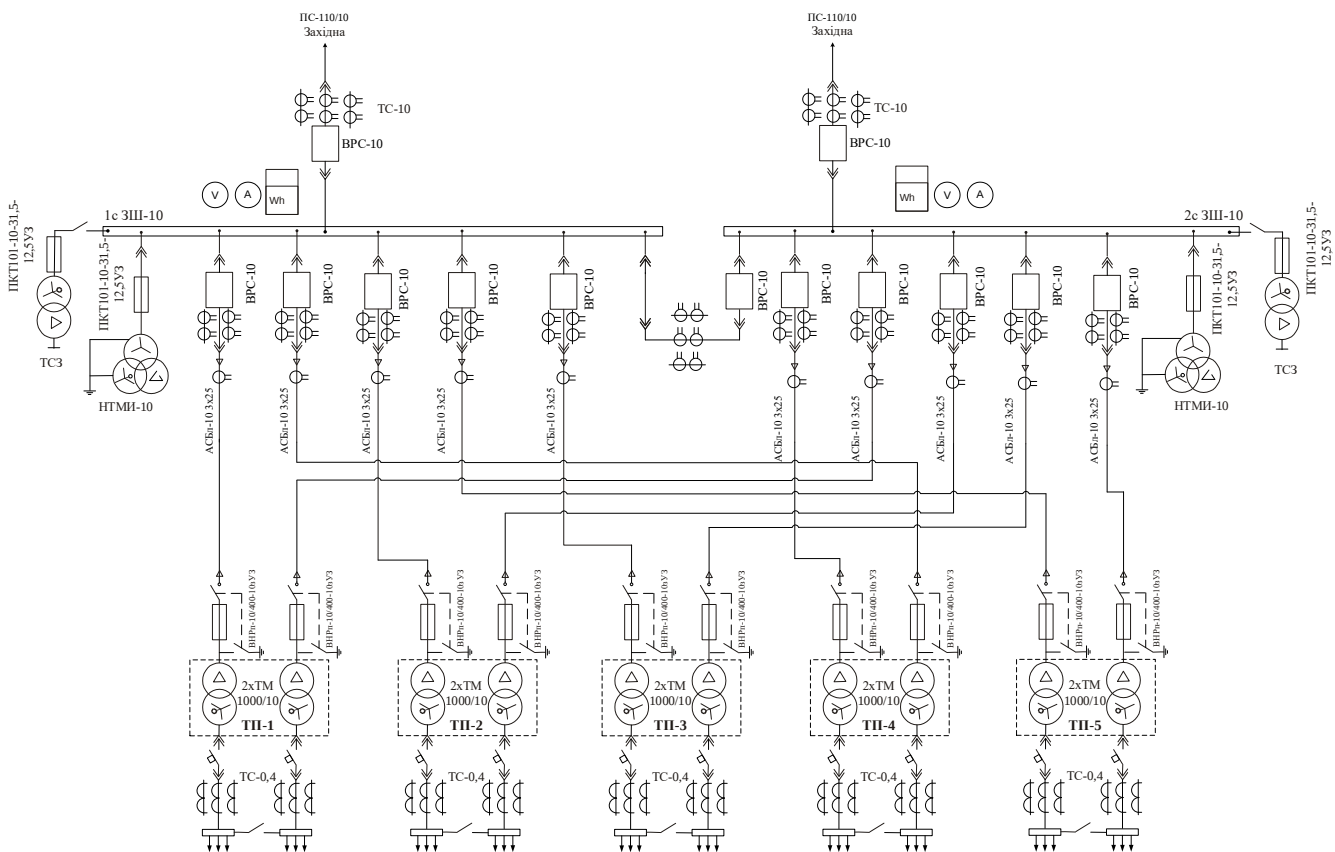


Рисунок 2.7 – Однолінійна схема для електропостачання підприємства

2.3 Розрахунок струмів кз та перевірка отриманих рішень

Розрахунок струмів короткого замикання (СКЗ) включає визначення струмів, які виникають при короткому замиканні в електричних системах, щоб перевірити їх відповідність нормам і забезпечити безпеку електричних

установок. Розрахунок включає визначення параметрів обладнання, розрахунок струмів, вибір точок короткого замикання, характеристик короткого замикання та оцінку отриманих результатів.

2.3.1 Розрахунок струмів КЗ загальнозаводської мережі

У випадку, коли живлення здійснюється від підстанції системи великої сумарної потужності, можна припустити, що джерело живлення має необмежену потужність. Це дозволяє вести розрахунок струмів короткого замикання за законом Ома, оскільки в такому випадку напруга залишається сталою, а опір обчислюється на основі характеристик системи та обладнання. У випадку, коли відома потужність короткого замикання з боку 10 кВ підстанції системи, розрахунок струмів короткого замикання може бути виконаний за допомогою заступної схеми, яка не включає опорів системи. Ця заступна схема зазвичай використовується для швидкого та ефективного розрахунку струмів короткого замикання у великих електричних системах.

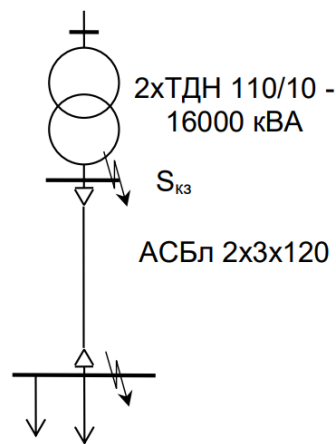


Рисунок 2.4 – Точка розрахунку с.к.з.

На цьому рисунку прийняті такі позначення:

$x_{кл}$ – реактивний опір кабельної лінії зовнішнього живлення;

$r_{кл}$ – активний опір кабельної лінії зовнішнього живлення;

x_c – реактивний опір системи;

x_T – реактивний опір трансформаторів джерела живлення.

Знайдемо опір системи за відомою потужністю к.з. який буде мати опір трансформаторів системи:

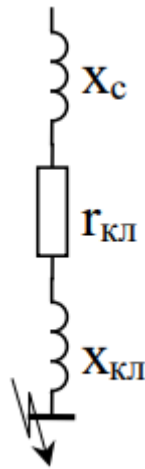


Рисунок 2.5 – Заступна схема для розрахунку с.к.з.

$$x_c = \frac{(1,05 \cdot U_H)}{S_{кз}} = \frac{(1,05 \cdot 10)}{50} = 2,205 (Ом). \quad (2.54)$$

Опори лінії живлення знайдемо за формулами:

$$r_{кл} = L \cdot r_0, \quad (2.55)$$

$$x_{кл} = L \cdot x_0. \quad (2.56)$$

де $L = 0,8$ км – довжина зовнішньої лінії живлення;

x_0 – реактивний питомий опір зовнішньої лінії живлення;

r_0 – активний питомий опір зовнішньої лінії живлення.

Для випадку обраної вище зовнішньої КЛ будемо мати:

$$r_{кл} = 0,8 \cdot 1 / 2 \cdot 0,320 = 0,128 (Ом),$$

$$x_{кл} = 0,8 \cdot 1 / 2 \cdot 0,064 = 0,026 (Ом).$$

Сумарний повний опір до розрахункової точки к.з.:

$$Z_C = \sqrt{r_{кл}^2 + (x_c + x_{кл})^2} = \sqrt{0,128^2 + (2,205 + 0,026)^2} = 2,235 (Ом). \quad (2.57)$$

Струм к.з. в розрахунковій точці:

$$I_{кз} = \frac{1,05 \cdot U_i}{\sqrt{3} \cdot Z_c} = \frac{1,05 \cdot 10,5}{\sqrt{3} \cdot 6,053} = 2,848 (Ом). \quad (2.58)$$

Визначаємо мінімальний переріз КЛ, здатний витримати короткочасну теплову дію с.к.з. при $t_n = 0,8$ с.:

$$F_{K3} = \frac{I_{K3} \cdot \sqrt{t_n} \cdot 10^3}{C} = \frac{2,848 \cdot \sqrt{0,8} \cdot 10^3}{92} = 27,688 \text{ (мм)}. \quad (2.59)$$

Отже, переріз вибрано вірно.

Здійснимо перевірку вибраного вимикача.

Початкове діюче значення струму КЗ в точці К1:

Періодична складова струму від системи не зміниться:

$$I_{пт.с} = I_{но.с} = 2,848 \text{ (мм)}. \quad (2.60)$$

Розрахуємо розрахунковий час початку розмикання:

$$\tau_{від} = t_{рз.мін} + t_{в.в}. \quad (2.61)$$

$$\tau_{від} = 0,01 + 0,055 = 0,065 \text{ (с)}$$

Постійна часу аперіодичної складової:

$$T_{ac} = \frac{X_{\Sigma}}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot R_{\Sigma}} = 0,032 \text{ (с)}. \quad (2.62)$$

Аперіодична складова струму КЗ при $\tau = 0,05$ с:

$$i_{a\tau-с} = \sqrt{2} \cdot I_{но.с} \cdot e^{-\frac{\tau}{T_{ac}}}. \quad (2.63)$$

$$i_{a\tau-с} = \sqrt{2} \cdot 2,848 \cdot e^{-\frac{0,05}{0,032}} = 0,528 \text{ (кА)}$$

Ударний струм КЗ:

$$i_{yd.с} = \sqrt{2} \cdot I_{но.с} \cdot \left(1 + e^{-\frac{\tau}{T_{ac}}} \right). \quad (2.64)$$

$$i_{yd.с} = \sqrt{2} \cdot 2,848 \cdot \left(1 + e^{-\frac{0,05}{0,032}} \right) = 4,556 \text{ (кА)}$$

Розрахуємо тепловий імпульс:

$$B_{\kappa} = I_{но.с}^2 \cdot (t_{від} + T_{ac}). \quad (2.64)$$

$$B_{\kappa} = 2,848^2 \cdot (0,065 + 0,032) = 0,787 \text{ (кА}^2 \cdot \text{с)}$$

ДСТУ 687 - 78 встановлює обов'язкові вимоги для перевірки високовольних вимикачів, які повинні бути перевірені на динамічну стійкість, на комутаційну здатність, а також на термічну стійкість до дії струмів КЗ. Перевіримо вимикачі, які були обрані в попередніх розрахунках на комутаційну здатність та стійкість до дії струмів КЗ.

Таблиця 2.14 – Порівняльні дані вимикачів

Умови вибору	Дані для вимикачів	Дані розрахунків
$I_{н.відк} \geq I_{пт}$	$I_{н.відк} = 20 \text{ кА}$	$I_{пт} = I_{пт.с} = 11,0 \text{ кА}$
$\sqrt{2}I_{н.відкл} \geq \sqrt{2}I_{пт.с} + i_{ат.с}$	$\sqrt{2} \cdot I_{н.відкл} = \sqrt{2} \cdot 20 = 28,3 \text{ кА}$	$\sqrt{2} \cdot 2,848 \cdot 0,528 = 2,127 \text{ (кА)}$
$i_{дин} \geq i_{уд}$	$i_{дин} = 51 \text{ кА}$	$i_{уд} = i_{уд.с} = 4,556 \text{ (кА)}$
$I_{дин} \geq I_{по}$	$I_{дин} = 20 \text{ кА}$	$I_{по} = I_{по.с} = 2,848 \text{ (кА)}$
$B_k = I_{но}^2 t_{но}$	$I_m^2 t_m = 20^2 \cdot 3 = 1200 \text{ (кА}^2 \cdot \text{с)}$	$B_k = 0,787 \text{ (кА}^2 \cdot \text{с)}$

Даний вимикач задовольняє усім умовам перевірки.

2.3.2 Розрахунок струмів КЗ в мережах напругою до 1000 В

З метою перевірки захисних апаратів на здатність комутації, проводиться розрахунок струмів короткого замикання.

