

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет електроенергетики та електромеханіки

(повне найменування факультету)

Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного

(повна назва кафедри)

менеджменту

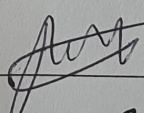
Бакалаврська дипломна робота на тему:

на тему:

**РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ
ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ
“УКРАФЛОРА-ВІННИЦЯ”**

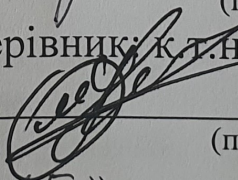
Виконав: студент 4-го курсу, групи ЗЕЕ-20
спеціальності 141 – Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка

(шифр і назва спеціальності)


Вітрук Д. С.

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. каф. ЕСЕЕМ


Кравець О.М.

(прізвище та ініціали)

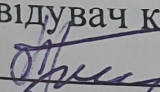
« 15 »

06

2024 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ЕСЕЕМ

 проф. Бурбело М.Й.

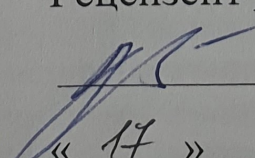
(прізвище та ініціали)

« 13 »

06

2024 р.

Рецензент к.т.н. доц. каф. ЕСС


Леско В.О.

(прізвище та ініціали)

« 17 »

06

2024 р.

Вінниця – 2024 року

Факультет електроенергетики та електромеханіки

Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту

Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр

Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕСЕМ

д.т.н., проф. Бурбело М.Й.

« 11 » 03 2024р.

ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ ДИПЛОМНУ РОБОТУ

Вітрук Дмитро Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи електропостачання товариства з обмеженою відповідальністю “Украфлора-Вінниця”/
керівник роботи Кравець Олександр Миколайович, к.т.н., доц.,
затверджені наказом по ВНТУ від «11» 03 2024 року, №80_

2. Строк подання студентом роботи « 11 » 06 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 (додаток А).

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. Аналіз системи електропостачання підприємства.

2.1 Розрахунок електричних навантажень

2.2 Вибір та розміщення трансформаторних підстанцій

2.3 Вибір та розрахунок схеми електропостачання підприємства

2.3.1. Розрахунок зовнішнього електропостачання

2.3.2. Вибір комутаційного та захисного обладнання ЦРП

2.4 Розрахунок схеми електропостачання цеху

2.4.1. Вибір та розрахунок системи електропостачання цеху

2.4.2. Вибір комутаційних та захисних апаратів цехової електромережі

3. Аналіз можливості впровадження установки вітроенергетики в системі електропостачання ТОВ “Украфлора-Вінниця”

Висновки

4. Охорона праці

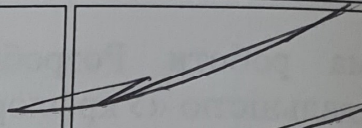
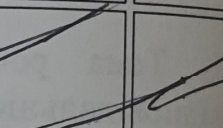
4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту

4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

5. Перелік графічного матеріалу.

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

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання « 27 » 05 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	П
1	Аналіз системи електропостачання підприємства	до 29.05.2024	в
2	Дослідження з актуальної для підприємства тематики	до 7.06.2024	в
3	Охорона праці	до 10.06.2024	в
4	Графічна частина роботи	до 11.06.2024	в

Студент

(підпис)

Керівник бакалаврської
дипломної роботи

(підпис)

Нормоконтроль

(підпис)

Вітрук Д.С.
(прізвище та ініціали)Кравець О.М.
(прізвище та ініціали)Войтюк Ю.П.
(прізвище та ініціали)

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

Бакалаврська дипломна робота на тему:

на тему:

**РОЗРОБКА СИСТЕМИ ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «УКРФЛОРА-ВІННИЦЯ»**

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

_____ Вітрук Д. С. _____
(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. каф. ЕСЕЕМ

_____ Кравець О.М. _____
(прізвище та ініціали)

«_____» _____ 2024 р.

Рецензент _____

(прізвище та ініціали)

«_____» _____ 2024 р.

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

«_____» _____ 2024 р.

Вінниця – 2024 року

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет електроенергетики та електромеханіки
Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту
Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр
Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

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

«___» _____ 2024р.

**ЗАВДАННЯ
НА БАКАЛАВРСЬКУ ДИПЛОМНУ РОБОТУ**

Вітрук Дмитро Сергійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи електропостачання товариства з обмеженою відповідальністю «Укрфлора-Вінниця»
керівник роботи Кравець Олександр Миколайович, к.т.н., доц.,
затверджені наказом по ВНТУ від «11» _03_ 2024 року, №80_
2. Строк подання студентом роботи «11» _06_ 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 (додаток А).
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. *Аналіз системи електропостачання підприємства.*
 - 2.1 Розрахунок електричних навантажень
 - 2.2 Вибір та розміщення трансформаторних підстанцій
 - 2.3 Вибір та розрахунок схеми електропостачання підприємства
 - 2.3.1. Розрахунок зовнішнього електропостачання
 - 2.3.2. Вибір комутаційного та захисного обладнання ЦРП
 - 2.4 Розрахунок схеми електропостачання цеху
 - 2.4.1. Вибір та розрахунок системи електропостачання цеху
 - 2.4.2. Вибір комутаційних та захисних апаратів цехової електромережі
 - 3. Аналіз можливості впровадження установки вітроенергетики в системі електропостачання ТОВ «Укрфлора»
 - Висновки
 - 4. Охорона праці
 - 4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту
 - 4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

4.3 Пожежна безпека

ВИСНОВКИ

Література

5. Перелік графічного матеріалу.

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

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання «_27_»__05__2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз системи електропостачання підприємства	до 29.05.2024	
2	Дослідження з актуальної для підприємства тематики	до 7.06.2024	
3	Охорона праці	до 10.06.2024	
4	Графічна частина роботи	до 11.06.2024	

Студент _____
(підпис)

Вітрук Д.С.
(прізвище та ініціали)

Керівник бакалаврської
дипломної роботи _____
(підпис)

Кравець О.М.
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____
(підпис)

Войтюк Ю.П.
(прізвище та ініціали)

УДК 621.311

Анотація

Вітрук Д.С. Розробка системи електропостачання товариства з обмеженою відповідальністю «Укрфлора-Вінниця». Бакалаврська дипломна робота. Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.- Вінниця: ВНТУ, ФЕЕЕМ. Кафедра ЕСЕЕМ, 2024.

Представлено розробку елементів системи електропостачання ТОВ «Укрфлора-Вінниця», що передбачає розрахунок та вибір основних її складових з відповідними перевірками.

Проаналізована можливість застосування вітроенергетичної установки з розрахунками необхідних елементів.

Розглянуті основні аспекти безпечної експлуатації електрообладнання та охорони праці.

Рис. 10

Табл. 12

Бібл. 16

Abstract

Vitruk D.S. Development of the power supply system of the limited liability company "Ukrflora-Vinnytsia". Bachelor qualification work. Specialty 141 - Electric power, electrical engineering and electromechanics. - Vinnytsia: VNTU, FEEEM. ESEEM Department, 2024.

The development of the elements of the power supply system of LLC "Ukrflora-Vinnytsia" is presented, which involves the calculation and selection of its main components with appropriate checks.

The possibility of using a wind power plant with calculations of the necessary elements is analyzed.

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

Fig. 10

Table 12

Bibl. 16

ЗМІСТ

Вступ	7
1 ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ПІДПРИЄМСТВО	9
1.1 Опис технологічного процесу ТОВ «Укрфлора-Вінниця»	9
1.2 Інформація про споживачі ТОВ «Укрфлора - Вінниця»	12
2 РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ТОВ «УКРФЛОРА-ВІННИЦЯ»	15
2.1 Розрахунок навантажень цехової мережі	15
2.2 Визначення електричних навантажень підприємства	21
2.3 Визначення потужності та кількості трансформаторів ГПП	23
2.4 Розрахунок потужності цехових трансформаторних підстанцій	24
2.5 Визначення місця розташування головної понижувальної підстанції	27
2.6 Розрахунок живлячої мережі 10 кВ	30
2.7 Перевірка обраного обладнання на дію струмів короткого замикання в мережі 10 кВ	33
2.8 Вибір та розрахунок цехової мережі електропостачання	36
2.9 Вибір основного комутаційного обладнання та кабельно-провідникової продукції	37
2.10 Перевірка обраного обладнання на дію струмів короткого замикання в мережі 0,4 кВ	41
3. АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ УСТАНОВКИ ВІТРОЕНЕРГЕТИКИ В СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТОВ «УКРФЛОРА»	45
3.1 Загальна характеристика вітроелектростанцій	45
3.2 Розрахунок можливості встановлення вітрогенератора на ТОВ «Укрфлора»	49
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	55
Висновки	65

Список використаних джерел	66
Додатки	69
Додаток А – Вихідні дані	70
Додаток Б – Протокол перевірки роботи на наявність текстових запозичень	72
Додаток В – Ілюстративна частина	73

ВСТУП

Актуальність теми. Обумовлена необхідністю спорудження системи електропостачання, що забезпечить надійне живлення складного процесу вирощування декоративних рослин з аналізом можливості встановлення вітроенергетичної установки.

Впровадження вітрогенерації в умовах дефіциту генеруючих потужностей в Україні дасть можливість досягти рівномірного споживання електричної енергії та заощадити економічні ресурси.

Мета роботи полягає у створенні комбінованої з енергією вітру систему електропостачання, що забезпечить необхідний мікроклімат вирощування декоративних рослин.

Об'єктом бакалаврської роботи є система електропостачання товариства з обмеженою відповідальністю «Укрфлора-Вінниця».

Предметом даної роботи є застосування сучасних методик проектування електроенергетичних систем, що забезпечують безвідмовне електропостачання особливих технологічних процесів.

Методи. В бакалаврській роботі адаптовані загальноприйняті методи проектування до створення комбінованої системи електропостачання підприємства. Також використанні елементи методів електротехніки, математики та графічного зображення.

Короткий зміст розділів. В першому розділі наведено інформація про технологію вирощування декоративних рослин та представлені вихідні дані для проектування. В другому розділі наведені розрахунки електричних навантажень заводської та цехової мережі. В третьому розділі синтезована система електропостачання підприємства та обрано основне електротехнічне обладнання. Четвертий розділ присвячений аналізу можливості використання вітроенергетики в мережі живлення підприємства. В п'ятому розділі розроблені питання охорони праці.

Наукова новизна. Полягає у створенні вітроенергетичної станції, яка дозволить підприємству економити електроенергію, що сприяє підвищенню конкурентної здатності продукції підприємства.

Практична цінність. Проаналізована можливість використання вітроенергетики для Подільського регіону спеціальних генераторів, що дозволяють використовувати енергію вітру при його відносно невеликій швидкості .

1 ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ПІДПРИЄМСТВО

1.1 Опис технологічного процесу ТОВ «Укрфлора-Вінниця»

Історія компанії “Украфлора” починається з 1993 року. Тоді вперше в Україні почалося виробництво гербер. В процесі діяльності компанії з’явився попит на інші види квіткової продукції, внаслідок чого, компанія почала розширювати свій асортимент за рахунок імпоротної продукції. У 1997р. компанією “Украфлора” у Києві був відкритий перший торговий комплекс квіткової продукції. Пізніше, асортимент компанії доповнили кімнатні рослини, широкий асортимент матеріалів для флористів і домашнього декору.

Компанія “Украфлора” входить до групи компаній “Стоїк”. У свою чергу, компанія є частиною великого квіткового проекту, що об’єднав компанію-продавця з виробниками: підприємством “Украфлора-Вінниця” і агрофірмою “Теплиці України”. Загальна кількість співробітників проекту складає більше 700 чоловік. У 2006 р., в результаті проведеної реконструкції площа тепличних господарств проекту збільшилася до 18 га. Компанія “Украфлора” – перша компанія в Україні, що запропонувала своїм клієнтам широкий асортимент квітів високу якість продукції і європейський рівень сервісу для своїх партнерів. Зараз компанія “Украфлора” займається вирощуванням більше 35 сортів троянд. Діапазон квіткової продукції здатний задовольнити найвимогливіші запити споживачів. Квіти, вирощені підприємством, користуються стабільною популярністю і попитом у всіх регіонах України. Використання сучасних технологій, новітніх досягнень у сфері рослинництва дають можливість отримувати високоякісну і конкурентноспроможну продукцію.

На сьогоднішній день, основними напрямками діяльності компанії є:

- Зрізані квіти як імпортного, так і власного виробництва;
- Кімнатні рослини і рослини відкритого ґрунту;

- Декор для дому і товари для флористів;
- Послуги по флористиці і дизайну;
- Ландшафтний дизайн.

Фахівці наших компанії пройшли практику на теплицях в Голландії і Ізраїлі, де отримали унікальний досвід по виробництву квіток, вимогам до упаковки, сортуванню і здійсненню передпродажної підготовки.

Догляд за трояндами на підприємстві “Украфлора-Вінниця” здійснюється в такій послідовності:

- Щодня, після обіду здійснюється обхід площ зайнятих під вирощування троянд, де визначається орієнтовний зріз продукції наступного дня.
- З 6-00 ранку - починається зріз троянд, який продовжується протягом 3-х - 4-х годин, і закінчується не пізнішим 11-00. Процес зрізу троянд здійснюється безперервно, вже зрізана продукція переміщається в спеціальні склади, обладнані холодильними агрегатами.
- Троянда охолоджується і опускається в спеціальний розчин, що дозволяє припинити розвиток гнильних мікроорганізмів.
- Коли 4-години минає, троянда відправляється на сортування, де її сортують, упаковують і маркують згідно сорту і довжині. Троянду упаковують в оригінальну упаковку з вказівкою найменування виробника.
- Після упаковки троянда на 10 годин поміщається в контейнери із спеціальним розчином, що дозволяє максимально продовжити термін життя квітів, без втрати їх якості.

На сьогоднішній день, компанія “Украфлора” це є сучасний торговий комплекс площею 3500м², обладнаний стоянкою, торговими залами, холодильниками для квітів, залом для обслуговування як роздрібних, так і оптових покупців, торговою залом для кімнатних рослин і майданчиком для рослин відкритого ґрунту.

Кілька рекомендацій за доглядом рослин, розроблених працівниками ТОВ “Украфлора-Вінниця”:

На відкритому полуденному сонці і на підвіконнях можна тримати лише такі рослини, які в природі звикли до яскравого сонця, не бояться спеки і сухого повітря. Проте більшість рослин в спекотний полудневий час краще притіняти з допомогою жалюзі, або шторами. Якщо стебла у рослини витягнуті, а нове листя в порівнянні із старими поступово зменшується в розмірі і блідне, значить, йому не вистачає світла.

Щоб наблизити умови існування рослин в квартирі до природних, підвищують вологість повітря. Цього можна досягти шляхом обприскування листя рослин чистою водою. Використовувати для обприскування потрібно м'яку або кип'ячену воду.

Для більшості рослин готують суміш з садової землі, піску і торфу в співвідношенні: 1:1:1, все ретельно перемішують і зволожують. Якість суміші перевіряють таким чином: потрібно узяти повну жменю землі і стиснути її в долоні. Якщо освічена грудка при дотику до нього розпадається на декілька частин, означає структура ґрунту хороша.

Можна використовувати і наявну в продажі готову суміш. При цьому важливе значення має ступінь кислотності ґрунту (рН 5,5-6,5).

Рослину пересаджують за наявності наступних умов: горщик став тісний для коріння, і вони проростають у водостічний отвір, вода при поливі не затримується в горщику і швидко витікає з нього, рослина погано росте і утворює слабкі втечі, різко порушується пропорція між надземною частиною рослини, що сильно розрослася, і невеликим квітковим горщиком. Найчастіше пересадку роблять на початку весни. Також підходить для пересадки кінець літа. І в цьому випадку рослина встигне до зими добре укорінитися в новому ґрунті. Новий горщик підбирають на 1-2 розміри більше старого.

Як часто і як рясно слід поливати? Важливо засвоїти наступне правило. Більшість кімнатних рослин поливають з тим розрахунком, щоб вода через

деякий час почала витікати з водостічного отвору горщика. До наступного поливу потрібно приступати тільки тоді, коли ґрунт з поверхні висохне настільки, що при дотику до неї виникає враження, ніби ґрунт сухий.

При пересиханні субстрата горщик майже до борту опускають у велику ємність (наприклад, відро) з водою і чекають, поки на поверхні ґрунту в горщику не покажеться вода і з ґрунту перестануть виходити бульбашки повітря.

Поширена помилка квітників при догляді за рослинами - надмірна підгодівля. А тим часом ніщо так не шкодить кімнатній рослині, як зайва опіка і догляд за ним. Не поспішаєте підгодовувати придбану в магазині рослину, наявних в ґрунті живильних речовин вистачить на 4-6 місяців.

Також були відмічені ряд змін в споживчих перевагах. У сегменті зрізаних квітів високою популярністю у покупців користувалися весняні квіти, що безпосередньо асоціюються з жіночим святом (на відміну від минулих років, де явним лідером продажів була троянда). Зокрема, у декілька разів збільшився об'єм проданих компанією “Украфлора” тюльпанів, ірисів, мімози, нарцисів, бузку, анемони.

Не дивлячись на те, що лідерами продажів як і раніше залишаються зрізані квіти, з кожним роком збільшується кількість покупців, готових придбати флористичні композиції. Згідно даним компанії “Украфлора” напередодні 8 Березня продажу в сегменті флористики зросли на 83,97%, тоді як попит на зрізані квіти збільшився лише на 14, 81%.

