

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

першого (бакалаврського) рівня освіти

на тему:

**«ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ФІЛІЇ ПАТ «ВОЛИНЬОБЛЕНЕРГО»
М. НОВОВОЛИНСЬК»**

Виконав: студент I V курсу

групи Ен – 41 спеціальності

141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Мартинюк В.О.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник: Дробот І.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент: Сиротюк С. В.

(прізвище та ініціали)

ДУБЛЯНИ 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський) рівень

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

_____ (підпис)

д.т.н., професор Калахан О. С.

(вч. звання, прізвище, ініціали)

“ _____ ” _____ 202__ року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
Мартинюку Віталію Олександровичу

Тема роботи: «ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ФІЛІЇ ПАТ «ВОЛИНЬОБЛЕНЕРГО» М. НОВОВОЛИНСЬК»

Керівник роботи _____ ст. викл. Дробот І. М.,

(наук. ступінь, вч. звання, прізвище, ініціали)

затверджені наказом Львівського НУП _____ 453/к-с від 30.12.22 р.

2. Строк подання студентом роботи _____ 16.06.23 р.

3. Вихідні дані

технічна документація, науково-технічна і довідкова література

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ

1 Характеристика об'єкта

2 Розрахунок електропостачання міста

3 Покращення системи електропостачання

4 Охорона праці та довкілля

5 Техніко-економічні розрахунки

Висновки

Перелік джерел посилання

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Графічний матеріал подається у вигляді презентації

6. Консультанти розділів

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
4	<i>Городецький І. М., к.т.н., доцент</i>			

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Формування та представлення характеристики об'єкта електропостачання</i>	<i>30.12.2022-31.01.2023</i>	
2	<i>Здійснення розрахунків споживачів електропостачання населеного пункту</i>	<i>1.02.2023-17.03.2023</i>	
3	<i>Визначення параметрів елементів системи пересилання електричної енергії</i>	<i>20.03.2023-21.04.2023</i>	
4	<i>Розрахунок потреби у фотоелектричних панелях</i>	<i>24.05.2023-5.05.2023</i>	
5	<i>Здійснення техніко-економічного обґрунтування прийнятих рішень та обґрунтування організаційно-технічних рекомендацій з безпеки праці</i>	<i>8.05.2023-19.05.2023</i>	
6	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки та презентації</i>	<i>22.05.2023-2.06.2023</i>	
7	<i>Завершення роботи в цілому</i>	<i>5.06.2023-16.05.2023</i>	

Студент _____ Мартинюк В.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Дробот І.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

УДК 621.313:63(075.8)

РЕФЕРАТ

«Електоропостачання філії ПАТ «Волиньобленерго» м. Нововолинськ
Мартинюк В.О. – Кваліфікаційна робота. Кафедра електротехнічних систем.
Дубляни, Львівський національний університет природокористування, 2023р.

4бст. текстової частини, 4 таблиці, 10 рисунків, 12 джерел.

Об'єкт дослідження: система електропостачання Філії ПАТ
«Волиньобленерго» м. Нововолинськ з використанням сонячних панелей.

Мета роботи: розрахунок електропостачання Нововолинської філії і
реалізація системи автоматичного ввімкнення резервного живлення.

Завдання дослідження: провести розрахунок системи електропостачання
Нововолинської філії та здійснити реалізацію системи автоматизованого
резервного живлення.

У кваліфікаційній роботі виконано: аналіз електроенергетичних систем
міста та розрахунок їх функціонування; застосовано методи та підходи, що
дозволили виявити проблемні аспекти та запропонувати покращення для
забезпечення ефективності енергетичних процесів; визначені параметри
елементів системи пересилання електричної енергії; проведений розрахунок
потреби у фотоелектричних панелях; виявлена роль даного концентруючого
пристрою; розкрито питання охорони праці та охорони довкілля; проведено
наближену економічну оцінку.

Ключові слова: ЕНЕРГОЗБУТ, ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, СОНЯНІ
ПАНЕЛІ, ТРАНСФОРМАТОР, ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, ПОТУЖНІСТЬ
ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТА.....	7
1.1 Загальна інформація про ПАТ «Волиньобленерго».....	7
1.2 Структура Нововолинської філії.....	8
1.3 Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи.....	12
2 ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ СПОЖИВАЧІВ ЧАСТИНИ МІСТА «НОВОВОЛИНСЬК».....	13
2.1 Визначення параметрів елементів системи пересилання електричної енергії.....	15
2.2 Обчислення параметрів трансформатора.....	21
2.3 Режим пересилання електроенергії після від’єднання трансформатора.....	23
3 ОПТИМІЗАЦІЯ ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ.....	27
3.1 Розрахунок потреби у фотоелектричних панелях	27
3.2 Обґрунтування розроблюваної конструкції.....	30
3.3 Розробка концентруючого пристрою для фотоелектричної панелі.....	31
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ.....	35
4.1 Структурно – функціональний аналіз виникнення небезпечних ситуацій.....	35
4.2 Обґрунтування організаційно-технічних рекомендацій з безпеки праці.....	36
4.3 Управління відходами та зменшення викидів.....	40
5 ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРИЙНЯТИХ РІШЕНЬ.....	41
ВИСНОВКИ.....	46
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	47

ВСТУП

Енергетична галузь є фундаментом для будь-якої виробничої технології та економічної діяльності людей. Вона задовольняє потреби різних секторів, таких як промисловість, сільське господарство, соціальна інфраструктура, а також житлово-комунальний комплекс та населення, у джерелах живлення та енергії, які мають життєво важливе значення для подальшого розвитку та функціонування економіки. Основними завданнями є підвищення ефективності роботи енергетичних установок і зменшення їх негативного впливу на довкілля.

Розвиток енергетичного сектору залежить від двох ключових факторів: наявності енергетичних ресурсів та зростання попиту на електроенергію. Існують кілька основних принципів, які визначають напрямки розвитку енергетики: перш за все, це концентрація виробництва електроенергії на великих районних електростанціях. Також важливим аспектом є поєднання виробництва електроенергії та тепла для забезпечення опалення міст та промислових центрів. Інший принцип полягає у раціональному використанні гідроенергії з урахуванням комплексного підходу до розвитку, включаючи територіальну організацію виробництва. Крім того, розглядається розвиток атомної енергетики в областях з дисбалансом в паливно-енергетичному комплексі.

Отже, енергетика займає ключову роль у сучасному суспільстві, забезпечуючи електропостачання для промисловості, господарства та життєвого комфорту населення. Адже дослідження електропостачання та енергозбуту важливе для виявлення проблем та розробки ефективних рішень для поліпшення системи енергозабезпечення.

1 РОЗДІЛ

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ

1.1 Загальна інформація про ПАТ «Волиньобленерго»

Основна діяльність ПАТ «Волиньобленерго» полягає у розподілі електричної енергії на території Волинської області. Вони виконують роль оператора системи розподілу, що означає, що їхнє завдання – забезпечити безперебійне та надійне електропостачання клієнтів.

Оператор системи розподілу є посередником між виробниками електроенергії та кінцевими споживачами. Вони відповідають за передачу, розподіл та постачання електроенергії по електричних мережах своєї території. Оператори системи розподілу мають управляти і підтримувати електричні мережі, забезпечуючи безперебійне живлення споживачів.

У випадку ПАТ «Волиньобленерго» їхня основна діяльність орієнтована на Волинську область, що включає в себе розподіл електричної енергії до підприємств, організацій, житлових будинків та інших споживачів у межах цієї території. Вони відповідають за забезпечення якості та надійності електропостачання, вирішення технічних проблем та здійснення ремонтних робіт, а також встановлення лічильників електроенергії та обліку споживання.

Важливим аспектом діяльності ПАТ «Волиньобленерго» є забезпечення енергетичної безпеки та ефективного функціонування електричної мережі в області. Вони співпрацюють з іншими суб'єктами енергетичного ринку, зокрема з виробниками електроенергії та постачальниками послуг, для забезпечення стабільності та ефективності енергетичної системи області.

Таким чином, основна діяльність ПАТ «Волиньобленерго» являє собою розподіл електричної енергії на території Волинської області, забезпечуючи

безперебійне та надійне електропостачання різноманітним клієнтам, від житлових будинків до промислових підприємств.

Структура ПАТ «Волиньобленерго» включає 11 філій. Кожна філія відповідає за електропостачання на певній території Волинської області. Важливо мати чітку структуру та розподіл відповідальності для ефективного управління та забезпечення якості електропостачання.