Для розрахунку струмів короткого замикання на ділянці живлення ЕП-1, складемо розрахункову схему, представлену на рисунку 2.6.

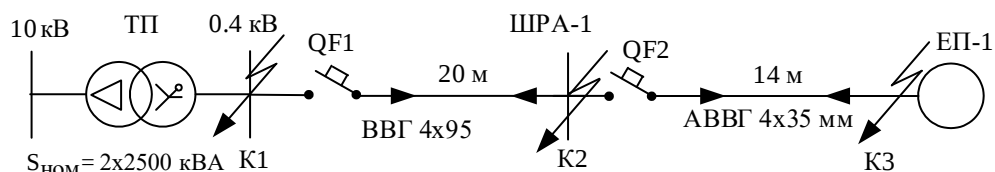


Рисунок 2.6 – Схема електропостачання ЕП-1

Проведемо розрахунок опору трансформатора.

Опір трансформатора:

$$Z_T = \frac{U_{k\%}}{100} \cdot \frac{U^2}{S_{\text{НОМ.Т}}} = \frac{6}{100} \cdot \frac{380^2}{2 \cdot 2500 \cdot 10^3} = 2 \text{ (мОм)}. \quad (2.66)$$

Визначимо опори ліній Л1, Л2, Л3:

$$Z_{\text{Л1}} = \sqrt{R_0^2 + X_0^2} \cdot l = \sqrt{0,34^2 + 0,339^2} \cdot 48 = 23 \text{ (мОм)}; \quad (2.67)$$

$$Z_{\text{Л2}} = \sqrt{R_0^2 + X_0^2} \cdot l = \sqrt{0,92^2 + 0,374^2} \cdot 3 = 2,97 \text{ (мОм)}. \quad (2.68)$$

Для розрахунку струмів короткого замикання і коефіцієнта чутливості скористаємося вихідними даними, наведеними в таблиці 2.15.

Таблиця 2.15 – Вихідні дані для розрахунку струмів КЗ та коефіцієнта чутливості

Ділянка кола	L, м	R0, Ом/км	X0, Ом/км	Z, мОм
ТМ 2х2500/10/0,4	-	0,64	3,46	10,56
Л1	48	0,34	0,339	23
Л2	3	0,92	0,374	2,97

Визначимо значення струму для трифазного металічного короткого замикання за допомогою формули:

$$I_{\text{к.макс}} = \frac{1,05 \cdot U_{\text{Н}}}{\sqrt{3} \cdot Z_{\Sigma}} = 2,97 \text{ (кА)}. \quad (2.69)$$

де, Z_{Σ} – загальний повний опір елементів цехової мережі до точки КЗ

– для точки К1

$$I_{\text{к.макс}} = \frac{1,05 \cdot U_{\text{Н}}}{\sqrt{3} \cdot Z_{\Sigma}} = \frac{1,05 \cdot 380}{\sqrt{3} \cdot (10,56)} = 21,8 \text{ (кА)}.$$

– для точки К2

$$I_{\text{к.макс}} = \frac{1,05 \cdot U_{\text{Н}}}{\sqrt{3} \cdot Z_{\Sigma}} = \frac{1,05 \cdot 380}{\sqrt{3} \cdot (10,56 + 23)} = 6,86 \text{ (кА)}.$$

– для точки К3

$$I_{\text{к.макс}} = \frac{1,05 \cdot U_{\text{н}}}{\sqrt{3} \cdot Z_{\Sigma}} = \frac{1,05 \cdot 380}{\sqrt{3} \cdot (10,56 + 23 + 2,97)} = 6,306 \text{ (кА)}.$$

Перевіримо обрані вимикачі на здатність до комутації:

$$I_{\text{н.відк}} \geq I_{\text{к.макс}}. \quad (2.70)$$

QF1: EB2 250/3L 200A 3р з $I_{\text{н.відк}} = 32,5 \text{ (кА)}$

$$I_{\text{н.відк}} = 32,5 \text{ (кА)} \geq I_{\text{к.макс}} = 21,8 \text{ (кА)}.$$

Умова перевірки комутаційної здатності для точки К1 виконується.

QF2: EB 100/3L 100 3р з $I_{\text{н.відк}} = 8 \text{ (кА)}$

Умова перевірки комутаційної здатності для точки К2 виконується.

Всі розрахунки трифазних коротких замикань, проведені в цьому розділі, представлені в таблиці 2.15.

2.3.3 Перевірка чутливості і селективності захисту цехових мереж

Для оцінки чутливості захисту потрібно розрахувати струми однофазних коротких замикань для точок, які показані на рисунку 2.6.

$$I_{\text{к}} = \frac{U_{\phi.\text{ном}}}{\frac{Z_m}{3} + Z_{\phi-n} \cdot L}. \quad (2.71)$$

— для точки К2

$$I_{\text{к}} = \frac{U_{\phi.\text{ном}}}{\frac{Z_m}{3} + Z_{\phi-n} \cdot L} = \frac{220}{42 + 0,48 \cdot 48} = 3,383 \text{ (кА)}.$$

— для точки К3

$$I_{\text{к}} = \frac{U_{\phi.\text{ном}}}{\frac{Z_m}{3} + Z_{\phi-n} \cdot L} = \frac{220}{42 + 0,48 \cdot 48 + 2,12 \cdot 3} = 3,081 \text{ (кА)}.$$

Проведемо перевірку виконання умови чутливості захисту.

$$I_{\text{н.розч}} = \frac{I_{\text{к.мін}}}{3}. \quad (2.72)$$

— для точки К2

$$I_{н.розч} = 200 (A) \leq \frac{I_{к.мин}}{3} = \frac{3383}{3} = 1128 (кА).$$

– для точки КЗ

$$I_{н.розч} = 100 (A) \leq \frac{I_{к.мин}}{3} = \frac{980}{3} = 1027 (кА).$$

Умови для перевірки чутливості автоматичних вимикачів не виконуються, тому необхідно розглянути інші варіанти. Однак, оскільки автомати були обрані на основі мінімальних значень струму розчіплювання, вони залишаються у списку кандидатів, і тепер буде проведена їх перевірка на селективність.

Розглянемо перевірку селективності захисту. Для цієї перевірки використовуються такі умови:

$$\begin{cases} I_{с.В1} > (1.3..1.5)I_{с.В2}; \\ t_{с.В1} = t_{с.В2} + \Delta t \end{cases} \quad (2.75)$$

Проведемо перевірку селективності для вимикачів, які забезпечують захист ліній ТП1 - ГРП, ГРП - РП1 та РП1 - ЕП1. Дані про ці вимикачі наведені в таблиці 1.2.

$$\begin{cases} I_{с.В1} = 1800 (A) > (1.3..1.5) \cdot 240 = 312 \div 360 (A) \\ t_{с.В1} > t_{с.В2} + \Delta t = 0,015 + 0,1 = 0,115 (с) \end{cases} \quad (2.75)$$

Умови селективності виконуються.

Висновок. Після проведення всіх необхідних розрахунків ми можемо стверджувати, що отримані результати дозволяють ефективно керувати електропостачанням та забезпечувати стабільну та надійну роботу всіх виробничих процесів.

3 ВСТАНОВЛЕННЯ ТА РОБОТА КОГЕНЕРАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ

3.1 Когенерація та когенераційні установки

Когенерація - це процес одночасного вироблення як електричної, так і теплової енергії в межах однієї енергетичної установки. Ця система об'єднує в собі дві основні функції: виробництво тепла і виробництво електроенергії.

Когенераційна установка - це спеціальне енергетичне обладнання, призначене для комбінованого вироблення як електричної, так і теплової енергії. Вона складається з базових енергетичних установок, що окремо виробляють тепло або електроенергію, а також додаткової системи, яка може виробляти додаткове тепло або електроенергію. Основні блок-схеми когенераційних установок наведені на рисунку 3.1.



Рисунок 3.1 – Структура енергетичної когенераційної установки

Когенераційні установки можуть бути спроектовані відповідно до двох основних напрямів:

- електрогенеруючого, де основним продуктом є електрична енергія, а тепло використовується як побічний продукт,
- теплогенеруючого, коли головний акцент робиться на виробленні теплової енергії, а електрична енергія вважається побічним продуктом.

Когенерація є економічно вигідним та ефективним рішенням, оскільки дозволяє

використовувати тепло, яке утворюється під час виробництва електроенергії, для опалення приміщень або інших процесів, які потребують тепло.

3.1.1 Когенераційні установки електро-генеруючого напрямку

Когенераційні установки електро-генеруючого напрямку дійсно спеціалізуються на виробництві електричної та теплової енергії одночасно, з пріоритетом на вироблення електроенергії. Вони включають в себе генератори, які виробляють електричну енергію, а також спеціальні системи, які використовують відходи тепла з даних генераторів для вироблення теплової енергії. Основна мета таких установок полягає у виробленні електроенергії, проте вони також ефективно використовують відходи тепла для інших потреб, що дозволяє підвищити загальну енергетичну ефективність системи.

Когенераційні установки дійсно забезпечують електричну енергію для різноманітних потреб, таких як освітлення, робота машин та обладнання на підприємствах. Отримане тепло також має широкий спектр застосувань, таких як опалення приміщень, гаряче водопостачання та інші теплові процеси.

Когенераційні установки електро-генеруючого напрямку дійсно є ефективними та економічно вигідними рішеннями. Вони дозволяють забезпечувати енергію для потреб виробництва, освітлення та інших процесів, використовуючи тепло, що утворюється під час виробництва електроенергії, що зазвичай могло б бути втрачене. Це призводить до значних економічних вигод і сприяє створенню більш стійкої та енергоефективної інфраструктури. Схему комбінованого вироблення теплової та електричної енергії в когенераційній установці ТЕЦ електрогенеруючого напрямку показано на рисунку 3.2.

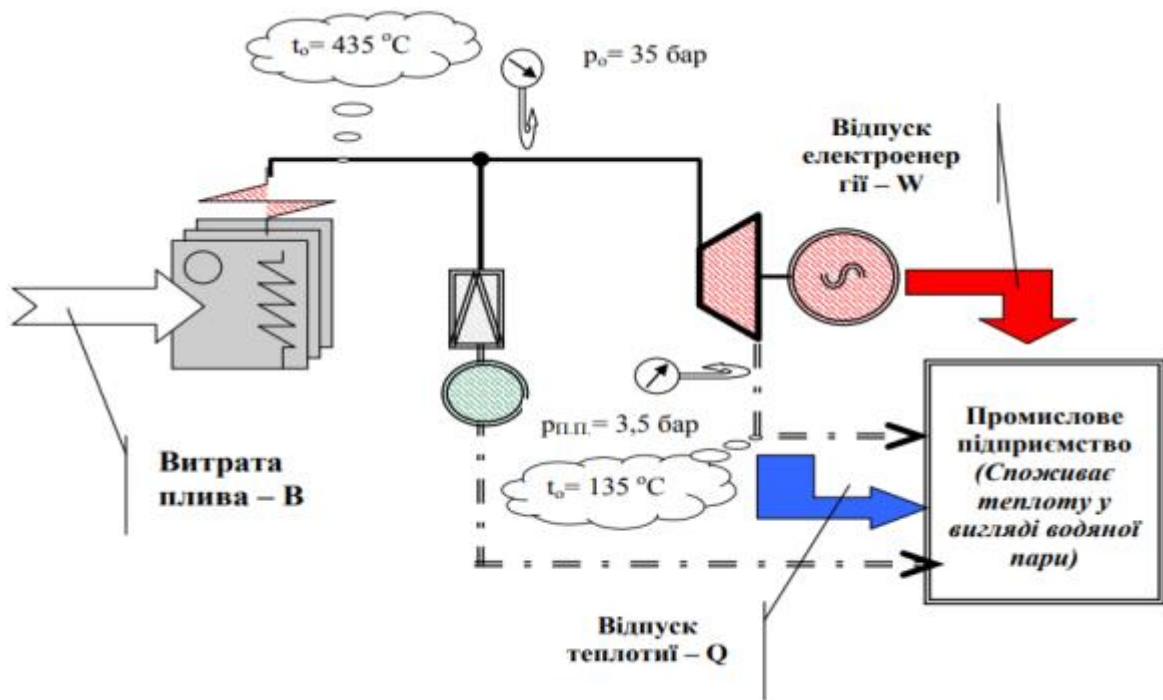


Рисунок 3.2 – Схема комбінованого вироблення теплової та електричної енергії в когенераційній установці ТЕЦ електрогенеруючого напрямку

3.1.2 Когенераційні установки тепло-генеруючого напрямку

Когенераційні установки теплогенеруючого напрямку дійсно спрямовані на вироблення теплової та електричної енергії, але з пріоритетом на вироблення тепла. Вони використовуються для оптимального використання паливних ресурсів та підвищення ефективності енергетичного процесу.

