

Вінницький національний технічний університет

Факультет електроенергетики та електромеханіки

Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту

Бакалаврська дипломна робота на тему:

Розробка системи електропостачання товариства з обмеженою відповідальністю "Вінницький оптико-механічний завод"

Виконав: студент 4 курсу, групи Е-206
спеціальності 141 – «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»

Норовічук М.С.

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

« 14 » 06 2024 р.

Рецензент: к.т.н., доц. каф. ЕСС

(наук. ступінь, вч. звання, назва кафедри)

« 19 » 06 2024 р.

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

« 17 » 06 2024 р.

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**

Норовічуку Максиму Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи електропостачання товариства з обмеженою
відповідальністю "Вінницький оптико-механічний завод"

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. Загальні відомості про підприємство

1.1 Відомості про технологічні процеси

1.2 Відомості про електричні навантаження. Оцінка категорії з надійності
електропостачання

2. Розробка системи електропостачання підприємства.

2.1 Розрахунок електричних навантажень

2.2 Вибір та розміщення трансформаторних підстанцій

2.3 Вибір та розрахунок схеми електропостачання підприємства

2.3.1. Розрахунок зовнішнього електропостачання

2.3.2. Вибір комутаційного та захисного обладнання ЦРПі

2.4 Розрахунок схеми електропостачання цеху

2.4.1. Вибір та розрахунок системи електропостачання цеху

2.4.2. Вибір комутаційних та захисних апаратів цехової електромережі

3. Розрахунок фотоелектричної станції для забезпечення власних потреб
підприємства

3.2 Вихідні дані

3.1 Електротехнічне обладнання

3.2 Паралельна робота ФЕС з мережею загального користування

Висновки

4. Охорона праці

4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту

4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

4.3 Пожежна безпека

Висновки

Література

5. Перелік графічного матеріалу.

– Генплан підприємства із картограмою навантажень і розподільною

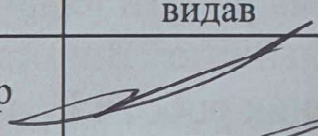
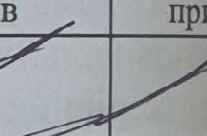
– План цеху і силової мережі

– Розрахунково-монтажна таблиця

– Однолінійна схема електропостачання підприємства

– Креслення із спецпитання

6. Консультанти розділів роботи

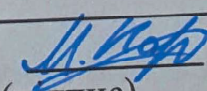
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв
Охорона праці	Кобилянський О.В., д.п.н., професор		

7. Дата видачі завдання «03» 05 2024 року

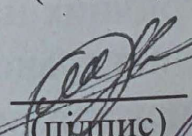
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Прим.
1	Аналіз системи електропостачання підприємства	28.05.2024	
2	Дослідження з актуальної для підприємства тематики	31.05.2024	
3	Охорона праці	07.06.2024	
4	Графічна частина роботи	10.06.2024	

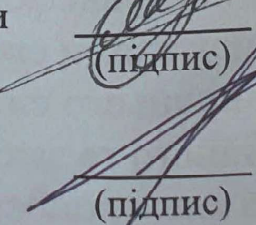
Студент


(підпис)

Керівник бакалаврської дипломної роботи


(підпис)

Нормоконтроль


(підпис)

Норовічук М.С.

(прізвище та ініціали)

Кравець О.М.

(прізвище та ініціали)

Войтюк Ю.П.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

УДК 621.311.1

Норовічук Максим Сергійович. Розробка системи електропостачання товариства з обмеженою відповідальністю "Вінницький оптико-механічний завод"

Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. – Кафедра ЕСЕЕМ – Вінниця: ВНТУ, ФЕЕЕМ, 2024 – 58 с.

У даній бакалаврській дипломній роботі були здійснені розрахунки для розробки системи електропостачання ТОВ "Вінницький оптико-механічний завод", 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 комутаційної і захисної 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 параметрам якості електроенергії та охороні праці на підприємстві.

Рисунків – 8

Таблиць – 15

Бібліографій – 24

ABSTRACT

Maksym Norovychuk. Development of the power supply system for the limited liability company ‘Vinnytsia Optical-Mechanical Plant’ Specialty 141 – Electrical Engineering, Electrotechnics, and Electromechanics. – Department of ESEEM – Vinnytsia: VNTU, FEEM, 2024 – 58 pages.

In this bachelor’s thesis, calculations were carried out for the development of the power supply system for LLC ‘Vinnytsia Optical-Mechanical Plant.’ Specifically, calculations were made for the electrical loads of lightings and power consumers, and the scheme construction of the power network. Additionally, conductor selection for the workshop and factory networks, choice of switching and protective equipment, and the location of workshop transformer substations on the enterprise’s premises were determined. Short-circuit currents were also calculated, and automatic circuit breakers from leading global manufacturers were selected. Special attention was given to power quality parameters and occupational safety at the enterprise.

Figures – 8

Tables – 15

Bibliography – 24

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1	
ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО	7
1.1 Опис технологічного процесу нанесення покриттів на металеві поверхні	
1.2 Вихідні дані для проектування	14
РОЗДІЛ 2	
РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ	16
2.1. Розрахунок навантажень цехової мережі	16
2.2. Розрахунок навантажень підприємства	19
РОЗДІЛ 3	
РОЗРАХУНОК ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЇ СТАНЦІЇ.....	23
3.1 Загальні положення.....	23
3.2 Вихідні дані для проектування:	23
3.3 Електротехнічне обладнання	24
3.4 Кабельні зв'язки до 1000 В	26
3.5 Обладнання, кабельно-провідникова продукція.....	27
3.6 Пусконаладжувальні роботи	28
3.7 Ізоляція та заземлення електростанції	28
3.8 Грозозахист електростанції.....	30
3.9 Паралельна робота ФЕС з мережею загального користування.....	31
3.10 Розробка схеми підключення фотоелектричної станції та плану розміщення.....	31
Висновки	34
РОЗДІЛ 4	

ОХОРОНА ПРАЦІ	35
4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта.....	35
4.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць	35
4.1.2 Електробезпека.....	40
4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії	40
4.2.1 Мікроклімат	40
4.2.2 Склад повітря робочої зони	41
4.2.3 Виробниче освітлення	42
4.2.4 Виробничий шум.....	43
4.2.5 Виробничі вібрації	44
4.3 Пожежна безпека.....	44
ВИСНОВКИ.....	48
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	49
ДОДАТКИ.....	52
ДОДАТОК А ВИХІДНІ ДАНІ	53
ДОДАТОК Б ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ	55
ДОДАТОК В Картограма навантажень ТОВ “ВОМЗ”	56
ДОДАТОК Г ПЛАН СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ МЕХАНІЧНОЇ МАЙСТЕРНІ.....	58
ДОДАТОК Д ОДНОЛІНІЙНА СХЕМА ПІДКЛЮЧЕННЯ ІНВЕРТОРІВ ФЕС	
ДОДАТОК Е ПЛАН РОЗМІЩЕННЯ ФОТОПАНЕЛЕЙ НА ДАХУ	60

ВСТУП

Актуальність роботи. Рациональне використання електричної енергії пов'язане з виконанням проектних робіт, які спираються на сучасні методи та вимоги до систем електропостачання. В роботі виконуємо проектування сучасної системи електропостачання оптико-механічного заводу, яке забезпечує необхідні умови пов'язані з енергозбереженням, надійністю та ін..

Мета роботи – полягає у виборі компонентів та структури системи електропостачання підприємства, виборі однолінійних схем цехової та заводської мереж, розрахунку їх навантажень, визначення розташування трансформаторних підстанцій та розподільних пристроїв, а також вибору комутаційно і захисної апаратури таким чином, щоб забезпечити найбільш надійну, економічну та ефективну роботу підприємства, а також розрахунку основних компонентів фотогальванічної станції для забезпечення підприємства власною екологічно чистою електроенергією

Основні задачі даної роботи проявляються у ефективному та економічно обґрунтованому виборі схем електропостачання підприємства, підборі комутаційно-захисної апаратури та провідників. Для вирішення даних задач:

- в першому розділі роботи наводяться вихідні дані для подальших розрахунків та наводиться опис технологічного процесу підприємства
- у другому розділі розраховується електропостачання цеху, електропостачання підприємства в цілому та перевірка обраних рішень на чутливість та стійкість.
- третій розділ присвячений вибору обладнання для побудови дахової фотогальванічної станції, а також розробляються інженерні рішення щодо будівництва такої станції

- в четвертому розділі розглянуто питання охорони праці, які стосуються робіт з модернізації системи електропостачання ТОВ «Вінницький оптико-механічний завод»

Об’єктом даної дипломної роботи є система електропостачання ТОВ “ВОМЗ”.

Предметом даної роботи є аналітичні та практичні методи і засоби, що використовуються для якісного й раціонального розрахунку системи електропостачання ТОВ “ВОМЗ”, виборі схем його цехових та заводських мереж.

Для виконання роботи користуємось методами впорядкованих діаграм, коефіцієнтів використання, коефіцієнтів попиту, коефіцієнту одночасності, коефіцієнтів питомого освітлення та загальними законами електропостачання.

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО

Товариство з обмеженою відповідальністю “Вінницький оптико-механічний завод” (ТОВ “ВОМЗ”) виготовляє різноманітну продукцію з оптико-механічної галузі. Ось деякі види їх продукції:

Оптичні прилади:

- Біноклі, телескопи, перископи.
- Лінзи, оптичні скла та зеркала.
- Збільшувальні скла.

Геодезичні та географічні прилади:

- Прилади для вимірювання довжини, площі та об’єму.
- Рефрактометри та інші оптичні прилади.
- Механічні контрольно-вимірювальні прилади.

Інші послуги:

- Нанесення покриттів на металеві поверхні та металізація.
- Обробка термопластів

1.1 Опис технологічного процесу нанесення покриттів на металеві поверхні

Нанесення покриттів на металеві поверхні – це важливий процес, який покращує властивості матеріалів. Основні способи нанесення покриттів включають:

Газотермічні способи:

- Використовуються для нанесення покриттів з різних матеріалів.
- Приклади: тигельний, високочастотний, електродуговий та плазмовий способи.

Газополуменеві способи:

- Включають газокисневий (детонаційний) та газоповітряні способи.
- Дозволяють наносити покриття на металеві деталі.

Вакуумно-конденсаційне напилювання:

- Використовується для нанесення покриттів у вакуумі.
- Включає термічне, вибухове, іонне та реакційне напилювання.

Нанесення металевого покриття, — це процес нанесення певного типу зовнішнього металевого покриття на поверхню виробу чи іншого компонента. Металеві покриття надають безліч переваг, наприклад покращують продуктивність, довговічність або зовнішній вигляд.

Щоб металеві вироби та матеріали підтримували якомога кращу форму, їх часто покривають металевими покриттями. Без цього покриття навколишнє середовище, безсумнівно, матиме вплив на метал, спричиняючи його корозію та іржу.

Поширені приклади матеріалів для металевих покриттів включають такі полімери, як епоксидна смола, уретан, що твердіє під дією вологи, і поліуретан. Тип покриття залежить від кінцевого використання продукту, оскільки різні покриття пропонують різні рівні захисту.

Наприклад, деякі покриття наносяться для захисту нижнього металу від бруду, сміття, іржі, або корозії.

У більшому масштабі металеві покриття також допомагають захистити важке обладнання, таке як поїзди, автомобілі, човни та літаки. Коли ці продукти виготовляються, вони піддаються впливу таких агентів, як мастила, масло, паливо чи бруд, які можуть завдати шкоди та погіршити якість. Тут грають роль металеві покриття, які допомагають виробу протистояти будь-якому потенційному пошкодженню.

Зокрема, вони запобігають відколам або подряпинам на поверхні під металевим покриттям, оскільки багато з цих великогабаритних частин обладнання зазнають принаймні певної кількості пошкоджень під час роботи. Самі покриття є

гнучкими та рухаються разом із продуктом, який вони покривають, допомагаючи додатково протистояти пошкодженням.

В інших сферах застосування та промисловості металеві покриття також можуть діяти як агенти крутного моменту або мастильні матеріали. Подумайте про такі деталі, як кріпильні елементи, гвинти та болти, які постійно затягуються або відкручуються. Металеве покриття може захистити конструкцію від пошкодження або зносу.

Оцинкована сталь є особливо популярним прикладом металевого покриття, яке використовується різними способами, включаючи лави, болти, цвяхи, сходи, драбини тощо.

Металеві оздоблення пропонуються в різних варіантах обробки для задоволення естетичних потреб застосування. Наприклад, літаки чи автомобілі повинні мати гладку металеву обробку, щоб транспортний засіб міг рухатися, як зазвичай. Металеві покриття бувають двох різних форм: рідкі та порошкові. На сам продукт можна нанести покриття або занурити його в розплавлений метал.