Кожна філія відповідає за свою територію та забезпечує електропостачання споживачів у своєму регіоні. Координація та співпраця між філіями дозволяють забезпечити ефективне функціонування системи розподілу електроенергії в області.

1.2 Структура Нововолинської філії

Електропостачання Нововолинської філії ПАТ "Волиньобленерго" є впорядкований до виробничої ділянки, що знаходиться в селі Будятичі вул.,Франка 92. Тому в подальшому для визначення електропостачання міста Нововолинська прийматиметься за увагу виробнича ділянка.

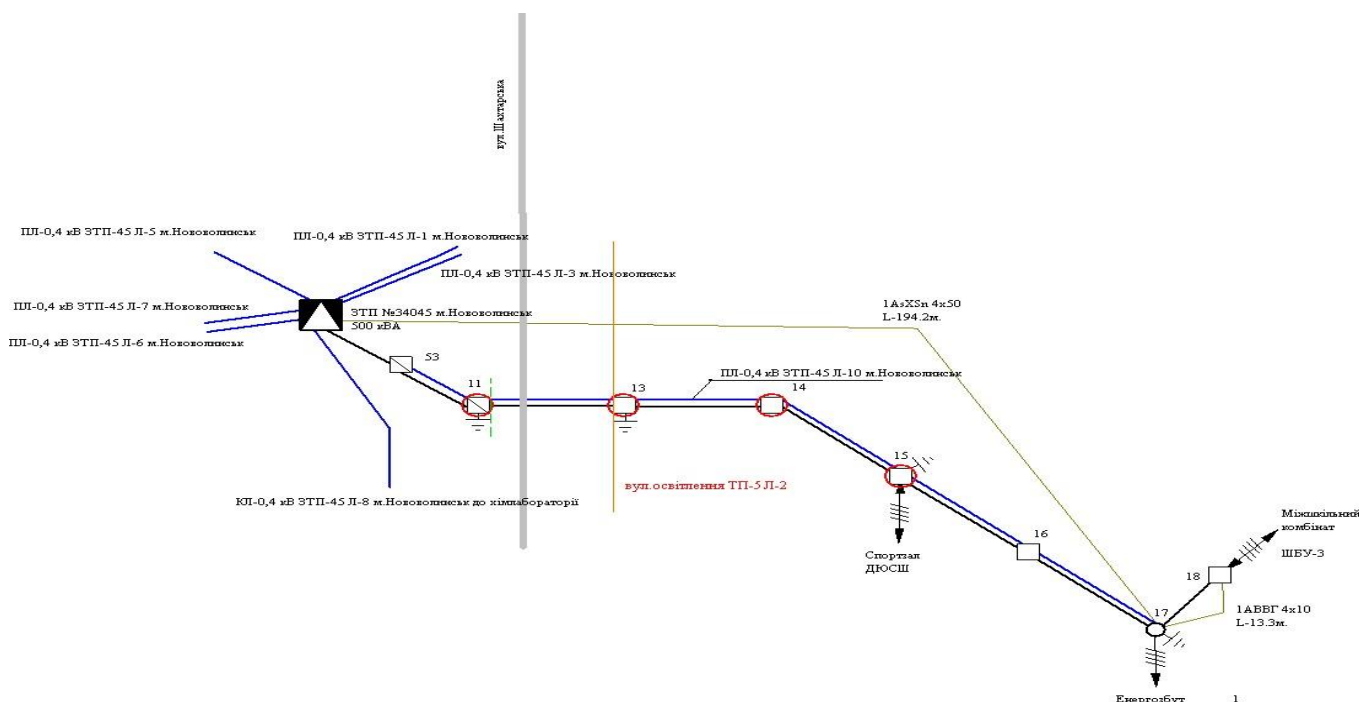


Рисунок 1.1 – Схема ведення повітряної лінії напругою 0,4 кВ

Нововолинська філія ПАТ "Волиньобленерго" виконує енергозбут на своїй території, Філія забезпечує надійне та безперебійне електропостачання споживачів у цьому регіоні. Вона відповідає за експлуатацію та підтримку енергетичних систем інфраструктури, необхідних для ефективного постачання електричної енергії житловим будинкам, комерційним підприємствам та іншим клієнтам у зазначеному районі.

Ця філія забезпечує підключення до електричної мережі, технічне обслуговування та ремонтні роботи, а також веде облік споживаної електроенергії на даній території.

Усі ці заходи покликані забезпечити стабільне, безпечне та якісне електропостачання споживачів на прилеглих територіях, що належать до компетенції Нововолинської філії ПАТ "Волиньобленерго".

У філії, розташованій у Нововолинській області, налічується різноманітний персонал, який обіймає різні посади. Загалом, в цій філії працює 94 особи. Основні посади, які зустрічаються тут, включають:

1. Відділ розрахунків та договорів.
2. Група енергоінспекції.
3. Група з експлуатації приладів обліку №2.
4. Виробнича дільниця з експлуатації приладів обліку №2.
5. Оперативна група енергонагляду №3.
6. Виробничо-технічний відділ.
7. Відділ приєднань та перспективного розвитку.
8. Нововолинська дільниця.
9. Нововолинська виробнича дільниця №1.
10. Виробнича дільниця підстанцій 35 кВ і вище.
11. Нововолинська виробнича дільниця кабельних ліній електропередачі з електроенергією лабораторією.
12. Нововолинська виробнича дільниця повітряних ліній 35 кВ і вище.
13. Нововолинська оперативно-виїзна бригада №1.

14.Нововолинська група релейного захисту і автоматики.

15.Група механізації і транспорту.

16.Загальноцеховий персонал.

Цей перелік посад відображає різноманітні напрямки діяльності філії та включає в себе ключові відділи та групи, необхідні для забезпечення ефективної роботи.



Рисунок 1.2 – Виробнича дільниця Нововолинської філії «Волиньобленого»

У виробничій дільниці присутні різноманітні споруди, включаючи РЕМ (ремонтно-експлуатаційний майданчик), склад, дві майстерні та ТМХ (технічний механічний холодильник). Кожна з цих споруд виконує свою унікальну функцію і має важливе значення в діяльності виробничої дільниці.

РЕМ є місцем, де проводяться ремонтні роботи, профілактичні перевірки та технічне обслуговування обладнання та машин. Він забезпечує надійну роботу обладнання, необхідного для виробництва.

Склад виконує роль зберігання матеріалів, комплектуючих деталей та інструментів, що використовуються у виробничих процесах. Тут зберігаються

запасні частини, сировина, готова продукція та компоненти, необхідні для виробництва.

Дві майстерні мають спеціалізоване обладнання та інструменти для виконання різноманітних завдань. Кожна майстерня може мати свою власну спеціалізацію, таку як металообробка, монтажні роботи або випробування продукції.

ТМХ використовується для зберігання і транспортування холодильної техніки та інших виробів, які вимагають особливих умов температури і вологості.