Когенераційні установки теплогенеруючого напрямку можуть включати різні компоненти для вироблення теплової енергії. Ось деякі з них: парові турбіни, котли, газотурбіни або інші установки для вироблення теплової енергії.

Основна ідея полягає в тому, щоб ефективно використовувати відходи тепла, які утворюються під час вироблення електроенергії, для інших корисних цілей, таких як опалення будівель, гаряче водопостачання або процеси, що вимагають тепла.

Теплогенеруючі когенераційні установки є ключовим елементом у забезпеченні сталої та ефективної енергетики, оскільки дозволяють ефективно

використовувати паливні ресурси, зменшуючи витрати та залежність від зовнішніх джерел енергії. Крім того, вони допомагають знизити викиди шкідливих речовин в атмосферу, оскільки використовують тепло, яке інакше було б втрачено.

Такі установки мають широкий спектр застосувань і можуть бути використані у різних галузях. Вони ідеально підходять для промислових підприємств, житлових будинків, громадських будівель та інших об'єктів, які потребують одночасно теплової та електричної енергії. Ці установки дозволяють максимально використовувати енергетичні ресурси, забезпечуючи надійне постачання електроенергії та тепла для різноманітних потреб. На рисунку 3.3. показано схему комбінованого вироблення теплової та електричної енергії в когенераційній установці (Г-ТЕЦ) теплогенеруючого напрямку.

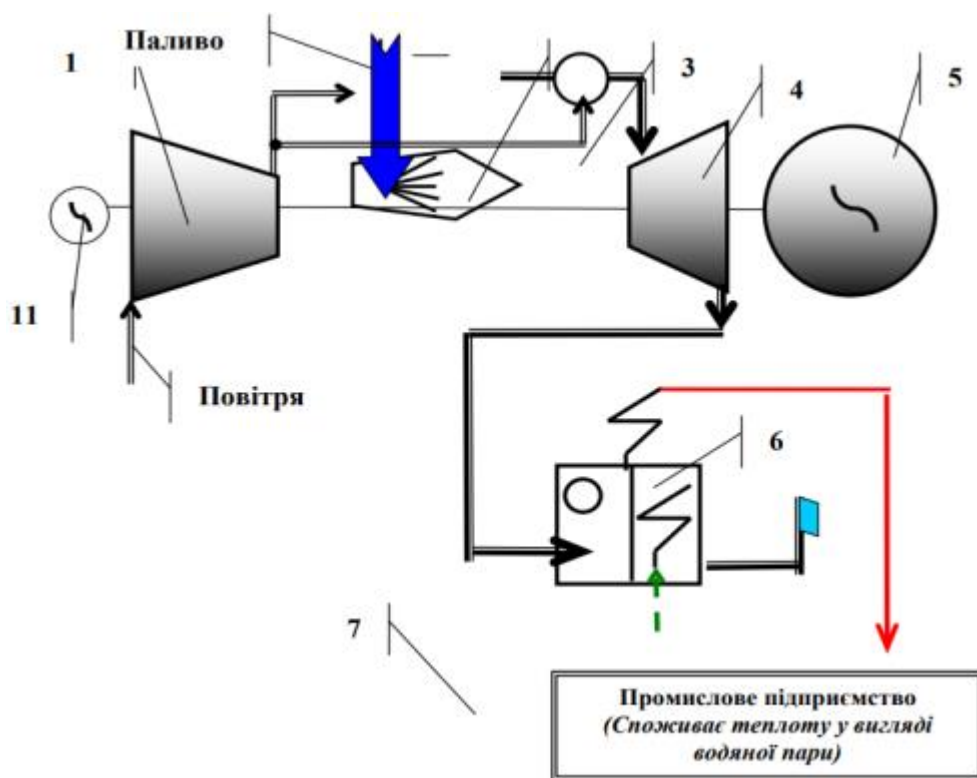


Рисунок 3.3 – Схема комбінованого вироблення електричної та теплової енергії в когенераційній установці (Г-ТЕЦ) електро-генеруючого напрямку:

1 – газова турбіна; 2 – камера згорання; 3 – охолоджувач продуктів згорання; 4 – газова турбіна; 5 – турбогенератор газової турбіни; 6 – паровий

котел – утилізатор теплоти продуктів згорання ГТУ.

3.2 Когенераційні установки тепло-генеруючого напрямку

3.2.1 Когенераційні установки тепло-генеруючого напрямку

Фірма Jenbacher, яка базується в Австрії, є відомим виробником когенераційних установок. Вона була заснована в 1959 році і набула значної популярності та впливу у галузі енергетики. Jenbacher спеціалізується на розробці та виробництві газових двигунів, які використовуються в когенераційних установках для одночасного вироблення електричної та теплової енергії.

Їх когенераційні установки базуються на використанні біогазу або природного газу як палива, а газові двигуни використовуються для вироблення електричної енергії. Тепло, яке утворюється під час роботи теплогенеруючого двигуна або іншого обладнання, може бути використане для опалення будівель, гарячого водопостачання або для інших процесів, що потребують тепла. Когенераційні установки Jenbacher відомі своєю високою ефективністю, надійністю та передовими технологіями. Вони є популярними у багатьох країнах світу завдяки своїм перевагам у забезпеченні стабільного та ефективного виробництва електроенергії та тепла.

Jenbacher спеціалізується на розробці та виробництві двигунів внутрішнього згорання, які використовуються у когенераційних установках. Ці двигуни призначені для одночасного вироблення електричної та теплової енергії, що дозволяє досягти енергетичної ефективності та оптимального використання паливних ресурсів.

Jenbacher не лише виробляє когенераційні установки, але також надає широкий спектр послуг у сфері технічної підтримки, ремонту та модернізації своїх установок. Крім того, компанія активно інвестує в дослідження та розвиток нових технологій, що дозволяє їй залишатися в лідерах галузі та

постійно покращувати свої виробничі процеси та продукти.

Jenbacher стала частиною Siemens Energy, одного з провідних світових виробників енергетичного обладнання. Це партнерство значно підсилило їхню позицію на ринку та допомогло їм розширити свою присутність у всьому світі.

Фірма Jenbacher дійсно відома своїм загальним досвідом, надійністю та інноваційним підходом у галузі когенерації та енергетики загалом.

3.2.2 Когенераційні установки Jenbacher

Когенераційні установки від Jenbacher дійсно є сучасними та високоефективними системами, спеціалізованими на комбінованому виробленні електричної та теплової енергії. Вони використовують різні типи палива, включаючи природний газ, біогаз, відходи та інші альтернативні джерела енергії, що робить їх універсальними та гнучкими у застосуванні.

Ці установки можуть бути використані у різних галузях, включаючи промислові, комерційні та муніципальні об'єкти, забезпечуючи стабільне та незалежне енергопостачання. Вони допомагають знижувати витрати на енергію та викиди шкідливих речовин, що є важливим аспектом для підвищення екологічної чистоти та зменшення впливу на навколишнє середовище.

Однією з ключових переваг когенераційних установок Jenbacher є їх висока ефективність, завдяки використанню принципу когенерації тепла і електричної енергії. Це дозволяє досягати високого коефіцієнта корисної дії (ККД) і енергетичної ефективності системи.

Крім того, когенераційні установки Jenbacher мають важливі переваги. Низькі рівні шуму та викидів допомагають зберігати екологічну чистоту та відповідати стандартам викидів, що є критичним для збереження навколишнього середовища та забезпечення здоров'я людей. Можливість підключення до систем управління енергією та віддаленого контролю дозволяє оптимізувати роботу установок, підтримувати їх у найефективнішому режимі та забезпечувати економію енергоресурсів. Це важливо з точки зору зниження

витрат та збільшення продуктивності, а також зменшення впливу на довкілля.

Когенераційні установки Jenbacher є довговічними та надійними, забезпечуючи стабільну роботу та надійне енергопостачання протягом тривалого періоду. Вони продовжують заслужено користуватися популярністю у багатьох країнах світу та є однією з провідних марок у сфері когенерації.

3.3 Когенераційні установки Jenbacher

Розглянемо можливість встановлення когенераційного обладнання Jenbacher JMS 320 GS-N.L на нашому підприємстві та проведемо аналіз його економічної ефективності.

Розрахунок економічної ефективності когенерації включає порівняння вартості електроенергії та теплової енергії, яку придбано від зовнішніх джерел, з енергією, виробленою власною когенераційною установкою.

Підприємство закуповує в РЕС електроенергію для живлення технологічного обладнання потужністю 11720 кВт(е) за ціною 7,5 грн/кВт·год, витрачаючи за добу 2110 тис. грн, і не використовує паливо для вироблення електроенергії. Після встановлення економічної когенераційної установки Jenbacher JMS 320 GS-N.L, яка має витрату палива 273 г умовного палива (у.п.) на 1 кВт·год відпущеної електроенергії, де 1 тонна у.п. природного газу дорівнює 0,870 тис.м³, підприємство стало використовувати паливо для виробництва власної (когенераційної) електроенергії в обсязі 76,79 т у.п. ($11720 \text{ кВт} \cdot 24 \text{ год} \cdot 273 \text{ г/кВт} \cdot \text{год} = 76,79 \text{ т у.п.}$). Добовий обсяг споживання реального палива (природного газу з коефіцієнтом умовного палива $K_{\text{у.п.}} = 1,13$) на вироблення власної електроенергії становить $76,79 \text{ т у.п.} / 1,13 = 67,96 \text{ т}$. Враховуючи закупку (з урахуванням витрат на транспортування) природного газу за ціною 28800 грн/тис. м³, добові витрати становитимуть $67,9 \text{ тис. м}^3 \times 28800 \text{ грн/тис. м}^3 \times 10^{-3} = 1956 \text{ тис. грн}$. У разі використання когенераційної установки, економія коштів на електрозабезпечення підприємства складе: 2110 тис. грн (попередня витрата) - 1956 тис. грн (витрата з урахуванням

когенераційної установки) = 154,08 тис. грн на добу. У разі тривалості виробничого періоду 200 діб на рік, річна економія коштів становитиме 154,08 тис. грн/добу $\times$ 200 діб = 30,816 млн грн. Фінансова вигідність когенерації суттєво залежить від відношення ринкових цін на паливо та електричну енергію.

Отже, можна зробити висновок, що застосування когенераційної системи дійсно призводить до значних економічних переваг, зменшуючи витрати підприємства та забезпечуючи енергетичну автономію.