Існує чотири основні способи нанесення металевих покриттів на різні поверхні, усі з яких ми розглянемо нижче. Процес нанесення металевого покриття може складатися з гарячого цинкування, термічного напилення, гальванічного покриття та шерардування.

Вибраний тип процесу нанесення покриття часто залежить від необхідної товщини покриття.

Гаряче цинкування

Ви можете розглядати гаряче цинкування як ванну для виробу, на який наноситься покриття, щоб остаточно утворити стійкий до корозії шар зі сплаву цинку та заліза. Під час гарячого цинкування сталевий компонент, на який наноситься покриття, занурюється в резервуар розплавленого цинку, який має температуру приблизно 450 градусів за Цельсієм.

У процесі занурення відбувається металургійна реакція, яка відбувається з цинковим сплавом і цинковими шарами. Ця реакція, яка відбувається для покриття сталевого компонента, є дифузійним процесом, який допомагає створити гладкий однорідний шар металевого покриття. Товщина металевого покриття також однакова по всьому виробу.

Першим етапом гарячого цинкування є підготовка поверхні об'єкта або матеріалу, на який наноситься покриття. В ідеалі всі оксиди та забруднюючі залишки будуть видалені з поверхні заздалегідь, щоб допомогти створити цю металургійну реакцію. Без попереднього очищення поверхні реакція може не відбутися.

Першим кроком є знежирення. Сталь занурюють у ванну для знежирення, щоб допомогти видалити забруднення, такі як масло, бруд і жир, які можуть бути на поверхні сталі. Далі сталь промивається водою і готова до другого етапу процесу підготовки поверхні.

Далі йде маринування. Цей процес полягає в поміщенні сталі в розбавлений розчин соляної чи сірчаної кислоти. Під час цього процесу все окислення видаляється зі сталі, і вона знову промивається для останнього етапу.

Флюсування - останній крок. Шар флюсу гарантує, що сталь не окислюється. Певний тип флюсу міститься в окремій ємності, і він слабокислий. Виготовляється з хлориду цинку і хлориду амонію. Замість цього можна використовувати інший різновид флюсу, який називається верхнім флюсом. Ця різновид служить для тієї ж мети, але вона плаває в чайнику для цинкування поверх рідкого цинку.

Як тільки будуть виконані всі три етапи процесу підготовки поверхні, колір сталі стане близьким до білого. Він не містить оксидів або забруднень і готовий до оцинкування.

Цинкування сталі

Далі йде цинкова ванна, а сталь буде занурена в бак для цинкування. Якщо необхідно досягти певного вигляду покриття, на цьому етапі іноді додають інші метали.

Сам бак нагрівається до неймовірно високих температур, десь від 430 до 450 градусів і ідеально підходить для забезпечення розплавлення цинку. Далі сталь, на яку наноситься покриття, обережно опускають в цинкувальний котел до нагрівання до температури ванни.

Як тільки залізо і цинк вступають в реакцію один з одним, сталевий продукт, на який наноситься покриття, вилучається. Весь процес займає 10 хвилин або менше, а точний час залежить від товщини сталевого шматка.

Етапи після цинкування

Після того, як виріб було вилучено з ємності, покриття можна додатково покращити за допомогою процесу, який називається гартуванням. Є резервуар для гартування, наповнений здебільшого водою, однак є кілька хімічних речовин, доданих для формування пасиваційного шару. Цей шар захищає щойно оцинковану сталь, якщо її потрібно зберігати чи транспортувати.

Окрім загартування, використовуються й інші етапи обробки. Іноді на металевому покритті, яке потрібно відшліфувати, можуть утворюватися невеликі краплі або шипи цинку.

Термічне напилення

Другий процес нанесення металевого покриття називається термічним напиленням. Його також можна назвати розпилювальним зварюванням, плазмовим розпиленням, полум'яним розпиленням, металізацією, HVOF та дуговим розпиленням. Усі ці назви стосуються одного процесу термічного напилення.

Цей процес залежить від постійного джерела тепла, такого як полум'я, а також від матеріалу покриття. Матеріал покриття має форму порошку або дроту, який нагрівається полум'ям, у результаті чого на поверхню сталі розпилюються маленькі краплі.

Цей тип покриття наноситься не лише на металеві підкладки, а й на деякі пластикові підкладки, оскільки ці покриття допомагають ще більше покращити характеристики компонента, на який нанесено покриття.

Термічне напилення можна використовувати замість інших видів обробки поверхні, таких як нікелювання та хромування, зварювання, процеси термічної обробки та анодування. Результати термічного напилення трохи товщі порівняно з іншими процесами, з покриттям товщиною від 0,05мм до 0,5мм.

Гальваніка

Третій процес нанесення металевого покриття називається гальванопластикою, також називають електроосадженням. Цей процес обертається навколо електричного струму, який осідає матеріал на поверхні заготовки.

Струм допомагає розчинити метал і нанести його на поверхню за допомогою чотирьох основних компонентів:

Анод: це назва позитивно зарядженого електрода.

Катод: це схема гальванічного покриття, яка вимагає покриття. Катод також називають підкладкою, оскільки він буде діяти як негативно заряджений електрод, перебуваючи в ланцюзі.

Розчин: він містить принаймні одну сіль металу, наприклад сульфат міді, щоб полегшити електричний потік.

Джерело живлення: Джерело живлення додає струм у ланцюг і є невід'ємною частиною додавання електроенергії до процесу гальванічного покриття.

Як тільки анод і катод з'єднуються, джерело живлення почне подавати постійний струм до анода. У свою чергу, метал починає окислюватися, а атоми розчиняються і перетворюються на позитивні іони. Потім струм змушує рухатися до негативно зарядженої підкладки, що призводить до утворення тонкого металевого покриття.

Три фактори можуть впливати на якість металевого покриття. По-перше, це умови для ванни. Температура ванни та її хімічний склад мають бути правильними, щоб забезпечити ефективність процесу гальванічного покриття. Розміщення деталей є другим фактором, оскільки чим далі підкладка розміщена від катода, тим менш ефективним буде покриття. Третій фактор полягає в тому, наскільки сильний електричний струм, оскільки це матиме вплив на процес гальванічного покриття.

Використання гальванічного покриття має ряд переваг, зокрема:

Покращена твердість матеріалу підкладки, що допомагає подовжити термін їх служби

Економічний метод поліпшення електропровідності

Покращений зовнішній вигляд для більш привабливого вигляду

Захисний бар'єр від факторів навколишнього середовища

Такі метали, як цинк, олово, мідь, нікель, золото, срібло та паладій, використовують процес гальванічного покриття. Автомобільна промисловість, медична промисловість, електронна промисловість, аерокосмічна промисловість, а також нафтогазова промисловість використовують гальванічне покриття різними способами.

1.2 Вихідні дані для проектування

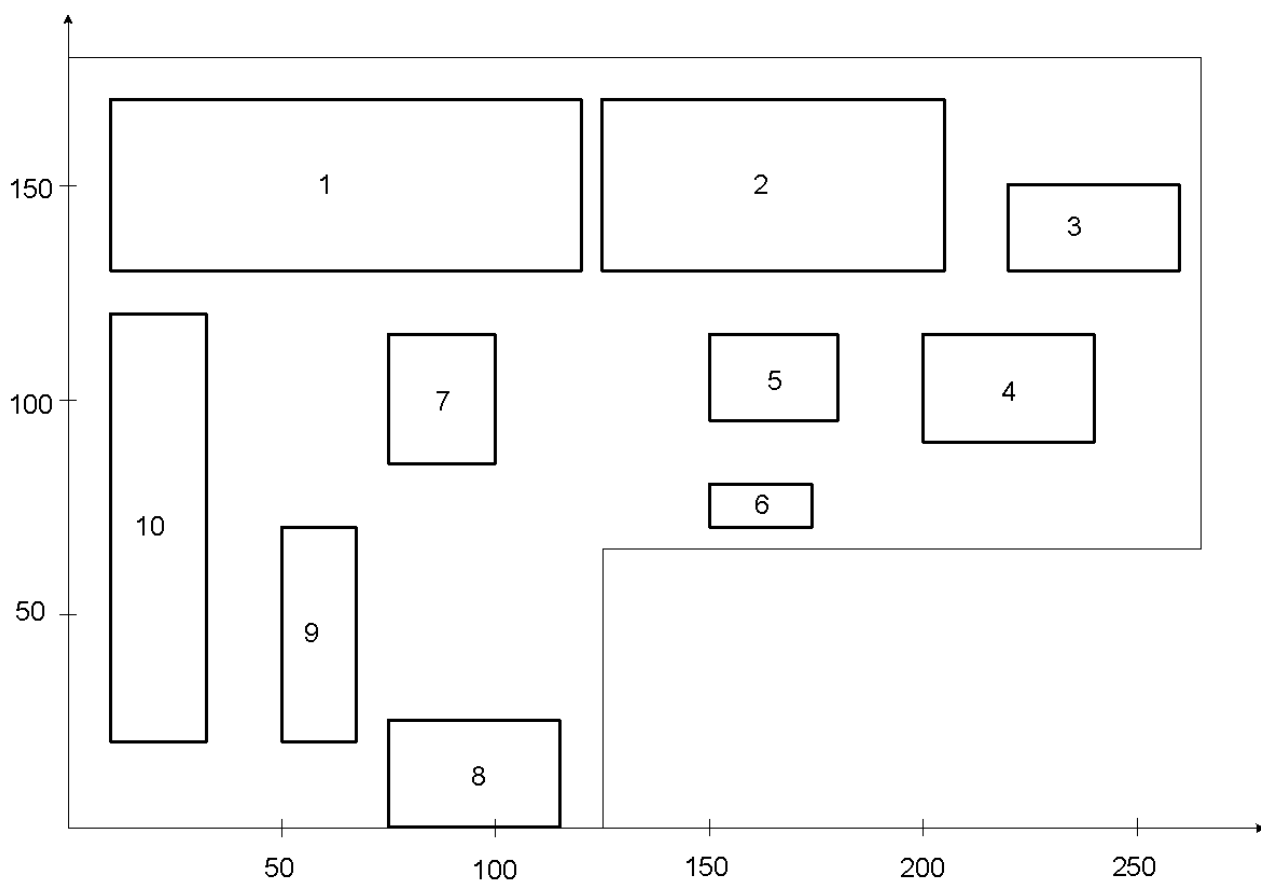


Рисунок 1.1 - Генплан підприємства

Таблиця 1.1 - Вхідні дані про електричні навантаження заводу

№ на плані	Назва цеху	P_n , кВт
1	Механічний корпус	850
2	Заготівельний корпус	1200
3	Комерційний корпус	150
4	Склад матеріалів	50
5	Склад матеріалів	30
6	Котельня	370
7	Градилярня	65
8	Столова	35

9	Енергоблок	800
10	Збиральний корпус	1100

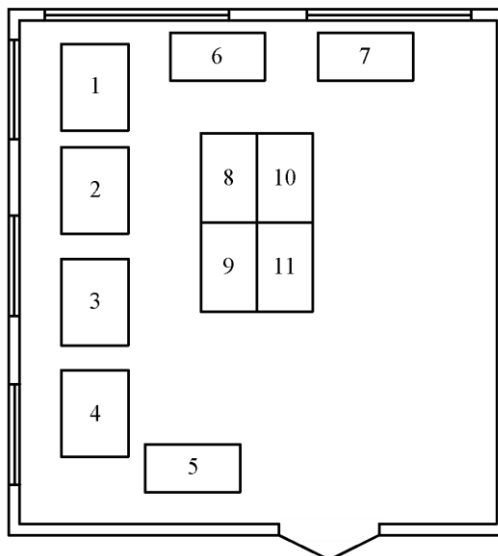


Рисунок 1.2 - План токарної ділянки механічної майстерні

Таблиця 1.2 - Відомості про електричні навантаження цеху

№ на плані	Назва електроприймача	P_n , кВт
1-4	Стіл монтажний	0,4
5-7	Випробувальний стенд	2,5
8-9	Стіл регулювальника	1,5
10-11	Ділянка збору	0,4

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

2.1. Розрахунок навантажень цехової мережі

Розрахунок електричних навантажень цеху здійснюємо методом коефіцієнта використання [2].

Для розрахунку навантаження цеху електроприймачі поділяють на дві групи:

- електроприймачі з перемінним графіком навантаження – навантаження групи А, коефіцієнт використання яких $k_B < 0,65$;
- електроприймачі з сталим графіком навантаження – навантаження групи Б, коефіцієнт використання яких $k_B \geq 0,65$.

Всі електроприймачі механічної майстерні відносяться до групи А.