1.2 Інформація про споживачі ТОВ “Украфлора - Вінниця”

Вихідними даними для проектування є інформація про потужності окремих цехів підприємства (таблиця 1.1), генеральний план підприємства (рисунок 1.1), а також план пакувального цеху з розміщенням електрообладнання (рисунок 1.2) та величинами електричних навантажень (таблиця 1.2)

Таблиця 1.1 – Інформація про встановлені потужності цехів

№	Назва цеху	Рн,кВт
1	Насосна	150
2	Гараж	50
3	Теплиця 1	600
4	Теплиця 2	600
5	Теплиця 3	600
6	Теплиця 4	600
7	Теплиця 5	600
8	Теплиця 6	600
9	Котельня1	250
10	Котельня2	70
11	Контора	70
12	Пакувальний цех	

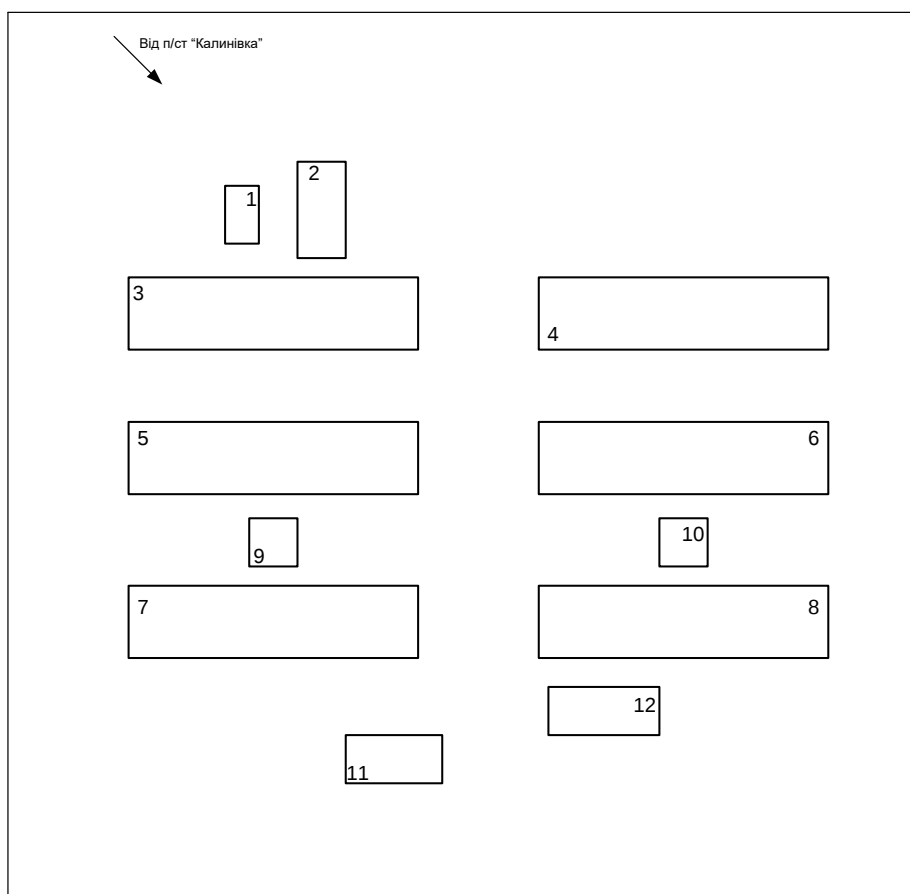


Рисунок 1.1 – Генеральний план ТОВ “ Укرافлора - Вінниця ”

Таблиця 1.2 - Відомості про потужності електричного навантаження пакувального цеху

№ на плані	Назва обладнання	Рн, кВт
1	Транспортер	1,5
2	Пакувальня	3,0
3-18	Вентилятор	3,5
19-20	Холодильна установка	21,8
21-22	Холодильна установка	31,2
23-24	Компресор	7,5
25-26	Сортувальна установка	0,072

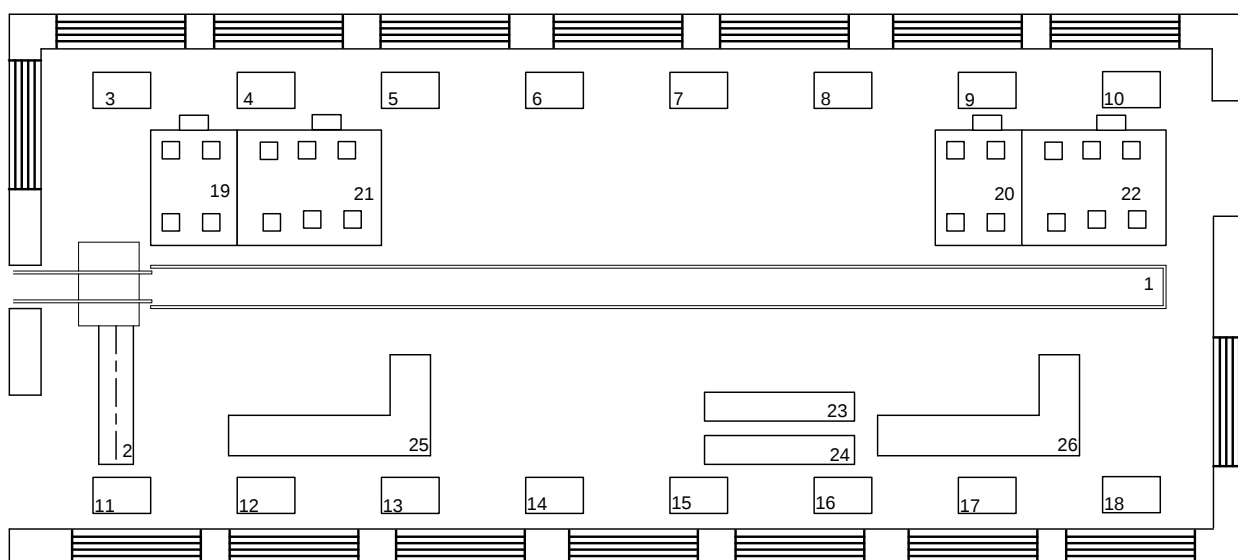


Рисунок 1.2 – План пакувального цеху з розміщенням електрообладнання

2 РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ТОВ «УКРФЛОРА-ВІННИЦЯ»

2.1 Розрахунок навантажень цехової мережі

Розробку системи електропостачання любого підприємства прийнято починати з аналізу та визначення розрахункової потужності навантаження. В бакалаврській роботі також витримано дана послідовність, що передбачає визначення електричних навантажень «з низу – верх», тобто з початку визначаються розрахункові навантаження споживачів обраного цеху, потім знаходяться електричні навантаження підприємства в цілому.

Визначення електричних навантажень певного цеху повинно починатися з аналізу його будівельної частини та розташування в ній електричних споживачів. На рисунку 2.1 зображений план пакувального цеху з розміщенням технологічного обладнання.

Наступним кроком є створення схеми електропостачання споживачів цеху, яка вибирається з огляду на розташування приймачів по площі цеху та визначення місця, звідки вони будуть отримувати живлення.

Аналіз розташування технологічного обладнання та архітектурних особливостей цеху показує, що для забезпечення надійного живлення споживачів доцільно обрати, серед існуючих схем, радіальну схему. Ця схема має багато переваг, що описані в [3].

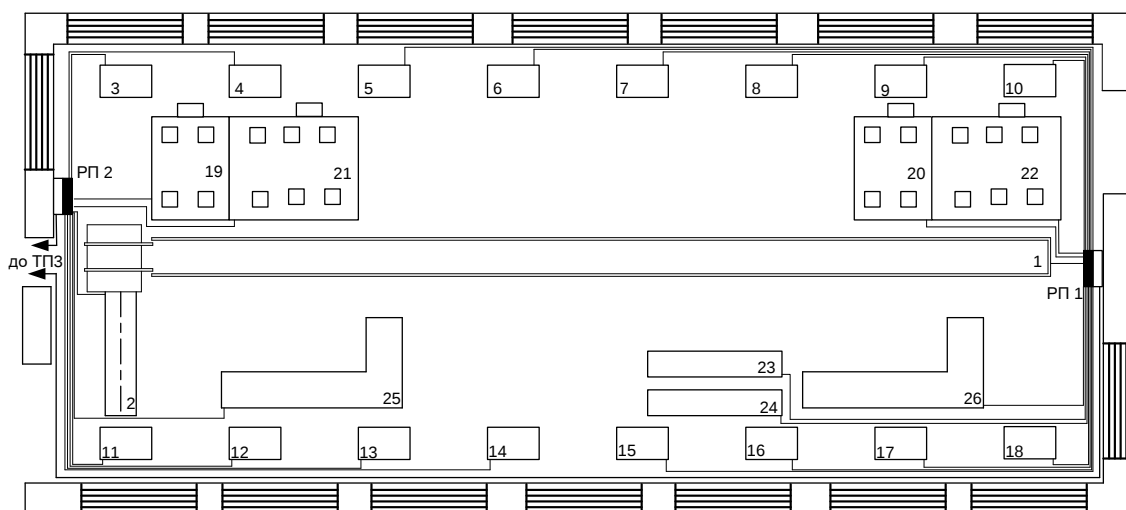


Рисунок 2.1 – План пакувального цеху з розміщенням обладнання

Для визначення розрахункових навантажень цехових споживачів скористаємося алгоритмом, що прийнятий в практиці проектування та описаний у [3].

Розрахункові значення електричних навантажень ліній або окремих споживачів, що приєднанні до них визначаються за виразами:

$$P_M = P_H, \quad Q_M = P_M \cdot \operatorname{tg} \varphi_H, \quad (2.1)$$

де P_H – номінальна (паспортна) потужність електроприймача;
 $\operatorname{tg} \varphi_H$ – коефіцієнт реактивної потужності.

Якщо необхідно визначити розрахункову потужність приймачів, що складають групу (приєднанні до одного розподільчого пункту) користуються виразами, які відповідають споживачам з постійним графіком роботи чи змінним, відповідно (2.2, 2.3):

$$P_M = K_M P_{CM}, \quad Q_M = \begin{cases} 1,1 Q_{CM} & \text{при } n_e \leq 10, \\ Q_{CM} & \text{при } n_e > 10; \end{cases} \quad (2.2)$$

$$P_M = P_{CM}, \quad Q_M = Q_{CM}, \quad (2.3)$$

де K_M - коефіцієнт максимального навантаження;
 n_e - ефективне число.

Значення середніх навантажень за зміну (P_{CM}, Q_{CM}) визначаються як:

$$P_{CM} = \sum_{i=1}^n k_{Bi} P_{Hi}, \quad Q_{CM} = \sum_{i=1}^n k_{Bi} P_{Hi} \operatorname{tg} \varphi_{Ci}, \quad (2.4)$$

де $\operatorname{tg} \varphi_{Ci}$ - усереднені значення $\operatorname{tg} \varphi$ [3].

k_{Bi} - коефіцієнт використання, для даного споживача;

n – кількість електроприймачів.

Величина коефіцієнта максимуму визначається емпіричним шляхом за графіками залежності $K_M(n_e, K_B)$ [3], а груповий коефіцієнт використання при цьому:

$$K_B = \frac{P_{CM}}{P_H} = \frac{\sum_{i=1}^n k_{Bi} P_{Hi}}{\sum_{i=1}^n P_{Hi}}, \quad (2.5)$$

Для прикладу розрахуємо значення середніх активної та реактивної потужності електроприймача №1.

$$P_{CM} = k_B \cdot P_H = 0,4 \cdot 1,5 = 0,6 \text{ кВт}, \quad (2.6)$$

$$Q_{CM} = P_{CM} \cdot \operatorname{tg} \varphi_c = 0,6 \cdot 0,882 = 0,53 \text{ квар}. \quad (2.7)$$

Визначимо коефіцієнт використання для споживачів, які живляться від РП1, його значення становить $K_B = 0,4$.

Знайдемо значення розрахункової активної потужності, що усереднено за інтервал 30 хв для споживачів №1 та №26 (РП1):

$$P_M = \sum P_H = 1,5 + 0,072 = 1,572 \text{ кВт}, \quad (2.8)$$

Розрахункова реактивна потужність складе згідно [3] (для $n_e < 10$):

$$Q_M = 0,75 \cdot Q_{CM} = 0,75 \cdot 1,57 = 1,179 \text{ (квар)}. \quad (2.9)$$

Тоді повне розрахункове значення потужності буде:

$$S_M = \sqrt{P_M^2 + Q_M^2} = \sqrt{1,57^2 + 1,179^2} = 1,965 \text{ кВА}. \quad (2.10)$$

Проводячи аналогічні розрахунки знайдемо:

$$K_B=0,4, n_e = \frac{4,644^2}{1,5^2 + 0,072^2 + 3^2 + 0,072^2} = 1,92 \approx 2.$$

Тоді з [3] $K_M = 1,98$; $P_M = 1,98 \cdot 1,86 = 3,68$ кВт, а оскільки $n_e < 10$, то $Q_M = 1,1 \cdot 1,81 = 1,99$ квар.

$$P_M = 122 \text{ кВт}, Q_M = 89,93 \text{ квар}.$$

Загальна потужність споживачів приєднаних до ТП буде:

$$P_M = 125,68 \text{ кВт}, Q = 91,92 \text{ квар}.$$

Звідки повна потужність пакувального цеху визначиться як:

$$S = \sqrt{P + Q} = \sqrt{125,68^2 + 91,92^2} = 155,58 \text{ кВА}. \quad (2.11)$$

Використовуючи наведену послідовність розрахунків знайдемо розрахункові електричні навантаження для всіх електроприймачів пакувального цеху, результати представимо в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Розрахунок навантажень цехової мережі ТОВ “Украфлора-Вінниця”

Найменування РП та груп ЕП	Кількість n	Рвст		Кв	cosφ	tgφ	Середня потужність		nPн^2	пе	Км	Розрахункове навантаження		
		1, кВт	Σ, кВт				Рсм, кВт	Qсм, кВт				Рм, кВт	Qм, кВАр	Sm, кВА
РП1														
Транспортер (1)	1	1,5	1,5	0,4	0,75	0,882	0,6	0,529	2,25					
Сортувальна установка (26)	1	0,072	0,072	0,4	0,7	1,02	0,029	0,029	0,005184					
Вентилятор (5-10,15-18)	10	3,5	35	0,65	0,8	0,75	22,75	17,06	1225					
Компресор (23,24)	2	7,5	15	0,75	0,85	0,62	11,25	6,975	225					
Холодильна установка (20)	1	21,8	21,8	0,7	0,8	0,75	15,26	11,445	475,24					
Холодильна установка (22)	1	31,2	31,2	0,7	0,8	0,75	21,84	16,38	973,44					
Всього РП1			104,57				143,46	104,84	10935,3			72,7	53,04	89,97
РП2														
Пакувальня (2)	1	3	3	0,4	0,7	1,02	1,2	1,224	9					
Сортувальна установка (25)	1	0,072	0,072	0,4	0,7	1,02	0,0288	0,02938	0,005					

Продовження таблиці 2.1

РП2														
Холодильна установка (19)	1	21,8	21,8	0,7	0,8	0,75	15,26	11,445	475,24					
Холодильна установка (21)	1	31,2	31,2	0,7	0,8	0,75	21,84	16,38	973,44					
Вентилятор (3-4,11-14)	6	3,5	21	0,65	0,8	0,75	13,65	10,2375	441					
Компресор (25)	1	21,8	21,8	0,7	0,8	0,75	15,26	11,445	475,24					
Всього по РП2			77,072				51,98	39,32	5940,093			53,8	41,36	67,82
Всього ТП			181,64						32994,54			125,68	91,92	155,58

2.2 Визначення електричних навантажень підприємства

Наступним кроком визначення електричних навантажень є синтез розрахункових навантажень підприємства в цілому. Якщо в попередньому параграфі розрахункові навантаження визначалися точним методом, то при визначенні розрахункових значень навантажень підприємства в цілому рекомендується користуватися спрощеним методом, що базується на визначенні коефіцієнту попиту.

Приведемо приклад визначення електричних навантажень таким методом. Знайдемо значення активної та реактивної потужності для насосної станції:

$$P_p = K_{\Pi} \cdot P_n, \quad (2.12)$$

$$P_p = 0,7 \cdot 150 = 105 \text{ кВт}$$

$$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (2.13)$$

$$Q_p = 105 \cdot 0,882 = 92,61 \text{ квар}$$

Необхідно мати на увазі, що окрім силового навантаження цеху потрібно враховувати навантаження електричного освітлення. Це значення також визначається наближено за питомою потужністю освітлення на 1 м^2 цеху.

Визначимо потужність освітлення за формулою:

$$P_{\text{м.о}} = K_{\Pi.\text{о}} K_{\text{пра}} (p_{\text{пит.о}} \cdot F), \quad (2.14)$$

$$Q_{\text{м.о.}} = P_{\text{м.о.}} \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad (2.15)$$

де $p_{\text{пит.о}}$ – величина, що характеризує питому густину навантаження освітлення;

$K_{\Pi.\text{о}}$, $K_{\text{пра}}$ – значення коефіцієнтів попиту навантаження освітлення та втрат потужності в ПРА відповідно;

F - площа розрахункового цеху.

$$P_{\text{мо}} = F \cdot p_{\text{пит.о}} \cdot K_{\Pi.\text{о}} \cdot K_{\text{пра}}, \quad (2.16)$$

$$P_{mo} = 265,33 \cdot 0,014 \cdot 0,85 \cdot 1,2 = 3,79 \text{ кВт}$$

$$Q_{m.o.} = 3,79 \cdot 0,882 = 3,34 \text{ квар}$$

Враховуючи зроблене зауваження визначимо розрахункову сумарну потужність насосної з врахуванням освітлення:

$$P_m = P_p + P_{m.o.}, \quad (2.17)$$

$$Q_m = Q_p + Q_{m.o.} \quad (2.18)$$

$$P_m = 105 + 3,79 = 108,79 \text{ кВт}$$

$$Q_m = 92,61 + 3,34 = 95,95 \text{ квар}$$

Повна розрахункова потужність насосної, кВт:

$$S_m = \sqrt{P_m^2 + Q_m^2} = \sqrt{108,79^2 + 95,95^2} = 144,67 \text{ кВА}. \quad (2.18)$$

Розрахункові потужності всіх інших цехів підприємства визначаються аналогічно, результати наведені в таблиці 2.2.