3.4 Схема підключення когенераційної установки

Існує кілька основних схем підключення когенераційних установок до електричної та теплової систем підприємства. Ось декілька з них:

- Схема паралельної роботи (Island Mode). Когенераційна установка діє паралельно з основною системою електропостачання підприємства, що дозволяє використовувати вироблену електроенергію на місці споживання, а надлишки можуть бути подані до зовнішньої електричної мережі.

- Схема резервного живлення (Standby Mode). Когенераційна установка може використовуватися як резервне джерело електропостачання в разі відмови основної системи. При виявленні нестабільності або відсутності електропостачання від основного джерела, когенератор запускається автоматично, щоб забезпечити безперебійне живлення.

- Схема каскадного підключення. Когенераційна установка дозволяє використовувати вироблену теплову енергію, що є відходом від процесу виробництва електроенергії, для різних цілей, таких як опалення приміщень чи виробничих процесів. Це підвищує загальну ефективність використання енергії і дозволяє економити ресурси.

- Схема трійного підключення. Когенераційна установка працює водночас із основним джерелом електропостачання і додатковим джерелом тепlopостачання, таким як котельня. Ця схема дозволяє максимально

ефективно використовувати вироблену енергію і забезпечує енергетичну незалежність підприємства.

Для нашого підприємства ми використовуємо схему паралельної роботи, яка є одним з основних методів підключення когенераційної установки до електричної мережі. Ця схема передбачає, що когенераційна установка працює у паралель з основним джерелом електропостачання (прикладом може бути, громадська мережа).

Паралельна робота дозволяє когенераційній установці разом з основним джерелом електропостачання забезпечувати електроенергію споживачам. У такому режимі когенераційна установка оптимізована для задоволення електричних потреб споживачів та одночасно вироблення теплової енергії.

У цій схемі когенераційна установка може працювати в двох режимах: режимі загального об'єднання навантажень з основним джерелом електропостачання або в режимі домінування навантажень, де більшість електроенергії постачається від когенераційної установки.

Однією з переваг схеми паралельної роботи є можливість ефективного використання як електроенергії, так і теплової енергії, що виробляються когенераційною установкою. Це забезпечує стабільне постачання електроенергії і можливість енергетичного самозабезпечення підприємства.

Схема паралельної роботи з когенераційною установкою включає спеціальні пристрої для забезпечення безпечної та стабільної роботи. Ці пристрої здійснюють синхронізацію фаз та напруги між когенераційною установкою та основним джерелом електропостачання. Вони також контролюють розподіл навантаження між мережею та установкою для оптимального використання ресурсів. На рисунку 3.4 зображена схема інтегрованої в систему електропостачання заводу когенераційної установки.

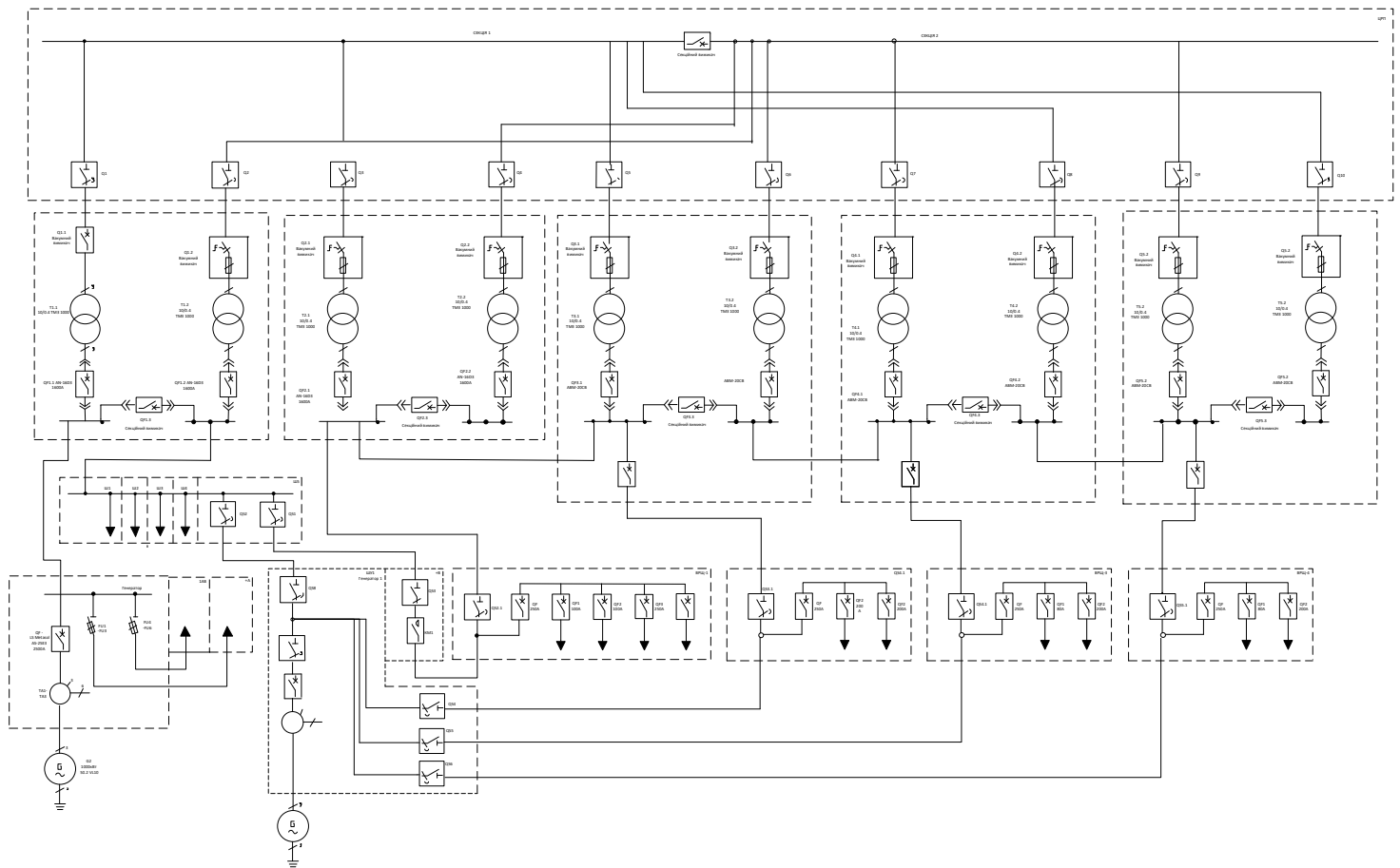


Рисунок 3.4 – Схема інтегрованої в систему електропостачання заводу
когенераційної установки

3.5 Переваги та недоліки встановлення когенераційної установки

Ряд переваг має встановлення когенераційної установки:

1. Економічні вигоди. Когенераційні системи є дуже ефективними, оскільки вони одночасно виробляють як електричну енергію, так і тепло. Це дозволяє значно економити паливо та енергію, що відповідає вимогам енергоефективності та зменшує викиди. Крім того, надлишкову електроенергію можна продати до електричної мережі, що створює додатковий дохід для підприємства.

2. Незалежність від зовнішнього джерела електропостачання. Когенераційні установки дозволяють підприємствам бути більш незалежними від зовнішніх коливань в енергопостачанні. У разі відключення зовнішньої

електричної мережі когенераційна установка може продовжувати постачати електричну та теплову енергію, що забезпечує неперервну роботу підприємства та уникнення втрат виробництва.

3. Підвищення надійності електропостачання. Когенераційна установка може виступати як джерело резервного живлення, автоматично запускаючись у разі відключення основного джерела електропостачання. Це дозволяє підприємствам уникнути простоїв у роботі та зберегти продуктивність навіть у непередбачуваних ситуаціях, коли відбувається перерва у постачанні електроенергії зі зовнішніх джерел.

4. Зменшення викидів парникових газів. Використання когенераційних установок дозволяє досягати високого коефіцієнта корисної дії, оскільки вони ефективно використовують теплову енергію, яка б зазвичай втрачалася. Це сприяє значному зменшенню викидів парникових газів та покращує екологічну стійкість підприємства.

5. Місцева підтримка. Встановлення когенераційної установки на підприємстві може мати значний позитивний вплив на розвиток місцевої енергетичної інфраструктури та забезпечити стабільність енергопостачання в регіоні.

Встановлення когенераційної установки має безліч переваг як з економічного, так і з екологічного погляду. Однак, перед вирішенням проекту необхідно провести детальний аналіз технічних та економічних параметрів. Цей аналіз дозволяє забезпечити оптимальну ефективність та рентабельність установки для конкретного підприємства.

Незважаючи на багато переваг, встановлення когенераційної установки може мати деякі недоліки, зокрема:

1. Великі початкові витрати: Встановлення когенераційної установки вимагає значних початкових інвестицій на придбання та встановлення обладнання.

2. Потреба в паливі: Когенераційні установки потребують постійного постачання палива для виробництва електроенергії та тепла, що може

вимагати додаткових витрат та зусиль на постачання та зберігання палива.

3. Технічні проблеми. Когенераційні установки потребують регулярного технічного обслуговування та ремонту, щоб забезпечити їх надійну та ефективну роботу. Відсутність належного обслуговування може мати серйозні наслідки для когенераційної установки. Неправильна експлуатація або відсутність регулярного обслуговування можуть призвести до виникнення непередбачених проблем та збоїв, які негативно вплинуть на її надійність та продуктивність.

4. Обмежена гнучкість. Когенераційна установка призначена для покриття потреб підприємства, а це може обмежувати гнучкість в зміні та плануванні виробничого обсягу, особливо коли попит на енергію змінюється.

5. Екологічні аспекти. Використання конкретних видів палива у когенераційних установках може спричиняти до викидів шкідливих речовин, таких як вуглецеві оксиди, а також інших забруднюючих речовин, таких як діоксиди сірки і азоту. Хоча когенерація може бути більш екологічно ефективною відносно з традиційними методами виробництва енергії, вона, через викиди забруднюючих речовин, все ж таки може мати певний вплив на довкілля.

6. Регуляторні обмеження. Експлуатація та встановлення когенераційної установки може підпадати під різноманітні регуляторні обмеження та вимоги, які стосуються енергетики, охорони навколишнього середовища, безпеки праці та інших аспектів. Це може вимагати додаткового зусиль та часу для виконання дозвільних процедур, отримання необхідних ліцензій, а також відповідності нормативам і стандартам.

Враховуючи ці недоліки, пов'язані з встановленням та експлуатацією когенераційної установки, важливо провести ретельну економічну оцінку та розглянути всі аспекти, щоб прийняти розумне рішення щодо цього питання. Враховуючи потреби та умови конкретного підприємства, необхідно оцінити не лише потенційні економічні вигоди, але й всі можливі витрати, ризики та обмеження.

Висновок. Спостереження дійсно відображають складну природу встановлення та експлуатації когенераційних установок. Вони можуть мати значні переваги, такі як економія коштів, зниження впливу на довкілля та покращення незалежності в енергопостачанні. Однак, вони також супроводжуються високими витратами на встановлення та обслуговування, потребою у постійному поповненні палива та обмеженою гнучкістю в управлінні енергією.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

У цьому розділі бакалаврської роботи розробляються заходи з охорони праці в процесі експлуатації силового обладнання та системи електропостачання Приватного акціонерного товариства «Вінницький завод «Маяк». Отже, на будівельно-монтажний персонал, що здійснює монтаж системи електропостачання, впливають такі 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); 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

4.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Живлення силового обладнання Приватного акціонерного товариства «Вінницький завод «Маяк» та його системи освітлення здійснюється від чотирьохпроводної трифазної мережі 380 х 220В (фазна напруга (фаза – "0") – 220В, а міжфазна лінійна (фаза – фаза) – 380В). Відповідно з ГОСТ 12.1.013-78 умови праці за ступенем небезпеки ураження працівників електричним

струмом є умовами з підвищеною небезпекою, тому що підлога у приміщеннях, що реконструюються та будуються, є струмопровідною.