Розраховуємо середню активну і реактивну потужність для токарних верстатів (1-4):

$$P_c = n \cdot P_n \cdot K_B = 4 \cdot 0,4 \cdot 0,15 = 0,24 \text{ кВт},$$

$$Q_c = n \cdot P_n \cdot K_B \cdot \operatorname{tg} \varphi = 4 \cdot 0,4 \cdot 0,15 \cdot 2,29 = 0,55 \text{ квар};$$

Розрахункові навантаження РП визначаємо в такій послідовності:

$$K_B = \frac{\sum n P_n k_B}{\sum n P_n} = \frac{0,24 + 2,55 + 0,96 + 0,14}{1,6 + 7,5 + 3 + 0,8} = 0,3,$$

$$n_e = \frac{(\sum n P_n)^2}{\sum n P_n^2} = \frac{(1,6 + 7,5 + 3 + 0,8)^2}{0,64 + 18,75 + 4,5 + 0,32} \approx 6,$$

де k_B – з таблиці 24-3 [1].

З таблиці 1.1 [2, с.10] $K_M = 1,28$ і обчислюємо розрахункові потужності:

$$P_M = K_M K_B n P_n = 1,28 \cdot 3,89 = 4,97 \text{ кВт},$$

$$Q_M = 1,1 K_B n P_n \operatorname{tg} \varphi = 1,1 \cdot 8,9 = 9,79 \text{ квар}.$$

Визначаємо S_M електроприймачів РП:

$$S_M = \sqrt{P_M^2 + Q_M^2} = \sqrt{4,97^2 + 9,79^2} = 10,98 \text{ кВА}.$$

Решта розрахунків навантаження майстерні проводиться аналогічно. Результати розрахунків внесемо до таблиці 2.1.

Спроекуємо план цехової мережі (рис 2.1)

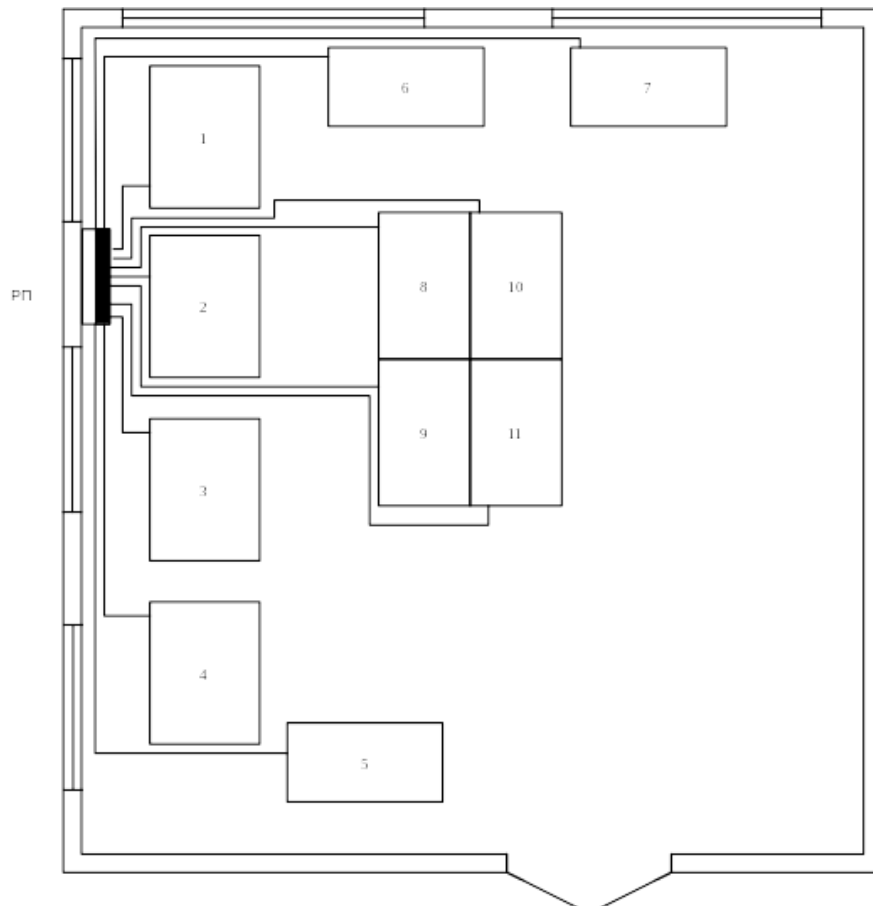


Рисунок 2.1 План розміщення цехової електромережі

Таблиця 2.1 – Розрахунок силового навантаження цеху

Найменування ЕП	n, шт	P_H , кВт	$n \cdot P_H$, кВт	K_B	$\operatorname{tg} \varphi$	$n \cdot P_H \cdot K_B$, кВт	$n \cdot P_H \cdot K_B \cdot \operatorname{tg} \varphi$, квар	$n \cdot P_H^2$	p_e	K_M	P_M , кВт	Q_M , квар	S_M , кВА
Стіл монтажний (1-4)	4	0,4	1,6	0,15	2,29	0,24	0,55	0,64					
Випробувальний стенд (5-7)	3	2,5	7,5	0,34	2,29	2,55	5,84	18,75					
Стіл регулювальника (8-9)	2	1,5	3	0,32	2,29	0,96	2,20	4,5					
Ділянка збору (10-11)	2	0,4	0,8	0,17	2,29	0,14	0,31	0,32					
Всього по РП	11		12,9	0,30		3,89	8,90	24,21	6	1,28	4,97	9,79	10,98

2.2. Розрахунок навантажень підприємства

Розрахункові активну та реактивну потужності силового електричного обладнання і розрахункову потужність електричного освітлення цеху визначаємо за методом коефіцієнта попиту.

Для прикладу, розрахунки вказаних величин проведемо для механічного корпусу:

$$P_{mc} = P_n \cdot K_n = 850 \cdot 0,45 = 382,5 \text{ кВт},$$

$$Q_{mc} = P_{mc} \cdot \operatorname{tg} \varphi = 382,5 \cdot 1,02 = 390,15 \text{ квар},$$

де K_n – коефіцієнт попиту [1].

Розрахуємо потужність освітлення механічного корпусу:

$$P_{mo} = P_{пито} \cdot K_{по} \cdot K_{пра} \cdot F = 0,015 \cdot 0,85 \cdot 1,2 \cdot 4400 = 67,32 \text{ кВт},$$

$$Q_{mo} = P_{mo} \cdot \operatorname{tg} \varphi = 67,32 \cdot 0,48 = 32,31 \text{ квар},$$

$K_{по}$, $K_{пра}$ – коефіцієнт попиту електроосвітлювального навантаження і коефіцієнт втрат потужності в пуско-регулювальній апаратурі відповідно [1].

Розрахункові потужності механічного корпусу дорівнюють сумі розрахункових потужностей силового та освітлювального навантажень:

$$P_m = P_{mc} + P_{mo} = 382,5 + 67,32 = 449,82 \text{ кВт},$$

$$Q_m = Q_{mc} + Q_{mo} = 390,15 + 32,31 = 422,46 \text{ квар}.$$

Сумарне повне навантаження механічного корпусу:

$$S_m = \sqrt{P_m^2 + Q_m^2} = \sqrt{449,82^2 + 422,46^2} = 617,1 \text{ кВА}.$$

Всі розрахунки навантаження цехів підприємства проводяться аналогічно. Результати розрахунків заносимо в табл. 2.2.

Розрахункові максимальні навантаження ТОВ “ВОМЗ” визначаємо так:

- сумарне активне навантаження:

$$P_m = K_o P_{mc} + P_{mo} = 0,8 \cdot 2286,2 + 222,6 = 2051,56 \text{ кВт};$$

- сумарне реактивне навантаження:

$$Q_m = K_o Q_{mc} + Q_{mo} = 0,8 \cdot 1916,3 + 129,29 = 1662,33 \text{ квар},$$

де $K_o = 0,8$ – коефіцієнт одночасності максимумів навантаження для $K_B < 0,3$ і кількості приєднань 10 кВ на збірних шинах 5-8 РП [1];

- сумарне повне навантаження підприємства:

$$S_M = \sqrt{P_M^2 + Q_M^2} = \sqrt{2051,56^2 + 1662,33^2} = 2640,5 \text{ кВА.}$$

Побудуємо картограму навантажень підприємства

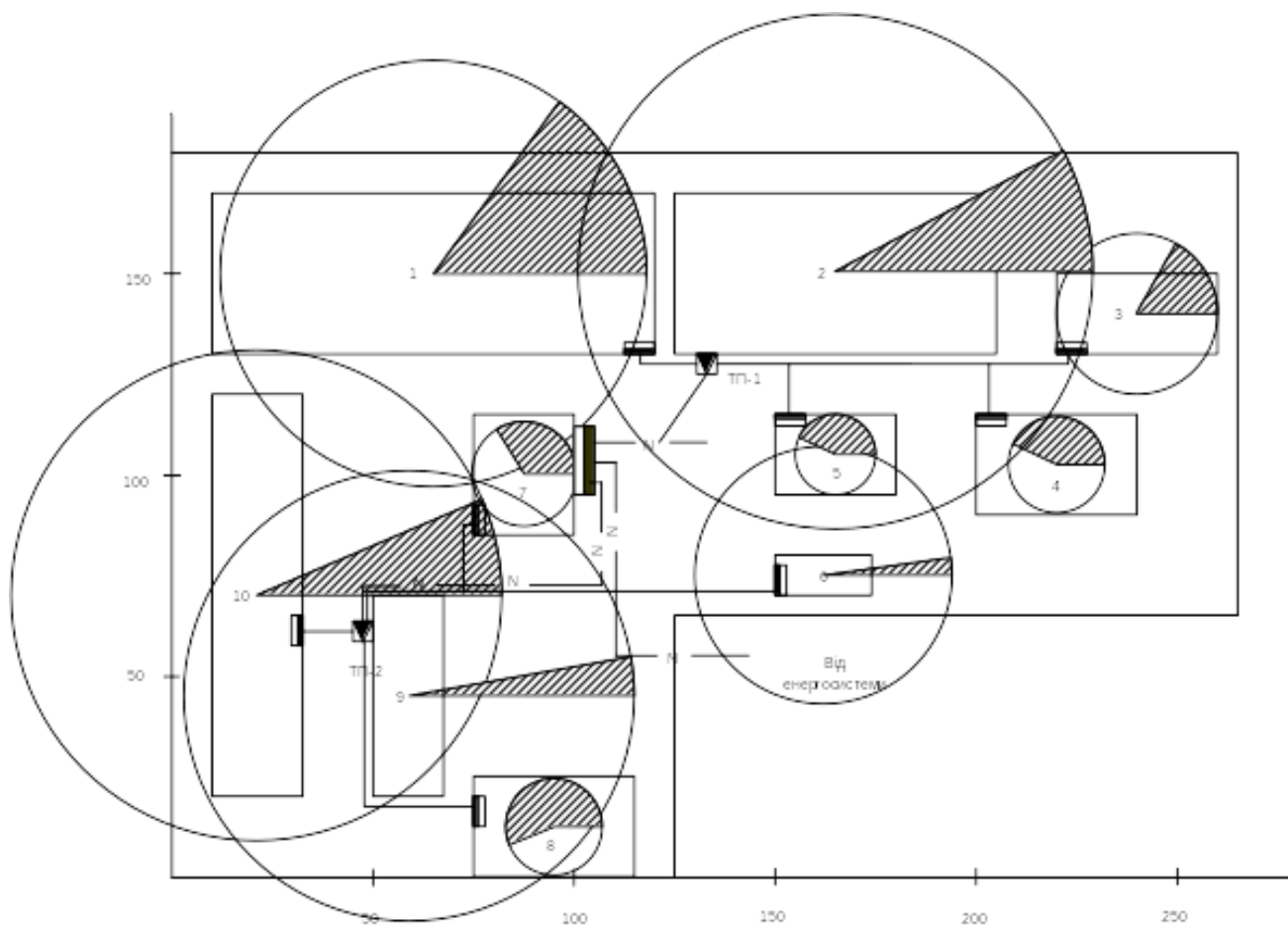


Рисунок 2.2 - Картограма навантажень підприємства

Також розробимо однолінійну схему електропостачання ТОВ “ВОМЗ”:

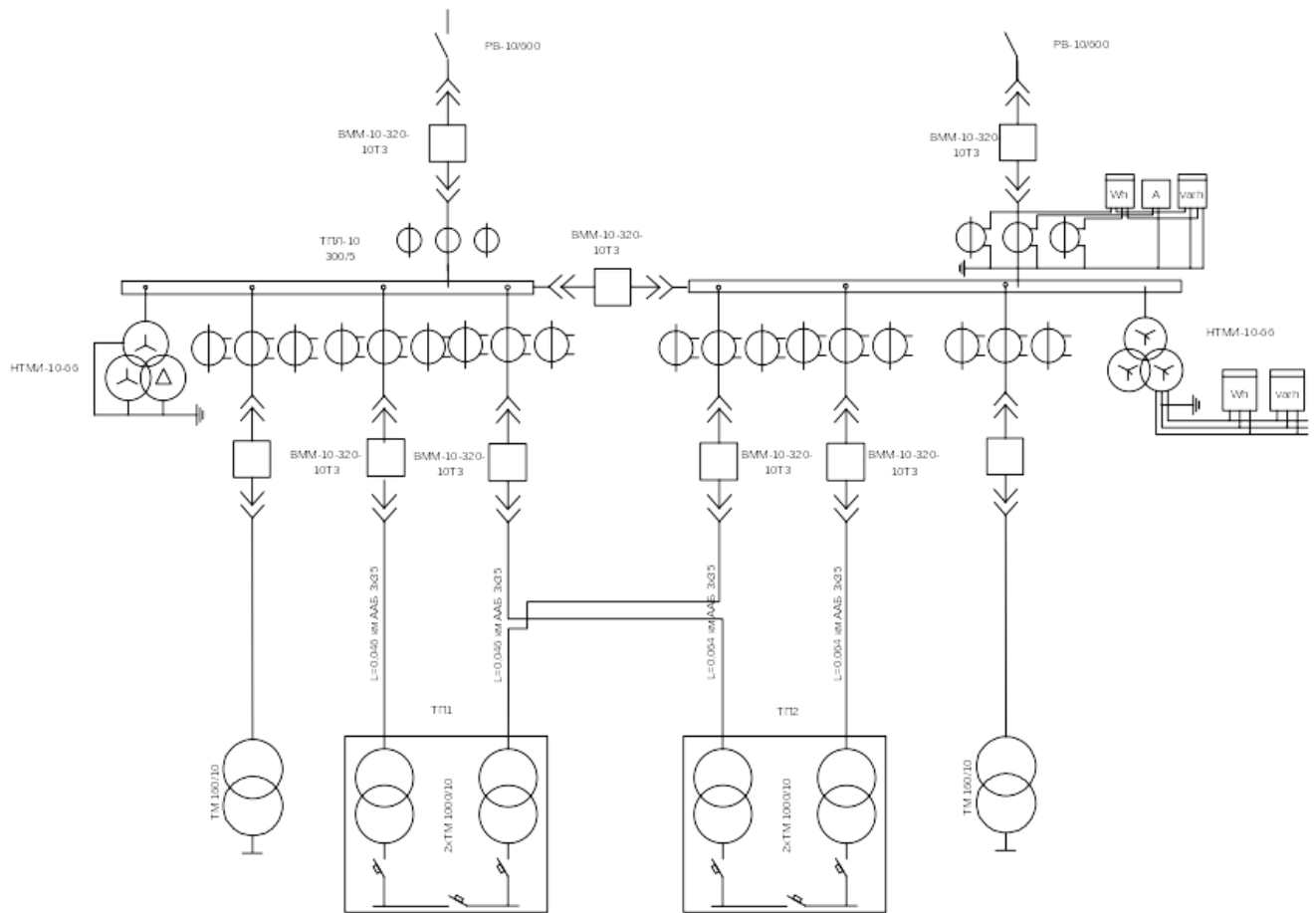


Рисунок 2.3 - Однолінійна схема електропостачання підприємства

Таблиця 2.2 - Розрахунок навантажень підприємства

№ п/п	Споживачі	Силове навантаження						Освітлювальне навантаження						Всього			
		Рн, кВт	Кп	cosφ	tgφ	Рмс, кВт	Qмс, квар	F,м²	Рпит. о	Кпра	Кпо	tgφо	Рмо, кВт	Qмо, квар	Рм, кВт	Qм, квар	Sm, кВА
1	Механічний корпус	850	0,45	0,7	1,02	382,5 0	390,1 5	4400	0,015	1,2	0,85	0,48	67,32	32,31	449,8 2	422,4 6	617,1 0
2	Заготівельний корпус	1200	0,5	0,75	0,88	600,0 0	528,0 0	3200	0,015	1,2	0,85	0,48	48,96	23,50	648,9 6	551,5 0	851,6 5
3	Комерційний корпус	150	0,35	0,85	0,62	52,50	32,55	800	0,013	1,2	0,85	0,48	10,61	5,09	63,11	37,64	73,48
4	Склад матеріалів	50	0,3	0,8	0,75	15,00	11,25	1000	0,012	1,1	0,85	1,73	11,22	19,41	26,22	30,66	40,34
5	Склад матеріалів	30	0,3	0,8	0,75	9,00	6,75	600	0,012	1,1	0,85	1,73	6,73	11,65	15,73	18,40	24,21
6	Котельня	370	0,45	0,75	0,88	166,5 0	146,5 2	240	0,014	1,2	0,85	0,48	3,43	1,65	169,9 3	148,1 7	225,4 5
7	Градиляня	65	0,3	0,75	0,88	19,50	17,16	750	0,013	1,2	0,85	0,48	9,95	4,77	29,45	21,93	36,72
8	Столова	35	0,32	0,7	1,02	11,20	11,42	1000	0,014	1,2	0,85	0,48	14,28	6,85	25,48	18,28	31,36
9	Енергоблок	800	0,6	0,8	0,75	480,0 0	360,0 0	875	0,015	1,2	0,85	0,48	13,39	6,43	493,3 9	366,4 3	614,5 7
10	Збиральний корпус	1100	0,5	0,8	0,75	550,0 0	412,5 0	2250	0,016	1,2	0,85	0,48	36,72	17,63	586,7 2	430,1 3	727,4 9
	Всього по підприємству	4650				2286, 20	1916, 30	15115					222,6 0	129,2 9	2051, 56	1662, 33	2640, 50

РОЗДІЛ 3

РОЗРАХУНОК ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЇ СТАНЦІЇ

3.1 Загальні положення

У третьому розділі роботи буде розраховано рішення дощого влаштування сонячної електростанції ТОВ "Вінницький оптико-механічний завод" в м. Вінниці. Передбачено використання сучасного сертифікованого обладнання вітчизняного виробництва. Імпортне обладнання використовується лише у випадку відсутності вітчизняних аналогів.

Відповідно до завдання на проектування в даному томі розроблені проектні рішення з виконання наступних будівельних робіт:

- встановлення фотогальванічних панелей на дах будівлі;
- встановлення інверторів та розподільчого щита (ЩР);
- улаштування захисного заземлення та захисту електростанції від грозових перенапруг;
- організація кабельних зв'язків між ланками технологічного процесу генерації електроенергії.

3.2 Вихідні дані для проектування:

- завдання на проектування;
- клас наслідків об'єкта будівництва відповідно до ДСТУ 8855:2019 - СС1;
- інші вихідні дані, які надаються замовником згідно з ДБН А.2.2-3-2014.
- розрахунок генерації за рахунок комплексу PVsyst (поданий на рис. 3.1)

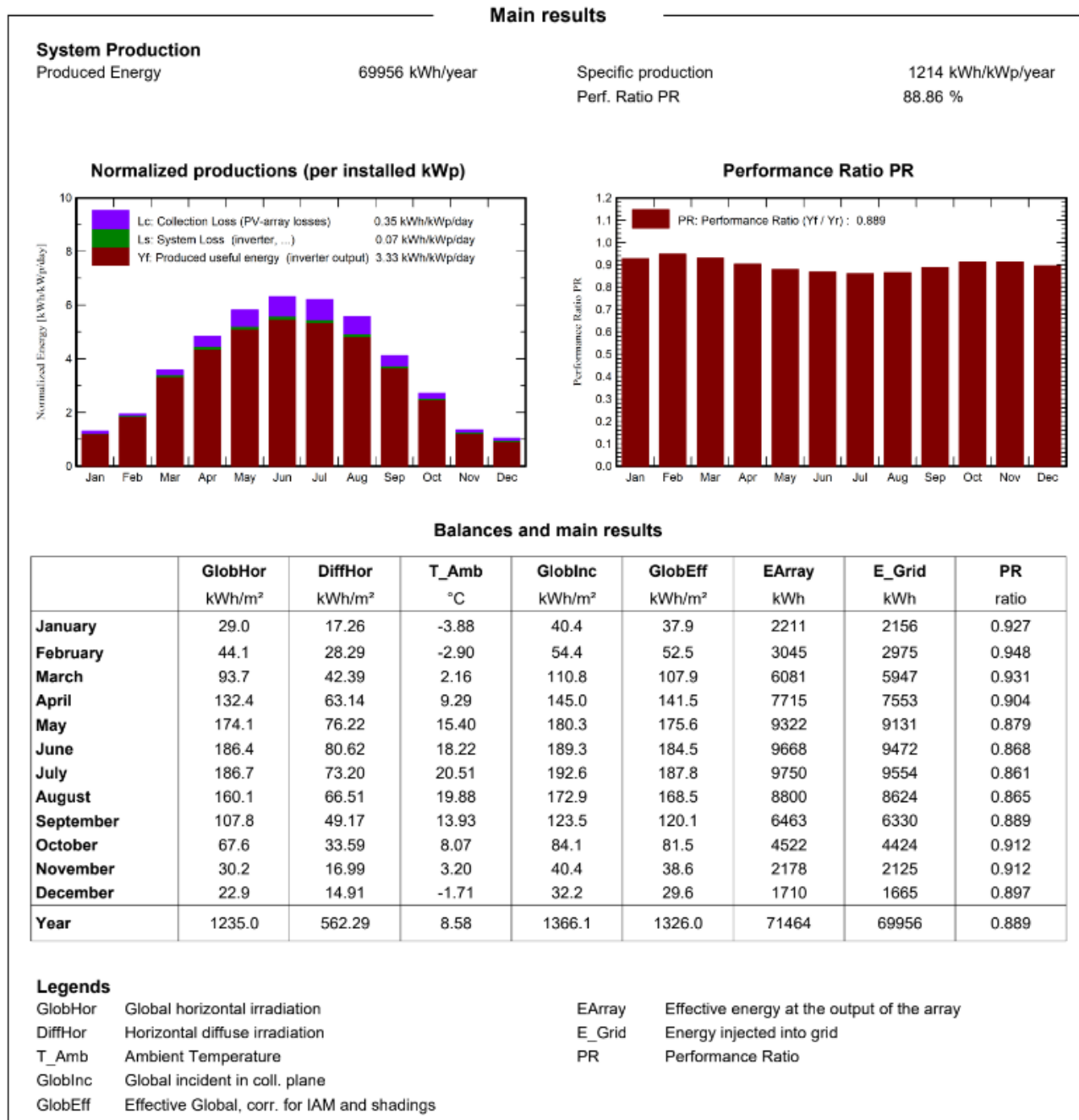


Рисунок 3.1 - Розрахунок генерації електричної енергії фотогальванічною станцією за допомогою програмного комплексу PVSyst

3.3 Електротехнічне обладнання

Основною технологічною ланкою виробництва електроенергії є фотогальванічні панелі, які перетворюють електромагнітну енергію сонячного випромінювання безпосередньо в електричний струм постійної напруги.

Характеристики фотогальванічних панелей, застосованих в даній роботі, наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 Основні параметри фотогальванічних панелей типу JAM72S30 565/LR (компанія JA SOLAR)

№	Найменування показника	Значення параметру
1	Максимальна потужність, P_m	580 Вт
2	Струм короткого замикання, I_k	14,95 А
3	Напруга холостого ходу, U_{xx}	51,95 В
4	Напруга в режимі генерації максимальної потужності, U_{mp}	44,02 В
5	Номінальний струм в режимі генерації максимальної потужності, I_{mp}	14,23 А
6	Габаритні розміри (Д, Ш, Т), мм	2333x1134x30
7	Вага	30,0 кг
8	Відносне значення ефективності	21,4%

Параметри панелей наведені для нормальних умов при інтенсивності сонячного випромінювання 1000 Вт/м^2 та температури панелі 25°C .

Проектом передбачено послідовне з'єднання панелей по 16 та 19 шт. в блоки. Електричні параметри найбільшого блока з панелей потужністю 580 Вт: $P = 11,020 \text{ кВт}$, $I = 51,95 \text{ А}$, $I = 14,23 \text{ А}$.

Схему організації кабельних зв'язків у блоках фотогальванічних панелей наведено на кресленні рис. 3.3.

Перетворення потужності, що генерується фотогальванічними панелями з постійної напруги на змінну відбувається у стрінгових інверторах. В проекті передбачене встановлення двох стрінгових інверторів типу SUN2000-20KTL-M2 та SUN2000-30KTL-M3 виробництва компанії Huawei. Основні параметри інвертора наведено в таблицях 3.2.