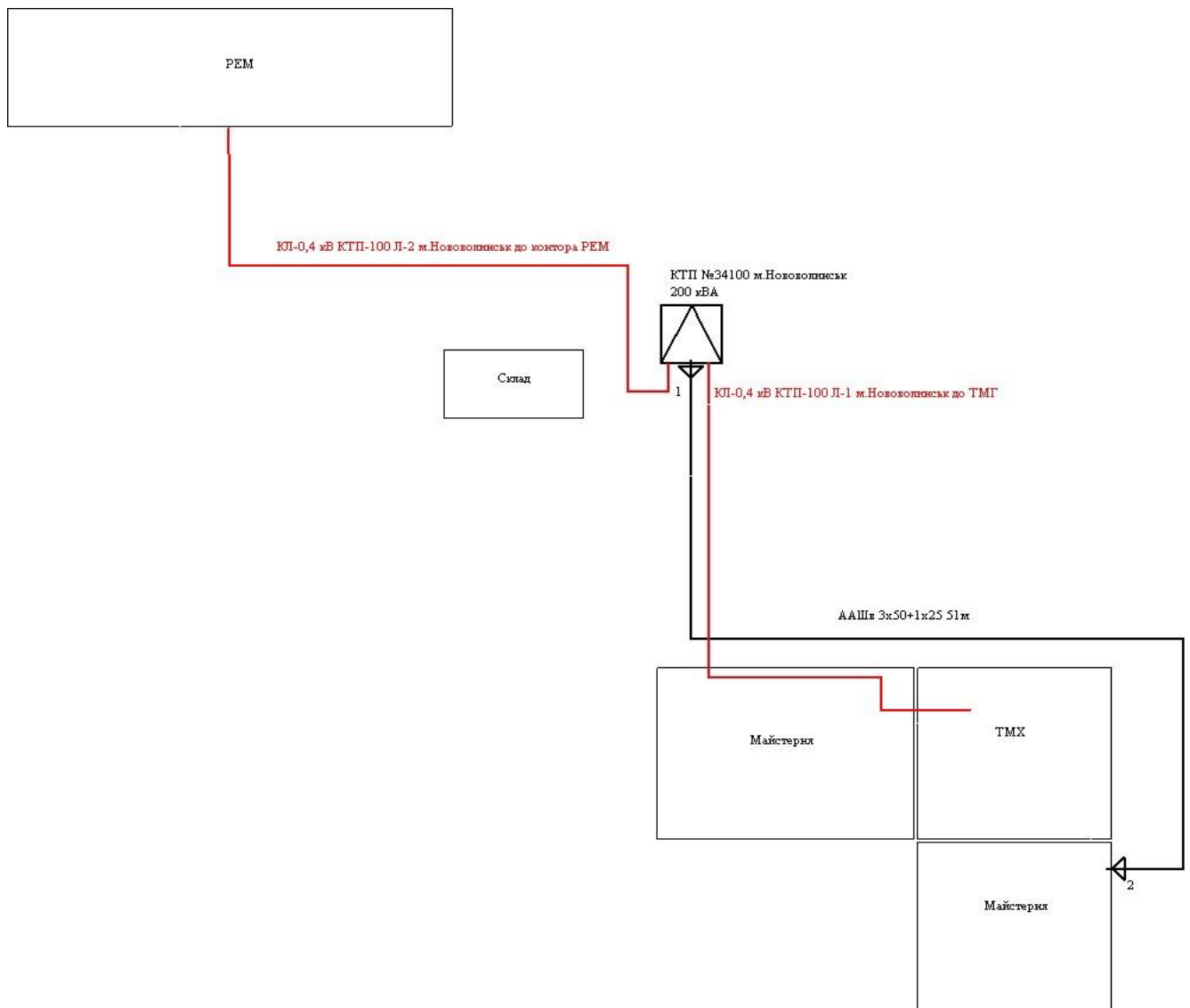


Рисунок 1.3 – Споруди виробничої ділянки Нововолинської філії «Волиньобленого»

Кожна з цих споруд виробничої дільниці відіграє важливу роль у забезпеченні ефективного функціонування та виробничих процесів. Вони забезпечують ремонт, зберігання, обробку і транспортування різних елементів та компонентів, які є необхідними для успішного виробництва.

1.3 Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи

Тема кваліфікаційної роботи «Електропостачання філії ПАТ «Волиньобленерго» м. Нововолинськ» обрана з метою детального дослідження та аналізу основної діяльності даної філії.

Дослідження електропостачання та енергозбуту Нововолинської філії ПАТ "Волиньобленерго" має велике практичне значення, оскільки дозволить розкрити особливості функціонування цього важливого енергетичного об'єкту. Ретельний аналіз електропостачання на підприємствах, установах та житлових будинках, що обслуговуються Нововолинською філією, дозволить виявити можливі проблеми, визначити їх причини та запропонувати ефективні рішення для поліпшення системи енергозабезпечення.

Дана кваліфікаційна робота має на меті провести комплексний аналіз електропостачання Енергозбуту Нововолинської філії ПАТ "Волиньобленерго", включаючи огляд існуючої інфраструктури, технічні характеристики системи розподілу електроенергії, організацію та регулювання роботи філії.

Отже, проведення дослідження електропостачання та енергозбуту Нововолинської філії ПАТ "Волиньобленерго" має великий потенціал для виявлення проблемних аспектів та вдосконалення системи енергозабезпечення, сприяючи стійкому та надійному функціонуванню енергетичного об'єкту та забезпеченню потреб споживачів у якісній електроенергії.

2 РОЗДІЛ

ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ СПОЖИВАЧІВ ЧАСТИНИ МІСТА «НОВОВОЛИНСЬК»

Понад 95% виробленої електроенергії масово споживається за рахунок атомних, теплових і гідравлічних електростанцій, які є основними джерелами електричної енергії. Електростанції поділяються на різні типи залежно від використовуваних енергоресурсів: теплові електростанції (ТЕС), атомні електростанції (АЕС), гідравлічні електростанції (ГЕС), гідроакumuлюючі електростанції (ГАЕС), вітрові електростанції (ВЕС) і сонячні електростанції (СЕС). Зокрема, ТЕС, ГЕС та АЕС є найбільш поширеними типами.

Необхідність постачання електроенергії споживачам, розташованим на відстані від центрів виробництва, призводить до будівництва електричних мереж для передачі електроенергії. Це забезпечує пересилання електроенергії від електростанцій до споживачів, які знаходяться на значних віддаленнях.

У рамках передачі великих обсягів електроенергії використовуються лінії високої і надвисокої напруги з рівнем напруги 220 кВ і вище. Таким чином, електростанції, споживачі електроенергії та лінії електричних мереж, включаючи розподільчі та перетворюючі підстанції, утворюють складний комплекс, що відомий як об'єднана електроенергетична система України. Цей комплекс забезпечує передачу електроенергії від виробників до кінцевих споживачів та забезпечує надійну та стабільну роботу електроенергетичної системи в цілому. Основними показниками які визначають надійне функціонування електроенергетичної системи є:

1. Забезпечення достатнього резерву генеруючих потужностей всіх типів електростанцій.

2. Забезпечення надійності систем передачі та розподілення електричної енергії.

3. Запас статичної і динамічної стійкості, необхідний для забезпечення стійкої роботи системи при виникненні різних навантажень і збоїв.

4. Виконання належного рівня експлуатації та обслуговування компонентів об'єднаної електроенергетичної системи.

5. Забезпечення надійного захисту електрообладнання від перенапруг, спричинених комутаційними процесами та грозо-розрядними явищами.

6. Гарантування належного рівня пристроїв автоматики і захисту, які забезпечують реагування на ненормальні режими роботи системи.

Вплив будь-якого з наведених вище факторів супроводжується появою нестабільної (несинхронізованої) роботи електростанцій та споживачів, які підключені до різних класів ліній напруги. Це може призводити до появи перехідних процесів в електроенергетичній системі (ЕЕС). В результаті таких перехідних процесів в ЕЕС виникають різноманітні збурення, які можна поділити на три групи:

- *Повільні зміни навантаження*: це зміни, які відбуваються зі швидкістю від 0,01% до 0,5% за секунду. Ці зміни можуть бути поступовими і стабільними, і вони дозволяють системі адаптуватися до нових умов споживання електроенергії.
- *Швидкі зміни навантаження*: це зміни, які відбуваються зі швидкістю від 0,5% до 1,5% за секунду. Ці зміни можуть виникати внаслідок раптових змін споживання електроенергії або включення/відключення потужних споживачів. Вони можуть створювати значні виклики для стабільності системи та вимагати швидкого реагування для збереження балансу енергії.
- *Раптові зміни навантаження*: це найшвидші зміни, які відбуваються зі швидкістю від 1,5% до 2,4% за секунду. Ці зміни можуть бути спричинені аварійними ситуаціями, відключенням великих

потужностей або іншими непередбачуваними факторами. Вони можуть створювати значні технічні труднощі та вимагати негайного реагування для забезпечення стійкої роботи системи.

У цій кваліфікаційній роботі було проведено аналіз статичної стійкості системи передачі електроенергії в місті Нововолинськ за допомогою аналітичного методу. Згідно з отриманими розрахунками, навіть незначні зміни в споживанні електроенергії або параметрах електричних мереж викликають перехідні процеси, які характеризуються залежністю від характеристик і параметрів генераторів, трансформаторів та ліній електричних мереж.

2.1 Визначення параметрів елементів системи пересилання електричної енергії.

В результаті проведених досліджень отримані дані про параметри елементів системи пересилання електричної енергії дозволять більш точно враховувати їх вплив на функціонування всієї системи. Це дозволить планувати та забезпечувати ефективно та безперебійне постачання електроенергії споживачам.