В цехах підприємства встановлена велика кількість технологічного обладнання з електроприводом, що потребує постійного обслуговування оперативно-ремонтним персоналом. Під час роботи, пов'язаної з доторканням до струмопровідних частин електродвигуна або до частин електродвигуна, що обертаються, і механізму, який вони приводять у рух, необхідно зупинити електродвигун і на його пусковому пристрої або ключі керування вивісити плакат «Не вмикати! Працюють люди» [4, 5].

Електрозварювальне обладнання має відповідати вимогам ПВЕ.

До електрозварювальних робіт допускаються робітники, не молодші 18 років, які пройшли медичний огляд, спеціальну підготовку та перевірку теоретичних знань і практичних навиків, знань інструкцій з охорони праці і мають кваліфікаційне посвідчення з записом про допуск на виконання цих робіт, спеціальне навчання (пожежно-технічний мінімум) та щорічну перевірку знань з одержанням спеціального посвідчення згідно з вимогами Правил пожежної безпеки в Україні. Електрозварювальники повинні мати II групу з електробезпеки. Електрозварювальники, яким надано право самостійного підключення зварювального обладнання до електромереж повинні мати III групу з електробезпеки. Підготовка електрозварювальників має проводитись у спеціалізованих професійно-технічних училищах, на курсах зі зварювання, на підприємствах чи в учбових комбінатах.

Для електрозварювальних установок та зварювальних постів, призначених для постійних електрозварювальних робіт у будовах поза збірно-зварювальними цехами та ділянками, мають бути передбачені спеціальні вентилязовані приміщення зі стінами із негорючих матеріалів. У приміщенні для електрозварювальних установок слід передбачити достатні за шириною проходи, які забезпечують зручність та безпеку виконання зварювальних робіт та доставки виробів до місця зварювання та назад, але не менше 0,8 м.

Проходи між однопостовими джерелами зварювального струму, перетворювальними установками зварювання (різання, наплавлення) — мають бути шириною не менше 0,8 м, між багатопостовими — не менше 1,5 м, відстань від одного та багатопостових джерел зварювального струму до стіни має бути не менше 0,5 м. Проходи між групами зварювальних трансформаторів повинні мати ширину не менше 1 м. Відстань між зварювальними трансформаторами, які стоять в одній групі, має бути не менше 0,1 м, між зварювальним трансформатором та ацетиленовим генератором — не менше 3 м. Забороняється встановлення зварювального трансформатора над регулятором струму. Регулятор зварювального струму може розміщуватись поряд із зварювальним трансформатором або над ним.

Приєднання зварювальних установок до електричної мережі провадиться тільки через комутаційні апарати. Забороняється безпосереднє живлення зварювальної дуги від силової, освітлювальної та контактної мереж. Схема приєднання декількох джерел зварювального струму під час роботи на одну зварювальну дугу має унеможливлувати виникнення між виробами та електродом напруги, що перевищує найбільшу напругу холостого ходу одного із джерел зварювального струму.

Напруга холостого ходу джерел струму для дугового зварювання в разі нормальної напруги мережі не повинна перевищувати: 80 В ефективного значення — для джерел змінного струму ручного дугового та напівавтоматичного зварювання; 140 В ефективного значення — для джерел змінного струму автоматичного зварювання; 100 В середнього значення — для джерел постійного струму.

Одно- та багатопостові зварювальні установки повинні бути захищені запобіжниками чи автоматичними вимикачами з боку живильної мережі. Установки для ручного зварювання повинні бути оснащені покажчиком значення зварювального струму (амперметром або шкалою на регуляторі струму). Багатопостові зварювальні агрегати крім захисту з боку живильної мережі повинні також мати і автоматичний вимикач чи контактор (для

підключення джерела струму до розподільчої цехової мережі) у загальному проводі зварювального кола та запобіжника на кожному проводі до зварювального поста.

Для запобігання займанню електропроводів та зварювального обладнання слід правильно добирати переріз кабелів за значенням струму, ізоляція кабелів за робочою напругою та плавкі вставки запобіжників за гранично допустимим струмом. Приєднання до мережі живлення та відключення від неї зварювальних установок повинні виконувати електротехнічні працівники підприємства, які експлуатують цю електромережу.

Пересувні джерела зварювального струму на час їх пересування мають бути відключені від мережі. Електрозварювальну установку на весь час роботи слід заземлити мідним проводом перерізом не менше 6 кв. мм або сталевим прутком (смужкою) перерізом не менше 12 кв. мм. Заземлення здійснюється через спеціальний болт, що має бути на корпусі установки. Крім заземлення основного електрозварювального обладнання у зварювальних установках слід безпосередньо заземлювати той затискач вторинної обмотки зварювального трансформатора, до якого приєднується провідник, що йде до виробу (зворотний дріт). Забороняється використання нульового робочого чи фазного проводу двожильного живильного кабелю для заземлення зварювального трансформатора. Заземлення електрозварювальних установок слід виконувати до їх підключення до мережі і зберігати до відключення від мережі.

Для живлення однофазного зварювального трансформатора слід застосовувати трижильний гнучкий шланговий кабель, третю жилу якого слід приєднати до заземлювального болта корпусу зварювального трансформатора та до заземлювальної шини пункту живлення. Для живлення трифазного трансформатора слід застосовувати чотирижильний кабель, четверта жила якого використовується для заземлення. Заземлювальну шину пункту живлення слід з'єднати з нульовим захисним проводом живильної лінії в установках з глухозаземленою нейтраллю або заземлювачем в установках з ізольованою нейтраллю.

Перед початком електрозварювальних робіт необхідно зовнішнім оглядом перевірити справність ізоляції зварювальних проводів та електродотримачів, а також надійність з'єднання усіх контактів.

Відстань від зварювальних проводів до гарячих трубопроводів та балонів з киснем має бути не менше 0,5 м, до балонів та трубопроводів з пальними газами – не менше 1 м. Забороняється користування електродотримачами, у яких порушена ізоляція держаків. Держаки електродотримачів мають бути виготовлені із негорючого діелектричного та теплоізоляційного матеріалу. Забороняється застосування саморобних електродотримачів. Електродотримачі повинні відповідати ГОСТ 14651.

Струмопровідні частини електродотримача мають бути ізольовані, крім того, має бути забезпечений захист від випадкового дотику до них рук зварювальника чи виробу, що зварюється. Різниця температур зовнішньої поверхні руків'я і навколо нього повітря на ділянці, що охоплюється рукою зварювальника за номінального режиму роботи електродотримача має бути не більше 40 °С.

4.1.2 Електробезпека

Згідно із ГОСТ 12.1.030, в якості захисту від ураження людей електричним струмом застосовується заземлення. Крім того безпека експлуатації при нормальному режимі роботи забезпечується застосуванням ізолювальних пристроїв, огороженням струмоведучих частин, використанням малих напруг. Особи, що обслуговують електроустановки повинні користуватися ЗІЗ – спецвзуття, рукавиці. Засоби захисту необхідно періодично випробувати, їх потрібно захищати від механічних пошкоджень, впливу факторів, що погіршують їх діелектричні властивості.

В установках напругою до 1 кВ огороження роблять суцільними. Безпечні відстані між огороженнями і не ізольованими струмоведучими частинами регламентується ПУЕ і в установках до 1 кВ із суцільними

огороженнями – 5 см. Висота розміщення не огорожених струмоведучих частин залежить від значення напруги і рівня підготовки людей, що працюють з електроустаткуванням. Струмоведучі частини напругою до 1 кВ у місцях, де працюють люди, висота розміщення повинна бути не менше 3,5 м. Постійний контроль за ізоляцією, тому що протягом часу відбувається старіння ізоляції, що може привести до пробоя і створити небезпеку при дотику людини до ізольованих проводів.

Забороняється для освітлення робіт під час розбирання, демонтажу користуватися електричною мережею будівлі, що розбирається. Для освітлення цих робіт повинна бути влаштована спеціальна тимчасова електромережа і встановлені освітлювальні прилади.

4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

4.2.1 Мікроклімат виробничого приміщення

Основними нормативними документами, що регламентують параметри мікроклімату виробничих приміщень, є ДСН 3.3.6.042-99. Мікроклімат приміщення характеризується наступними чинниками: температурою повітря, відносною вологістю повітря, швидкістю руху повітря, інтенсивністю теплового випромінювання. Оперативно-ремонтні з обслуговування електрообладнання відносяться до категорії Пб по важкості праці [6]. Енерговитрати за цією категорією становлять – до 140-174Вт.

Допустимі норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень приведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Допустимі норми параметрів повітря

Період року	Категорія робіт	Температура, °С Допустима		Відносна вологість	Швидкість руху, X
		Верхня межа	Нижня межа	Допустима	Допустима
Холодний	Пб	20-24	17-25	75	не більше 0,2
Теплий		21-28	19-30	55 при 27 °С	0,1-0,3

4.2.2 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується гранично допустимими концентраціями (ГДК) в мг/м³ [6].

При здійсненні будівельно-монтажних робіт виділяється пил нетоксичний. При роботі системи вентиляції, провітрюванні в приміщення може попадати пил та інші шкідливі речовини, які виділяються при оздоблювальних технологічних процесах в будівництві, що знаходяться в повітрі навколишнього середовища. Їх ГДК відповідно наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин для повітря атмосфери, в робочій зоні для обслуговуючого персоналу

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 відповідно до ДСН [7] проектом передбачені наступні рішення [7]: застосування пиловідсмоктуючих агрегатів з рукавними фільтрами, які встановленні безпосередньо на ділянках біля обладнання із яких очищене повітря поступає у виробниче приміщення;

необхідно проводити контроль за ГДК шкідливих речовин у приміщенні; застосовувати природну вентиляцію: організовану і неорганізовану.

4.2.3 Виробниче освітлення

Характеристика зорових робіт – середньої точності [8].

Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 розряд зорової роботи IV, підрозряд «в». Допустимі рівні виробничого освітлення наведені в таблиці 4.3.

Для забезпечення достатнього освітлення здійснюють систематичне очищення скла та світильників від пилу (не рідше двох разів на рік), використовують жалюзі. В разі нестачі природного освітлення, використовують загальне штучне освітлення, що створюється за допомогою світлодіодних ламп E27 LED 15W NW A60 "SG". Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 2,5 метра.

Таблиця 4.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Харак-ка зорової роботи	Найменш ий або еквівален т- ний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розр яд зоро вої робо ти	Під- розряд зорово ї роботи	Контрас т об'єкта з фоном	Характе - ристика фону	Штучне при системі комбіновано го освітлення		Природ не Ен пр	Суміс не Е сум
						всьо го	у т. ч. від загаль- ного		
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0 включно	IV	в	малий середній великий	світлий середній темний	400	200	4	2,4

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

4.2.4 Виробничий шум

Під час виконання будівельно-монтажних робіт виникає виробничий шум з такими характеристиками: за характером спектру – широкопasmовий з безперервний спектром шириною більше октави; за тональною характеристикою постійний; за походженням – механічний і гідродинамічний. Допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку і еквівалентні рівні звуку на робочих місцях приймаються за вимогами ДСН 3.3.6.037 [9] і наведені в таблиці 4.4.

Для зменшення рівня шуму до допустимого двигуни будівельних машин і механізмів виконуються в металевому кожусі, а також виконують змащення, застосовують пластмасові деталі, використовують протишумні навушники, які закривають вушну раковину.