Таблиця 3.2 Основні параметри інверторів типу SUN2000-20KTL-M2 та SUN2000-30KTL-M3

Вхідні параметри інвертора (DC)	Значення параметру	
Максимальна потужність при постійному струмі, кВт	30	45,5
Максимальне значення напруги при постійному струмі, В	1080	1000
Максимальний струм на кожний MPPT, А	27	40
Максимальний струм к.з. на кожний MPPT, А	39	60
Стартова напруга, В	200	250
Діапазон MPPT на 100% потужності, В	160-950	200-850
Максимальна кількість входів	4	9
Кількість MPP трекерів	2	3
Вихідні параметри інвертора (AC)		
Номінальна активна потужність, кВт	20	30
Максимальна повна потужність, кВА	22	38,5
Максимальна активна потужність ($\cos\varphi=1$), кВт	20	38,5
Номінальна напруга, В	400	
Номінальна частота, Гц	50	
Максимальний струм, А	33,5	47,9
Діапазон регулювання $\cos\varphi$	0.8 випереджаючий ... 0.8 відстаючий	
Максимальний коефіцієнт нелінійних спотворень	<3%	

3.4 Кабельні зв'язки до 1000 В

Відповідно до запроектованої ієрархічної структури електростанції передбачено організацію таких кабельних зв'язків:

- між фотогальванічними панелями при їх послідовному з'єднанні у стрінги;
- всередині стрінгу (при переході кабелю через прохід для обслуговування);
- між стрінгами та інвертором;
- між інвертором та ЩР;
- між ЩР та ГРЩ.

Послідовне з'єднання фотогальванічних панелей в стрінг виконати кабелем, який постачається комплектно з панелями, а також відрізками кабелю Н1Z2Z2-К 1х6 мм². Приєднання стрінгів панелей до інвертора виконати мідними кабелями перетином 6 мм² в поліетиленовій зовнішній ізоляції, яка не розповсюджує горіння марки Н1Z2Z2-К 1х6 мм² (Виробництва ЗЗКМ). Прокладання кабелю виконати в металевих лотках, які прокласти по будівельних конструкціях покрівлі. Зв'язок від інвертора до ЩР виконати кабелем 5хПВнг-LS-3 1х35 мм². Приєднання ЩР до ГРЩ виконати мідними кабелями марки ВВГнг-LS 5х16 та 5х25 мм²

Кабелі на технічному поверсі та підвалі прокласти в металевому лотку який закріпити до стель та стін.

В електрощитовій необхідно виконати реконструкцію існуючих РЩ1 та РЩ2.

З метою забезпечення рівня втрат в кабелях змінного струму (від ЩР до ГРЩ) в допустимих межах, визначених чинними нормативними документами, переріз струмопровідної жили проводів та кабелів обрані в залежності від струмового навантаження, довжини лінії та умов прокладання.

Кабельні зв'язки до 1000 В прокласти вздовж металоконструкцій, на яких встановлюються фотогальванічні панелі, в металевих лотках.

3.5 Обладнання, кабельно-провідникова продукція

До прокладання прийнято провід марки ПВнг-LS-3 та кабель марки ВВГнг-LS.

Перетин струмоведучих жил були вибрані згідно допустимо тривалого струму навантаження з урахуванням коригуючого коефіцієнту по температурі навколишнього середовища.

Кріплення проводу та кабелю до металевих лотків виконується за допомогою кабельних хомутів.

В таблиці 3.2 наведені основні характеристики проводу та кабелю.

Таблиця 3.2 - Електричні параметри вибраного кабелю

	Найменування параметру	Значення параметру	
		ВВГнг-LS 5x16	ВВГнг-LS 5x25
Електричні параметри			
	Номінальна напруга між жилою та землею, кВ	1,0	
	Номінальна напруга між жилами, кВ	0,66	
	Довготривале допустиме струмове навантаження, А	87	115

3.6 Пусконаладжувальні роботи

До початку введення даної станції в експлуатацію та після завершення усіх будівельно-монтажних та електромонтажних робіт слід обов'язково провести наступні види робіт:

- перевірка відповідності усіх електричних підключень;
- випробування відповідних електромереж у відповідності до норм напруги;
- налаштування логічного інтерфейсу локальних пристроїв обмеження потужності генерації;
- проведення первинного включення інверторів із процесом ініціалізації (прописуванням робочих параметрів пристрою);
- проведення налаштування системи моніторингу та інтегрування із системою обліку.

3.7 Ізоляція та заземлення електростанції

Заземлювальний пристрій електростанції улаштовується з урахуванням наявності на території електростанції:

- електричних мереж напругою до 1 кВ з глухозаземленою нейтраллю;
- електричних мереж напругою до 1 кВ з ізольованою нейтраллю;

- електричних мереж напругою понад 1 кВ з ізольованою нейтраллю.

Проектом передбачено заземлення всіх металевих елементів ФЕС.

Відповідно до вимог глави 1.7 ПУЕ-2017, заземлювальний пристрій електростанції виконується за вимогою до його опору для електроустановок напругою до 1 кВ в електричних мережах з глухозаземленою та ізольованою нейтраллю, до заземлюючих пристроїв яких ставляться більш жорсткі вимоги, ніж до заземлювальних пристроїв електричних мереж понад 1 кВ з ізольованою нейтраллю.

Відповідно до п. 1.7.92 та 1.7.96 ПУЕ-2017 опір розтікання заземлюючого пристрою повинен складати не більше 4 Ом. Для заземлення передбачено приєднання до існуючого контуру заземлення.

З'єднання металоконструкцій під фотогальванічні панелі та приєднання металевих лотків виконати кабелем ПВнг-LS-3 1х6 мм².

Приєднання шини РЕ проєктованої шафи ЩР до РЕ шини заземлення виконується за допомогою РЕ жили кабелю живлення шафи ЩР.

Керуючись п. 1.7.56 ПУЕ, ред 2017р. проектом передбачується захисне заземлення металевих конструкцій кріплення модулів на покрівлі, мережеві інвертори, розподільчі силові шафи (металеві оболонки), які можуть опинитися під напругою-заземлюються.

Основну систему зрівнювання потенціалів передбачено керуючись п. 1.7.84 ПУЕ ред 2017р.

Система зрівнювання потенціалів виконується шляхом з'єднання усіх металевих будівельних елементів кріплення ФЕС між собою та приєднання їх до РЕ шини шафи ЩР за допомогою кабелю мідного, перерізом 6 мм² (1.7.148-1.7.150). Робочий проєкт передбачає використання відкритих металевих конструкцій кріплення ФЕС на покрівлі в якості неперервних струмопровідних шляхів (дані конструкції задовольняють Вимоги п.1.7.132).

Приєднання кабелів до металевих елементів конструкцій кріплення модулів виконується болтовими з'єднаннями за допомогою кабельних мідно-лужених

наконечників. Кабель заземлення прокладати в ПЕ трубі стійкій до ультрафіолетового випромінювання.

До заземлюючого пристрою електростанції для захисту від непрямого дотику приєднати всі металеві елементи електротехнічного обладнання, які в нормальному режимі не призначені для протікання струму та екрани кабельних ліній.

Для захисту електрообладнання та кабельної продукції від грозових перенапруг в ЩР збору потужності від інверторів, а також для захисту КЛ-0,4 кВ встановити нелінійні обмежувачі перенапруги.

У відповідності до інструкції "Вибір та експлуатація зовнішньої ізоляції електроустановок 6-750 кВ на підприємствах Міненерго України" ГКД 34.51.101-96 – в районі розташування фотогальванічної електростанції прийнято ступінь забруднення атмосфери - II.

3.8 Грозозахист електростанції

Грозозахист ФЕС повинен забезпечуватися такими заходами:

- Улаштування системи зрівнювання потенціалів шляхом приєднання всіх струмопровідних частин ФЕС до загального заземлюючого пристрою, що запобігає виникненню різниці потенціалів та іскрінню на різних елементах і сприяє швидкому переходу струму блискавки в землю і його подальшому розподіленню.
- організація великої кількості паралельних шляхів для струму блискавки, цей струм розподіляється та становить значно меншу небезпеку.
- для запобігання дії вторинних проявів блискавки, таких як наведені струми та занесені потенціали встановлено систему внутрішнього блискавкозахисту. Елементи цієї системи, а саме напівпровідникові варистори та напівпровідникові й іскрові обмежувачі перенапруг, мають захищати найбільш уразливе та важливе обладнання - інвертори. Для цього в комутаційній шафі інвертора зі сторін постійного та змінного струму

встановлені обмежувачі перенапруг класу 2, які здатні істотно зменшити небезпечні імпульсні струми.

Разом із елементами системи блискавкозахисту 3-го класу, що вбудовані безпосередньо в схему інвертора, ми отримуємо систему з прийнятним рівнем безпеки щодо дії атмосферних перенапруг.

Окрема система зовнішнього блискавкозахисту не вимагається, тому що металеві конструкції, на яких закріплені модулі, будучи заземлені та з'єднані між собою, здатні сприймати прямий удар блискавки без значної небезпеки для самої електростанції та її персоналу.

3.9 Паралельна робота ФЕС з мережею загального користування

Проектована фотогальванічна електрична станція є мережевою фотогальванічною електростанцією інверторного типу. Особливістю роботи таких електростанцій є те, що вони не мають можливості роботи на ізольований острів навантаження у автономному режимі. Обов'язковою умовою генерації електроенергії проектованою сонячною електростанцією є наявність напруги у точці приєднання до мережі загального користування. У разі відсутності в мережі електричної енергії змінного струму або понаднормових відхилень її параметрів електростанція буде вимикатись технологічними захистами інвертора.

Зважаючи на це, проектована електростанція є веденою по відношенню до енергосистеми. Автономний режим роботи електростанції технологічно неможливий, а увімкнення електростанції в мережу буде здійснюватися автоматикою інвертора. Несинхронне увімкнення електростанції в електричну мережу технологічно неможливо.

3.10 Розробка схеми підключення фотоелектричної станції та плану розміщення

В роботі було розроблено схему підключення фотоелектричної станції, що подана на рис. 3.1, а також план розміщення фотоелектричних панелей, що поданий на рис.3.2