Важливий той факт, що весь проведений аналіз та визначення параметрів елементів системи пересилання електричної енергії здійснюються відповідно до науково-технічних стандартів та методологій. Такий підхід гарантує достовірність та об'єктивність отриманих результатів досліджень.

Висновки, отримані в ході розрахунків, будуть використані для визначення та результатів системи пересилання електричної енергії, забезпечуючи надійне та ефективно функціонування енергетичної інфраструктури.

У подальшому розрахунок буде прийнятий як, при вимкненому трансформаторі T_2 , ми будемо враховувати загальну потужність, яку споживають приймачі, враховуючи обидва трансформатори T_1 і T_2 .

Для розрахунку потужності розглянемо дві лінії електричної мережі, які проходять через різні вулиці. Перша лінія прокладена по вулиці *Шахтарській*, а друга лінія - по вулиці *Автобусній*.

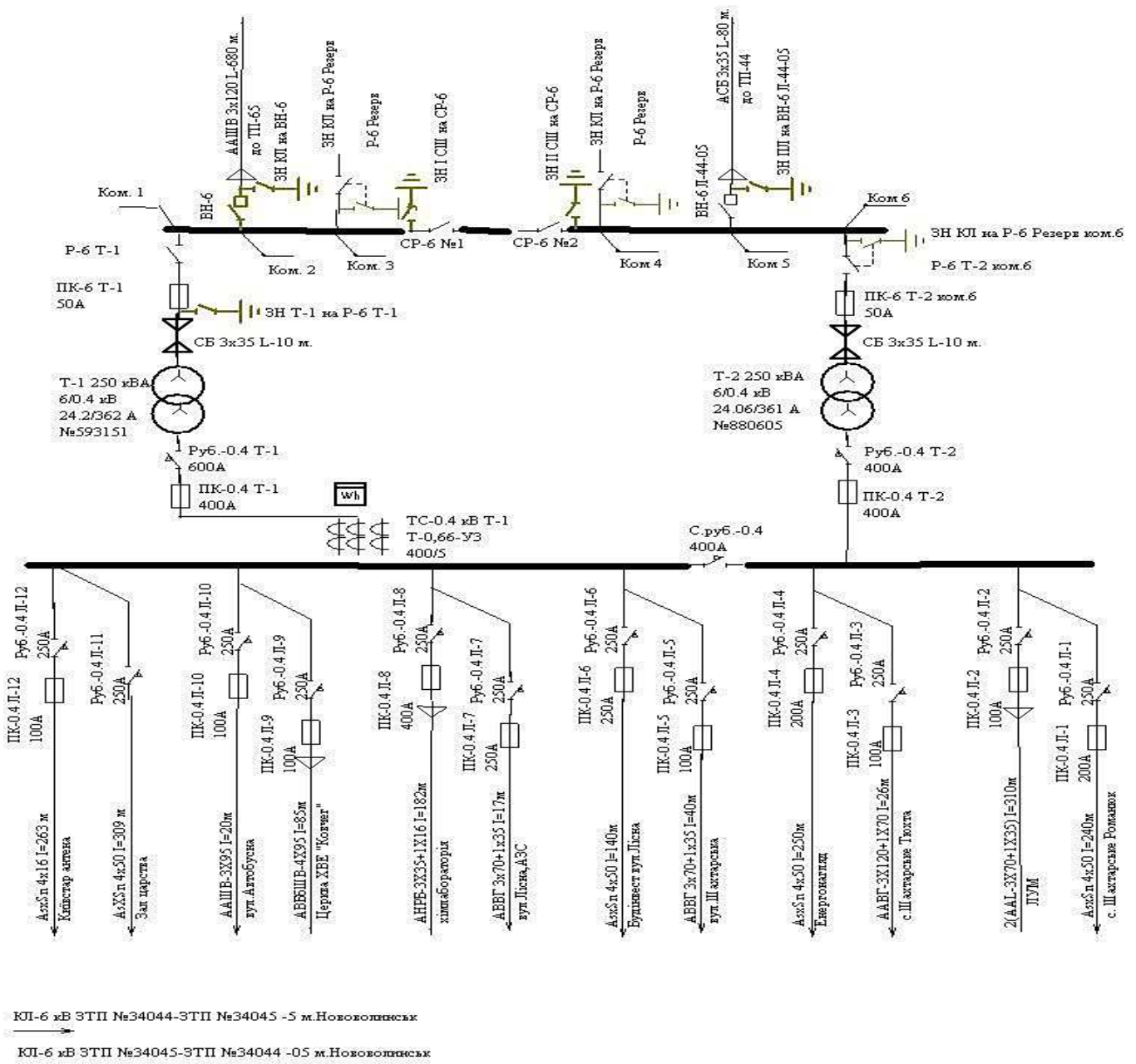


Рисунок 2.1 – Лінія пересилання при ввімкненому трансформаторі T_1 і T_2

Таблиця 2.1 – Дані ліній електричних мереж

U_c кВ	Установлені потужності споживачів				L_1 Км	L_2 Км	Вид зміни навантаження вимик / вмик
	P_1 кВт	P_2 кВт	Q_1 кВАр	Q_2 кВАр			
220	44	149,2	149,11	199,6	98	57	Вим Т1

Економічна густина струму в повітряної лінії напругою 220 кВ прийнята з урахуванням оптимальних економічних параметрів та технічних обмежень для забезпечення ефективності та економічної вигідності системи електропередачі:

$$J = 3 \frac{A}{mm^2} \quad (2.1)$$

Сумарна повна потужність обидвох приймачів електричної енергії в даному випадку розраховується з метою визначення необхідної потужності, що необхідна для забезпечення вимог споживачів електроенергії. Враховуючи розрахункову сумарну потужність, а також урахуваючи втрати потужності у лініях та трансформаторах, можна детально визначити оптимальні розміри та параметри приймачів для забезпечення ефективного та надійного електропостачання, що дорівнює:

$$S = \sqrt{(P_1 + P_2) + (Q_1 + Q_2)^2} = \sqrt{(44 + 149,2) + (199,6 + 98)^2} = 297,9 \text{ кВА} \quad (2.2)$$

Визначення величини струму у повітряних лініях напругою 220 кВ включає в себе урахування різних факторів, таких як потужність передаваної електроенергії, опір ліній, втрати потужності, а також експлуатаційні та технічні обмеження. Детальний розрахунок струму допомагає визначити оптимальний режим роботи ліній та забезпечити ефективне та надійне функціонування системи електропередачі:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_c} = \frac{297,9}{\sqrt{3} \cdot 10} = 16,1 \text{ A} \quad (2.3)$$

Визначаємо поперечний переріз проводу повітряної лінії напругою 220 кВ, використовуючи вираз:

Згідно з проектними вимогами переріз провідника повітряної лінії напругою 10 кВ повинен бути не менший ніж 25 мм², тому на даному етапі вибираємо провід сталєво-алюмінієвий АС-25 перерізом 25 мм².

Розраховуємо усталений режим системи пересилання електричної енергії до зміни її структури. Де питомий активний та реактивний опори для лінії 10 кВ з перерізом 25 мм²:

$$R_0 = 8 \frac{\text{Ом}}{100 \text{ км}} \quad (2.4)$$

$$X_0 = 15 \frac{\text{Ом}}{100 \text{ км}} \quad (2.5)$$

Визначаємо активний та реактивний опір 1 лінії електропередач:

$$R_{l1} = l_1 \cdot \frac{R_0}{100} = 8 \cdot \frac{98}{100} = 7,84 \text{ Ом} \quad (2.6)$$

$$X_{l1} = l_1 \cdot \frac{X_0}{100} = 8 \cdot \frac{57}{100} = 4,56 \text{ Ом} \quad (2.7)$$

Визначаємо активний та реактивний опір 2 лінії електропередач:

$$R_{l2} = l_2 \cdot \frac{R_0}{100} = 15 \cdot \frac{98}{100} = 14,7 \text{ Ом} \quad (2.8)$$

$$X_{l2} = l_2 \cdot \frac{X_0}{100} = 15 \cdot \frac{57}{100} = 8,55 \text{ Ом} \quad (2.9)$$