Таблиця 4.4 – Допустимі рівні звукового тиску

Робоче місце	Рівні звукового тиску в октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц									Рівні звукового тиску, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
На постійних робочих місцях у виробничих приміщеннях та на території підприємства	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

4.2.5 Виробничі вібрації

Допустимі рівні загальної вібрації на постійних місцях у виробничих приміщеннях [10] наведені в таблиці 4.5.

Основними методами колективного віброзахисту є зниження вібрації шляхом дії на джерело виникнення: відстрочка від режиму резонанс; динамічне

гасіння коливань, заміна конструктивних елементів уставок і будівельних конструкцій. Засоби індивідуального захисту діляться на засоби для ніг, рук та тіла працюючого.

Таблиця 4.5 – Допустимі рівні вібрації на постійних місцях

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

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

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].

Приміщення Приватного акціонерного товариства «Вінницький завод «Маяк» за вибухонебезпекою та пожежонебезпекою відноситься до категорії Д – негорючі речовини і/або матеріали у гарячому, розпеченому і/або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, утворенням іскор і/або полум'я.

Будівля, 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 4.6.

Таблиця 4.6 – 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	

Протипожежні перешкоди і мінімальні межі їх вогнестійкості за ДБН В.1.1.7-2016 [15] наведено в таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 – Протипожежні перешкоди та мінімальні межі їх вогнестійкості

Протипожежні перешкоди	Типи протипожежних перешкод або їх елементів	Мінімальна межа вогнестійкості протипожежної перешкоди (у хвиликах)	Тип заповнення прорізів, не нижче	Тип протипожежного тамбур-шлюзу, не нижче
Стіни	3	REI 45	2	2
Перегородки	2	EI 15	3	2
Перекриття	3	REI 45	2	1

Протипожежні відстані між житловими, громадськими, адміністративно-побутовими будинками промислових підприємств, гаражами слід приймати за таблицею 4.8 (чисельник). 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 4.8. Протипожежні відстані від житлових, громадських, адміністративно-побутових будинків промислових підприємств, гаражів до виробничих, складських будинків і споруд слід приймати за таблицею 4.8 (знаменник) [15].

Таблиця 4.8 – Протипожежні відстані між житловими, громадськими, адміністративно-побутовими будинками промислових підприємств, гаражами, а також до виробничих будинків і споруд

Ступінь вогнестійкості будинку	Відстані при ступені вогнестійкості будинків, м		
	I, II	III	IV, V
III	8/9	8/12	10/15

На території Приватного акціонерного товариства «Вінницький завод «Маяк» встановлено 56 вогнегасників ВП-5 [16].

ВИСНОВКИ

Завод "Маяк" у Вінниці є ключовим гравцем у промисловому розвитку регіону. Його важлива роль у створенні робочих місць та виробленні високоякісних продуктів підкреслюється не лише економічно, але й соціально. Інноваційний підхід та професіоналізм, що виявляються на заводі, роблять його справжнім символом успіху та якості у промисловості регіону.

При розрахунку системи електропостачання було взято до уваги багато факторів, таких як енергетичні потреби, енергоефективність, навантаження та надійність. Детальний аналіз та використання передових технологій у створенні оптимальної системи електропостачання свідчать про професіоналізм та проникливість промислового підприємства. Такий підхід дозволяє не лише забезпечити стійку роботу підприємства, але й ефективно використовувати енергоресурси, що сприяє зниженню витрат та негативного впливу на довкілля.

Впровадження когенераційної установки на Вінницькому заводі "Маяк" - це важливий крок у напрямку сталого розвитку та енергоефективності. Ця установка дозволяє виробляти електроенергію та тепло одночасно з використанням одного джерела енергії. Це не лише сприяє зниженню витрат на енергію, але й сприяє зменшенню негативного впливу на довкілля. Робота когенераційної установки на заводі "Маяк" є прикладом ефективного та зеленого підходу в промисловості.

Охорона праці є невід'ємною складовою успішної діяльності підприємства. Створення безпечного та здорового робочого середовища для працівників - це важлива мета для будь-якого промислового підприємства. Постійний контроль, освітні програми та впровадження передових практик безпеки допомагають підприємству не лише уникнути ризику нещасних випадків та професійних захворювань, але й створити сприятливу атмосферу для працівників, що сприяє підвищенню їхньої продуктивності та задоволенню від роботи. Такий підхід сприяє зменшенню ризиків та нещасних випадків на робочому місці, підвищенню продуктивності і створенню сприятливої робочої атмосфери для всіх працівників.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бурбело М. Й. Проектування систем електропостачання. Приклади розрахунків: навчальний посібник. Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2012. 148 с.
2. Силові трансформатори. Веб-сайт URL: <http://www.lvmarket.com.ua/silovi-transformatori> (дата звернення: 06.06.2023).
3. Показники якості електроенергії. Веб-сайт URL: <https://ltke.com.ua/ua/dovidnik-spozhivacha/osnovni-pokazniki-yakostielektroenergi%D1%97-ta-nadijnist-elektropostachannya/> (дата звернення: 01.06.2023).
4. Показники якості електроенергії. Веб-сайт URL: <https://kiroe.com.ua/pokazniki-yakosti-elektroenergi> (дата звернення: 01.06.2023).
5. Вимикачі навантаження Веб-сайт URL: <http://001.com.ua/uk/vumykachi-navantazhennya-c756> (дата звернення: 01.06.2023).
6. Когенерація. Веб-сайт URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/26060/1/UNIDO%20%D0%9A%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F.pdf> (дата звернення: 04.06.2023).
7. ДСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014.
8. 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. 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-> (дата звернення: 02.06.2023).
9. ДБН А.3.2-2-2009. ССБП. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_a322_2009/1-1-0-945 (дата звернення:

10. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с.

11. НПАОП 40.1-1.32-01 (ДНАОП 0.00-1.32-01) Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок (Правила устройства электроустановок. Электрооборудование специальных установок). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text> (дата звернення: 02.06.2023).

12. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972> (дата звернення: 02.06.2023).

13. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 149 с.

14. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id__doc=79885 (дата звернення: 02.06.2023).

15. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumuultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html> (дата звернення: 02.06.2023).

16. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>.

17. НАПБ А.01.001-14. Правила пожежної безпеки в Україні. К. : МВС України, 2014. 47 с.

18. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення. URL: <https://dwg.ru/dnl/15125> (дата звернення: 02.06.2023).

19. ДСТУ 8829:2019 Пожежовибухонебезпечність речовин і матеріалів. Номенклатура показників і методи їхнього визначення. Класифікація. URL: <https://www.alutal.com.ua/wp-content/uploads/2021/02/dstu-8829-2019-1.pdf> (дата звернення: 03.06.2023).

20. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпек. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759 (дата звернення: 03.06.2023).

21. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. URL: http://www.poliplast.ua/doc/dbn_v.1.1-7-2002.pdf (дата звернення: 03.06.2023).

22. Наказ Міністерства внутрішніх справ України «Про затвердження Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0225-18#Text> (дата звернення: 03.06.2023).

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Вихідні дані

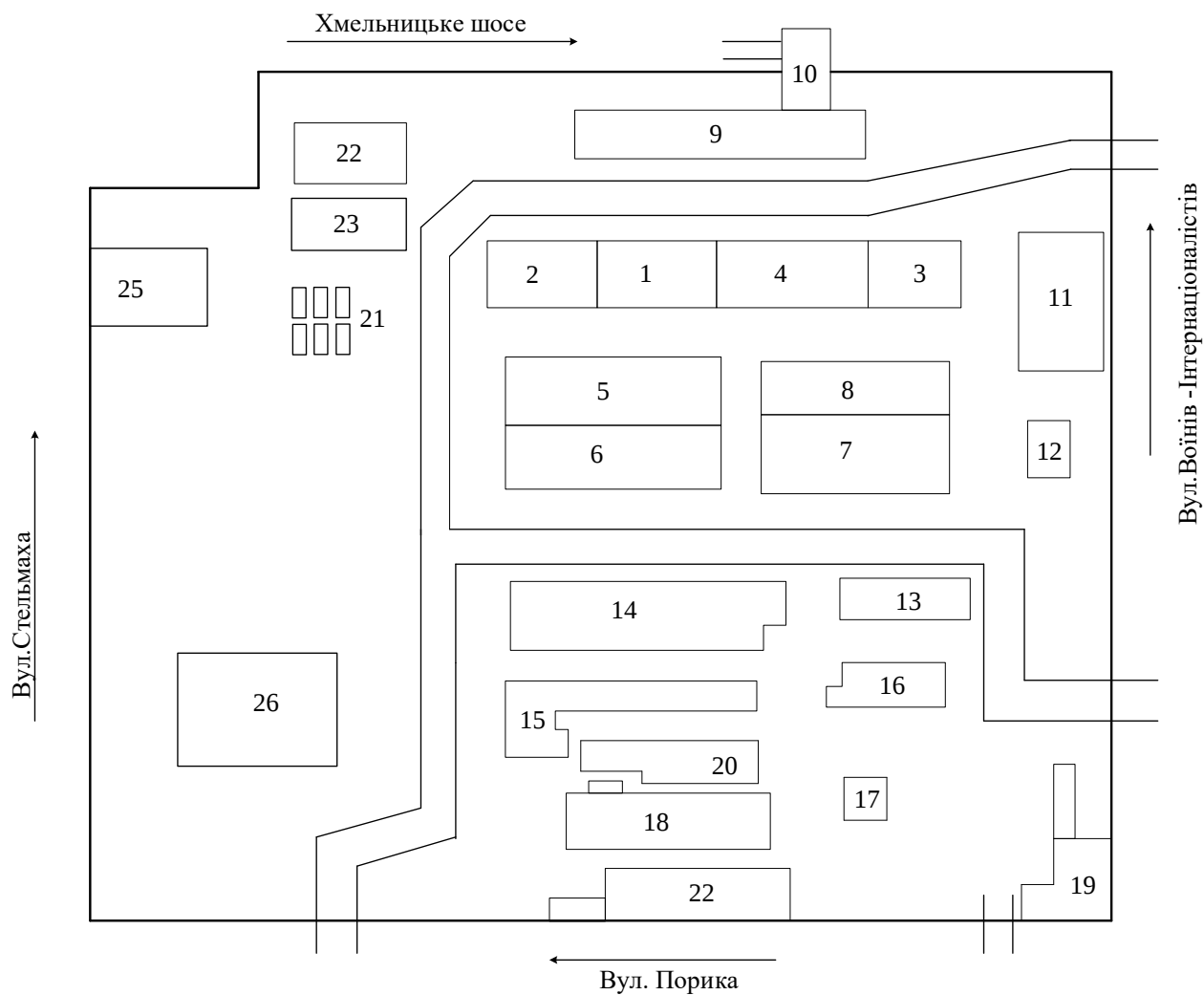


Рисунок А.1 – Генплан ПрАТ «Маяк»

Таблиця А.1 – Склад цехів підприємства, кількість змін та потужність їх ЕП

Назва цехів	Р _н , кВт	cos	tg	К _п	К _в
1.Механічний цех	220	0,75	0,882	0,27	0,2
2.Заготівельний	220	0,65	1,169	0,3	0,2
3.Ковально-штамповочний	340	0,65	1,169	0,3	0,2
4.Зварювальний	580	0,65	1,169	0,4	0,2
5.Намоточний	1030	0,8	0,750	0,3	0,2
6.Сталеалюмінієвого лиття	1380	0,7	1,020	0,65	0,5
7.Іструментальний	410	0,85	0,620	0,4	0,35
8.Фарбувальний	950	0,85	0,620	0,6	0,45
9.Збірно-монтажний	310	0,7	1,020	0,4	0,35
10.Адміністративний корпус	70	0,6	1,333	0,3	0,3
11.Ремонтно-механічний	330	0,75	0,882	0,25	0,2
12.Очисні споруди	170	0,8	0,750	0,4	0,35
13.Енергоблок	1200	0,76	0,855	0,6	0,5
14.Цех друкованих плат	290	0,6	1,333	0,4	0,3
15.Відділ випробувань	210	0,8	0,750	0,3	0,25
16.Котельня	1720	0,75	0,882	0,6	0,5
17.Будівельно-монтажний цех	70	0,85	0,620	0,25	0,2
18.Нестандартного обладнання	260	0,61	1,299	0,3	0,25
19.Автотранспортний цех	100	0,7	1,020	0,25	0,2
20.Тарно-пакувальний	50	0,7	1,020	0,35	0,3
21.Склади ОМТС	70	0,8	0,750	0,4	0,3
22.Столова	400	0,88	0,540	0,3	0,2
23.Термопластавтомати	1120	0,76	0,85	0,3	0,2
24.КСК «Маяк»	40	0,9	0,484	0,4	0,3
25.Типографія	90	0,65	1,169	0,5	0,3
26.Корпус порошків і металургії	90	0,8	0,750	0,7	0,5

Джерелом живлення може бути підстанції системи «Західна» з двообмотковими трансформаторами 2хТДН 110/10 - 16000 кВА.