Спираючись на отриманні дані, що наведенні в таблиці 2.2, знайдемо розрахункові електричні навантаження ТОВ «Укрфлора-Вінниця»:

$$P_{m\Sigma} = K_o \cdot \Sigma P_m = 1 \cdot 2179,7 = 2179,7 \text{ кВт.} \quad (2.19)$$

$$Q_{m\Sigma} = K_o \cdot \Sigma Q_m = 1 \cdot 3390,16 = 3390,16 \text{ квар,} \quad (2.20)$$

де K_o — коефіцієнт, що характеризує одночасність виникнення максимальних навантажень з [3].

Повна потужність ТОВ «Укрфлора-Вінниця»:

$$S = \sqrt{P_{m\Sigma}^2 + Q_{m\Sigma}^2} = \sqrt{2179,7^2 + 3390,16^2} = 4030,42 \text{ кВА} \quad (2.20)$$

Таблиця 2.2 – Інформація про розрахункові навантаження ТОВ “Украфлора-Вінниця”

Споживачі	Силове навантаження						Освітлювальне навантаження							Всього		
	Рн, кВт	Кп	cosφ	tgφ	Рмс, кВт	Qмс, квар	F, м^2	Рпит.о	Рно, кВт	Кпо	Кпр а	Qмо, квар	Рмо, кВт	Рм, кВт	Qм, квар	Sm, кВА
1.Насосна	150	0,7	0,75	0,882	105	92,61	265,33	0,014	3,71	0,85	1,2	3,3418	3,79	108,79	95,95	145,06
2.Гараж	50	0,7	0,75	0,882	35	30,87	552,78	0,016	8,84	0,90	1,2	8,4249	9,55	44,55	39,29	59,41
3.Теплиця 1	600	0,4	0,5	1,73	240	415,20	2487,51	0,015	37,31	0,80	1,20	61,969	35,82	275,82	477,17	551,15
4. Теплиця 2	600	0,4	0,5	1,73	240	415,20	2487,51	0,015	37,31	0,80	1,2	61,969	35,82	275,82	477,17	551,15
5. Теплиця 3	600	0,4	0,5	1,73	240	415,20	2487,51	0,015	37,31	0,80	1,2	61,969	35,82	275,82	477,17	551,15
6. Теплиця 4	600	0,4	0,5	1,73	240	415,20	2487,51	0,015	37,31	0,80	1,2	61,969	35,82	275,82	477,17	551,15
7. Теплиця 5	600	0,4	0,5	1,73	240	415,20	2487,51	0,015	37,31	0,80	1,2	61,969	35,82	275,82	477,17	551,15
8. Теплиця 6	600	0,4	0,5	1,73	240	415,20	2487,51	0,015	37,31	0,80	1,2	61,969	35,82	275,82	477,17	551,15
9.Котельня 1	250	0,7	0,7	1,02	175	178,50	276,39	0,016	4,42	0,85	1,2	4,6009	4,51	179,51	183,10	256,42
10.Котельня 2	70	0,7	0,7	1,02	49	49,98	276,39	0,016	4,42	0,85	1,20	4,6009	4,51	53,51	54,58	76,44
11Контора	70	0,6	0,7	1,02	42	42,84	552,78	0,016	8,84	0,90	1,20	9,7431	9,55	51,55	52,58	73,64
12Пакувальний цех	155,5 8	0,5	0,65	1,17	77,79	91,01	635,697	0,014	8,90	0,85	1,20	10,621	9,08	86,87	101,64	133,70
Всього по підприємству							17484,4							2179,7 0	3390,1 6	4030,42

2.3 Визначення потужності та кількості трансформаторів ГПП

Для забезпечення надійного електропостачання технологічного процесу вирощування та догляду декоративних рослин прийнято рішення про встановлення на ГПП підприємства двотрансформаторної підстанції з трансформаторами однакової потужності, що враховує перевантажувальну здатність та швидку заміну (у разі необхідності) трансформатора. Крім того кількість трансформаторів залежить в значній мірі від категорійності електроприймачів, що задіяні в технологічному процесі підприємства.

Переважає більшість споживачів, що формують живлення технологічного процесу ТОВ «Укрфлора-Вінниця» відносяться до II категорії з надійності електропостачання згідно ПУЕ [1].

Враховуючи вище наведене, номінальна потужність трансформатора двотрансформаторної підстанції визначається наступним чином:

$$S_{\text{ном.т}} \geq (0,5 \div 0,7) S_{\text{м}} \quad (2.21)$$

$$S_{\text{ном.т}} = (0,5 \div 0,7) \cdot 4030,52 = 2012,76 \div 2817,864 \text{ кВА};$$

Для встановлення на ГПП приймемо два трансформатори типу ТМН-2500/110.

Прийнята потужність трансформатора потребує перевірки допустимості перевантаження в аварійному режимі його роботи у випадку коли один із трансформаторів виходить з ладу. Скористаємося для цього типовим графіком електричних навантажень, що характерний для даної галузі (рисунок 2.3).

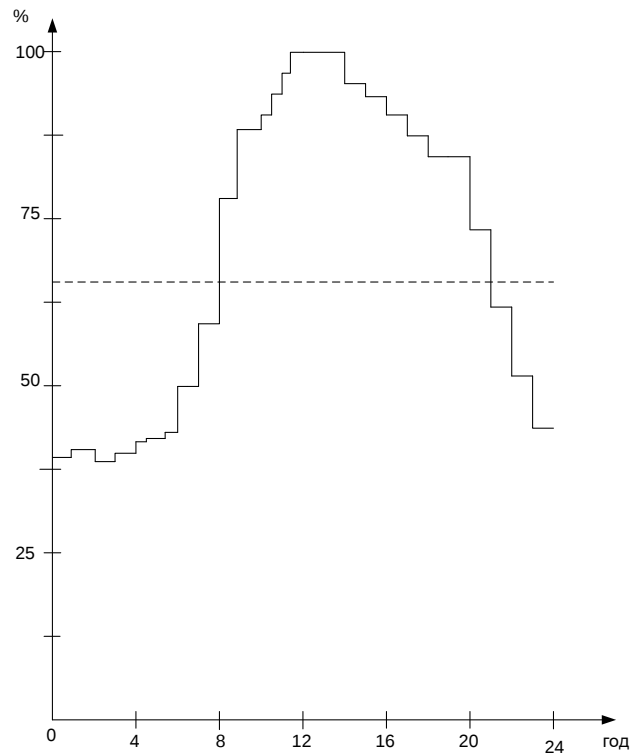


Рисунок 2.3 - Типовий добовий графік електричного навантаження

Номінальне навантаження трансформатора у % складе:

$$S_{\text{номтр}\%} = \frac{S_{\text{номтр}}}{S_{\text{м}}} = \frac{2500}{4030,52} \cdot 100 = 62,1\% \quad (2.22)$$

Проводячи умовну лінію на графіку навантаження, яка відповідає визначеній потужності, видно, що тривалість перевантаження становить біля $h' = 13$ год.

Визначаємо коефіцієнти, що характеризують величини початкових навантаження та перевантаження:

$$K_1 = \frac{I}{S_{\text{ном.т}\%}} \cdot \sqrt{\frac{\sum S_i^2 \cdot \Delta t_i}{\sum \Delta t_i}} \quad K'_2 = \frac{I}{S_{\text{ном.т}\%}} \cdot \sqrt{\frac{\sum S_j^2 \cdot \Delta h_j}{\sum \Delta h_j}} \quad (2.23)$$

де S_i S_j – величина потужності навантаження на i -й, j -й ступені графіку ($S_i \leq S_{\text{ном.т}}$),

$\Sigma \Delta t_i$ – тривалість даного навантаження,

$\Sigma \Delta h_j = h'$ – тривалість перевантаження

$$K_1 = \frac{1}{62,1} \cdot \sqrt{\frac{37^2 \cdot 3 + 39^2 \cdot 1 + 45^2 \cdot 2 + 50^2 \cdot 1 + 60^2 \cdot 1 + 63^2 \cdot 1 + 53^2 \cdot 1 + 46^2 \cdot 1}{11}} = 0,76,$$

$$K'_2 = \frac{1}{62,1} \cdot \sqrt{\frac{78^2 \cdot 1 + 87^2 \cdot 1 + 88^2 \cdot 1,5 + 94^2 \cdot 2 + 100^2 \cdot 2,5 + 92^2 \cdot 1 + 86^2 \cdot 1 + 82^2 \cdot 2 + 73^2 \cdot 1}{13}} = 1,33.$$

Величина максимального навантаження:

$$K_{\max} = \frac{S_{\max}}{S_{\text{ном.т}}} = \frac{4025,52}{2500} = 1,37. \quad (2.24)$$

Орієнтуючись на (2.23) та (2.24) можна прийняти $K_2 = K'_2 = 1,33$, з тривалістю перевантаження $h = h' = 13$ год.

Звідки можна зробити висновок, що таке перевантаження трансформатора є допустимим [3].

У випадку, коли на ГПП встановлюють два трансформатори, необхідно виконати перевірку можливості використання одного трансформатора. Така перевірка для нашого випадку виходячи з [3] показує, що коефіцієнт перевантаження одного трансформатора буде перевищувати допустиме значення ($K_2 = 1,33$ більше ніж $K_{2\text{доп}} = 1,16$). Тобто рішення про встановлення двох трансформаторів є вірним.

2.4 Розрахунок потужності цехових трансформаторних підстанцій

Рекомендується [3] необхідну потужність трансформаторних підстанцій обирати орієнтуючись питому густину електричного навантаження на 1м^2 площі цеху ($S_{\text{пит}}$).

У випадку коли $S_{\text{пит}} < 0,4 \text{ кВА/м}^2$ рекомендовано використовувати одно трансформаторні підстанції. При більшому значенні питомої потужності рекомендується за умов надійності обирати двотрансформаторні підстанції.

Окрім цього при визначенні кількості трансформаторів та їх потужності необхідно враховувати категорійність електроприймачів, що приймають участь у технологічному процесі та по можливості досягати однотипності вибраних трансформаторів (уніфікованість підстанцій для створення складського резерву)

Виходячи зі зроблених зауважень визначимо величини сумарної потужності цехів та їх площі. Ця інформація необхідна для визначення питомої потужності.

$$S_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n S_i = 145.06 + 59.41 + 551.15 + 551.15 + 551.15 + 551.15 + 551.15 + 551.15 + 256.42 + 76.44 + 73.64 + 133.70 = 4051.56 \text{ кВА.} \quad (2.25)$$

$$F_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n F_i = 265.33 + 552.78 + 2487.51 + 2487.51 + 2487.51 + 2487.51 + 2487.51 + 2487.51 + 276.39 + 276.39 + 552.78 + 635.697 = 17484.4 \text{ м}^2. \quad (2.26)$$

Значення питомої потужності навантаження буде:

$$S_{\text{пит}} = \frac{S_{\Sigma}}{F_{\Sigma}} = \frac{4051.5}{17484.4} = 0.23 \text{ кВА/м}^2. \quad (2.27)$$

Підприємство «Укрфлора-Вінниця» відноситься до споживачів з II категорією надійності електропостачання до встановлення потрібно прийняти двотрансформаторні цехові підстанції, потужність яких приймемо $S_{\text{ном.т.}} = 1000 \text{ кВА}$.

Визначимо кількість необхідних підстанцій:

$$N_{\text{ек}} = \frac{S_{\Sigma}}{S_{\text{ном.т}} \cdot K_3} = \frac{4051,56}{2 \cdot 1000 \cdot 0,7} \approx 3,0. \quad (2.28)$$

Згідно (2.28) приймаємо до встановлення три двотрансформаторні підстанції.

Виконаємо розподіл цехів підприємства згідно з знайденою кількістю трансформаторів та визначимо коефіцієнти їх завантаження. Дані наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Розподіл та коефіцієнти завантаження ТП

Номер цеху	S _м , кВА	S _{ном.т.} =1000кВА	
		N, шт	K ₃
1,2,3,4	1306,77	2	0,65
5,6,9,10	1435,14	2	0,72
7,8,11,12	1309,64	2	0,65

Наведемо номінальні характеристики обораного типу трансформатора (таблиця 2.4).

Таблиця 2.4 – Характеристики трансформатора 1000 кВА.

Тип	S _н , кВА	U _{ВН} , кВ	U _{НН} , кВ	ΔP _{хх} , кВт	ΔP _к , кВт	I _{хх} , %	U _к , %
ТМ-1000/10	1000	10	0,4	2,1	12,2	1,4	5,5

2.5 Визначення місця розташування головної понижувальної підстанції.

Визначення місця розташування ГПП базується на побудові картограми електричних навантажень. Вона будується на генеральному плані підприємства у визначеному масштабі. На плані навколо кожного із цехів будуються кола, що відповідають розрахунковій потужності певного цеху. При чому в колі відокремлюється сектор, який еквівалентний потужності освітлення цього ж цеху. Картограма електричних навантажень дозволяє

наочно побачити всі наявні навантаження цехів та їх розподілення по генеральному плану.

Приведемо алгоритм визначення місця встановлення ГПП.

Основною задачею є визначення масштабу побудови картограми навантаження. Він може бути знайдений з виразу (2.29), що описує величину площі, яка обмежена колом та відповідає розрахунковому навантаженню певного цеху:

$$P_i = \pi \cdot r_i^2 \cdot m \quad (2.29)$$

де m - масштаб побудови картограми;

r_i - радіус кола, що еквівалентний потужності.

З (2.29) визначимо:

$$r_i = \sqrt{\frac{P_{м.о}}{\pi \cdot m_p}} \quad (2.30)$$

Приймемо масштаб орієнтуючись на значення потужності навантаження та визначимо його:

$$m_p = \frac{P_{10}}{\pi r_{10}^2} = \frac{275.82}{3.14 \cdot 20^2} = 0.2 \text{ кВт/м}^2. \quad (2.31)$$

Значення $r = 20$ м було прийнято для теплиці №3. Приймаємо масштаб побудови картограми навантажень $m_p = 0.2 \text{ кВт/м}^2$.

Уточнимо радіус кола, що еквівалентно потужності навантаження для теплиці 3 при обраному масштабі:

$$r_3 = \sqrt{\frac{275.82}{3.14 \cdot 0.2}} = 20.95 \text{ м.}$$

Для визначення сектора освітлювального навантаження скористаємося наступною формулою:

$$\alpha^0 = \frac{360 \cdot P_{po}}{P_{p\Sigma}} = \frac{360 \cdot 35.82}{275.82} = 46.75^0. \quad (2.32)$$

Подібним чином визначаємо радіуси та сектора освітлення для всіх інших цехів «Укрфлора-Вінниця», результати наведемо в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Результати розрахунку радіусів цехів

Номер цеху	$P_{м.о}, \text{кВт}$	$P_{м}, \text{кВт}$	$\alpha_{р.о}$	$r, \text{м}$
1	3,79	108,79	12,54	13,16
2	9,55	44,55	77,18	8,42
3	35,82	275,82	46,75	20,96
4	35,82	275,82	46,75	20,96
5	35,82	275,82	46,75	20,96
6	35,82	275,82	46,75	20,96
7	35,82	275,82	46,75	20,96
8	35,82	275,82	46,75	20,96
9	4,51	179,51	9,05	16,9
10	4,51	53,51	30,35	9,23
11	9,55	51,55	66,70	9,06
12	9,08	86,87	37,62	11,76

Для визначення координат розміщення ГПП використовуємо наступні вирази:

$$x_o = \frac{\sum_{k=1}^N P_{mk} \cdot x_k}{\sum_{k=1}^N P_{mk}}, \quad y_o = \frac{\sum_{k=1}^N P_{mk} \cdot y_k}{\sum_{k=1}^N P_{mk}}, \quad (2.33)$$

де x_k, y_k – координати геометричних центрів цехів на генеральному плані;

N – кількість цехів.

$$X_0 = \frac{\sum P_i \cdot X_i}{\sum P_i} = \frac{108.79 \cdot 25 + 44.55 \cdot 37 + 275.82 \cdot 79 + 275.82 \cdot 99 + 275.82 \cdot 79 + 275.82 \cdot 99}{108.79 + 44.55 + 275.82 + 275.82 + 275.82 + 275.82} +$$

$$+ \frac{275.82 \cdot 79 + 275.82 \cdot 99 + 179.51 \cdot 79 + 53.51 \cdot 99 + 51.55 \cdot 55 + 86.87 \cdot 87}{275.82 + 275.82 + 179.51 + 53.51 + 51.55 + 86.87} = 83.26 \text{ м.}$$

$$Y_0 = \frac{\sum P_i \cdot Y_i}{\sum P_i} = \frac{108.79 \cdot 410 + 44.55 \cdot 415 + 275.82 \cdot 350 + 275.82 \cdot 350 + 275.82 \cdot 260 + 275.82 \cdot 260}{108.79 + 44.55 + 275.82 + 275.82 + 275.82 + 275.82} +$$

$$+ \frac{275.82 \cdot 150 + 275.82 \cdot 150 + 179.51 \cdot 205 + 53.51 \cdot 205 + 51.55 \cdot 70 + 86.87 \cdot 100}{275.82 + 275.82 + 179.51 + 53.51 + 51.55 + 86.87} = 249.47 \text{ м.}$$

У зв'язку з тим, що визначенні координати співпадають з будівлею теплої №4 приймаємо рішення про зміщення спорудження ГПП ближче до джерела живлення.