При обчисленні еквівалентного активного та реактивного опорів для двох ліній електропередач, необхідно враховувати ряд факторів, таких як довжина ліній, матеріал провідників, тип і розміри ізоляції, а також частоту та напругу системи. Ці параметри впливають на величину активного і реактивного опорів, які характеризують втрати потужності та реактивну компоненту в системі електропередачі. Розрахунок еквівалентних опорів

допомагає визначити оптимальні параметри ліній та забезпечити ефективну передачу електроенергії при мінімальних втратах:

$$R_e = \frac{R_{l1} \cdot R_{l2}}{R_{l1} + R_{l2}} = \frac{7,84 \cdot 14,7}{7,84 + 14,7} = 5,1 \text{ Ом} \quad (2.10)$$

$$X_e = \frac{X_{l1} \cdot X_{l2}}{X_{l1} + X_{l2}} = \frac{4,56 \cdot 8,55}{4,56 + 8,55} = 2,9 \text{ Ом} \quad (2.11)$$

При визначенні втрат активної потужності у лініях для інших споживачів необхідно враховувати коефіцієнт потужності, опір ліній, довжину та перетин провідників, а також напругу і струм, які протікають через лінію. Ці фактори впливають на ефективність передачі електроенергії та втрати потужності у формі тепла. Розрахунок втрат активної потужності дозволяє оцінити ефективність електропередачі та забезпечити оптимальний режим роботи ліній для забезпечення надійного та ефективного постачання електроенергії споживачам:

$$\Delta P = 0,5^2 \cdot R_e = 1,2 \text{ кВт} \quad (2.12)$$

При визначенні втрат реактивної потужності у лініях для інших споживачів необхідно враховувати реактивний опір ліній, реактивну компоненту струму та напруги, а також розташування та характеристики реактивних компонентів у системі електропередачі. Втрати реактивної потужності можуть виникати внаслідок реактивних компонентів в лініях, таких як катушки і конденсатори, які сприяють компенсації реактивної потужності. Розрахунок втрат реактивної потужності дозволяє оцінити ефективність управління реактивною потужністю та визначити оптимальні параметри компенсації для забезпечення стабільної роботи системи електропостачання:

$$\Delta Q = \frac{S^2}{U_n^2} = 0,7 \text{ кВАр} \quad (2.13)$$

При аналізі втрат активної потужності в лініях необхідно враховувати різні фактори, такі як опір провідників, довжину лінії, струм, що протікає через

неї, і напругу. Ці параметри впливають на опір лінії та втрати активної потужності, які можуть бути у вигляді тепла, що втрачається в процесі передачі електроенергії. Розрахунок втрат активної потужності дозволяє оцінити ефективність системи електропередачі та забезпечити мінімізацію втрат, що сприяє ефективному та економічному функціонуванню системи електропостачання:

$$P = P_1 + P_2 = 33 + 149,2 = 182,2 \text{ кВт} \quad (2.14)$$

При аналізі втрат реактивної потужності в лініях необхідно враховувати різні фактори, такі як реактивний опір ліній, реактивна компонента струму та напруги, а також розташування та характеристики реактивних компонентів у системі електропередачі. Ці параметри впливають на величину втрат реактивної потужності, яка може бути у формі непродуктивного енергетичного споживання. Розрахунок втрат реактивної потужності дозволяє оцінити ефективність управління реактивною потужністю та забезпечити оптимальне компенсування реактивної потужності для зниження втрат та покращення якості електропостачання:

$$Q = Q_1 + Q_2 = 199,6 + 149,11 = 348,7 \text{ кВар} \quad (2.15)$$

Сумарна активна потужність для других споживачів з врахуванням втрат у лінії:

$$P' = P + \Delta P = 182,2 + 1,2 = 183,4 \text{ кВт} \quad (2.16)$$

Сумарна реактивна потужність для других споживачів з врахуванням втрат у лінії:

$$Q' = Q + \Delta Q = 348,7 + 0,7 = 349,4 \text{ кВар} \quad (2.17)$$

При визначенні повної потужності, споживаної другими споживачами, необхідно враховувати активну та реактивну компоненти потужності. Повна потужність є сумою активної потужності, яка відображає споживання реальної електричної енергії, та реактивної потужності, яка відображає споживання електроенергії для утримання реактивного стану системи. Розрахунок повної

потужності дозволяє визначити обсяг електричної енергії, яку споживають інші споживачі, і враховувати її при плануванні та керуванні електропостачанням. Це допомагає забезпечити ефективне використання ресурсів та оптимальну роботу електричних систем.

$$S' = \sqrt{(P' + Q')^2} = \sqrt{(183,4 + 349,4)^2} = 532,8 \text{ кВА} \quad (2.18)$$

Визначаємо напругу U_1

$$\begin{aligned} U_1 &= \sqrt{\left(U_c + \frac{P' \cdot R + Q' \cdot X}{U_c}\right)^2 + \left(\frac{P' \cdot X - Q' \cdot R}{U_c}\right)^2} = \\ &= \sqrt{\left(220 + \frac{183,4 \cdot 1,2 + 349,4 \cdot 0,7}{220}\right)^2 + \left(\frac{183,4 \cdot 0,7 - 349,4 \cdot 1,2}{220}\right)^2} = 222,1 \text{ В} \end{aligned} \quad (2.19)$$

2.2 Обчислення параметрів трансформатора

З метою забезпечення надійного та ефективного пересилання електроенергії, необхідно вибрати трансформатор з потужністю, що перевищує розрахункову сумарну повну потужність S , яка поступає до лінії з урахуванням втрат потужності у лініях та трансформаторах.

У даному випадку, з урахуванням повної розрахункової потужності приймачів, яка наближено становить 300 кВА, ми можемо обрати два трансформатори типу ТМ-400 з номінальною повною потужністю 400 кВА. Це дозволить забезпечити належний запас потужності для компенсації втрат в лініях та трансформаторах, а також забезпечить стабільну роботу системи пересилання електроенергії.

Вибір трансформаторів з номінальною потужністю, що перевищує розрахункову сумарну потужність, є необхідним для забезпечення ефективного та надійного електропостачання, урахувавши втрати потужності у лініях та трансформаторах.

Таблиця 2.2 – Параметри трансформатора ТМ – 400

S_T кВА	U_2 кВ	U_1 кВ	ΔP_k кВт	ΔP_0 кВт	ΔU_k %	I_0 %
400	6	0,4	1,5	0,9	4,5	1,5

Обчислюємо параметри трансформатора:

Активний опір трансформаторів є одним з важливих параметрів, що впливає на ефективність їх роботи. Цей опір виникає в результаті електричних втрат, які відбуваються в трансформаторі під час перетворення електричної потужності:

$$R_T = \frac{\Delta P_k \cdot U_2^2}{S_T^2} = \frac{150 \cdot 6000^2}{400000^2} = 0,034 \text{ Ом} \quad (2.20)$$

Імпеданс трансформаторів є комплексною величиною, яка включає в себе активний опір, реактивний опір та реактивну ємність або індуктивність. Він визначає взаємодію трансформатора з електричним струмом та напругою у системі електропередачі:

$$Z_T = \frac{\Delta U_k \cdot U_2^2}{100 \cdot \sqrt{3} \cdot S_T} = \frac{4,5 \cdot 6000^2}{100 \cdot \sqrt{3} \cdot 400000} = 2,34 \text{ Ом} \quad (2.21)$$

Реактивний опір трансформаторів є складовою їх імпедансу, яка відображає реактивну взаємодію між трансформатором і системою електропередачі. Цей опір виникає в результаті взаємодії магнітного поля, створеного обмотками трансформатора, зі змінним струмом:

$$X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2} = \sqrt{2,34^2 - 0,034^2} = 2,339 \text{ Ом} \quad (2.22)$$

Реактивна провідність трансформаторів є важливою характеристикою, яка відображає їх здатність до передачі та взаємодії з реактивними компонентами електричного струму. Ця провідність визначає, наскільки ефективно трансформатори можуть вирішувати завдання, пов'язані з керуванням реактивною потужністю у системах електропередачі:

$$B_T = \frac{I_0 \cdot S_T}{100 \cdot U_2^2} = \frac{1,5 \cdot 400000}{100 \cdot 6000^2} = 6000^{-1} S \quad (2.23)$$

Активна провідність трансформаторів є важливою характеристикою, яка відображає їх здатність до передачі активної потужності у системах електропередачі. Ця провідність визначає, наскільки ефективно трансформатори можуть перетворювати та постачати активну електричну потужність:

$$G_T = \frac{\Delta P_0}{U_2^2} = \frac{90}{6000^2} = 2,5 \cdot 10^{-6} S \quad (2.24)$$