На рисунку А.2 у зображено план цеху термопластавтоматів з розміщенням електроприймачів, містить відомості про активні електричні навантаження цеху термопластавтоматів.

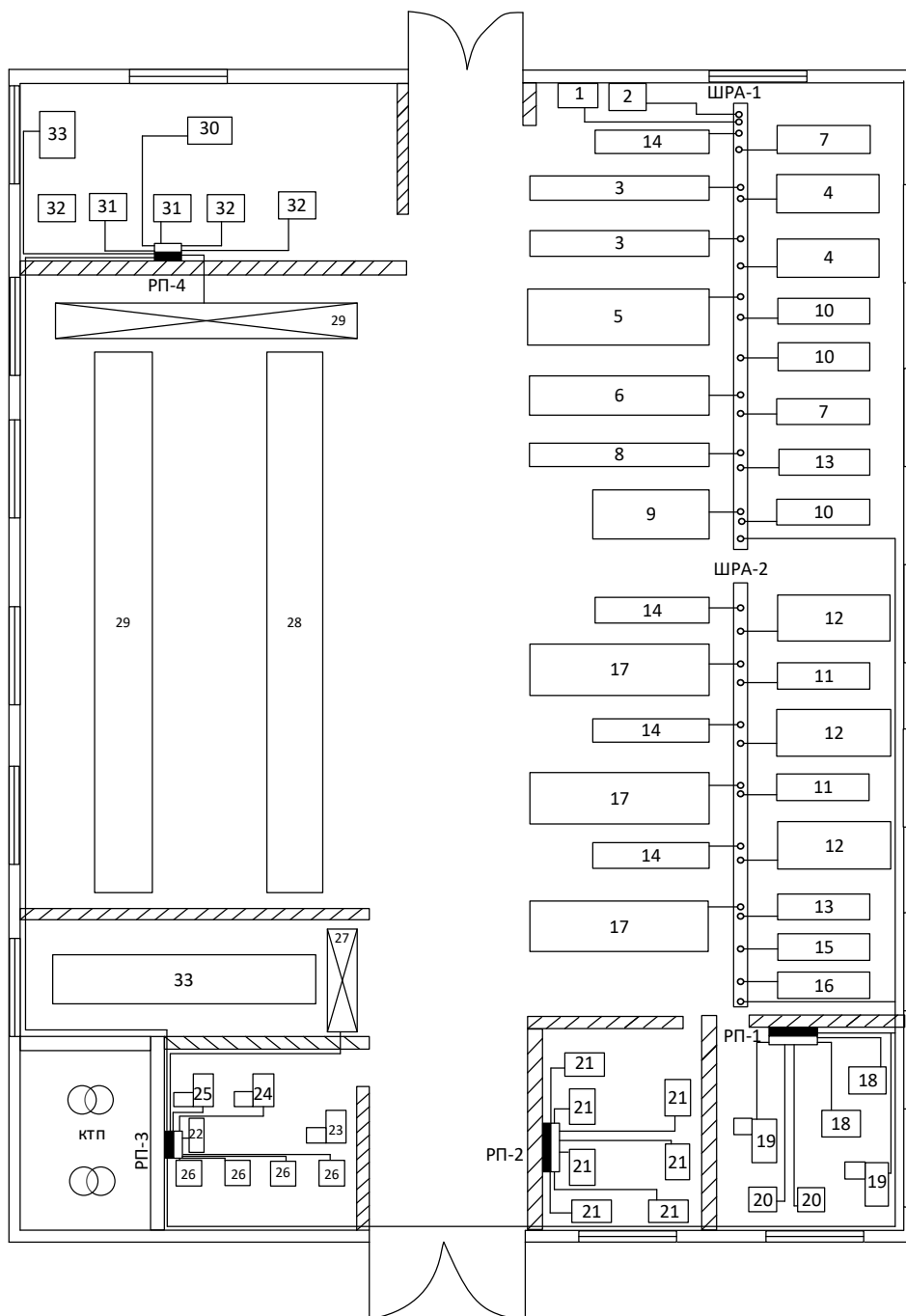


Рисунок А.2 – План цеху термопластавтоматів з розміщенням Електроприймачів

Таблиця А.2 – Відомості про активні електричні навантаження цеху Термопластавтоматів.

Назва електроприймача	Р _{вст.}	Кількість	cosφ	К _в
1. Автомат газ води	1,4	1	0,9	0,11
2. Калорифер	5,4	1	0,9	0,1
3. Термопластавтомат	49	2	0,8	0,12
4. Термопластавтомат	30	2	0,85	0,12
5. Термопластавтомат	48	1	0,85	0,12
6. Термопластавтомат	48	1	0,85	0,12
7. Термопластавтомат	45	2	0,85	0,12
8. Термопластавтомат	36	1	0,85	0,12
9. Термопластавтомат	24	1	0,85	0,15
10. Термопластавтомат	30	3	0,85	0,2
11. Термопластавтомат	24,6	2	0,85	0,15
12. Термопластавтомат	37,9	3	0,8	0,2
13. Термопластавтомат	28,2	2	0,85	0,15
14. Термопластавтомат	33,1	4	0,85	0,12
15. Термопластавтомат	22,3	1	0,85	0,17
16. Термопластавтомат	14,4	1	0,85	0,17
17. Термопластавтомат	49	3	0,85	0,12
18. Лінія гранулювання	16,2	2	0,8	0,7
19. Магнітний сепаратор	1,8	2	0,65	0,5
20. Подрібню пластмаси	3	2	0,8	0,7
21. Шкаф сушильний	18	7	0,95	0,7
22. Токарногвинторізний	13,1	1	0,65	0,17
23. Універсальфрез вер.	2,2	1	0,4	0,12
24. Універсальнозат вер.	2,2	1	0,45	0,15
25. Плоскошліфо вер.	5,2	1	0,75	0,25
26. Верстат слюсарний	0,1	4	0,65	0,23
27. Кран-балка	18	1	0,4	0,06
28. Стелаж	0	3	-	-
29. Кран-балка	6	1	0,4	0,06
30. Пластроструйн.прис	24	1	0,93	0,4
31. Настіл. Сверлил. вер.	0,9	2	0,4	0,12
32. Стіл зачищика	0	2	-	-
33. Шкаф обдуву	5,6	1	0,73	0,4

ДОДАТОК Б

Картограма навантажень цеху

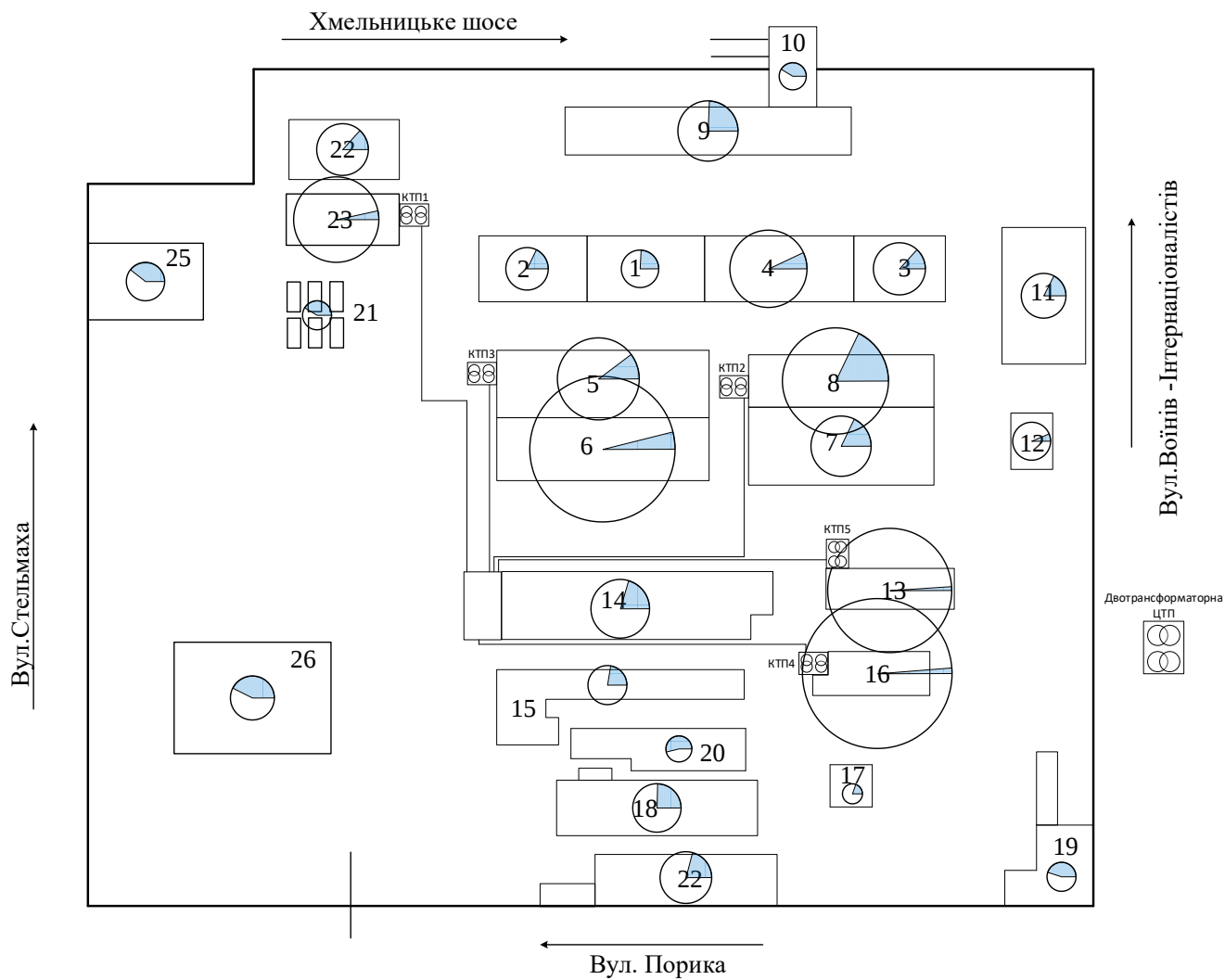
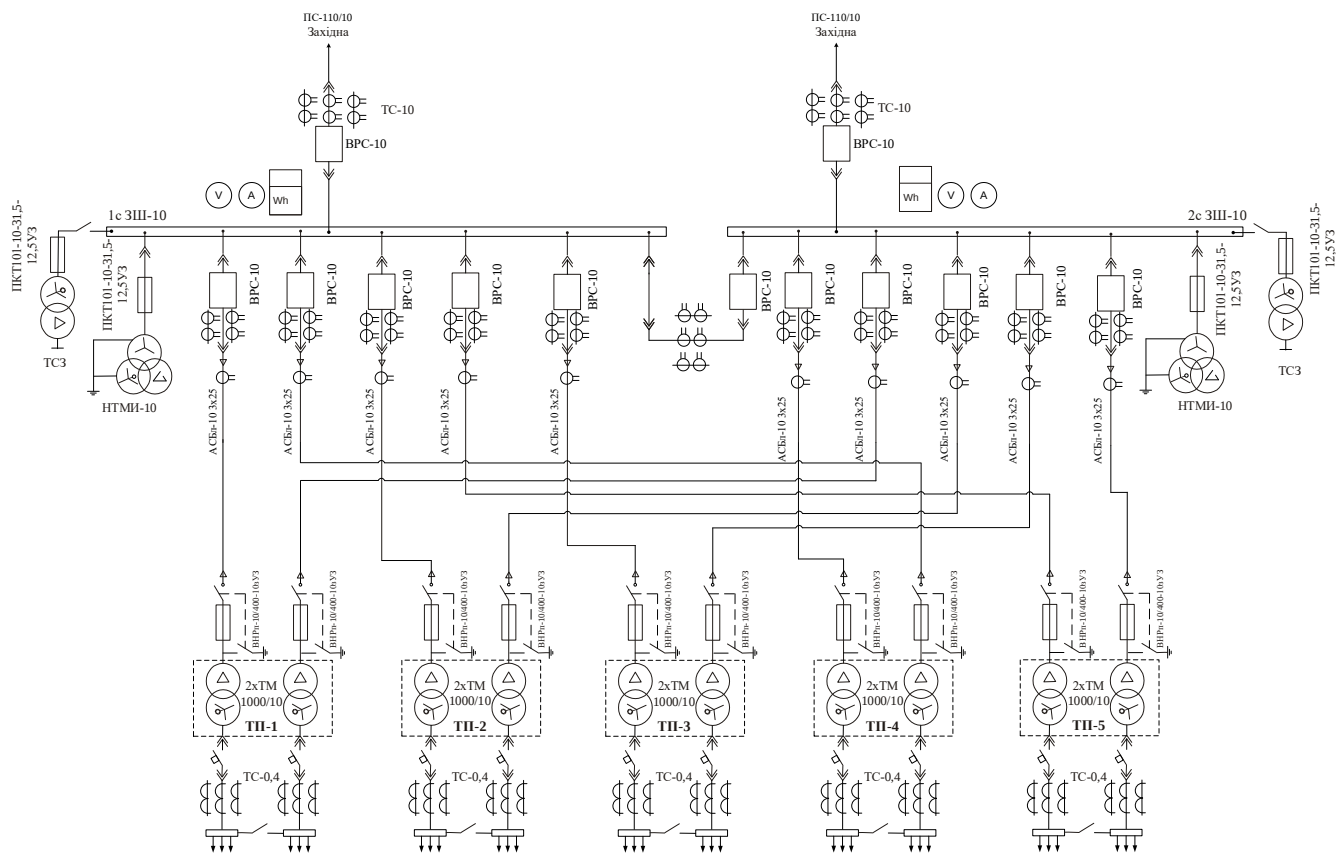