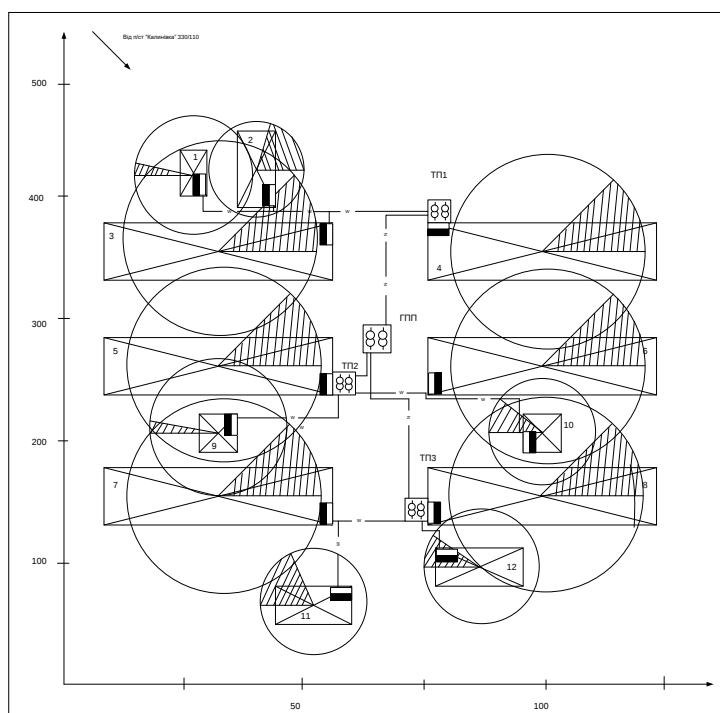


Рисунок 2.4 – Картограма навантажень ТОВ «Укрфлора-Вінниця»

2.6 Розрахунок живлячої мережі 10 кВ

Аналізуючи зовнішні джерела живлення та споживачі, що задіяні в технологічному процесі підприємства «Укрфлора» доцільно електропостачання підприємства виконувати на напрузі 110 кВ з

будівництвом на підприємстві головної понижувальної підстанції 110/10 кВ. Раніше були надані рекомендації та обрані трансформатори типу ТМН 2500/110 в кількості двох штук, що будуть встановлені на ГПП та цехові двотрансформаторні підстанції потужності 1000 кВА. ГПП підприємства отримує живлення від ЛЕП 110 кВ від підстанції «Калинівка» 330/110/10 кВ.

Однолінійна схема електропостачання «Укрфлора-Вінниця» представлена на рисунку 2.5

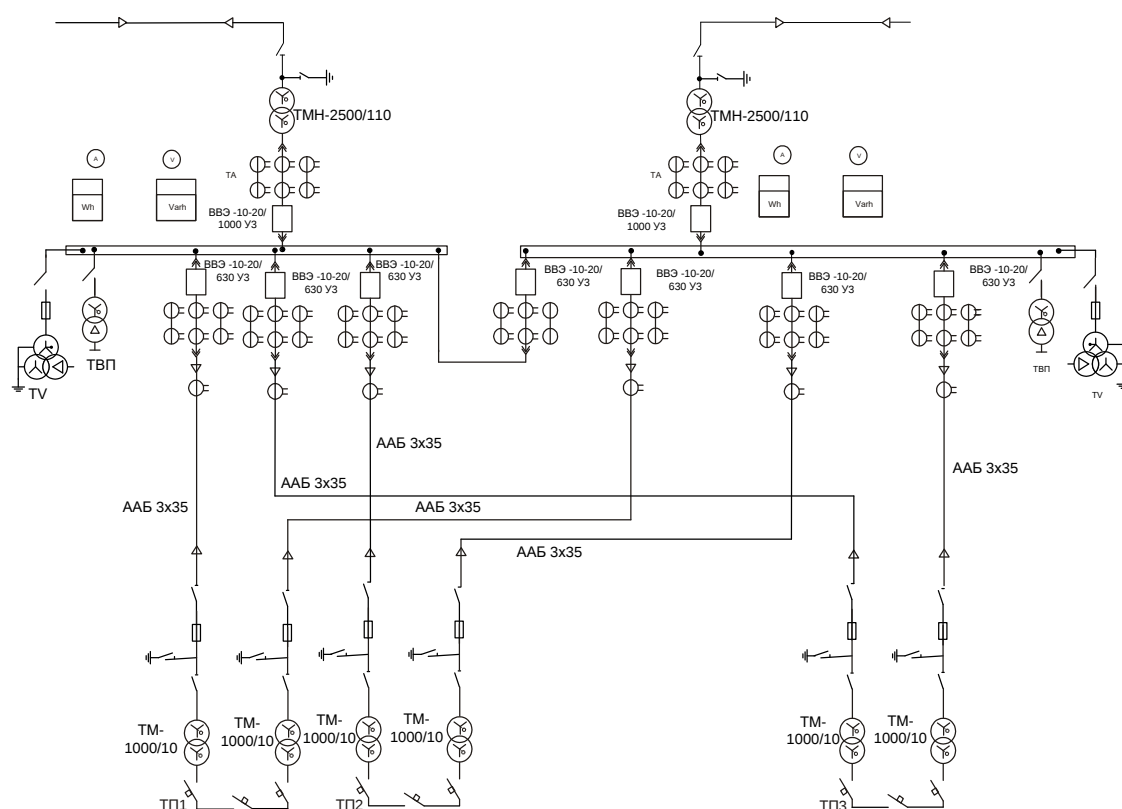


Рисунок 2.5 – Схема мережі підприємства

Розрахуємо та виконаємо вибір обладнання та кабелів, що наведені на рисунку 2.5 та відображають систему живлення підприємства. Користуючись умовами вибору кабелів з зшитого поліетилену на 110 кВ та високовольтних вимикачів [3] приймемо до впровадження кабель марки АПвЕоаПу 3х95.

Високовольтні вимикачі приймаємо типу ВР-110/630УЗ, які вибираються за наступними умовами:

$$\begin{aligned} U_{\text{ном.в}} &\geq U_{\text{ном.мережі}}, \\ I_{\text{ном.в}} &\geq I_{\text{мах}}. \end{aligned} \quad (2.34)$$

Перейдемо до вибору кабелів та вимикачів для розподільчої мережі підприємства, що виконана на напрузі 10 кВ. Як видно з рисунку 2.5, розподільчу мережу підприємства рекомендується виконати радіальною з встановленням трьох двотрансформаторних підстанцій з трансформаторами ТМ 1000 кВА.

Наведемо розрахунок величин, необхідних для вибору обладнання. Струми, що характеризують фідера, які приєднанні до ГПП визначаємо наступним чином:

$$1) \text{ ТП1: } I_m = \frac{S_m}{2\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} = \frac{1306,77}{2\sqrt{3} \cdot 10} = 37,72 \text{ А}, \quad (2.35)$$

$$I_{\text{мах}} = \frac{1,4S_{\text{тр}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} = \frac{1,4 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 10} = 80,83 \text{ А}. \quad (2.36)$$

$$2) \text{ ТП2: } I_m = \frac{S_m}{2\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} = \frac{1435,14}{2\sqrt{3} \cdot 10} = 41,43 \text{ А},$$

$$I_{\text{мах}} = \frac{1,4S_{\text{тр}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} = \frac{1,4 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 10} = 80,83 \text{ А}.$$

$$3) \text{ ТП3: } I_m = \frac{S_m}{2\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} = \frac{1309,64}{2\sqrt{3} \cdot 10} = 37,81 \text{ А}.$$

$$I_{\text{мах}} = \frac{1,4S_{\text{тр}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} = \frac{1,4 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 10} = 80,83 \text{ А}.$$

Згідно виконаних розрахунків на стороні 10 кВ ГПП вибираємо вакуумні вимикачі типу ВВЭ-10-20/630УЗ номінальний струм вимикача:

$$I_{\text{ном.в}} = 630 \text{ А} > I_{\text{мах}}.$$

Провідниково-кабельний матеріал, який використовують для живлення трансформаторних підстанцій на напрузі 10 кВ обираються

згідно рекомендацій [3]. Для встановлення обираємо кабель марки ААБ з відповідним перерізом, що наведені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Результати вибору кабельно-провідникової продукції та комутаційного обладнання

Лінія	I_m, A	I_{max}, A	Вимикач	$I_{ном.в}, A$	Провідник	$I_{доп}, A$
ГПП -ТП1	37,72	80,83	ВВЭ-10-20/630УЗ	630	ААБ- 3х35	140
ГПП -ТП2	41,43	80,83	ВВЭ-10-20/630УЗ	630	ААБ- 3х35	140
ГПП -ТП3	37,81	80,83	ВВЭ-10-20/630УЗ	630	ААБ- 3х35	140

2.7 Перевірка обраного обладнання на дію струмів короткого замикання в мережі 10 кВ.

Одним із основних способів перевірки правильності вибору електротехнічного обладнання та провідників є перевірка їх на дію струмів короткого замикання різних типів. Для перевірки зазвичай використовується схема заміщення мережі, що відповідає живлячій мережі споживачів. Побудуємо таку схему та представимо її на рисунку 2.6.

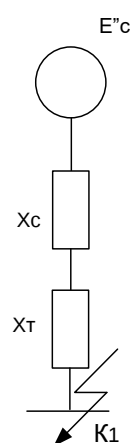


Рисунок 2.6– Спрощена еквівалентна схема заміщення живлячої мережі

Для проведення розрахунку струмів короткого замикання в першу чергу необхідно визначити опори ліній та трансформаторів представленої схеми, які будуть основою для визначення наступних величин, що характеризують ступінь короткого замикання. Це періодична складова струму

3-х фазного к.з., в початковий момент часу $I_{п0}$ виникнення к.з., періодична та аперіодична складові у момент розходження контактів $I_{пт}$ та $i_{ат}$, ударний струм к.з. $i_{уд}$ та тепловий імпульс B_k .

Розрахунок струмів короткого замикання будемо виконувати у відносних одиницях, що передбачає використання значень базисних струмів та напруг.

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3} \cdot U_6} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 54,99 \text{ кА.} \quad (2.37)$$

$$X_c = \frac{S_6}{S_k} = \frac{1000}{200} = 5 \quad (2.38)$$

$$X_r = \frac{U_{к\%}}{100} \cdot \frac{S_6}{S_{ном}} = \frac{10,5}{100} \cdot \frac{1000}{2,5} = 42 \quad (2.39)$$

Розраховуємо значення струму короткого замикання на шинх ТП, точка К1 (рисунок 2.6).

Знайдемо сумарний опір елементів схеми:

$$X_{\Sigma c} = X_c + X_r = 5 + 42 = 47. \quad (2.40)$$

Визначимо значення струму трифазного короткого замикання в початковий момент часу:

$$I_{пoc} = \frac{E_c''}{X_{\Sigma c}} \cdot I_6 = \frac{1}{47} \cdot 54,99 = 1,17 \text{ кА,} \quad (2.40)$$

Що відповідає значенню періодичної складової струму: $I_{птс} = I_{пoc} = 1,17$ кА.

Для визначення аперіодичної складової струму та теплового імпульсу визначимо необхідні значення активних опорів:

$$R_r = \frac{\Delta P_{кз}}{S_{ном}} \cdot \frac{S_6}{S_{ном}} = \frac{22}{2500} \cdot \frac{1000}{2,5} = 3,52. \quad (2.41)$$

Сумарний активний опір з урахуванням системи:

$$R_{\Sigma c} = R_c + R_T = 0,5 + 3,52 = 4,02 \quad (2.41)$$

Постійна часу дії аперіодичної складової струму короткого замикання:

$$T_{a.c.} = \frac{X_{\Sigma c}}{\omega \cdot R_{\Sigma c}} = \frac{47}{3,14 \cdot 4,02} = 3,72 \text{ с.} \quad (2.42)$$

Аперіодична складова струму к.з. при $t = \tau = 0,01 + 0,055 = 0,065 \text{ с}$ визначається за формулою:

$$i_{атс} = \sqrt{2} \cdot I_{пос} \cdot e^{-\frac{t}{T_{a.c.}}} = \sqrt{2} \cdot 1,17 \cdot e^{-\frac{0,065}{3,72}} = 1,626 \text{ кА.} \quad (2.43)$$

Величина ударного струму буде:

$$i_{удс} = \sqrt{2} \cdot I_{пос} \cdot (1 + e^{-\frac{t}{T_{a.c.}}}) = \sqrt{2} \cdot 1,17 \cdot (1 + e^{-\frac{0,065}{3,72}}) = 1,617 \text{ кА.} \quad (2.44)$$

Величину теплового імпульсу визначаємо за таким алгоритмом:

Величина постійної часу аперіодичної складової: $T_{a.cx} = 3,72 \text{ с}$, час відключення к.з.:

$$t_{відк} = t_{р.з.} + t_{п.в.} = 0,5 + 0,08 = 0,58 \text{ с.} \quad (2.45)$$

Тепловий імпульс розраховується за формулою :

$$B_k = I_{пос}^2 \cdot (t_{відк} + T_{a.cx}) = 1,17^2 \cdot (0,58 + 3,72) = 0,835 \text{ кА}^2 \cdot \text{с.} \quad (2.46)$$

Виконаємо перевірку високовольтних вимикачів на комутаційну здатність, динамічну та термічну стійкість до дії струмів короткого замикання. Результати надамо в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Результати перевірки високовольтних вимикачів

Умови вибору	Дані для вимикачів	Дані розрахунків
$I_{н.відкл.} > I_{пт}$	$I_{н.відкл.}=20\text{кА}$	$I_{пт} = 1,17\text{кА} .$
$\sqrt{2} \cdot I_{н.відкл.} \cdot (1 + \frac{\beta_k}{100}) \geq \sqrt{2} \cdot I_{пт} + i_{ат}$	$\sqrt{2} \cdot 20(1 + \frac{0.835}{100}) = 28.52$	$\sqrt{2} \cdot I_{пт} + i_{ат} = \sqrt{2} \cdot 1,17 + 1.626 = 3.281$ кА
$i_{дин} \geq i_{уд}$	$i_{дин}=52\text{кА}$	$i_{уд}=1.617 \text{ кА}$
$I_{дин} \geq I_{по}$	$I_{дин}=20\text{кА}$	$I_{по}=1.17 \text{ кА}$
$I_m^2 \cdot t_m \geq B_k$	$I_m^2 \cdot t_m = 20^2 \cdot 3 =$ $= 1200\text{кА}^2 \cdot \text{с}$	$B_k = 0.835 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$

Результати перевірки свідчать про те, що дані вимикачі задовольняють всім умовам та можуть бути встановлені на ГПП.

Перевіримо кабельні лінії, що живлять цехові ТП на термічну стійкість. Використаємо для цього умову:

$$S_{\min} = \frac{\sqrt{B_k}}{C_T} = \frac{\sqrt{0.835 \cdot 10^3}}{94} = 9.72 \text{ мм}^2. \quad (2.47)$$

Умова $S \geq S_{\min}$ виконується.

2.8 Вибір та розрахунок цехової мережі електропостачання.

Аналіз технологічного процесу та розташування електроприймачів по будівлі пакувального цеху дозволяє зробити висновок про доцільність використання в якості схеми живлення радіальну схему електропостачання (рисунок 2.7).

Приймемо виконання цехової електричної мережі кабельними лініями різного типу та способів прокладки. Розподільчі пристрої, що рекомендується встановити в цеху, отримують живлення від відповідної трансформаторної підстанції броньованими кабелями марки ААБ, які прокладаються в земляній траншеї. Радіальні лінії живлення цехових розподільчих пристроїв (РП) виконуються кабелями марки АВВГ. Спосіб прокладки – кабельні канали.

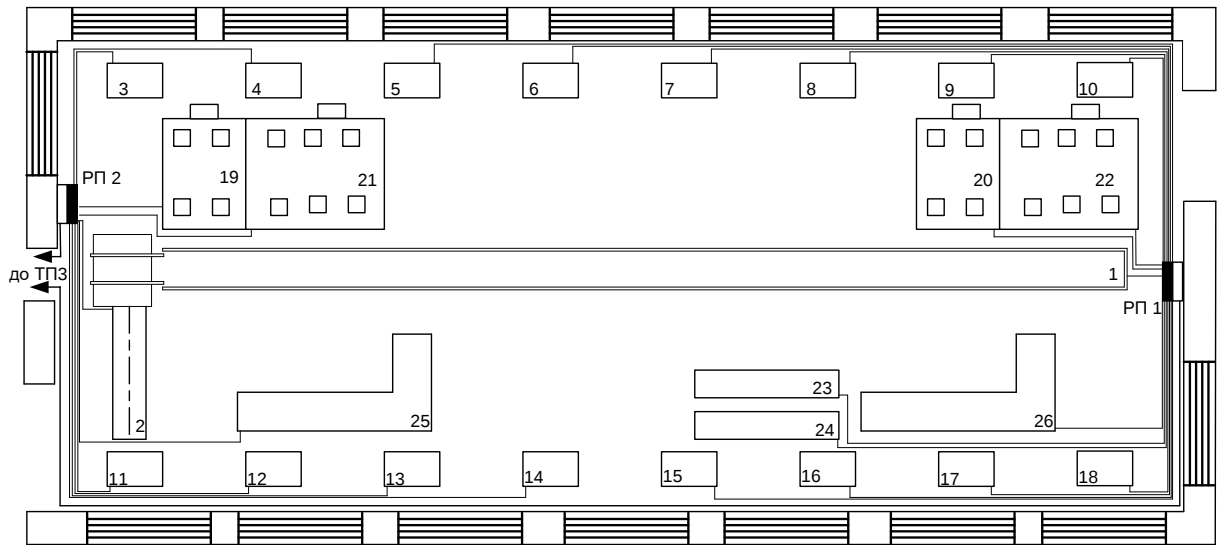


Рисунок 2.7 – План пакувального цеху з силовою розподільчою мережею

2.9 Вибір основного комутаційного обладнання та кабельно-провідникової продукції.

В якості комутаційного обладнання для забезпечення надійного електропостачання в бакалаврській роботі рекомендовано використати автоматичні вимикачі вітчизняного виробництва.

Автоматичні вимикачі вибираються за умовами:

$$I_{н.розч} \geq K_{відс} I_{м}, \quad (2.48)$$

$$I_{с.в} \geq K_{н} I_{н}, \quad (2.49)$$

де $I_{н.розч}$ - номінальний струм розчеплювача;

$I_{с.в}$ - струм відсічки;

$K_{відс}$ - коефіцієнт відстроювання захисту за умов надійності спрацювання;

$I_{м} = \frac{S_{м}}{\sqrt{3}U_{н}}$ - струм електроприймача при $U_{н} = 0,38 \text{ кВ}$,

$K_{н}$ - коефіцієнт надійності відсічки,

I_n - пусковий струм.

Оберемо автоматичні вимикачі для окремих ліній живлення.