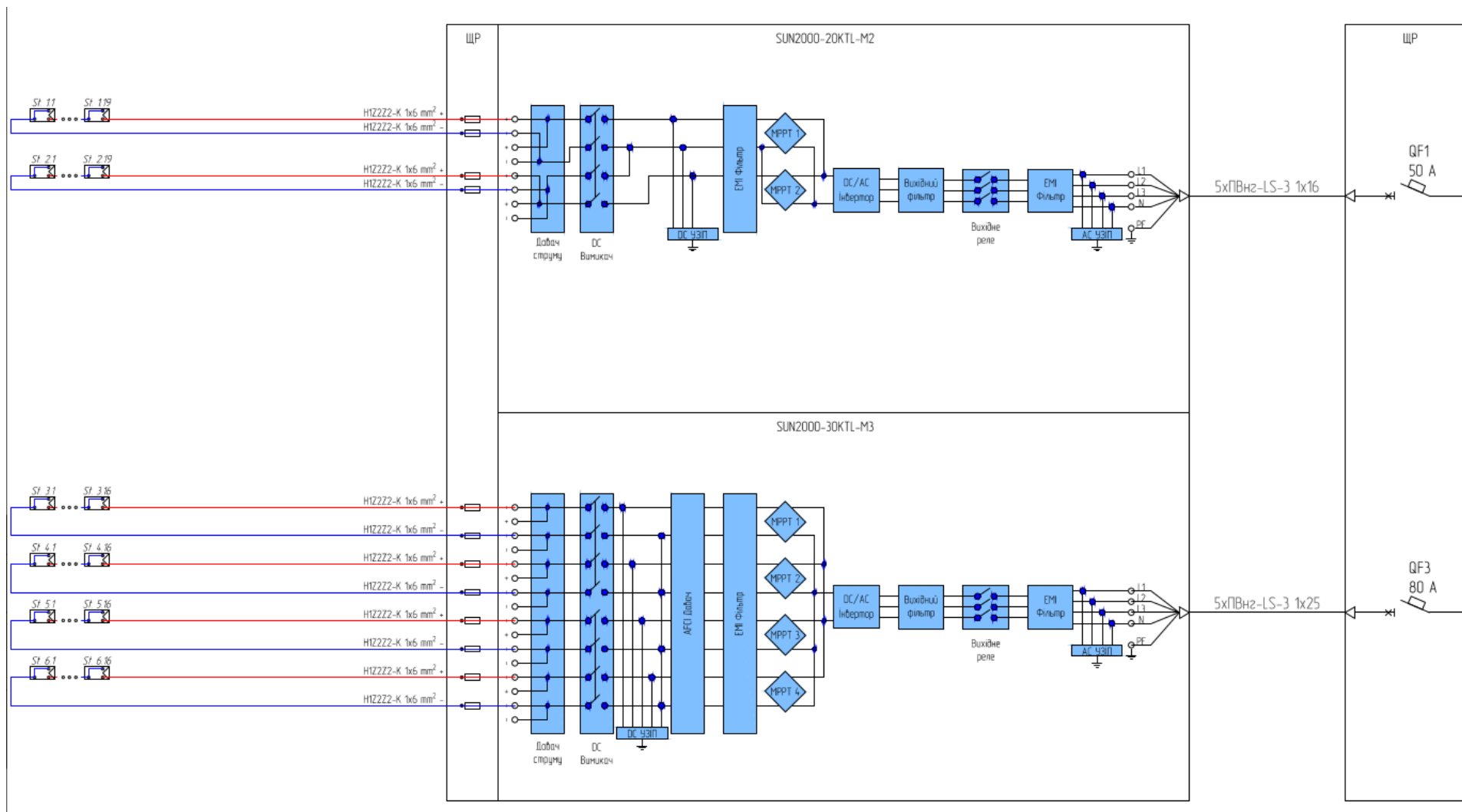


Рисунок 3.2 - Однолінійна схема підключення інверторів

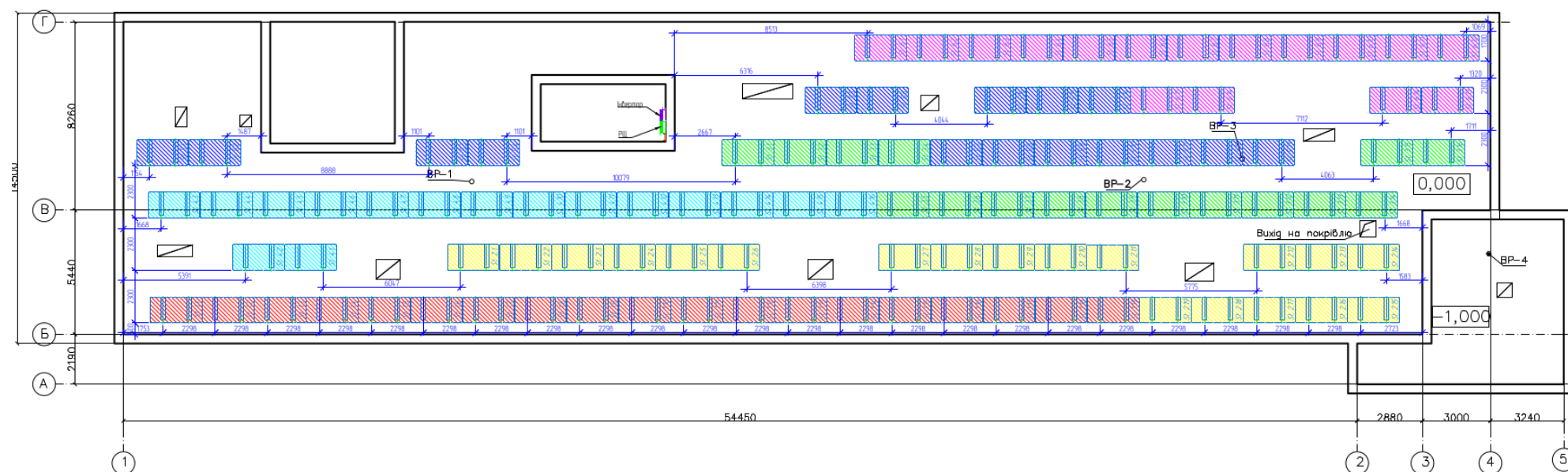


Рисунок 3.3 - План розміщення фотопанелей на даху цеху

Висновки

В третьому розділі дипломної роботи було розроблено технічні рішення з будівництва сонячної електростанції номінальною потужністю 50кВт на даху одного з цехів ТОВ "Вінницький оптико-механічний завод". В ході розробки було обрано необхідні фотогальванічні панелі, розроблено однолінійну схему електростанції та план розміщення фотопанелей на даху.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

У цьому розділі розглянуто питання охорони праці, що стосуються робіт з модернізації системи електропостачання ТОВ «Вінницький оптико-механічний завод». На оперативно-ремонтний електротехнічний персонал, що здійснює модернізацію та експлуатацію системи електропостачання підприємства, впливають такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори [10, 11].

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

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

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

4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта

4.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Живлення силового обладнання для монтажу та системи освітлення

здійснюється від п/ст 10/0,4 кВ кабельними лініями, що прокладені в траншеях. Для живлення використовується трифазна чотирьохпровідна мережа із заземленою нейтраллю напругою 380/220 В. Відповідно з ГОСТ ПБЕ [13, 14] умови праці за ступенем небезпеки ураження працівників електричним струмом є умовами з підвищеною небезпекою, тому що підлога у приміщеннях, що будуються, є струмопровідною.

Під час модернізації та обслуговування обладнання електромонтажники повинні дотримуватися правил охорони праці [12], за якими потрібно перед початком монтажу електрообладнання вантажопідіймальних кранів змонтувати постійні настили з огорожами відповідно до ГОСТ 12.4.059, ГОСТ 23407, ГОСТ 24258. За правилами з охорони праці під час виконання робіт на кранах (на висоті) потрібно перебувати на раніше встановлених і надійно закріплених конструкціях чи засобах підмоцнування. Забороняється перебування людей на елементах конструкцій і обладнання під час їх піднімання та переміщення.

Навісні монтажні площадки, сходи та інші пристосування, що необхідні для виконання робіт на висоті, потрібно встановлювати на конструкціях, які монтуються до їх піднімання. Для переходу монтажників з однієї конструкції на іншу необхідно застосовувати драбини, перехідні містки і трапи, що мають огорожі. Забороняється перехід монтажників по встановлених конструкціях та їх елементах (фермах, ригелях тощо), на яких неможливо забезпечити необхідну ширину проходу при встановлених огорожах, без застосування спеціальних запобіжних пристроїв (натягнутого уздовж ферми чи ригеля каната для закріплення карабіна запобіжного поясу). Місця і способи кріплення каната повинні бути зазначені в ПВР. Спосіб стропування елементів конструкцій та обладнання повинен забезпечувати їх подавання до місця розміщення в положенні, близькому до проектного.

До робіт на висоті і верхолазних робіт допускаються навчені особи,

стан здоров'я яких має відповідати медичним вимогам, встановленим для даних видів робіт («Положення про медичний огляд працівників певних категорій»). Працівники, які виконують верхолазні роботи, повинні мати відповідний запис в посвідченні про перевірку знань. До самостійних верхолазних робіт допускаються особи віком не молодші 18 років, які мають стаж верхолазних робіт не менше одного року і кваліфікаційний розряд не нижче четвертого. Робітники, які вперше допускаються до верхолазних робіт, протягом одного року повинні працювати під безпосереднім наглядом досвідчених спеціалістів, призначених наказом керівника підприємства. Працівники мають бути навчені безпеці праці до початку виконання верхолазних робіт.

Драбини, риштування, помости, кігті, лази та інші пристосування, що застосовуються для виконання робіт на висоті і верхолазних робіт, повинні бути сертифіковані, а також відповідати вимогам «Правил безпеки під час роботи з інструментом і пристроями».

Під час виконання робіт, коли немає можливості закріпити строп запобіжного поясу за конструкцію або опору, слід користуватися страхувальним канатом, що є відповідним до вимог ГОСТ 12.4.107. В цьому разі строп запобіжного паска заводиться за конструкцію, деталь опори тощо. Виконувати цю роботу повинні дві особи, друга особа в міру необхідності попускає чи натягує канат.

Під час роботи на конструкціях, під якими розташовані струмопровідні частини, що перебувають під напругою, ремонтні пристосування і інструмент прив'язуються для запобігання їх падінню. Застосовувати в цих випадках монтерські запобіжні паски зі стропами з металевого ланцюга забороняється.

Подавати деталі на конструкції чи устаткування слід за допомогою «нескінченного» канату. Працівник, який стоїть внизу, повинен утримувати канат для запобігання його розгойдуванню і наближенню до

струмопровідних частин. Працівники, які виконують роботи на висоті або верхолазні роботи, повинні бути в спецодязі, що не заважає рухам. Особистий інструмент слід зберігати в сумці. Працівники, що здійснюють нагляд за членами бригади, які виконують верхолазні роботи або роботи на висоті, можуть розташовуватися на землі. Обслуговування освітлювальних пристроїв, розташованих на стелі машинних залів і цехів підприємств, з візків мостового крану слід провадити не менш ніж двома працівниками, один з яких з групою ІІІ. Під час виконання робіт з використанням крану ремонтникам має бути виданий наряд-допуск.

Ручний електрифікований інструмент повинен відповідати вимогам ДСТУ ІЕС 60745-1:2010 «Інструмент ручний електромеханічний. Безпека. Частина 1. Загальні вимоги».

Номінальна напруга електроінструменту класів І та ІІ не повинна перевищувати: 220 В – для електроінструменту постійного струму; 380 В – для електроінструменту змінного струму.

Електроінструмент, що живиться від електричної мережі, повинен бути оснащений незнімним гнучким кабелем (шнуром) із штепсельною вилкою.

Незнімний гнучкий кабель електроінструменту класу І повинен мати жилу, що з'єднує заземлювальний затискач електроінструменту із заземлювальним контактом штепсельної вилки.

Кабель у місці введення в електроінструмент класу І необхідно захищати від стирань та перегинань еластичною трубкою з ізоляційного матеріалу. Трубку необхідно закріплювати в корпусних деталях електроінструменту таким чином, щоб вона виступала за їх межі на довжину не менше п'яти діаметрів кабелю. Трубка на кабелі не повинна закріплюватись поза електроінструментом.

Для приєднання однофазного електроінструменту шланговий кабель повинен мати три жили: дві – для живлення, одна – для заземлювання. Для

приєднання трифазного електроінструменту необхідно застосовувати чотирижильний кабель, одна з жил якого призначена для заземлювання. Це стосується тільки електроінструменту із заземленим корпусом.

Доступні для доторкання металеві деталі електроінструменту класу I, які можуть потрапити під напругу в разі пошкодження ізоляції, повинні бути з'єднані із заземлювальним затискачем. Електроінструменти класів II і III не підлягають заземленню. Заземлення корпусу електроінструменту необхідно виконувати за допомогою спеціальної жили кабелю живлення, яка не повинна одночасно бути провідником робочого струму. Не дозволяється використовувати для заземлення корпусу електроінструменту нульовий робочий провід.

Штепсельна вилка електроінструменту повинна мати відповідну кількість робочих і один заземлювальний контакт. Конструкція вилки повинна забезпечувати випереджувальне замикання заземлювального контакту при ввімкненні та більш запізніле розмикання при вимкненні. Конструкція штепсельних вилок електроінструменту класу III повинна передбачати унеможливлення зчленування їх з розетками на напругу вище 42 В.

Переносні понижувальні трансформатори, роздільні трансформатори та перетворювачі повинні бути оснащені на стороні вищої напруги кабелем зі штепсельною вилкою для приєднання до електричної мережі. Довжина кабелю не повинна перевищувати 2 м, а його кінці необхідно закріплювати до затискачів трансформатора за допомогою паяння (зварювання) або болтового з'єднання. На стороні нижчої напруги трансформатора повинні бути передбачені гнізда під штепсельну вилку.

Кабель електроінструменту повинен бути захищений від випадкового пошкодження і зіткнення його з гарячими, вологими та масляними поверхнями.

4.1.2 Електробезпека

Загальні вимога безпеки до виробничого обладнання встановлені згідно з ГОСТ 12.2.003, в якому визначені вимоги до основних елементів конструкції, органів управління і засобів захисту, які входять в конструкцію виробничого обладнання любого виду і призначення. Електропривід насосів, вентиляторів, іншого обладнання повинний бути виконаний відповідно до Правил устрою електричних установок.

Обов'язкова установка захисного заземлення та захисного відключення. При роботі з електроустаткуванням використовуються основні і додаткові електрозахисні засоби. До основних відносяться: ізолюючі штанги; ізолюючі і струмовимірювальні кліщі; слюсарно-монтажні інструменти з ізолюючим руків'ям. До додаткових відносяться: діелектричні рукавички; переносне заземлення; огорожуючі пристосування; плакати та знаки безпеки.

4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

4.2.1 Мікроклімат

Основними нормативними документами, що регламентують параметри мікроклімату виробничих приміщень, є ДСН 3.3.6.042-99 [15]. Допустимі норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень наведені в таблиці 6.1. Робота з монтажу системи електропостачання та її обладнання відноситься до категорії Пб по важкості праці.