Коефіцієнт трансформації трансформатора є важливою величиною, яка визначає співвідношення між величиною напруги на первинній обмотці і величиною напруги на вторинній обмотці трансформатора. Цей коефіцієнт впливає на зміну значень струму та потужності між первинною та вторинною сторонами трансформатора:

$$K = \frac{U_2}{U_1} = \frac{6000}{400} = 15 \quad (2.25)$$

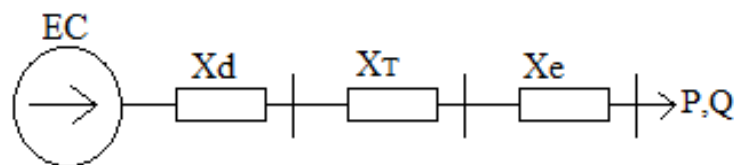


Рисунок 2.2 – Заступна схема реактивних потужностей при увімкнених двох трансформаторах T_1 і T_2

2.3 Режим пересилання електроенергії після від'єднання трансформатора

Розглядаючи режим системи пересилання електроенергії після від'єднання трансформатора T_1 з лінії електропередач, необхідно врахувати, що така ситуація призводить до перерозподілу електроенергії і впливає на

функціонування електромережі. Після від'єднання трансформатора, стабілізація напруги та підтримання нормального рівня електричної потужності стають викликами для системи пересилання. Це може вимагати активування резервних джерел енергії, переключення на альтернативні шляхи передачі або використання систем автоматичного управління для компенсації втрат. Додатково, відсутність трансформатора може впливати на стабільність електропостачання в певних районах, призводячи до зниження якості енергопостачання та можливих перебоїв в постачанні електричної енергії для споживачів.

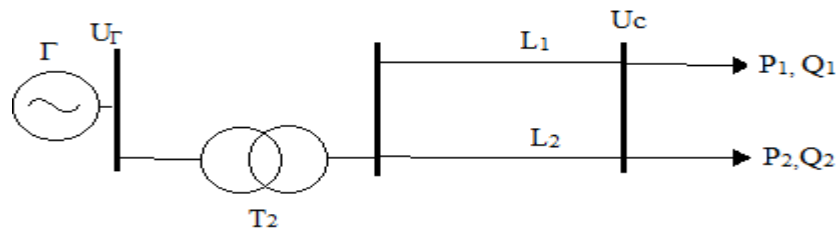


Рисунок 2.3 – Лінія електропередач при ввімкненому трансформаторі T_2

Активний опір трансформатора:

$$R_T = \frac{\Delta P_k \cdot U_2^2}{S_T^2} = \frac{150 \cdot 6000^2}{800000^2} = 0,008 \text{ Ом} \quad (2.26)$$

Імпеданс трансформатора:

$$Z_T = \frac{\Delta U_k \cdot U_2^2}{100 \cdot \sqrt{3} \cdot S_T} = \frac{4,5 \cdot 6000^2}{100 \cdot \sqrt{3} \cdot 800000} = 1,16 \text{ Ом} \quad (2.27)$$

Реактивний опір трансформатора:

$$X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2} = \sqrt{1,16^2 - 0,008^2} = 1,15 \text{ Ом} \quad (2.28)$$

Реактивний провідність трансформатора:

$$B_T = \frac{I_0 \cdot S_T}{100 \cdot U_2^2} = \frac{1,5 \cdot 800000}{100 \cdot 6000^2} = 3000^{-1} \text{ С} \quad (2.29)$$

Активна провідність трансформатора:

$$G_T = \frac{\Delta P_0}{U_2^2} = \frac{180}{6000^2} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ С} \quad (2.30)$$

Втрати активної потужності у трансформаторах:

$$\Delta P_T = 3 \cdot R_{кТ} \cdot I^2 = 3 \cdot 0,008 \cdot 16,1^2 = 6,22 \text{ кВт} \quad (2.31)$$

Втрати реактивної потужності у трансформаторах:

$$\Delta Q_T = 3 \cdot X_{кТ} \cdot I^2 = 3 \cdot 1,16 \cdot 16,1^2 = 90,02 \text{ кВАр} \quad (2.32)$$

Активні втрати потужності від трансформаторів до обох приймачів:

$$P'' = P' + \Delta P_T = 183,4 + 6,22 = 189,62 \text{ кВт} \quad (2.33)$$

Реактивні втрати потужності від трансформаторів до обох приймачів:

$$Q'' = Q' + \Delta Q_T = 349,4 + 90,02 = 439,42 \text{ кВАр} \quad (2.34)$$

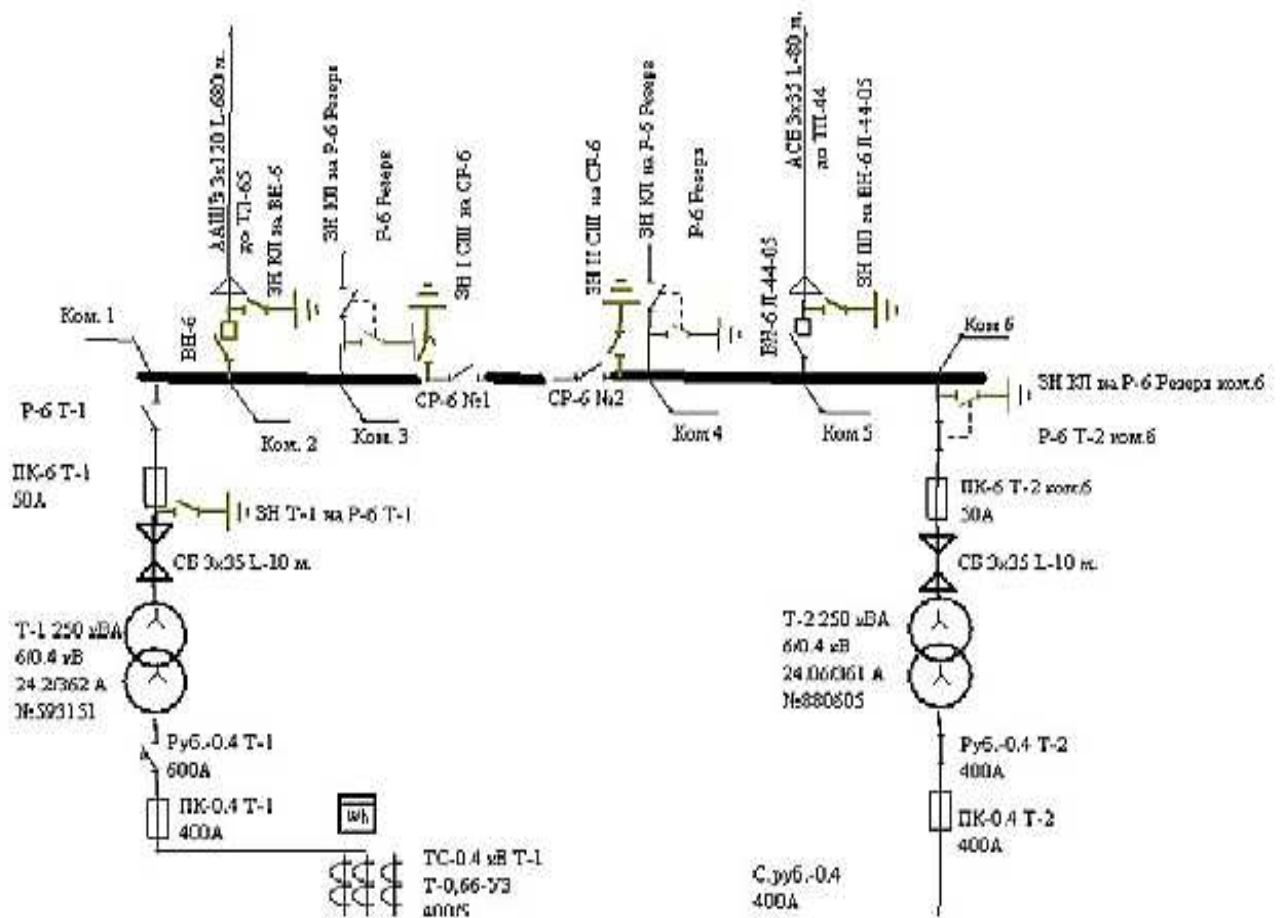


Рисунок 2.4 – Заступна схема реактивних потужностей при увімкненому одному трансформаторі Т₂.