Лінія ТПЗ-РП1:

Значення розрахункового та пускового струмів:

$$I_M = \frac{S_{\max}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} = \frac{89,97 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380} = 136,69 \text{ A.} \quad (2.50)$$

$$I_{\text{п.макс}} = 5 \cdot I_{\text{н.макс}} = 5 \cdot 59,25 = 296,27 \text{ A,} \quad (2.51)$$

де $I_{\text{н.макс}}$ – струм приймача з найбільший пусковим струмом:

$$I_{\text{н.макс}} = \frac{P_{\text{н.макс}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{н}} \cdot \cos \varphi} = \frac{31,2 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,8} = 59,25 \text{ A} \quad (2.52)$$

Значення пускового струму для лінії ТПЗ-РП1:

$$I_{\text{п}} \approx I_M - K_B I_{\text{макс}} + I_{\text{п.макс}} = 136,69 - 0,7 \cdot 59,25 + 296,27 = 391,49 \text{ A.} \quad (2.53)$$

До встановлення приймаємо автомат ВА55-37, номінальний струм якого $I_{\text{ном.в}} = 160 \text{ A}$ та номінальний струм розчеплювача $I_{\text{н.розч}} = 160$.

$$I_{\text{н.розч}} = 160 \text{ A} > k_{\text{відс}} \cdot I_M = 1,1 \cdot 136,69 = 150,36 \text{ A.}$$

де $k_{\text{відс}} = 1,1$ для ВА55-37.

Струм спрацювання відсічки для даного автомата:

$$I_{\text{с.в}} = 800 \text{ A} > k_{\text{н}} \cdot I_{\text{п}} = 1,5 \cdot 391,49 = 587,24 \text{ A.}$$

Як було зазначено вище, до встановлення приймаємо кабель марки ААБ 3×120+1×50, що прокладений в траншеї. Його допустимий струм:

$$I_{\text{доп}} = 200 \cdot 0,92 = 184 \text{ A.} > 1,0 I_{\text{н.розч}} = 1,0 \cdot 160 = 160, \quad (2.54)$$

що відповідає умовам захищеності ліній.

Користуючись наведеним алгоритмом обираємо всі необхідні комутаційні апарати та лінії живлення для цехової системи електропостачання. Результати наведені в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Результати вибору комутаційної апаратури та живлячих ліній

Лінія	Ім, А	Іп, А	Тип захисного апарата	Іном, А	Іном розч, А	Іс.в, А	Ін відкл, А	Тип провідника	Спосіб прокладки	S, мм2	Ідоп, А	l, м
ТПЗ- РП1	136,69	391,495	ВА 55-43	1000	1000	5000	55	ААБ	В траншеї	3x120+1x50	184	48
ТПЗ- РП2	103,04	357,84	ВА 55-43	1000	1000	5000	55	ААБ	В траншеї	3x120+1x50	184	32
РП1-ЕП1	3,04	15,19	ВА 51-25	25	25	175	6	АВВГ	Відкрито	4x2,5	17,4	5
РП1-ЕП26	0,156	0,78	ВА 51-25	25	6,3	44,1	6	АВВГ	Відкрито	4x2,5	17,4	12
РП1-ЕП (5-10,15-18)	6,65	33,24	ВА 52-31	100	63	189	16	АВВГ	Відкрито	3x10+1x65	38,6	39,34, 29,24, 19,14, 29,24, 19,14
РП1-ЕП(23,24)	13,41	67,02	ВА 52-33	100	125	189	16	АВВГ	Відкрито	3x25+1x16	69	26,29
РП1-ЕП20	41,4	207,01	ВА 51-37	400	320	3200	6	АВВГ	Відкрито	3x150+1x70	216,	9
РП1-ЕП22	59,25	296,27	ВА 51-39	630	500	5000	6	АВВГ	Відкрито	2(3x95+1x90)	312,	7
РП2-ЕП2	6,51	32,56	ВА 52-31	100	63	189	16	АВВГ	Відкрито	3x10+1x65	38,64	8
РП1-ЕП 25	0,156	0,78	ВА 51-25	25	6,3	44,1	6	АВВГ	Відкрито	4x2,5	17,4	15
РП2-ЕП19	41,4	207,01	ВА 51-37	400	320	3200	6	АВВГ	Відкрито	3x150+1x70	216,	13
РП2-ЕП21	59,25	296,27	ВА 51-39	630	500	5000	6	АВВГ	Відкрито	2(3x95+1x90)	312,	18
РП2-ЕП(3,4,11-14)	6,65	33,24	ВА 52-31	100	63	189	16	АВВГ	Відкрито	3x10+1x65	38,6	14,19, 14,19, 24,29

Лінії живлення цехової мережі електропостачання потребують перевірки на допустиму втрату напруги. Виконаємо такі розрахунки для найвіддаленішого споживача.

Ділянка лінії ТПЗ-РП2:

$$\Delta U_1 = I \frac{P_m R_{\text{пит}} + Q_m X_{\text{пит}}}{U_{\text{ном}}} = 32 \frac{53,8 \cdot 0,32 + 41,36 \cdot 0,064}{380} = 1,67 \text{ В.} \quad (2.55)$$

Ділянка лінії РП2-ЕП2:

$$\Delta U_2 = I \frac{P_M R_{\text{пит}} + Q_M X_{\text{пит}}}{U_{\text{ном}}} = 15 \frac{1,2 \cdot 3,84 + 1,22 \cdot 0,088}{380} = 0,19 \text{ В}, \quad (2.56)$$

Сумарні втрати напруги складуть: $\Delta U = \Delta U_1 + \Delta U_2 = 1,67 + 0,19 = 1,86 \text{ В}$, що є допустимим.

2.10 Перевірка обраного обладнання на дію струмів короткого замикання в мережі 0,4 кВ

На відміну від розрахунків, виконаних у п. 2.7, перевірка електротехнічного обладнання на стороні 0,4 кВ повинна виконуватися на дію струмів однофазного короткого замикання. Складемо розрахункову схему електричної мережі та позначимо на ній характерні точки короткого замикання (рисунок 2.8)

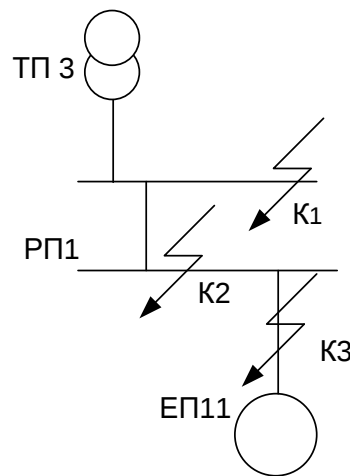


Рисунок 2.8 – Розрахункова схема мережі

Розрахуємо струм трифазного короткого замикання в точці K1, що обумовлений впливом системи:

$$I_{\text{к1с}}^{(3)} = \frac{1,05 \cdot U_{\text{ном}}}{\sqrt{3} \cdot Z_{\Sigma}}, \quad (2.57)$$

$$I_{\text{к1с}}^{(3)} = \frac{1,05 \cdot 380}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{1,9^2 + 8,6^2}} = 26,156 \text{ кА}.$$

З [3] отримані опори трансформатору $X=8,6 \text{ мОм}$ $R=1,9 \text{ мОм}$.

При гальмуванні електродвигунів виникає струм короткого замикання, що дорівнює:

$$I_{к1д}^{(3)} = 2,29 \cdot \frac{S_{ном.т}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}}, \quad (2.58)$$

$$I_{к1д}^{(3)} = 2,29 \cdot \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 380} = 3,479 \text{ кА.}$$

Тоді максимальне значення струму к.з. в точці К1:

$$I_{к1}^{(3)} = I_{к1с}^{(3)} + I_{к1д}^{(3)} = 26,156 + 3,479 = 29,635 \text{ кА.} \quad (2.59)$$

Це дає можливість зробити висновок, що обрані вимикачі на ТПЗ відповідають умовам комутаційної здатності.

Визначимо струм короткого замикання на РП1 (точка К2):

$$I_{к2}^{(3)} = \frac{1,05 \cdot U_{ном}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_{т} + R_{пит} \cdot l)^2 + (X_{т} + X_{пит} \cdot l)^2}}, \quad (2.60)$$

$$I_{к2}^{(3)} = \frac{1,05 \cdot 380}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(1,9 + 0,32 \cdot 32)^2 + (8,6 + 0,064 \cdot 32)^2}} = 14,09 \text{ кА.}$$

Це свідчить про те, що вимикач ВА 52-31 задовольняє умовам комутаційної здатності: $I_{нвідк} \geq I_{кmax}^{(3)} = I_{к2}^{(3)}$.

Перевіримо чи задовольняють дані вимикачі умовам з врахуванням струмообезжучої дії дуги:

$$I_{кR2}^{(3)} = \frac{1,05 \cdot U_{ном}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_{т} + R_{п} + R_{пит} \cdot l)^2 + (X_{т} + X_{пит} \cdot l)^2}}, \quad (2.61)$$

$$I_{кR2}^{(3)} = \frac{1,05 \cdot 380}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(1,9 + 5,9 + 0,32 \cdot 32)^2 + (8,6 + 0,064 \cdot 32)^2}} = 10,99 \text{ кА.}$$

Величина середнього значення струму трифазного к.з. в точці К2 визначиться як:

$$I_{\text{к.сеп2}}^{(3)} = \frac{I_{\text{к2}}^{(3)} + I_{\text{кР2}}^{(3)}}{2}, \quad (2.62)$$

$$I_{\text{к.сеп2}}^{(3)} = \frac{14,09 + 10,99}{2} = 12,54 \text{ кА}.$$

Виходячи з останнього можна зробити висновок, що вимикачі ВА 52-31 обрані вірно.

Виконаємо перевірку кабелів на термічну дію струмів короткого замикання. Визначимо мінімально допустимий переріз кабелю:

$$S_{\text{min}} = \frac{I_{\text{к1}}^{(3)} \cdot \sqrt{t_{\text{відк}}}}{C_{\text{м}}}, \quad (2.63)$$

$$S_{\text{min}} = \frac{29,635 \cdot \sqrt{0,14}}{78} \cdot 1000 = 142,16 \text{ мм}^2.$$

Таким чином проведений розрахунок показує, що потрібно обрати кабель більшого перерізу, тобто марки ААБ 3×150+1×70.

Результати всіх інших розрахунків та уточненні типи вимикачів та марки кабелів представлені в таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 – Уточненні результати вибору обладнання та кабельної продукції.

Лінія	Ім, А	Іп, А	Тип захисного апарата	Іном, А	Іном розч, А	Іс.в, А	Ін відкл, А	Тип провідника	Спосіб прокладки	S, мм2	Ідоп, А	l, м
ТПЗ- РП1	136,69	391,495	ВА 55-43	1000	1000	5000	55	ААБ	В трубах	3x150+1x70	335	48
ТПЗ- РП2	103,04	357,84	ВА 55-43	1000	1000	5000	55	ААБ	В трубах	3x120+1x50	184	32
РП1-ЕП1	3,04	15,19	ВА 51-25	25	25	175	6	АВВГ	Відкрито	4x2,5	17,48	5
РП1-ЕП26	0,156	0,78	ВА 51-25	25	6,3	44,1	6	АВВГ	Відкрито	4x2,5	17,48	12
РП1-ЕП (5-10,15-18)	6,65	33,24	ВА 52-31	100	63	189	16	АВВГ	Відкрито	3x10+1x65	38,64	39,34, 29,24, 19,14, 29,24, 19,14
РП1-ЕП(23,24)	13,41	67,02	ВА 52-33	100	125	189	16	АВВГ	Відкрито	3x25+1x16	69	26,29
РП1-ЕП20	41,4	207,01	ВА 51-37	400	320	3200	6	АВВГ	Відкрито	3x150+1x70	216,2	9
РП1-ЕП22	59,25	296,27	ВА 51-39	630	500	5000	6	АВВГ	Відкрито	2(3x95+1x90)	312,8	7
РП2-ЕП2	6,51	32,56	ВА 52-31	100	63	189	16	АВВГ	Відкрито	3x10+1x65	38,64	8
РП1-ЕП 25	0,156	0,78	ВА 51-25	25	6,3	44,1	6	АВВГ	Відкрито	4x2,5	17,48	15
РП2-ЕП19	41,4	207,01	ВА 51-37	400	320	3200	6	АВВГ	Відкрито	3x150+1x70	216,2	13
РП2-ЕП21	59,25	296,27	ВА 51-39	630	500	5000	6	АВВГ	Відкрито	2(3x95+1x90)	312,8	18
РП2-ЕП(3,4,11-14)	6,65	33,24	ВА 52-31	100	63	189	16	АВВГ	Відкрито	3x10+1x65	38,64	14,19, 14,19, 24,29

3. АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ УСТАНОВКИ ВІТРОЕНЕРГЕТИКИ В СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТОВ «УКРФЛОРА»

3.1 Загальна характеристика вітроелектростанцій

Останні роки підприємство ТОВ «Укрфлора» працює в умовах значного дефіциту електричної енергії. У зв'язку з тим, що технологічний процес вирощування декоративних рослин потребує забезпечення спеціального мікроклімату це питання набуло ще більшої актуальності на сучасному етапі життєдіяльності підприємства.

Був проведений аналіз географічного розташування підприємства та місцевості на якій воно побудовано. Він показав, що для умов роботи ТОВ «Укрфлора» доцільно впровадити один із можливих альтернативних способів отримання енергії - вітроенергетичні установки, які здатні виробляти електроенергію завдяки швидкості вітру. Це стало можливим з появою сучасних установок вітряних електростанцій потужність яких може варіюватися в межах 5 – 4500 кВт. Окрім того з'явилося електрообладнання, яке здатне виробляти електроенергію при відносно невеликій швидкості вітру - 4 м/с. Враховуючи, що Вінницький регіон має середню швидкість вітру 3,8 м/с, рішення про впровадження вітрогенеруючої електростанції є доцільним.

Принцип роботи «вітряка» досить простий, що робить його монтаж та експлуатацію доступним. Використання такого обладнання дасть можливість економити не тільки на оплаті електроенергії, але і продавати її залишок на умовах «зеленого тарифу» державі. Окрім того, такий спосіб отримання енергії, поєднаний з існуючою системою електропостачання дасть значний економічний ефект на підвищить надійність та безперебійність технологічного процесу.

На рисунку 3.1 представлений основний вузол вітрогенератора.



Рисунок – 3.1 – Основний вузол вітрогенератора

Обладнання вітрогенератору має лопаті, які приводяться в рух дією сили вітра. Дане обертання запускає турбіну, що також починає обертатися та генерувати одночасно енергію, потужність якої визначається силою вітру. З ростом потужності вітрових потоків збільшується і механічна енергія, що виробляється турбіною.

На роторі вітрогенератора може встановлюватися мультиплікатор, який призначений для прискорення обертання осі. Установки без цього обладнання є більш ефективними, оскільки в них не відбувається генерація додаткової енергії, що витрачається на прискорення обертання осі, а значить зменшуються витрати енергії.

Таким чином для повноцінного функціонування вітрової електростанції цілком достатньо наявності енергії вітру.

Потужність даного обладнання повністю визначається розмірами його лопатів. Зрозуміло, чим вона більша, тим більшу потужність можна отримати

від вітроустановки. Розрахунок потужності вітряного обладнання здійснюється на основі кубічної залежності швидкості вітрового потоку. Це означає, що якщо вітровий потік ві швидкістю, умовно 6 м/с забезпечує потужність установки 100 Вт, то збільшення потоку до 12 м/с призведе до зростання потужності у 8 разів – до 800 Вт. Якщо турбіна буде велика, вона здатна за незначної вітрової швидкості видавати необхідну потужність, що забезпечується конструкцією вітряка.

Багатьом цікаво, як влаштований вітрогенератор саме з точки зору його конструкції, тому ми звернімо окрему увагу на це питання. Такі установки включають такі функціональні вузли: установка, що перетворює вітрову силу в енергію; акумуляторна батарея; інвертор; контролер заряду. Обладнання, що перетворює вітрову енергію в електричну, включає в себе: турбіну, тобто ротор, який здійснює перетворення енергії вітрового потоку прямолінійного руху; генератор, що здійснює перетворення механічної енергії в електричну; щоглу (даний конструктивний елемент може бути типу «ферма» або трубчастим); систему управління турбіною; мультиплікатор (в залежності від моделі); хвіст або систему азимутального привода; випрямляч, який необхідний при використанні генераторів змінного струму для правильної зарядки акумулятора. З точки зору потужності все вітрове генераторне обладнання класифікується як побутове, яке характеризується потужністю 1-10 кВт і промислове – від 500 кВт. Принцип роботи вітроелектростанції дозволив створювати побутове обладнання, що відрізняється розташуванням осі турбіни. В модифікаціях з горизонтальним розташуванням є відмінності в системах, які керують роторами. При азимутальному приводі фіксація напрямку вітру здійснюється електронікою. Залежно від отриманих даних відбувається розворот від вітру в разі, якщо його швидкість вище номінальної. Якщо система управління аеромеханічна, на лопатях генераторів є спеціальні рухомі елементи. Саме це конструкційне рішення дозволяє змінювати розташування площини лопатей

в залежності від напрямку вітру. Таким чином досягається найбільш ефективне функціонування обладнання. Вітрові генератори, що характеризуються вертикальним розташуванням осі, являють собою низькоефективні установки, які не рекомендується використовувати внаслідок цього. До такого неефективного обладнання належать: «Дар'є» («Darrieus») – ротор, який придатний для використання лише як анемоскоп. «Савоніуса» («Savonius») – ротор, недоліком якого є існуючий коефіцієнт випередження. Це обладнання самостійно запуститися не здатне, його необхідно розкручувати. Якщо цього не зробити, отримувати електроенергію стане можливим тільки після досягнення вітром швидкості 10 м/с. Найбільшого поширення в наші дні отримали вітряні крильчасті генератори з горизонтально розташованої віссю обертання. Це обумовлено тим, що в таких установках нескладно досягти 30% коефіцієнта використання енергії вітрового потоку. Дана величина може бути при певних умовах і вище. При вертикальній осі обертання даний коефіцієнт в кращому випадку досягає 20%. Отже, енергія вітру використовується неефективно. Якщо порівнювати електропостачання від вітрогенератора та сонячних модулів, то за схемою підключення для певного будівельного об'єкта вони є ідентичними. Тому в одній такій системі енергопостачання можуть бути і ті, і інші генератори. Це дозволить отримати максимальну кількість електроенергії від альтернативних джерел.