Таблиця 4.1 – Допустимі норми параметрів повітря на непостійних робочих місцях

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

4.2.2 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується гранично допустимими концентраціями (ГДК) в мг/м³ [15].

Під час монтажу системи електропостачання виділяється пил нетоксичний. При роботі системи вентиляції, провітрюванні у приміщенні може попадати пил та інші шкідливі речовини, які виділяються при технологічних процесах в цеху і знаходяться повітрі навколишнього середовища. Їх ГДК відповідно до [15] наведено в таблиці 6.2.

Таблиця 4.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин для повітря атмосфери в робочій зоні монтажника

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньо добова	
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4

Для забезпечення допустимих показників мікроклімату та складу повітря робочої зони відповідно до ДБН проектом передбачені наступні рішення [16]:

- застосування пиловідсмоктуючих агрегатів з рукавними фільтрами ,

які встановленні безпосередньо на ділянках біля обладнання із яких очищене повітря поступає у виробниче приміщення;

- необхідно здійснювати контроль за ГДК шкідливих речовин у приміщенні;

- застосовувати природну вентиляцію: організовану та неорганізовану.

4.2.3 Виробниче освітлення

Характеристика зорових робіт – малої точності. Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 [17] розряд зорової роботи V, підрозряд «а». Нормовані значення освітленості 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 освітленням, що створюється за допомогою світлодіодних ламп E27 LED 15W NW A60 "SG". Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 4,5 метра.

Таблиця 4.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Характер зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природне Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Малої точності	Від 1,0 до 5 включно	V	а	малий	темний	400	200	3,0-	1,8

При експлуатації здійснюється контроль за рівнем напруги освітлювальної мережі, своєчасна заміна перегорілих ламп, забезпечується чистота повітря у приміщенні.

4.2.4 Виробничий шум

Під час монтажу системи електропостачання джерелом шуму є будівельне обладнання, машини, механізми та переносний електроінструмент – механічний шум. При санітарно-гігієнічному нормуванні шуму використовують два методи:

- нормування за гранично допустимим спектром шуму;
- нормування рівня звуку за шкалою А шумоміра.

За характером спектру шум – широкосмуговий з безперервний спектром шириною більше октави; за тональною характеристикою – постійний; за походженням – пневматичний. Допустимі рівні звукового тиску на робочих місцях приймаються за вимогами ДСН 32.23-85 [18] і наведені в таблиці 4.4.

Таблиця 6.4 – Допустимі рівні звукового тиску

Робоче місце	Рівні звукового тиску в октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц								
	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

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

4.2.5 Виробничі вібрації

Вібрацією називають механічні коливання пружних тіл або систем, коли відбувається переміщення центра їх ваги в просторі відносно статичного стану. Загальна вібрація передається на тіло через опорні поверхні людини, що стоїть чи сидить (підшви ніг або сидниці). Допустимі рівні загальної вібрації на робочих місцях приймаються за вимогами ДСН 32.23-85 [19] і 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 на постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях	<u>1,3</u> 108	<u>0,45</u> 99	<u>0,22</u> 93	<u>0,2</u> 92	<u>0,2</u> 92	<u>0,2</u> 92	-	-	-	-

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

4.3 Пожежна безпека

Пожежну безпеку промислових і інших об'єктів регламентують Правила пожежної безпеки в Україні [20, 21]. Пожежо-вибухонебезпечність речовин і матеріалів визначається за ДСТУ 8829: 2019 [22], за якою визначається категорія приміщень за вибуховою та

пожежною безпекою [22].

Отже, модернізація та експлуатація системи електропостачання ТОВ «Вінницький оптико-механічний завод» відбувається в приміщеннях підприємства, які за вибухонебезпекою та пожежонебезпекою відносяться до категорії Д – речовини і/або матеріали, що зазначені вище для категорій приміщень В (крім горючих газів, горючих пилу і/або волокон), а також негорючі речовини і/або матеріали в холодному стані (за температури навколишнього середовища), за умов, що приміщення, в яких знаходяться (зберігаються, переробляються, транспортуються) зазначені вище речовини і/або матеріали, не відносяться до категорій А, Б або В з зонами П-Іа, де є тверді горючі речовини чи матеріали.

Пожежо- вибухонебезпечність речовин і матеріалів – сукупність властивостей, що характеризують їхню здатність до виникнення і поширення горіння. Наслідком горіння, залежно від його швидкості та умов протікання, можуть бути пожежа або вибух. Пожежо-вибухонебезпечність речовин і матеріалів визначають показниками, вибір яких залежить від агрегатного стану речовини (матеріалу), та умов їхнього застосування.

Будівля, в якій розташовані ці приміщення, характеризується II ступенем вогнестійкості. До II ступеня вогнестійкості відносяться будинки з несучими та огорожувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону із застосуванням листових і плитних негорючих матеріалів. Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у хвилинах) та максимальні межі поширення вогню по них (см) за ДБН В.1.1.7-2016 [23] наведено в таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій та максимальні межі поширення вогню по них

Ступінь вогнестійкості 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
II	REI 120 M0	REI 60 M0	E 15 M0	E1 15 M0	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M0	RE 15 M0	R 30 M0

Протипожежні перешкоди і мінімальні межі їх вогнестійкості за ДБН В.1.1.7-2016 [23] наведено в таблиці 4.7.

Протипожежні відстані між житловими, громадськими, адміністративно-побутовими будинками промислових підприємств, гаражами слід приймати за таблицею 6.8 (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 6.8. Протипожежні відстані від житлових, громадських, адміністративно-побутових будинків промислових підприємств, гаражів до виробничих, складських будинків і споруд слід приймати за таблицею 6.8 (знаменник) [23].

Таблиця 4.7 – Протипожежні перешкоди та мінімальні межі їх вогнестійкості

Протипожежні перешкоди	Типи проти-пожежних перешкод або їх елементів	Мінімальна межа вогнестійкості протипожежної перешкоди (у хвиликах)	Тип заповненн я 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

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

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

На території підприємства встановлено 38 порошкових вогнегасників ВВП-8 (ВП-5) і 12 газових вогнегасників ВВК-7 [24].

ВИСНОВКИ

В роботі було розроблено систему електропостачання ТОВ «Вінницький оптико-механічний завод».

В результаті розраховано електричні навантаження підприємства та ділянки механічного корпусу, з урахуванням коефіцієнтів використання, коефіцієнтів попиту, коефіцієнту одночасності.

Було обрано перерізи ліній живлення від ЦТП до РП та електроприймачів, враховуючи високовольтні вимикачі 10 кВ та вимикачі цехової мережі 0,4 кВ.

Обрана схема електропостачання має забезпечувати надійне та безперебійне живлення підприємства електроенергією.

Розроблено питання будівництва дахової фотоелектричної електростанції на даху одного з корпусів підприємства.

В розділі охорони праці прийнято ряд технічних рішень щодо безпечної експлуатації об'єкта.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бурбело М. Й. Проектування систем електропостачання. Приклади розрахунків: навчальний посібник. Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2012. 148 с.
2. Правила установки електроустановок. – Харків: Індустрія, 2017. – 416 с.
3. Силові трансформатори. URL: <http://www.bisik.kiev.ua/uk/transformers>
4. Показники якості електроенергії. URL: http://ac-elektro.com.ua/text.php?news_id=30
5. Вимикачі навантаження. URL: <http://001.com.ua/uk/vymykachi-navantazhennya-c756>
7. Вимірювання якості електроенергії. URL: <https://www.cedengineering.com/userfiles/Power%20Quality%20Measurements%20-%20Essential%20Theory-R1.pdf>
8. Пояснення Smart Grid. URL: <https://sympower.net/smart-grid-explained/>
9. Що таке розумна мережа і як вона працює? URL: <https://www.prysmian.com/en/insight/sustainability/what-is-a-smart-grid-and-how-does-it-work>
10. ДСНІП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014.
11. 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->

12. НПАОП 40.1-1.21-98 (ДНАОП 0.00-1.21-98) Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. URL:

https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=48644.

13. 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.

14. НПАОП 40.1-1.32-01 (ДНАОП 0.00-1.32-01) Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text>.

15. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>.

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

17. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885

18. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>.

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

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

21. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення. URL: <https://dwg.ru/dnl/15125>.

22. 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>.

23. 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.

24. 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>.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

ВИХІДНІ ДАНІ

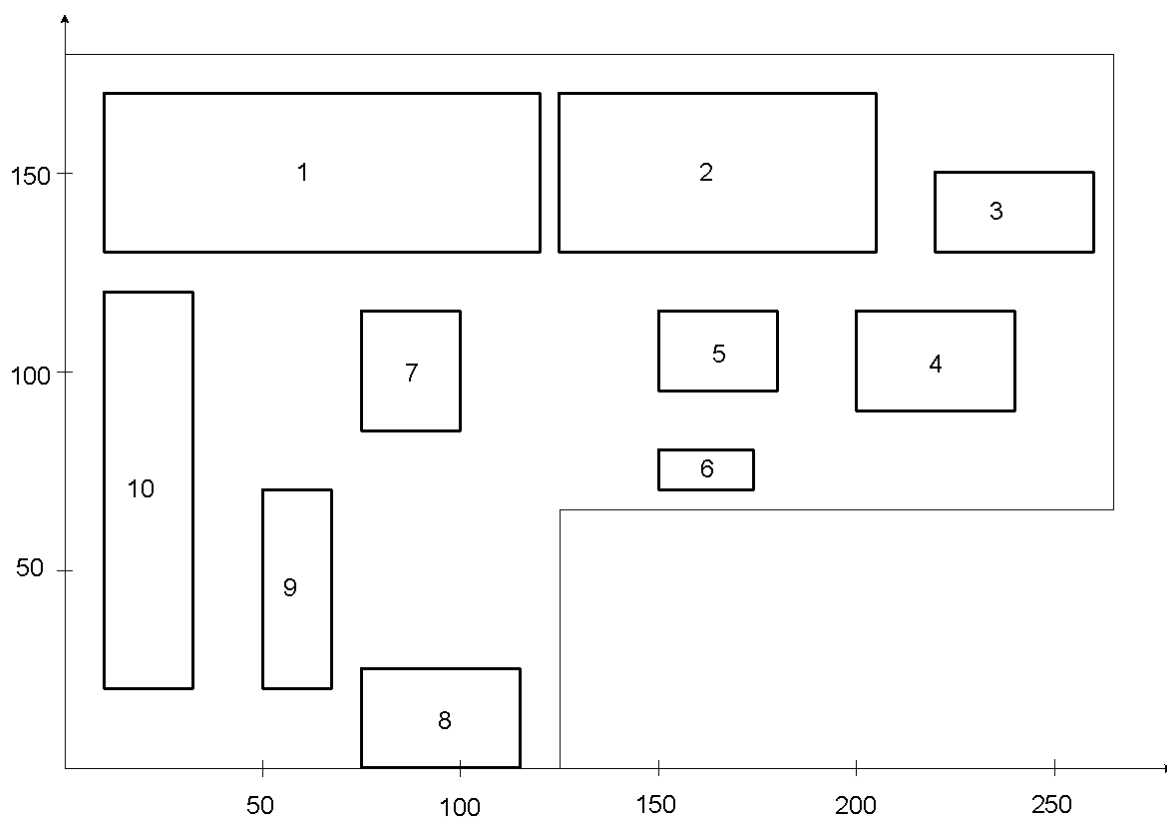


Рисунок А.1 - Генплан підприємства

Таблиця А.1 - Вихідні дані про електричні навантаження заводу

№ на плані	Назва цеху	Р _н , кВт
1	Механічний корпус	850
2	Заготівельний корпус	1200
3	Комерційний корпус	150
4	Склад матеріалів	50
5	Склад матеріалів	30
6	Котельня	370
7	Градійня	65
8	Столова	35
9	Енергоблок	800
10	Збиральний корпус	1100

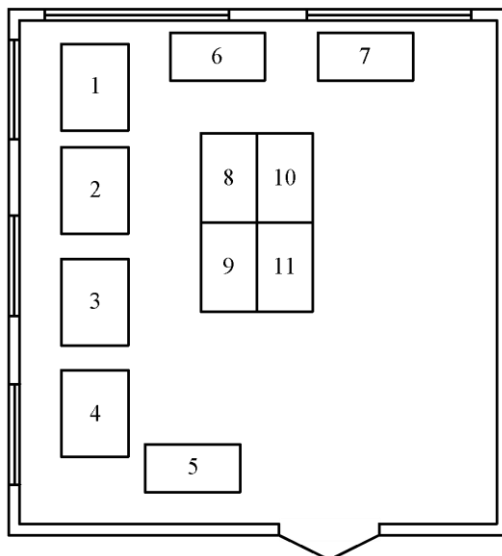


Рисунок А.2 - План токарної ділянки механічної майстерні

Таблиця А.2 - Відомості про електричні навантаження цеху

№ на плані	Назва електроприймача	Р _н , кВт
1-4	Стіл монтажний	0,4
5-7	Випробувальний стенд	2,5
8-9	Стіл регулювальника	1,5
10-11	Ділянка збору	0,4