Опір системи є важливим параметром, який визначає загальне струмове і напругове співвідношення в системі електропередачі. Цей параметр впливає на ефективність трансмісії електричної енергії та може впливати на затрати енергії та якість постачання:

$$R_s = R + R_T = 5,1 + 0,008 = 5,108 \text{ Ом} \quad (2.35)$$

Реактивний опір системи є характеристикою, яка відображає реактивні втрати електроенергії у системі електропередачі. Цей параметр є наслідком впливу ємнісних та індуктивних елементів, таких як конденсатори та котушки індуктивності:

$$X_s = X + X_T = 2,9 + 1,16 = 4,06 \text{ Ом} \quad (2.36)$$

Отже, якщо в даній ділянці міста Нововолинськ вийде з ладу трансформатор, це призведе до відсутності електропостачання для цієї ділянки. Це означає, що будинки, підприємства, освітні та медичні заклади залишаться без електрики. Це може призвести до проблем з опаленням, освітленням та використанням електричних пристроїв. Крім того, відсутність електроенергії може мати негативний вплив на повсякденне життя мешканців та роботу підприємств. Також, це може призвести до економічних збитків, оскільки підприємства, які залежать від електрики, можуть зупинити виробництво та зазнати втрати доходів. Що значно знизить Енергозбут Нововолинської філії «Волиньобленерго».

3 РОЗДІЛ

ОПТИМІЗАЦІЯ ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Незважаючи на те, що енергетики в основному займаються монтажем, експлуатацією або ремонтом електрообладнання та електричних кіл, установка та монтаж сонячних панелей стає все більш важливим аспектом їхньої роботи. Це особливо актуально для Енергозбуту Нововолинської філії ПАТ "Волиньобленерго".

Сонячна енергія зарекомендувала себе як один з найекологічніших та стійких джерел енергії. Завдяки технологічному прогресу та зниженню вартості сонячних панелей, вони стають все більш доступними та популярними. Багато країн і компаній активно інвестують у сонячні електростанції та фотовольтаїчні системи, що сприяє зменшенню використання вуглецю та розвитку стійкої енергетики.

Завдяки установці сонячних панелей енергетики можуть сприяти збільшенню виробництва чистої енергії та зниженню залежності від вуглецевих палив. Вони можуть допомагати планувати та реалізовувати проекти з енергоефективності та сталого розвитку, сприяючи зменшенню викидів парникових газів та забезпечуючи стабільне електропостачання для Енергозбуту Нововолинської філії ПАТ «Волиньобленерго».

3.1 Розрахунок потреби у фотоелектричних панелях

Для забезпечення електроенергією виробничої ділянки буде використано поширені вітчизняні фотоелектричні модулі типу KV-150. Кожен модуль має номінальну потужність 150 Вт і припускається, що буде оптимальна освітленість на рівні $E=1000 \text{ Вт/м}^2$. За допомогою цих модулів

ми планується забезпечити електроенергією всю будівлю.

Щоб оцінити продуктивність сонячного фотоелектричного модуля, можна використовувати сумарну сонячну енергію, яка надходить на горизонтальну поверхню протягом світлового дня.

Для розрахунку середньоденного виробництва електроенергії з одного елемента сонячної фотоелектричної панелі можна використовувати наступну формулу:

$$W_{cd} = \eta \cdot H_{\beta} \cdot S, \quad (3.1)$$

де η - коефіцієнт корисної дії фотоелектричної панелі;

H_{β} - інтенсивність надходження сонячної енергії, кВт·год;

S - площа сприймаючої поверхні фотоелектричної панелі, м².

Так, для січня місяця середньоденне виробництво електроенергії буде рівним

$$W_{cd} = 0,152 \cdot 1,992 \cdot 1,275 = 0,434 \text{ кВт·год.}$$

Визначимо місячне виробництво електроенергії за формулою

$$W_{mic} = W_{cd} \cdot n_{mo}, \quad (3.2)$$

де n_{mo} – кількість днів у місяці, днів.

Тобто, протягом січня місяця сонячна фотоелектрична панель зможе виробити:

$$W_{mic} = 0,434 \cdot 31 = 13,45 \text{ кВт·год.}$$

Річне виробництво електроенергії сонячною фотоелектричною панеллю визначиться як:

$$W_{piv} = \sum_{i=1}^n W_{mic_i} \quad (3.3)$$

Результати розрахунку за формулами (3.1)-(3.3) подано в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Розрахунок виробництва електроенергії сонячним фотоелектричним модулям типу KV-150

Параметр	Місяці											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
H_{β} , кВт·год	1,992	3,008	3,694	4,089	4,569	4,583	4,586	4,647	3,728	2,778	2	1,617
W_{cd} , кВт·год	0,434	0,656	0,805	0,892	0,996	0,999	1	1,013	0,813	0,606	0,436	0,353
W_{mic} , кВт·год	13,45	19,02	24,96	26,76	30,88	29,97	31	31,4	24,39	18,79	13,08	10,59

Таким чином за результатами розрахунку табл. 3.1 можна визначити річне виробництво електроенергії з однієї сонячної фотоелектричної панелі типу KV -150

$$W_{річ} = 13,45 + 19,02 + 24,96 + 26,76 + 30,88 + 29,97 + 31,0 + 31,4 + 24,39 + 18,79 + 13,08 + 10,59 = 274,29 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Для визначення необхідної кількості сонячних фотоелектричних панелей, які забезпечать достатню електроенергію для освітлення досліджуваного об'єкта, ми можемо використати наступну формулу. Ця формула дозволяє розрахувати необхідну потужність фотоелектричних панелей:

$$N_{cfn} = \frac{B_{op}}{W_{річ}} \quad (3.4)$$

Отже,

$$N_{cfn} = \frac{15605,57}{274,29} = 56,89 \text{шт}$$

Таким чином, для задоволення електроенергетичних потреб системи електропостачання об'єкта необхідно встановити 57 сонячних фотоелектричних панелей. Ця кількість панелей буде достатньою для забезпечення необхідної потужності і задоволення енергетичних вимог системи освітлення досліджуваного об'єкта.

3.2 Обґрунтування розроблюваної конструкції

Використання відновлюваних джерел енергії для виробництва електричної енергії є майбутньоорієнтованим напрямком, але вимагає вирішення певних технологічних викликів. Однією з проблем є нерівномірність, нестабільність і динамічна мінливість надходження природних енергетичних ресурсів. Крім того, ефективність використання відновлюваних джерел енергії може бути обмежена низьким коефіцієнтом первинного перетворення енергії та впливом складових енергетичної системи, таких як контролери, акумуляторні батареї, випрямлячі та інвертори.

Для підвищення ефективності використання технічних засобів для сприймання природних енергетичних ресурсів необхідно зосередитися на підвищенні коефіцієнта корисної дії. Це можна досягти за допомогою сучасних матеріалів та технологічних рішень, уникання втрат енергії на проміжних етапах перетворення, збереження та використання енергії.

Наприклад, зниження теплового навантаження на фотоелектричну панель є важливим аспектом у жаркому кліматі. Використання спеціальних охолоджувальних систем може допомогти зберегти ефективність панелей, уникнувши їх перегріву. Також розробка концентруючих та слідкуючих пристроїв потребує врахування впливу на температуру фотоелектричних панелей та розробки відповідних рішень для охолодження.

Удосконалення фотоелектричних систем з використанням концентруючих та слідкуючих пристроїв та введенням теплових панелей для охолодження може сприяти покращенню ефективності використання сонячної енергії. Кожен з цих підходів може бути застосований окремо або в комбінації з іншими технічними рішеннями, залежно від конкретних умов та економічних факторів.

3.3 Розробка концентруючого пристрою для фотоелектричної панелі

Пропонується використовувати геліоенергетичний модуль, який має особливу конструкцію з розташованими на несучій конструкції сонячними панелями прямокутної форми із бічними відбивачами. Це дозволяє підвищити ефективність фотоелектричного перетворення електромагнітного випромінювання та розширити поле зору системи орієнтації модуля. Такі технічні рішення мають на меті покращити використання сонячної енергії, зменшити негативний вплив додаткового нагріву сонячних панелей і збільшити коефіцієнт корисної дії фотоелектричного перетворення. Крім того, це також дозволяє збільшити поле зору системи орієнтації, покращуючи функціональні характеристики модуля.