Слід враховувати, що кожні 10 метрів підйому дозволяють отримати швидкість вітру на 1 м/с більше. Відповідно, від висоти щогли безпосередньо залежить, наскільки ефективно зможе функціонувати генераторне обладнання. Також на ефективність роботи буде впливати і діаметр ротора, тому краще, щоб він був великим. Швидкість вітрового потоку має значення для роботи обладнання. При швидкості 1,5 м/с лопаті починають обертатися. Генерація енергії розпочинається, коли швидкість вітру досягає значення 3 м/с. Для українських вітряних генераторних установок номінальною є швидкість вітру 7-9 м/с. Таке обладнання здатне функціонувати при

швидкості потоку повітря до 52 м/с, що становить близько 200 км/ч. Вітряні генератори характеризуються великою сферою застосування. Їх встановлюють у приватних домоволодіннях, підприємствах, відокремлених спорудах та інших об'єктах, які потребують автономного енергопостачання. Для встановлення краще вибирати відкриті простори. Це можуть бути височини, пагорби і навіть мілководдя. Вітряне генераторне обладнання може бути використано в одиничному екземплярі або групою. Для масштабних об'єктів такі пристрої об'єднують в парки. Використання можливе в якості основного або додаткового джерела енергії.

3.2 Розрахунок можливості встановлення вітрогенератора на ТОВ «Укрфлора»

Розглянемо можливість встановлення вітрогенератора на потреби теплиць ТОВ «Укрфлора». Визначимо приблизну потужність та розміри необхідної ВЕС.

Потужність вітротурбіни розраховують за такою формулою:

$$P = (C_p \cdot S \cdot \rho \cdot V^3 \cdot N_g \cdot N_m) / 2. \quad (3.1)$$

де C_p – коефіцієнт використання. Приймаємо його рівним 0,4 (0,59 – теоретично можливий максимум).

S – площа вітроколеса. В нашому випадку $S = \pi r^2$

ρ – щільність повітря. На рівні моря $\rho = 1,225 \text{ кг/м}^3$

V – швидкість вітру. Прийmemo рівною до 5 м/с.

N_g – ККД генератора. Приймаємо рівним 0,75.

N_m – ККД коробки передач і підшипників. Приймаємо рівним 0,9.

Так як розрахована потужність освітлення складає 100 кВт і враховуючи необхідний запас надійності, прийmemo необхідну встановлену потужність

вітрогенератора рівною 150 кВт. Щоб забезпечити таку потужність ВЕС, площа вітроколеса має дорівнювати:

$$S = 2P / C_p \cdot \rho \cdot V^3 \cdot N_T \cdot N_M, \quad (3.2)$$

$$S = 3000000 / 0,4 \cdot 1,225 \cdot 5^3 \cdot 0,75 \cdot 0,9 = 41340 \text{ м}^2.$$

Знайдемо радіус:

$$r = \sqrt{\frac{S}{\pi}}, \quad (3.3)$$

$$r = \sqrt{\frac{41340}{3,14}} = 114,74 \text{ м}.$$

Зрозуміло, що встановити ВЕС такого розміру на підприємстві неможливо.

Спробуємо встановити дві віротурбіни USW 56-100 номінальною потужністю 100 кВт кожна (при швидкості вітру 6 м/с). Зробимо техніко-економічне порівняння встановлення таких турбін та знайдемо термін окупності:

Вартість однієї такої установки в 2024 р. складає 2,5 млн. грн. Вартість двох віротурбін:

$$C_2 = 2500000 \cdot 2 = 5000000 \text{ тис. грн.}$$

Тепер знайдемо приблизну сумму, яку підприємство платить за освітлення в рік:

$$C_{oc} = P_{oc} \cdot T_m \cdot T. \quad (3.4)$$

де T – тариф за 1 кВт*год.

$$C_{oc} = 100 \cdot 4500 \cdot 6 = 2700000 \text{ тис. грн.}$$

Поділивши вартість двох вітротурбін на C_{oc} ми отримаємо приблизний термін окупності:

$$T_{ок} = \frac{C_2}{C_{oc}}, \quad (3.5)$$

$$T_{ок} = \frac{5000000}{2700000} = 1,9 \text{ років.}$$

3.2 Розрахунок потужності вітротурбіни

Розрахуємо потужності ВЕУ з довжиною крила 10, 20 та 30 метрів при швидкостях вітру до 4, 6 та 10 м/с. Також розрахуємо потужності вітрового потоку при цих швидкостях вітру і проведемо аналіз отриманих даних. Потужність вітротурбіни розрахуємо за наведеною вище формулою:

$$P = (C_p \cdot S \cdot \rho \cdot V^3 \cdot N_{\Gamma} \cdot N_M) / 2. \quad (3.6)$$

Потужності вітротурбін з довжинами крил 10, 20 та 30 метрів при швидкості вітру до 4 м/с:

$$P_{10} = 3,32 \text{ кВт}$$

$$P_{20} = 13,3 \text{ кВт}$$

$$P_{30} = 29,9 \text{ кВт}$$

Розрахуємо потужності для швидкості вітру до 6 м/с:

$$P_{10} = 11,2 \text{ кВт}$$

$$P_{20} = 44,9 \text{ кВт}$$

$$P_{30} = 101 \text{ кВт}$$

При швидкості вітру до 10 м/с:

$$P_{10} = 52 \text{ кВт}$$

$$P_{20} = 207,7 \text{ кВт}$$

$$P_{30} = 467,35 \text{ кВт}$$

Тепер розрахуємо потужність вітрового потоку, що проходить через вітроколеса тієї ж площі при такій же швидкості вітру:

$$P = (S \cdot \rho \cdot V^3) / 2. \quad (3.7)$$

При до $V=4$ м/с:

$$P_{10}=12,3 \text{ кВт}$$

$$P_{20}=49,2 \text{ кВт}$$

$$P_{30}=110,8 \text{ кВт}$$

При до $V=6$ м/с:

$$P_{10}=41,5 \text{ кВт}$$

$$P_{20}=166,2 \text{ кВт}$$

$$P_{30}=373,9 \text{ кВт}$$

При до $V=10$ м/с:

$$P_{10}=192,3 \text{ кВт}$$

$$P_{20}=769,3 \text{ кВт}$$

$$P_{30}=1730,9 \text{ кВт}$$

Занесемо отримані дані в таблицю.

Таблиця 3.1 - Залежність потужності вітротурбіни від довжини крила і швидкості вітру.

Швидкість вітру, м/с	Довжина крила, м	Потужність вітротурбіни, кВт	Потужність вітрового потоку, кВт
4	10	3,32	12,3
	20	13,3	49,2
	30	29,9	110,8
6	10	11,2	41,5
	20	44,9	166,2
	30	101	373,9
10	10	52	192,3
	20	207,7	769,3
	30	467,35	1730,9

Для більшої наглядності покажемо графічні залежності потужності турбіни від швидкості вітру (при довжині крила 10 м) та довжини крила (при швидкості вітру до 5 м/с):

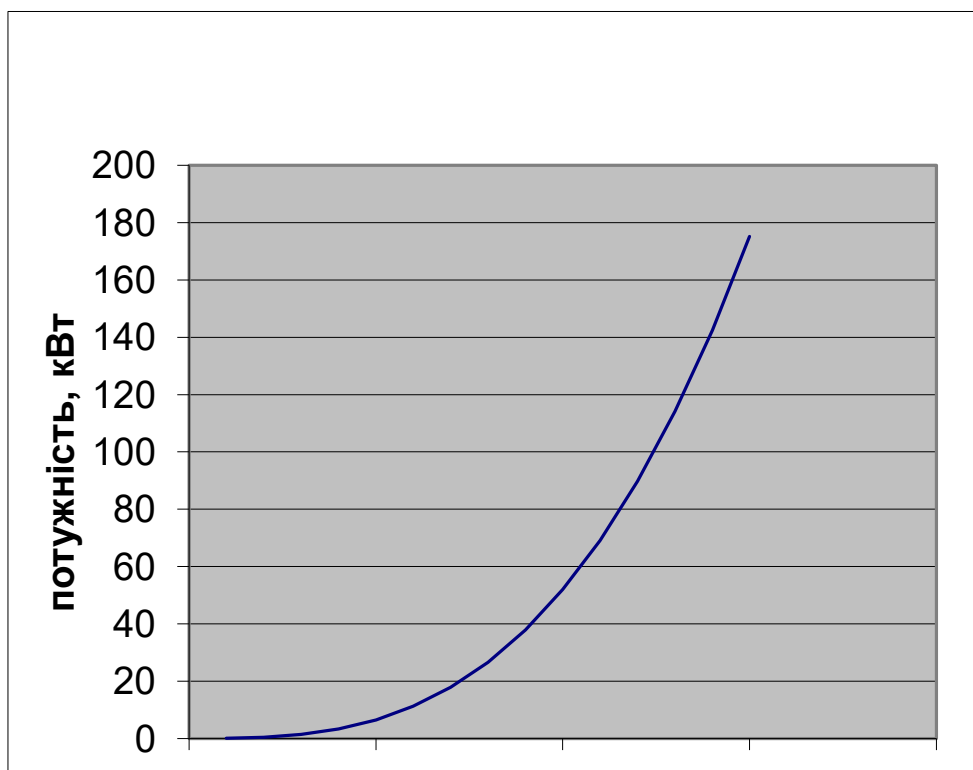


Рисунок 3.1 - Залежність потужності турбіни від швидкості вітру

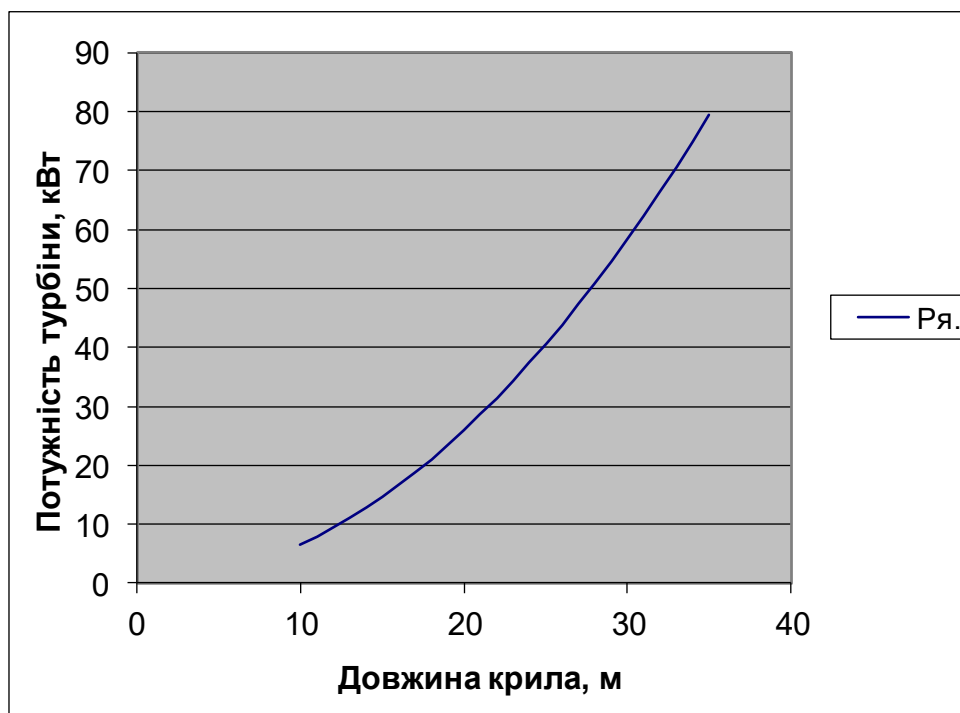


Рисунок 3.2 - Залежність потужності турбіни від довжини крила

Виконуючи розрахунки та аналізуючи доцільність використання вітроенергетичної установки для ТОВ «УкрфлораВінниця» можна зробити висновок про те, що сучасний стан та розвиток обладнання для будівництва подібних установок знаходиться на такому рівні, що дає можливість впровадження вітроенергетики для наших умов. Розрахунки показали ефективність вітроенергетичної установки фірми USW, що може забезпечити за практично не великий термін окупності (близько 2 років) надійне електропостачання електрообладнання, яке створює відповідний мікроклімат для вирощування декоративних рослин в умовах дефіциту потужності.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Бакалаврська робота направлена на розробку системи електропостачання ТОВ «Украфлора-Вінниця». 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 організації виконання робіт

4.1.1 Технічні рішення щодо безпечної організації робочих місць під час робіт на комутаційних апаратах і комплектному розподільчому устаткуванні

В КРУ з обладнанням на візках, що викочуються, забороняється без зняття напруги з шин та їх заземлення проникати у відсіки комірок, не відокремлених суцільними металевими перегородками від шин або від безпосередньо з'єданого з КРУ обладнання. Під час роботи у відсіку комірки КРУ візок з обладнанням необхідно викотити і шторку відсіку, в якому струмопровідні частини залишилися під напругою, замкнути на замок і вивісити плакат «Стій! Напруга». У відсіку вивісити плакат «Працювати

тут!». В КРУ, оснащених заземлювальними ножами, на приєднаннях, схема яких виключає можливість подавання напруги з іншого боку, відсутність напруги перед вмиканням цих ножів допускається перевіряти прослідковуванням схеми в натурі.

Під час робіт зовні КРУ на підключеному до нього устаткуванні або на ПЛ чи КЛ, що відходять, візок з вимикачем необхідно викотити з комірки; верхню шторку або дверцята замкнути на замок і вивісити плакати «Не вмикати! Працюють люди» або «Не вмикати! Робота на лінії».

В комірках КРУ під час робіт допускається:

- за наявності блокування між заземлювальними ножами і візком з вимикачем встановлювати візок в контрольне положення після вмикання цих ножів;

- за відсутності блокування між заземлювальними ножами і візком вимикача, а також заземлювальних ножів в комірках, встановлювати візок в проміжне між контрольним і викоченим положенням за умови замикання його на замок в цьому положенні. Візок може бути встановлений в проміжне положення незалежно від наявності заземлення на приєднанні.

Встановлювати в контрольне положення візок з вимикачем для його випробування і роботи в колах керування і захисту дозволяються в тих випадках, коли роботи зовні КРУ на ПЛ і КЛ, що відходять, або на підключеному до них устаткуванні, враховуючи механізми, з'єднані з електродвигунами, не провадять або на цьому приєднанні встановлене заземлення в комірці КРУ.

4.1.2 Електробезпека

Для живлення технологічного обладнання та системи освітлення на будівництві об'єкту використовується трифазна чотирьохпровідна мережа із заземленою нейтраллю напругою 380/220 В. 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 будівлі є струмопровідною.

Улаштування та експлуатація електроустановок повинні здійснюватися відповідно до Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів (наказ від 25.07.2006 № 258 Мінпаливенерго України), Правил улаштування електроустановок (наказ від 28.08.2006 № 305 Мінпаливенерго України), НПАОП 0.00-1.29, НПАОП 40.1-1.01, НПАОП 40.1-1.07, НПАОП 40.1-1.21, НПАОП 40.1-1.32. Електробезпека на будівельному майданчику повинна забезпечуватися відповідно до вимог ГОСТ 12.1.013.

Улаштування і технічне обслуговування тимчасових і постійних електричних мереж на виробничій території повинен здійснювати персонал, що має відповідну кваліфікаційну групу з електробезпеки.

Розведення тимчасових електромереж напругою до 1000 В, що використовуються для електрозабезпечення об'єктів будівництва, необхідно виконати ізольованими проводами чи кабелями на опорах або конструкціях, розрахованих на відповідну механічну міцність під час прокладання по них проводів і кабелів на висоті над рівнем землі та настилу не менше ніж, м: 2,5 – над робочими місцями; 3,5 – над проходами; 6,0 – над проїздами.

Світильники загального освітлення напругою 127 В і 220 В необхідно встановлювати на висоті не менше ніж 2,5 м від рівня землі, підлоги, настилу. За висоти підвішування менше ніж 2,5 м необхідно згідно з ПУЕ (наказ Мінпаливенерго України від 28.08.06 № 305) використовувати напругу не вище ніж 25 В. Живлення світильників напругою до 25 В повинно здійснюватися від знижувальних трансформаторів, машинних перетворювачів, акумуляторних батарей. Застосовувати для зазначених цілей автотрансформатори, дроселі та реостати забороняється. Корпуси знижувальних трансформаторів і їх вторинні обмотки слід заземлити. Переносні світильники мають бути тільки промислового виготовлення. Інші світильники застосовувати в якості переносних забороняється.

Вимикачі, автомати та інші комутаційні електричні апарати, що застосовуються на відкритому повітрі або у вологих цехах, повинні бути у пожежо- вибухозахищеному виконанні. Усі електропускові пристрої слід

розміщувати так, щоб унеможлиблювався пуск машин, механізмів і устаткування сторонніми особами. Забороняється вмикання декількох струмоприймачів одним пусковим пристроєм. Розподільні щити і рубильники необхідно закривати на замок.

Металеві будівельні риштування, металеві огорожі місць, де виконуються роботи, полиці та лотки для прокладання кабелів і проводів, рейкові колії вантажопідіймальних кранів і транспортних засобів з електричним приводом, корпуси устаткування, машин і механізмів з електроприводом необхідно заземлювати відповідно до Правил улаштування електроустановок одразу після їх встановлення на місце до початку виконання будь-яких робіт.

Струмопровідні частини електроустановок повинні бути ізольовані, огорожені чи розміщені в місцях, недоступних для випадкового дотику до них. Захист електричних мереж і електроустановок від несанкціонованого втручання на виробничій території необхідно забезпечити за допомогою автоматичних вимикачів відповідно до НПАОП 40.1-1.32.