ДОДАТОК Б
ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ
ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Розробка системи електропостачання товариства з обмеженою відповідальністю "Вінницький оптико-механічний завод"

Тип роботи: Бакалаврська дипломна робота
(БДР, МКР)

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

Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 89.5% Схожість 10.5%

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

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

Особа, відповідальна за перевірку _____
(підпис)

Лобода Ю.В.
(прізвище, ініціали)

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

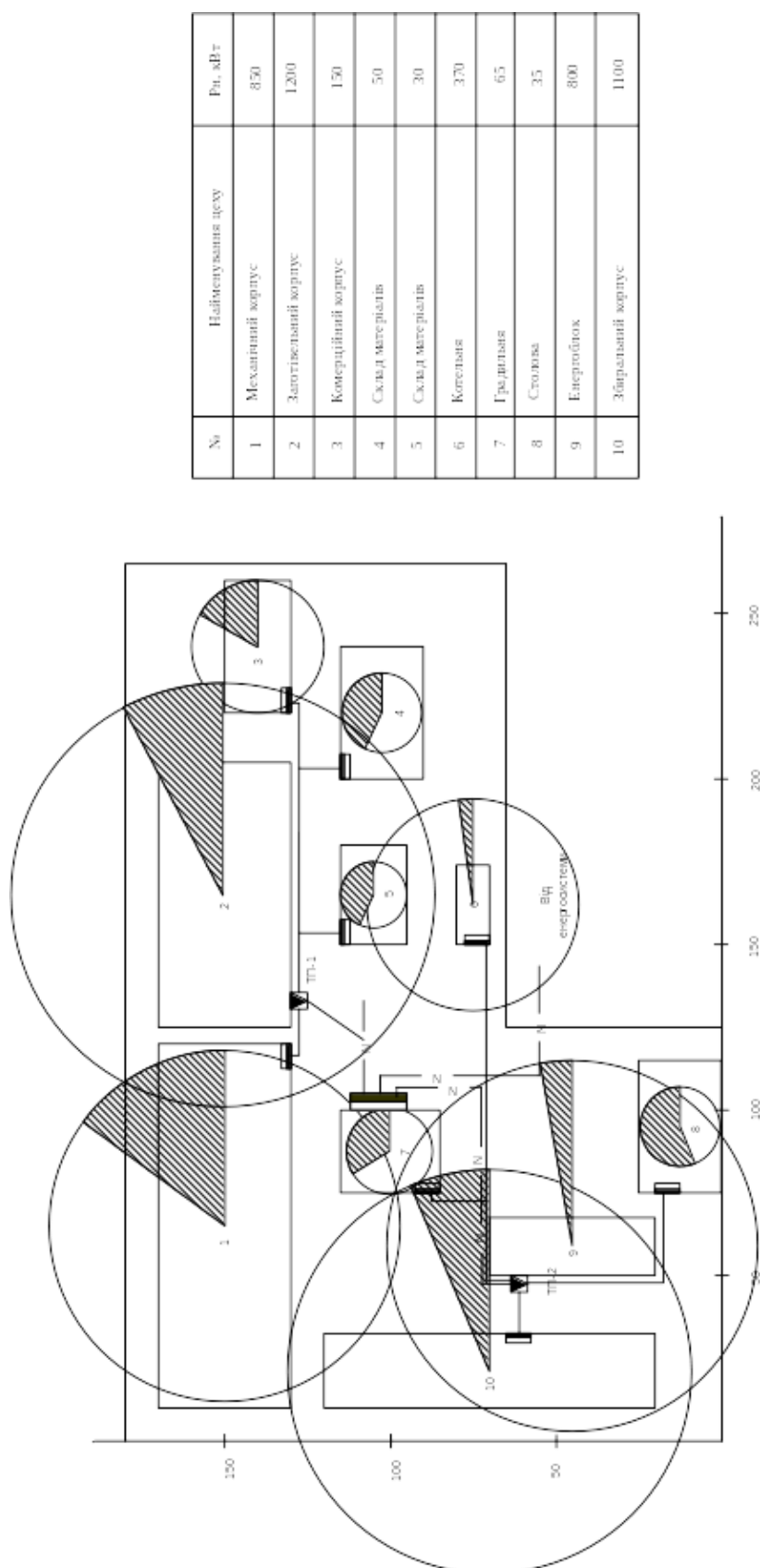
Автор роботи _____
(підпис)

Норовічук М.С.
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Кравець О. М.
(прізвище, ініціали)

ДОДАТОК В Картограма навантажень ТОВ “ВОМЗ”



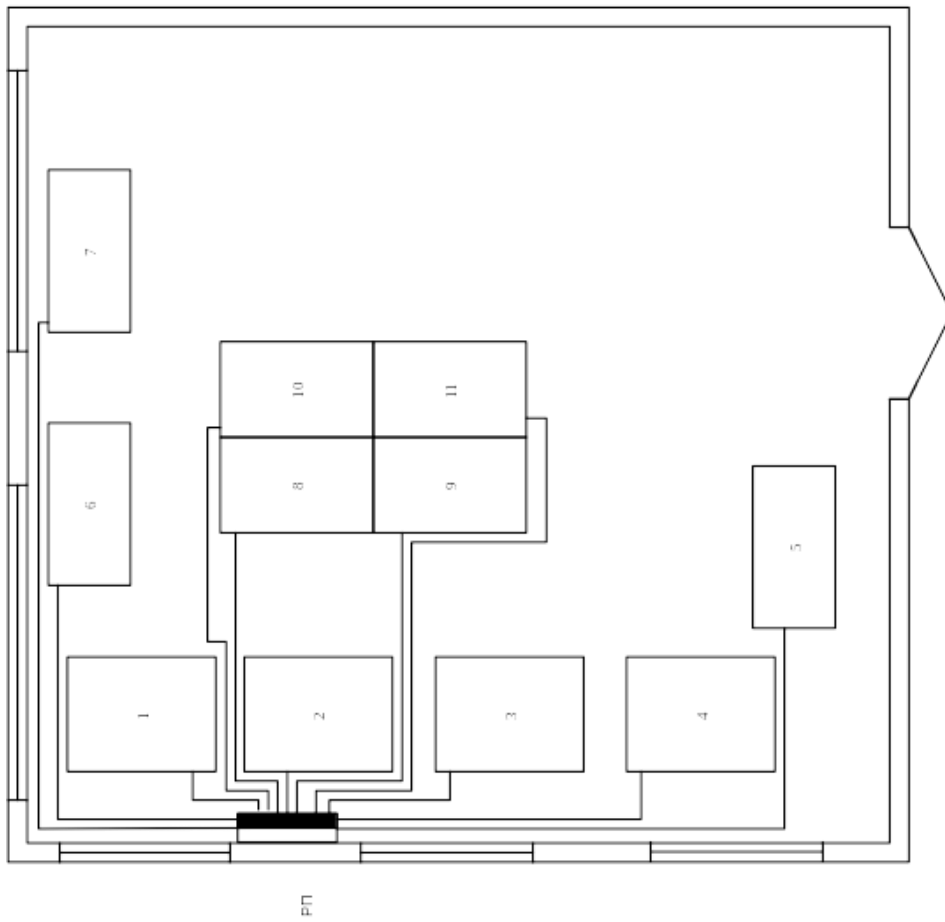
№	Найменування цеху	Рн, кВт
1	Механічний жорнус	850
2	Заготівельний жорнус	1200
3	Конвеційний жорнус	150
4	Склад матеріалів	50
5	Склад матеріалів	30
6	Котельня	370
7	Греюльня	65
8	Столяр	35
9	Енергоблок	800
10	Збиральний жорнус	1100

Таблиця умовних позначень

Позначення	Найменування
	Розподільний пристрій
	Кабельні лінії 10, 110 кВ
	Кабельні лінії 0.4 кВ

ДОДАТОК Г

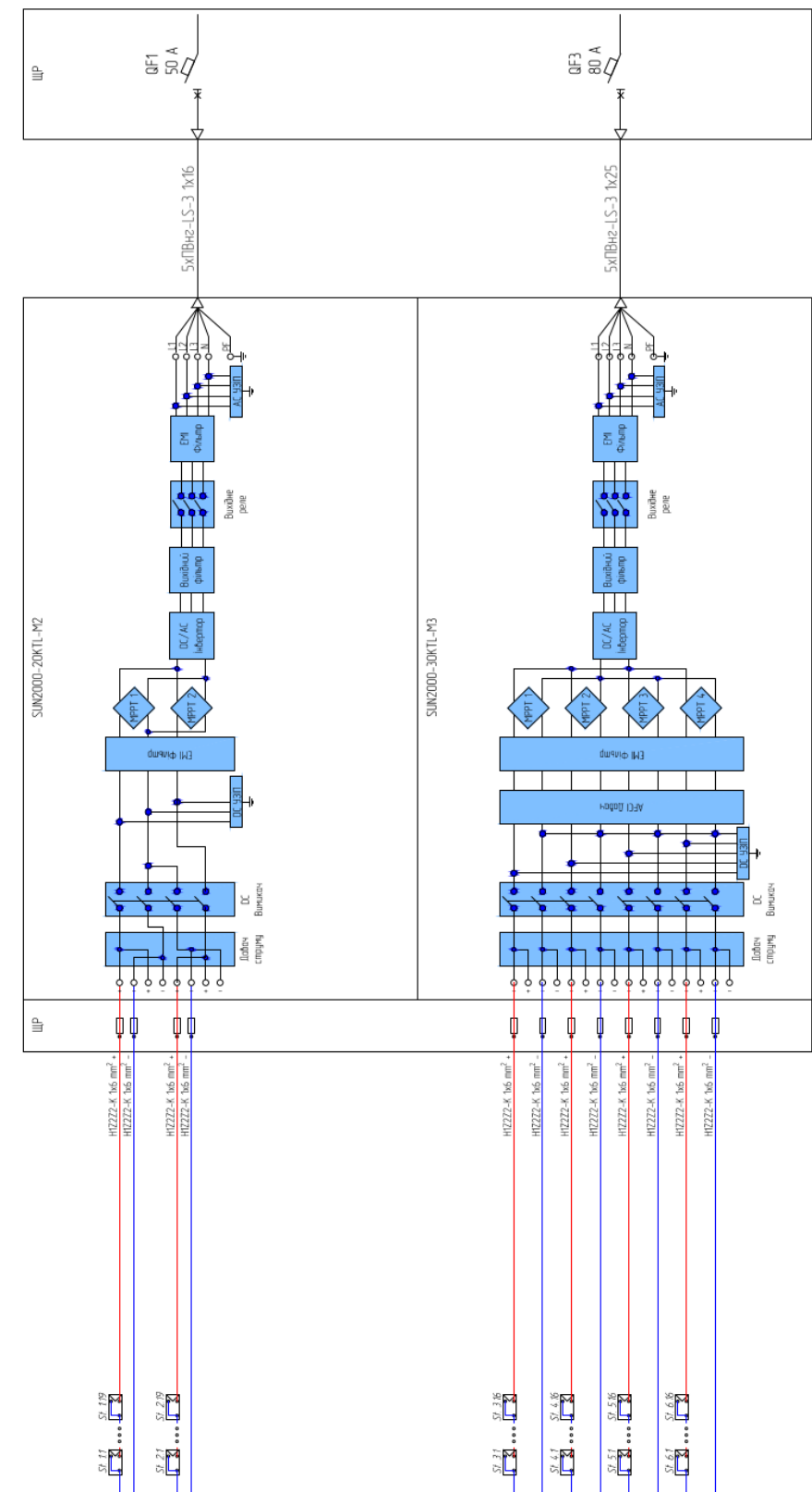
ПЛАН СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ МЕХАНІЧНОЇ МАЙСТЕРНІ



№	Найменування	Р _{н.кВт}
1-4	Стіл монтажний	0,4
5-7	Випробувальний стенд	2,5
8-9	Стіл регулювальний	1,5
10-11	Діагональний	0,4

ДОДАТОК Д

ОДНОЛІНІЙНА СХЕМА ПІДКЛЮЧЕННЯ ІНВЕРТОРІВ ФЕС



ДОДАТОК Е

ПЛАН РОЗМІЩЕННЯ ФОТОПАНЕЛЕЙ НА ДАХУ