Рисунок Б.1 – Картограма навантажень ПрАТ «Маяк»

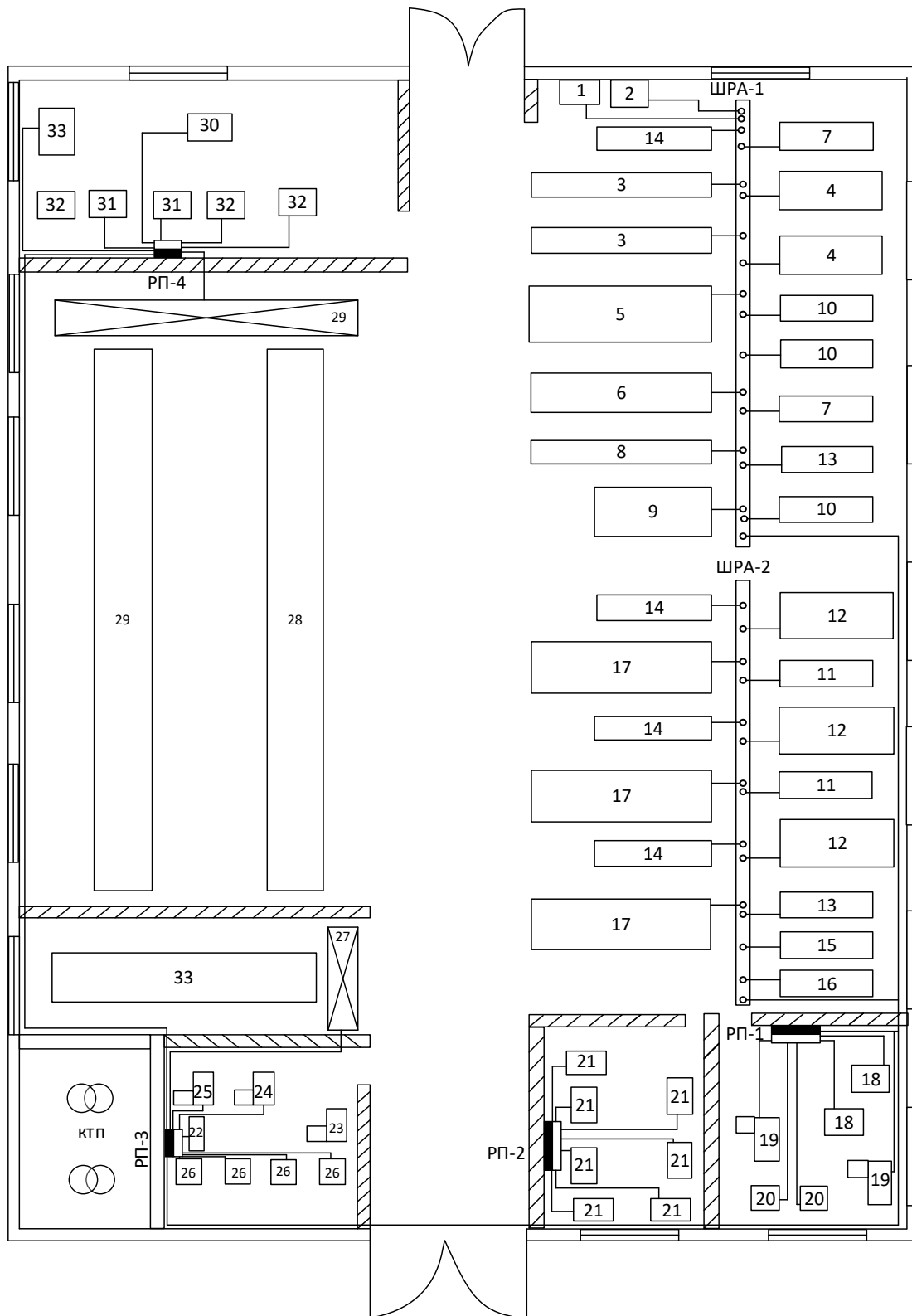
ДОДАТОК В

Однолінійна схема підприємства



ДОДАТОК Г

План цеху з розміщенням силових електроприймачів



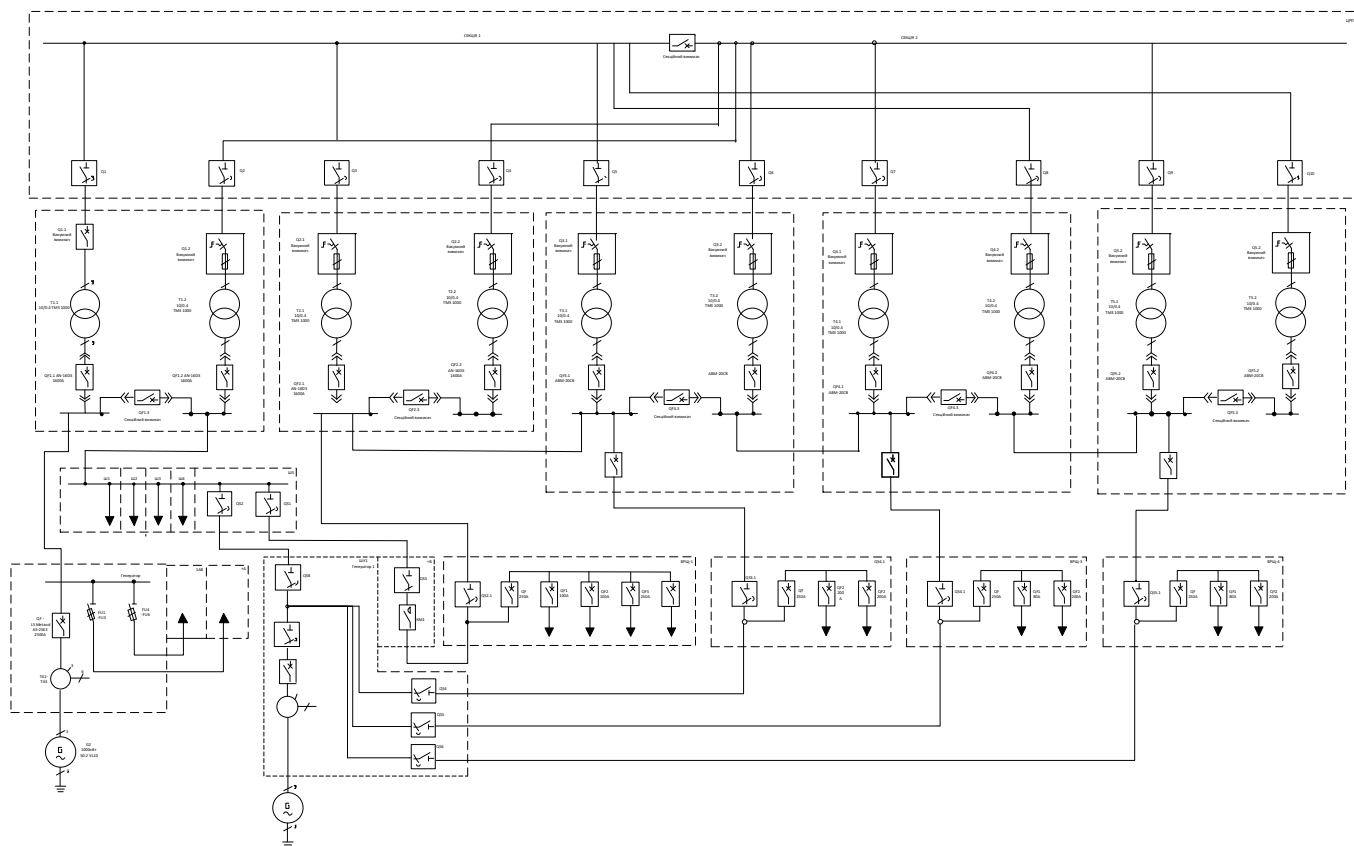
ДОДАТОК Д

Розрахунково-монтажна таблиця

[illegible]

ДОДАТОК Е

Схема інтегрованої в систему електропостачання заводу когенераційної установки



ДОДАТОК Ж
ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ
ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Аналіз системи електропостачання приватного акціонерного товариства "Вінницький завод "Маяк"

Тип роботи: Бакалаврська дипломна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра електричних станій та систем, факультет електроенергетики та електромеханіки
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 86,3 Схожість 13,7

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

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

Особа, відповідальна за перевірку _____
(підпис)

(прізвище, ініціали)

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

Автор роботи _____
(підпис)

Мітрошевський М. Б.
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Кравець О. М.
(прізвище, ініціали)