4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

4.2.1 Мікроклімат

Для забезпечення нормального мікроклімату в робочій зоні встановлюють оптимальну та допустиму температуру, відносну вологість і швидкість руху повітря у певних діапазонах в залежності від періоду року та категорії робіт і допустиму інтенсивність опромінення.

Таблиця 4.1 – Нормовані параметри мікроклімату в робочій зоні з категорією робіт Па.

Період року	Категорія робіт	Допустимі		
		t, °C	W, %	V, м/с
Теплий	Середньої важкості Па	18-27	65 при 26°C	0,2-0,4
Холодний		17-23	до 75%	не більше 0,3

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату проектом передбачено:

1. Температура внутрішніх поверхонь будівельних конструкцій робочої зони та зовнішніх поверхонь обладнання при забезпеченні параметрів мікроклімату не повинні бути більше ніж на 2°C за діапазон норм.

2. Якщо температура поверхонь вище або нижче оптимальної температури повітря, то робочі місця повинні бути віддалені від них на відстань не менше їм.

3. Для забезпечення нормованих значень руху повітря проектом передбачається витяжна та припливна вентиляційні системи.

4.2.2 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується концентраціями (ГДК) в мг/м. В умовах роботи на граничнодопустимих концентраціях можливими забруднювачами повітря робочої зони можуть бути пил при свердлінні отворів і різанні металевих виробів їх ГДК наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони в кабіні проектувальника установки

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

Для забезпечення параметрів мікроклімату та складу повітря робочої зони відповідно до проектом передбачено-періодичне провітрювання приміщень та використання засобів індивідуального захисту.

4.2.3 Виробниче освітлення

Для забезпечення найбільш сприятливих умов зорової праці нормуємо освітлення у виробничих приміщеннях. Характеристика зорових робіт – середньої точності.

Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 розряд зорової роботи IV, підрозряд «Г».

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 освітлення, що створюється за допомогою світлодіодних ламп E27 LED 15W NW A60 "SG". Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 4,5 метра.

Таблиця 4.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Харакка 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		
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0 включно	IV	г	середній великий великий	світлий світлий середній	-	200	4	2,4

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

4.2.4 Виробничий шум

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

Основним джерелом шуму є механічний інструмент: дрелі, перфоратори, зварювальний апарат. Допустимі рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні звуку і еквівалентні рівні звуку на робочих місцях в виробничих приміщеннях і на території підприємств представлені в таблиці 4.4.

Для забезпечення допустимих параметрів шуму в приміщенні, проектом

передбачено засоби колективного захисту: акустичні, архітектурно-планувальні й організаційно-технічні.

Таблиця 4.4 – Рівень звукового тиску

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

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

Для зниження шуму потрібно:

- безпосередньо біля джерел шуму використовувати звукопоглинаючі матеріали для покриття стелі, стін, застосовувати підвісні звукопоглиначі.
- для боротьби з вентиляційним шумом потрібно застосовувати мало шумові вентилятори.
- організувати перерви в роботі (15 хвилин), після кожної години роботи з пристроями що є джерелом шуму;

4.2.5 Виробничі вібрації

Джерелами вібрацій в умовах, що розглядаються в проекті, являються насосні агрегати, вентилятори, дрілі, болгарки, перфоратори, які відносяться до типу загальної вібрації.

Основні параметри вібрації, такі як середньоквадратичне значення віброприскорення та віброшвидкості, логарифмічні рівні приведені у таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Середньоквадратичні значення віброприскорення та віброшвидкості

Категорія вібрації по санітарним нормам	Напрямок дії	Нормативні, корекційовані по частоті та еквівалентні корекційовані значення			
		Віброприскорення		Віброшвидкість	
		$\text{м} \cdot \text{с}^{-2}$	ДБ	$\text{м} \cdot \text{с}^{-2} \cdot 10^{-2}$	ДБ
За	Z_o, Y_o, X_o	0,1	100	0,2	92

Для зменшення дії вібрацій на працюючих проектом передбачено:

- динамічне погашення вібрації - приєднання до захисного об'єкту системи, реакції якої зменшують розмах вібрації об'єкта в точках приєднання системи;
- зміна конструктивних елементів машин;
- застосування засобів індивідуального захисту, а саме рукавиці, вкладиші і прокладки, віброзахисне взуття з пружнодемпферуючим низом.

4.3 Пожежна безпека

Пожежну безпеку промислових і інших об'єктів регламентують ССБТ «Пожежна безпека. Загальні вимоги». Типові правила пожежної безпеки для промислових підприємств і інструкції на окремих об'єктах.

Приміщення ТОВ «Украфлора-Вінниця» за вибухонебезпекою та пожежонебезпекою відноситься до категорії Д – речовини і/або матеріали, що зазначені вище для категорій приміщень В (крім горючих газів, горючих пилу і/або волокон), а також негорючі речовини і/або матеріали в холодному стані (за температури навколишнього середовища), за умов, що приміщення, в яких знаходяться (зберігаються, переробляються, транспортуються) зазначені вище речовини і/або матеріали, не відносяться до категорій А, Б або В з зонами II-III (місця, де зберігаються тверді горючі речовини).

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 приміщення ТОВ «Украфлора-Вінниця», 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 хвиликах) та максимальні межі поширення вогню по них (см) за ДБН В.1.1.7-2016 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 площад-ки, костури, сходи, балки, марші сходових кліток	пере-криття між по-верхові (у т.ч. горищні та над підва-лами	елементи суміщених покриттів	
	несучі та сходових кліток	само-несучі	зовнішні не-несучі	внутрішні не-несучі (перегородки)				плити, настили, 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.1.1.7-2002 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	2	REI 60	2	1
Перегородки	2	EI 15	3	2
Перекриття	2	REI 60	2	1

Найбільшу відстань до евакуаційного виходу визначаємо за об'ємом приміщення та ступені вогнестійкості будівлі.

В виробничому приміщенні, відстань при щільності людського потоку в загальному проході, чол/м² наступна: до 1 – 100 м².

Протипожежні відстані від житлових, громадських, адміністративно-побутових будинків промислових підприємств, гаражів до виробничих, складських будинків і споруд слід приймати за таблицею 4.8 (знаменник).

Таблиця 4.8

Протипожежні відстані між житловими, громадськими, адміністративно-побутовими будинками промислових підприємств, гаражами, а також до виробничих будинків, сільськогосподарських 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 46 вогнегасників ВП-5.

ВИСНОВКИ

Бакалаврська дипломна робота була присвячена розробці системи електропостачання ТОВ «Укрфлора-Вінниця» та обґрунтування можливості спорудження вітроелектростанції для забезпечення надійного живлення технологічного процесу в умовах дефіциту потужності, що є актуальним наразі.

У зв'язку з цим в роботі розраховані електричні навантаження підприємства та пакувального цеху, вибрано основне електротехнічне обладнання та необхідні матеріали.

Для забезпечення надійного електропостачання було обрано зовнішнє джерело живлення (підстанція «Калинівка 330/110/10 кВ) та рекомендовано будівництво головної понижувальної підстанції (ГПП) та цехових трансформаторних підстанцій 10/0,4 кВ.

Для визначення місця розташування перерахованого електрообладнання проведений відповідний розрахунок та визначений центр електричного навантаження.

У зв'язку з використанням напруги 110 кВ для зовнішнього живлення запропоновано використання кабелю з зшитого поліетилену марки АПвЕоаПу 3х95.

В якості електротехнічного обладнання та кабелів запропоновано використовувати те, що виготовляють українські виробники.

Все обладнання як високовольтне, так і низьковольтне пройшло перевірку на дію струмів короткого замикання.

В бакалаврській роботі обґрунтована доцільність використання вітроенергетичної установки марки USW для покриття дефіциту потужності та забезпечення надійного електропостачання. Визначений термін її окупності.

В роботі також розроблені питання охорони праці працівників електроенергетичної сфери.

Список використаних джерел

1. Бурбело М.Й. Проектування систем електропостачання. Приклади розрахунків. Навчальний посібник з дисципліни «Електропостачання». – Вінниця: ВДТУ. 2005. – 140с.
2. Правила улаштування електроустановок – Міненерговугілля України, -2017. – 617 с.
3. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів – Форт, - 2013. – 410 с.
4. Малиновський А.А. Основи електропостачання : навч. посібник / А.А. Малиновський, Б.К. Хохулін. Львів : Львівська політехніка, 2005. 324 с.
5. Рябенко І.С., Мейта О.В. Проектування електропостачання та електрообладнання машин і установок енергоємних виробництв : Курсове та дипломне проектування виробництв: підручник для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / І.С. Рябенко, О.В. Мейта. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 244 с.
6. Голота А.Д. Автоматика в електроенергетичний системах. Навчальний посібник / А.Д. Голота. К. : Вища школа, 2006. 367 с.
8. Офіційна сторінка машинобудівного заводу. МПМЗ : веб-сайт. URL: <https://mpmz.ua/uk> (дата звернення 01.06.2023)
9. Сегеда, М. С. Електричні мережі та системи : підручник / М.С. Сегеда. Львів: Львів. політехніка, 2007. 488 с.
10. Романюк, Ю. Ф. Електричні системи та мережі : навч. посіб. / Ю. Ф. Романюк. К. : Знання, 2007. 292 с.
9. Правила улаштування електроустановок. - Х. : Форт, 2009. - 708 с. -
11. Малиновський А. А., Хохулін Б. К. Основи електроенергетики та електропостачання. Підручник. Друге видання, перероблене і доповнене / А.А. Малиновський, Б.К. Хохулін. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2009. 436 с.

12. Основи електротехніки та електропостачання: Навч. пос. / Денисюк С.П., Радиш І.П., Кабацій В.М., Дерев'янка Д.Г. К.: Кондор-Видавництво, 2012. 216 с.
13. Щербина О.М. Енергія для всіх: технічний довідник з енергоощадності та відновних джерел енергії. Вид. 4-е, допов. і перероб. \ / О.М. Щербина Ужгород: Вид-во В.Падяка, 2007. 340 с.
14. Маляренко В.А. Енергетика довкілля, енергозбереження/ В.А. Маляренко, Л.В. Лисак. Харків: Рубікон, 2004. 360 с.
15. ДСТУ 3682-98 (ГОСТ 30583-98) Енергозбереження. Методика визначення повної енергоємності продукції, робіт та послуг. К. 11с.
16. 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> (дата звернення 01.06.2023)
17. 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 01.06.2023)
18. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99> (дата звернення 01.06.2023)
19. НАПБ А.01.001-14. Правила пожежної безпеки в Україні. К. : МВС України, 2014. 47 с.
20. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень: веб-сайт. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972> (дата звернення 01.06.2023)
21. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення: веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885 (дата звернення 01.06.2023)
22. ДСТУ 8828:2019. Пожежна безпека: веб-сайт. URL: <https://dwg.ru/dnl/15125> (дата звернення 01.06.2023)

23. ДСТУ 8829:2019. Пожежовибухонебезпечність речовин і матеріалів. Номенклатура показників і методи їхнього визначення. Класифікація: веб-сайт. URL: <https://www.alutal.com.ua/wp-content/uploads/2021/02/dstu-8829-2019-1.pdf> (дата звернення 01.06.2023)

24. ДСТУ Б В.1.1-36. Визначення категорій приміщень, будинків й зовнішніх установок за вибухопожежною й пожежною небезпек: веб-сайт. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759 (дата звернення 01.06.2023)

25. ДБН В.1.1-7. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги: веб-сайт. URL: http://www.poliplast.ua/doc/dbn_v.1.1-7-2002.pdf (дата звернення 01.06.2023)

26. Наказ Міністерства внутрішніх справ України «Про затвердження Правил експлуатації й типових норм належності вогнегасників»: веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0225-18#Text> (дата звернення 01.06.2023)

ДОДАТКИ

Додаток А – Вихідні дані

Таблиця А.1 – Інформація про встановлені потужності цехів

№	Назва цеху	Рн,кВт
1	Насосна	150
2	Гараж	50
3	Теплиця 1	600
4	Теплиця 2	600
5	Теплиця 3	600
6	Теплиця 4	600
7	Теплиця 5	600
8	Теплиця 6	600
9	Котельня1	250
10	Котельня2	70
11	Контора	70
12	Пакувальний цех	

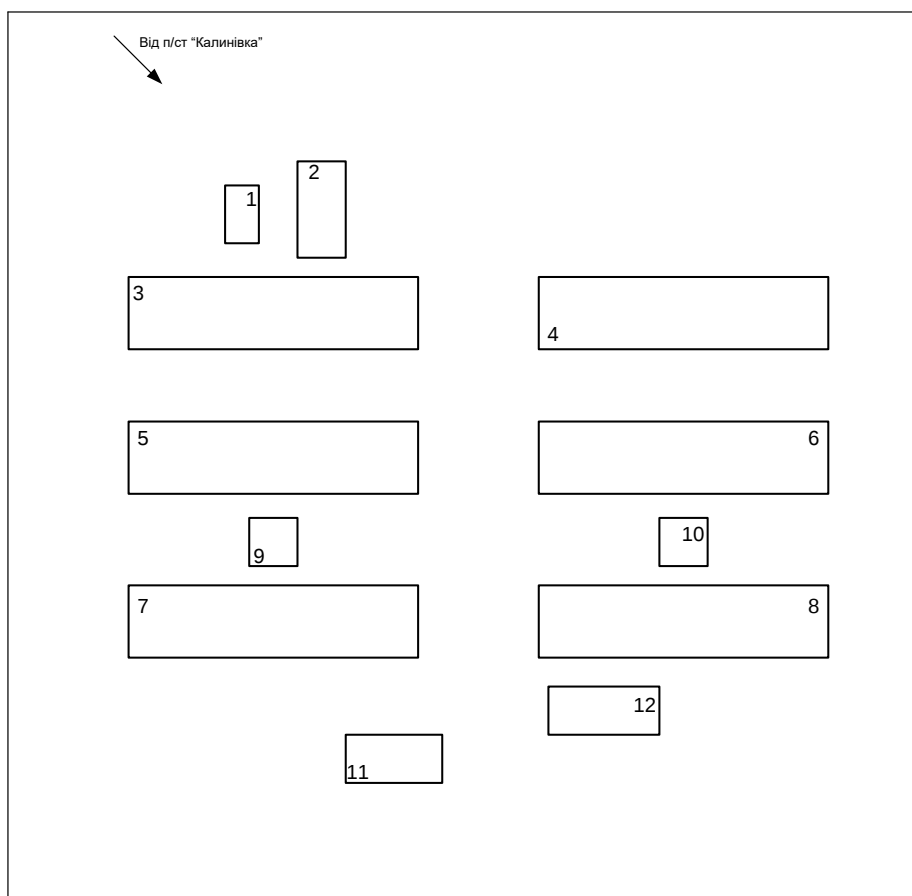


Рисунок А.1 – Генеральний план ТОВ “ Укرافлора - Вінниця ”

Таблиця А.2 - Відомості про потужності електричного навантаження пакувального цеху

№ на плані	Назва обладнання	Р _н , кВт
1	Транспортер	1,5
2	Пакувальня	3,0
3-18	Вентилятор	3,5
19-20	Холодильна установка	21,8
21-22	Холодильна установка	31,2
23-24	Компресор	7,5
25-26	Сортувальна установка	0,072

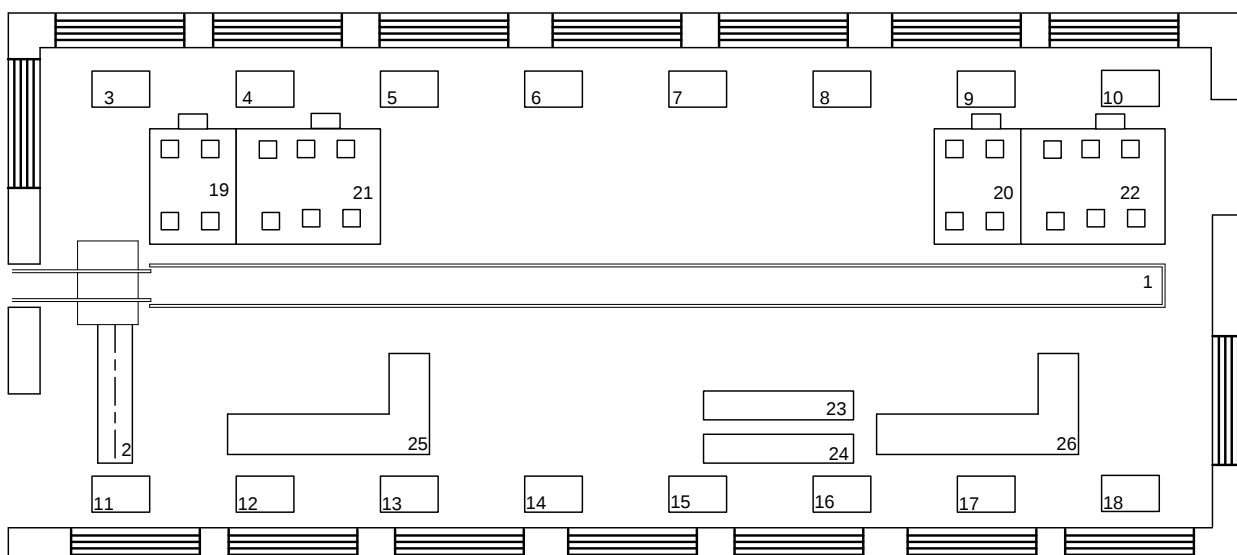


Рисунок А.2 – План пакувального цеху з розміщенням електрообладнання

Додаток Б – Протокол перевірки роботи на наявність текстових запозичень

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Розробка системи електропостачання товариства з обмеженою відповідальністю «Укрфлора-Вінниця»__

Тип роботи: бакалаврська дипломна робота
(БДР, МКР)

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

Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 88,1 Схожість 12.9

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

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

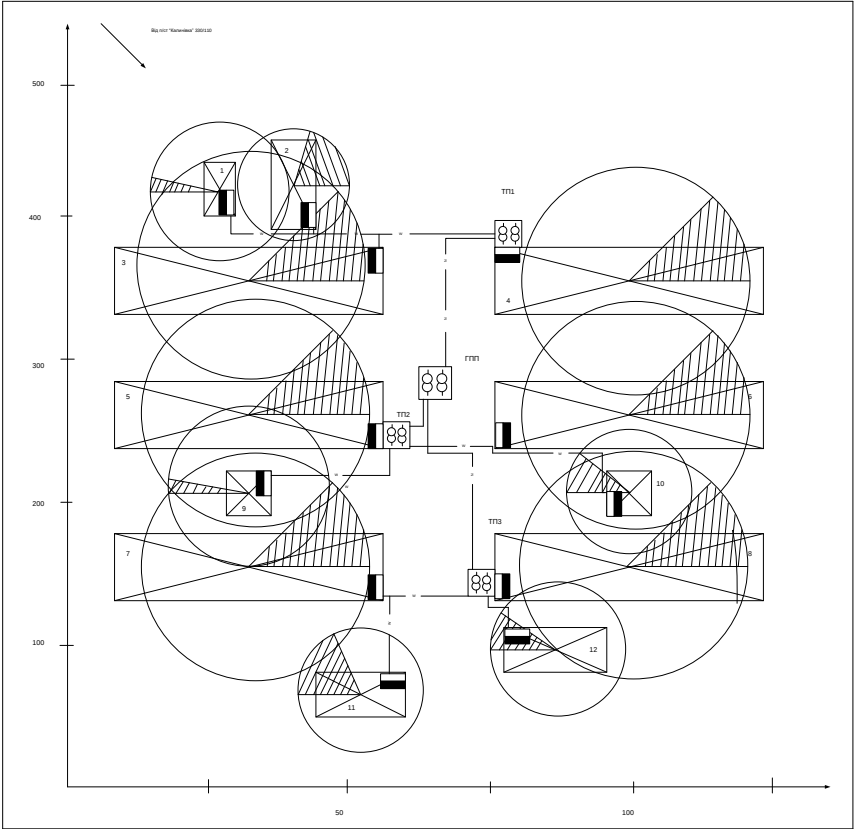
Особа, відповідальна за перевірку _____ Лобода Ю.В.
(ініціали) (підпис) (прізвище)

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

Автор роботи _____ Вітрук Д.С.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник роботи _____ Кравець О.М.
(підпис) (прізвище, ініціали)

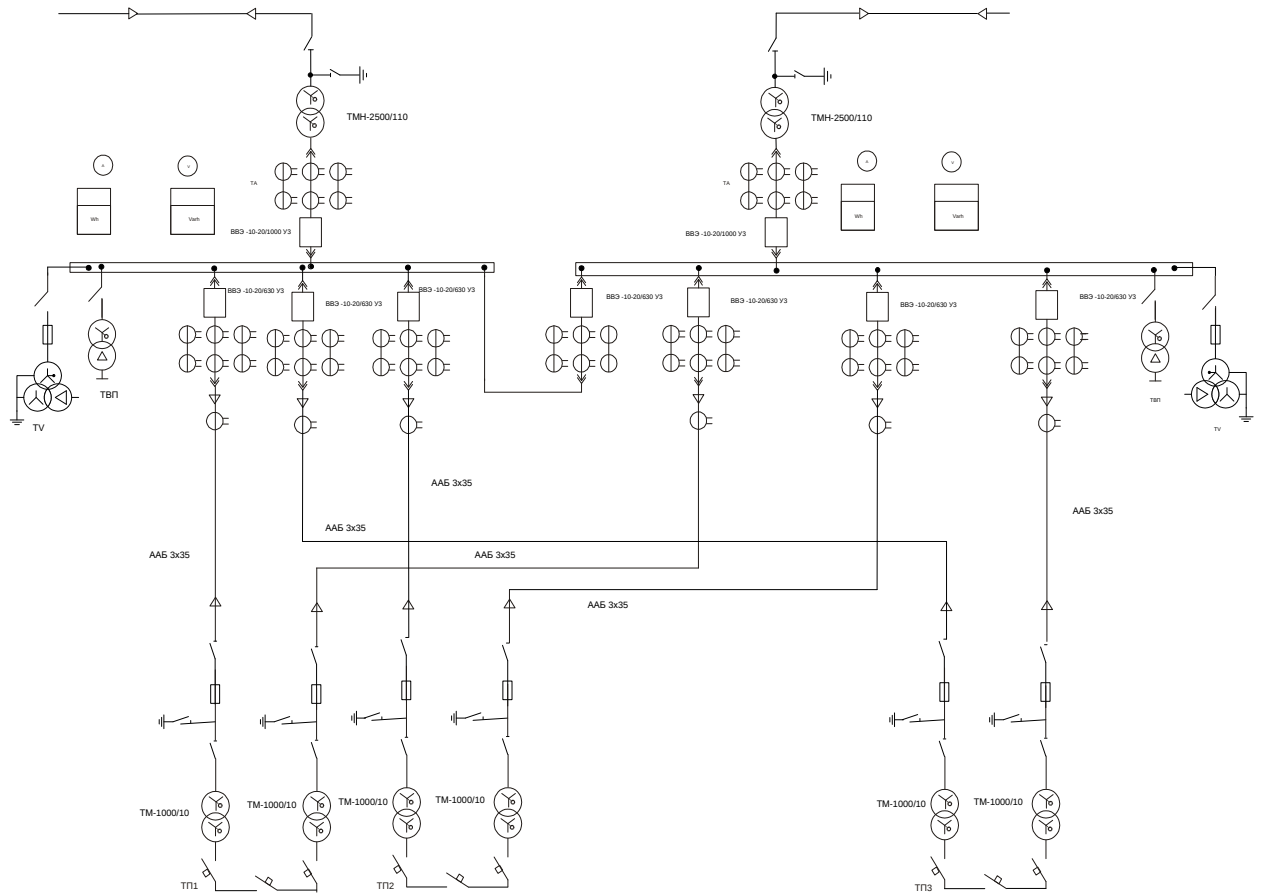
Додаток В – Ілюстративна частина
Генеральний план підприємства



№	Назва споруди	Р, кВт
1	Насосна	150
2	Гараж	50
3	Теплиця 1	600
4	Теплиця 2	600
5	Теплиця 3	600
6	Теплиця 4	600
7	Теплиця 5	600
8	Теплиця 6	600
9	Котельня 1	250
10	Котельня 2	70
11	Кантора	70
12	Пакувальний цех	155,58

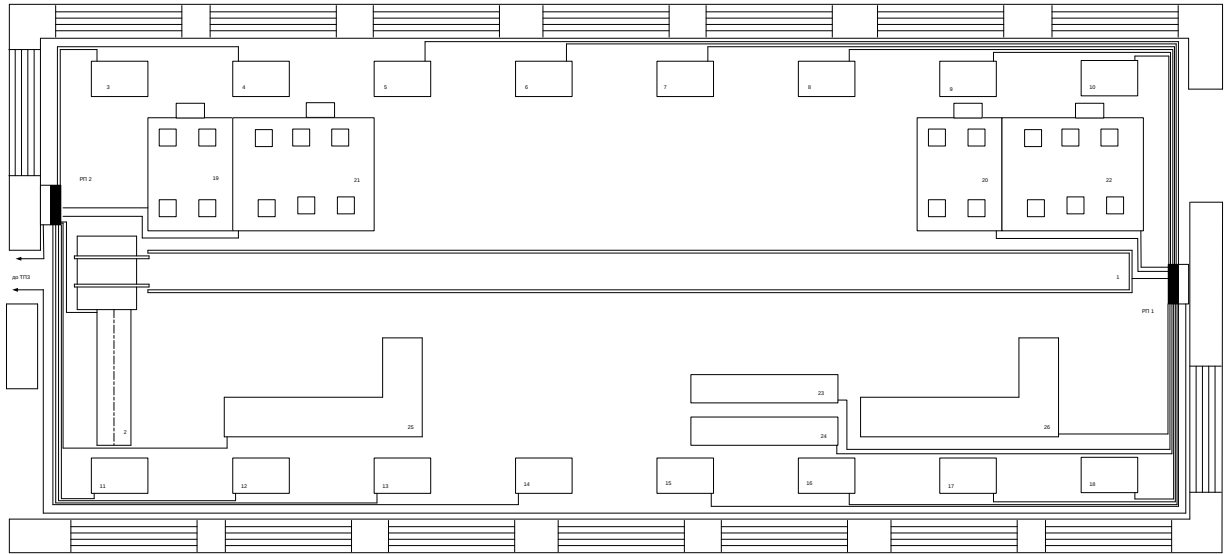
Додаток В – Ілюстративна частина (продовження)

Однолінійна схема живлення



Додаток В – Ілюстративна частина (продовження)

План цеху з силовою мережею



№	Назва споживача	P, кВт
1	Транспортер	1,5
2	Пакувальня	3,0
3-18	Вентилятор	3,5
19-20	Холодильна установка	21,8
21-22	Холодильна установка	31,2
23-24	Компресор	7,5
25-26	Сортувальна установка	0,072

Додаток В – Ілюстративна частина (продовження)
Розрахунково-монтажна таблиця

Тип випадку	I_{sc}, A	$I_{sc, max}, A$	I_{sc}, A	I_{sc}, A	$L, м$	Кабель	I_{sc}, A	РП	Тип розподільника	I_{sc}, A	$I_{sc, max}, A$	I_{sc}, A	I_{sc}, A	I_1, A	$L, м$	Кабель	Спосіб прокладання	I_{sc}, A	На зов. сторінці 4-го
BA-S2-43	1000	1000	5000	55	48	АВВ 3х120+1х50	194	О	BA-S2-25	25	25	175	3,04	15,15	5	ABB® 4x2,5	Відкрито	17,46	Трансформатор
								О	BA-S2-25	25	6,3	44,1	0,156	0,78	12	ABB® 4x2,5	Відкрито	17,46	Структурна установка
								О	BA-S2-31	100	63	189	6,65	33,24	39	ABB® 3х120+1х65	Відкрито	38,64	Валекатор
								О	BA-S2-31	100	63	189	6,65	33,24	34	ABB® 3х120+1х65	Відкрито	38,64	Валекатор
								О	BA-S2-31	100	63	189	6,65	33,24	29	ABB® 3х120+1х65	Відкрито	38,64	Валекатор
								О	BA-S2-31	100	63	189	6,65	33,24	24	ABB® 3х120+1х65	Відкрито	38,64	Валекатор
								О	BA-S2-31	100	63	189	6,65	33,24	19	ABB® 3х120+1х65	Відкрито	38,64	Валекатор
								О	BA-S2-31	100	63	189	6,65	33,24	14	ABB® 3х120+1х65	Відкрито	38,64	Валекатор
								О	BA-S2-31	100	63	189	6,65	33,24	29	ABB® 3х120+1х65	Відкрито	38,64	Валекатор
								О	BA-S2-31	100	63	189	6,65	33,24	24	ABB® 3х120+1х65	Відкрито	38,64	Валекатор
								О	BA-S2-31	100	63	189	6,65	33,24	19	ABB® 3х120+1х65	Відкрито	38,64	Валекатор
								О	BA-S2-31	100	63	189	6,65	33,24	14	ABB® 3х120+1х65	Відкрито	38,64	Валекатор
								О	BA-S2-33	100	125	189	11,41	67,02	25	ABB® 3х25+1х16	Відкрито	69	Валекатор
								О	BA-S2-33	100	125	189	11,41	67,02	29	ABB® 3х25+1х16	Відкрито	69	Валекатор
								О	BA-S1-37	400	320	5000	41,4	207,01	9	ABB® 3х250+1х70	Відкрито	212,2	Холодильна установка
								О	BA-S1-39	630	500	5000	56,25	296,27	7	ABB® 2х405+1х60	Відкрито	212,8	Холодильна установка
BA-S2-43	1000	1000	5000	55	48	АВВ 3х120+1х50	194	О	BA-S2-31	100	63	189	6,65	32,56	8	ABB® 3х120+1х65	Відкрито	38,64	Пасивний
								О	BA-S2-25	25	6,3	44,1	0,156	0,78	12	ABB® 4x2,5	Відкрито	17,46	Структурна установка
								О	BA-S2-31	100	63	189	6,65	33,24	39	ABB® 3х120+1х65	Відкрито	38,64	Валекатор
								О	BA-S2-31	100	63	189	6,65	33,24	34	ABB® 3х120+1х65	Відкрито	38,64	Валекатор
								О	BA-S2-31	100	63	189	6,65	33,24	29	ABB® 3х120+1х65	Відкрито	38,64	Валекатор
								О	BA-S2-31	100	63	189	6,65	33,24	24	ABB® 3х120+1х65	Відкрито	38,64	Валекатор
								О	BA-S2-31	100	63	189	6,65	33,24	19	ABB® 3х120+1х65	Відкрито	38,64	Валекатор
								О	BA-S2-31	100	63	189	6,65	33,24	14	ABB® 3х120+1х65	Відкрито	38,64	Валекатор
								О	BA-S1-37	400	320	5000	41,4	207,01	13	ABB® 3х250+1х70	Відкрито	212,8	Холодильна установка
								О	BA-S1-39	630	500	5000	56,25	296,27	18	ABB® 2х405+1х60	Відкрито	38,64	Холодильна установка

Додаток В - Ілюстративна частина (продовження)

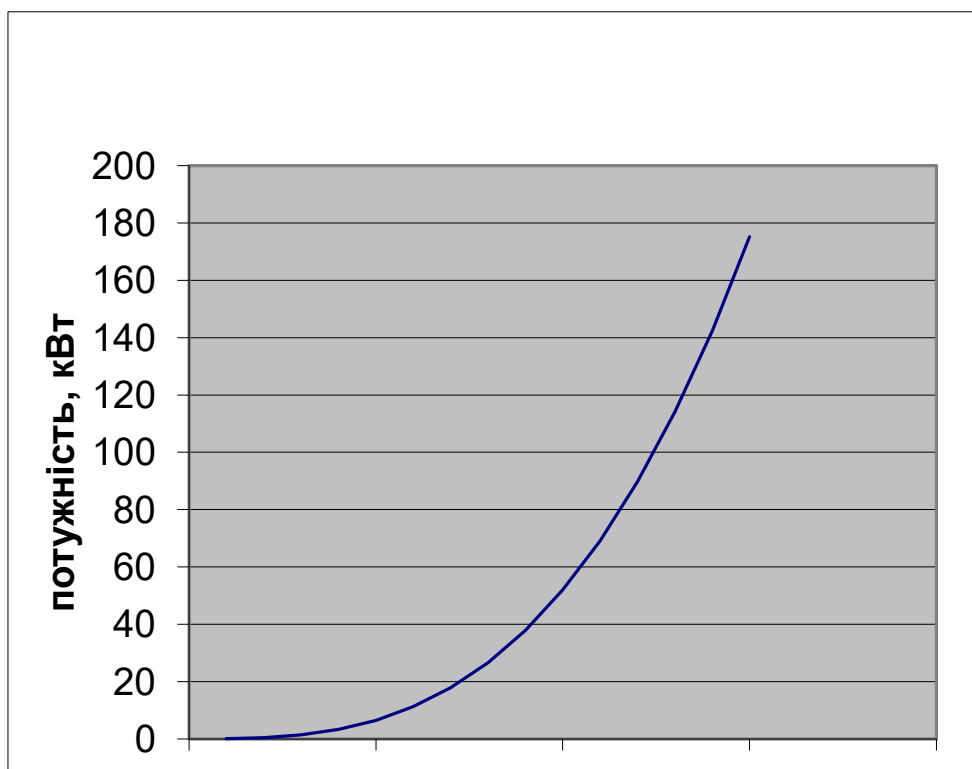


Рисунок В.1 - Залежність потужності турбіни від швидкості вітру

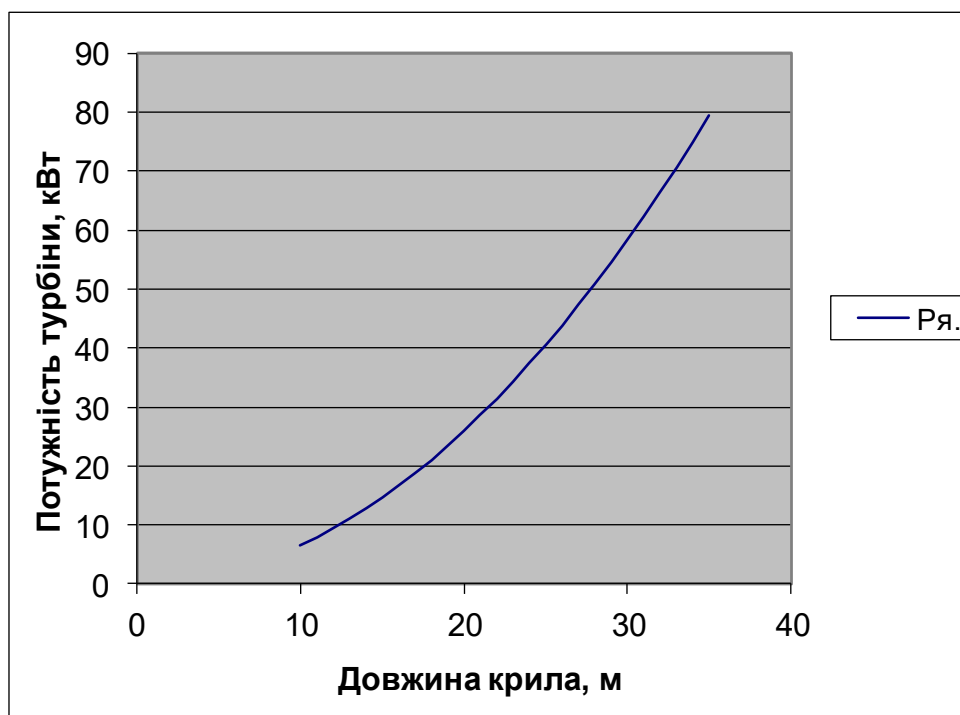


Рисунок В.2 - Залежність потужності турбіни від довжини крила