Пропоновані технічні рішення спрямовані на подолання деяких недоліків існуючих фотоелектричних пристроїв. Зокрема, низька ефективність використання сонячних панелей через низьку щільність сонячного випромінювання може бути покращена за допомогою впровадження бічних відбивачів, що змонтовані похило до фоточутливої поверхні панелей. Це дозволяє збільшити кількість сонячного випромінювання, що досягає поверхні панелей, та підвищити ефективність фотоелектричного перетворення.

Крім того, пропонується вирішити проблему додаткового нагріву сонячних панелей шляхом використання теплової панелі, яка відводитиме надлишкову теплову енергію. Це дозволить підтримувати оптимальну температуру на поверхні панелей і підвищити ефективність їх роботи.

Також пропонується використовувати концентруючі та слідкуючі пристрої, що допомагатимуть збільшити поле зору системи орієнтації модуля і сприятимуть збільшенню отриманої енергії. Це дозволить ефективніше використовувати сонячне випромінювання і покращити загальну продуктивність геліоенергетичного модуля.

Застосування таких технічних рішень може призвести до значного покращення ефективності фотоелектричного перетворення, збільшення виробництва електричної енергії та зниження впливу недоліків, які характерні для існуючих систем.

Пропонований технічний розв'язок полягає у використанні геліоенергетичного модуля, що має сонячні панелі прямокутної форми з бічними відбивачами, розташованими похило до фоточутливої поверхні панелей. Модуль також має систему орієнтації, яка включає фотоелектричні датчики, пов'язані з блоком стеження. Фотоелектричні датчики розташовані під бічними відбивачами однієї з сонячних панелей дзеркально-симетрично відносно осі симетрії панелі. Бічні відбивачі виконані з напівпрозорих матеріалів з відбиваючим покриттям, яке є селективним до діапазону довжин хвиль перетворюваного електромагнітного випромінювання.

При правильному орієнтуванні модуля на джерело електромагнітного випромінювання, яким є Сонце, сонячні панелі отримують пряме випромінювання, а також додаткове засвічення від відбитого випромінювання, яке поступає на панелі з боку бічних відбивачів. Фотоелектричні датчики, розташовані під бічними відбивачами, реагують на це засвічення та передають сигнали до блоку стеження. Блок стеження керує орієнтацією модуля, забезпечуючи максимальне додаткове засвічення сонячних панелей від бічних відбивачів.

Застосування такої конструкції дозволяє покращити ефективність фотоелектричного перетворення, збільшити виробництво електричної енергії та знизити вплив недоліків орієнтації модуля на його продуктивність.

Цей геліоенергетичний модуль з системою орієнтації має кілька додаткових компонентів, які сприяють його оптимальному функціонуванню. Зокрема, в ньому присутні два підсилювачі електричного сигналу, блок управління, реверсивний електродвигун, муфта і редуктор.

Фотоелектричні датчики підключені до входів підсилювачів електричного сигналу, а виходи підсилювачів електричного сигналу пов'язані з входами блоку управління. Вихід блоку управління підключений до обмоток реверсивного електродвигуна, який забезпечує рух модуля. Рух модуля відбувається за допомогою муфти і редуктора, які кінематично пов'язані з несучою конструкцією.

Ця система орієнтації дозволяє модулю автоматично стежити за джерелом електромагнітного випромінювання і налаштовувати своє положення для отримання максимально можливої кількості сонячної енергії. Фотоелектричні датчики реагують на вхідне випромінювання і передають сигнали до блоку стеження, який забезпечує відповідний рух модуля.

Таким чином, геліоенергетичний модуль з вищезгаданими характеристиками має ефективну систему орієнтації, що дозволяє досягти оптимального збору сонячної енергії та забезпечує підвищену продуктивність системи. Цей технічний розв'язок може бути застосований у геліоенергетичних установках для ефективного використання сонячної енергії.

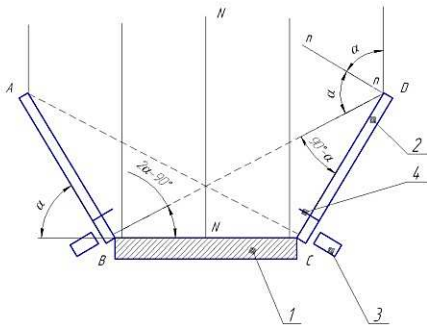
У підсумку, відомий геліоенергетичний модуль стикається з проблемою збільшення теплового навантаження на фоточутливих поверхнях сонячних панелей при підвищенні щільності світлового потоку. Це знижує ефективність фотоелектричного перетворення.

Ця нова концепція дозволяє забезпечити оптимальні умови для фотоелектричного перетворення, підвищуючи кількість збуджених електронів у напівпровіднику і, відповідно, збільшуючи вихідну електричну потужність. Такий підхід дозволяє досягти більш високої ефективності замість того, щоб просто збільшувати площу сонячних панелей.

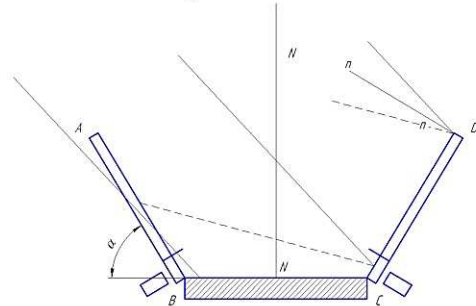
Цей інноваційний модуль забезпечує підвищену продуктивність, зменшує вплив теплових втрат і дозволяє максимально використовувати

потенціал сонячного випромінювання. Це є кроком у напрямку більш ефективного та стійкого використання сонячної енергії.

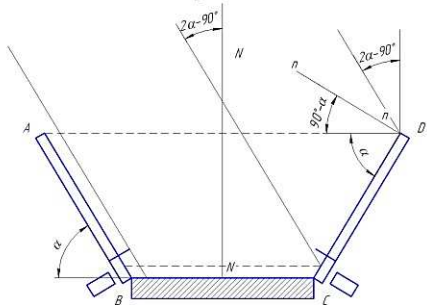
Падіння сонячних променів перпендикулярно на сприймаючу площину



Падіння сонячних променів на сприймаючу площину під кутом більшим від $2\alpha - 90^\circ$



Падіння сонячних променів на сприймаючу площину під кутом $2\alpha - 90^\circ$



Падіння сонячних променів на сприймаючу площину під довільним кутом Δ

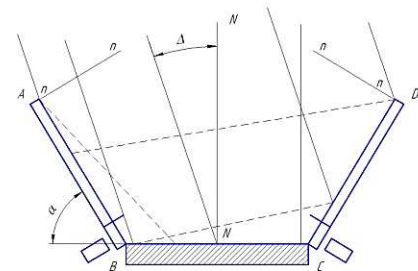


Рисунок 3.1 – Взаємодія сонячних променів з елементами геліоенергетичного модуля.

Однак, в цьому модулі використовується нова схема розподілу вхідного випромінювання на бічних відбивачах, яка уникає збільшення теплового потоку і робить її ефективною.

4 РОЗДІЛ

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

Забезпечення безпеки та здоров'я працівників є невід'ємною складовою у всіх сферах діяльності. Охорона праці має на меті попередження травматичних пошкоджень та професійних захворювань серед працівників. Здорові та безпечні умови праці допомагають уникнути нещасних випадків, захворювань та ушкоджень, пов'язаних з процесом праці. Впровадження ефективних заходів з охорони праці сприяє покращенню робочого середовища та підвищенню продуктивності працівників. Здорові та безпечні працівники мають змогу працювати ефективно та енергійно, що сприяє покращенню якості та обсягу виконуваних робіт.

Загалом, охорона праці відіграє важливу роль у забезпеченні безпеки, здоров'я та добробуту працівників, сприяючи підвищенню продуктивності, зменшенню ризиків та витрат, а також покращенню якості праці.

4.1 Структурно – функціональний аналіз виникнення небезпечних ситуацій

У сфері аналізу структурно-функціонального виникнення небезпечних ситуацій застосовується методика, спрямована на вивчення та розбір складних систем з метою виявлення причин та факторів, що призводять до небезпеки або аварійних ситуацій.

В процесі проведення структурно-функціонального аналізу виникнення небезпечних ситуацій застосовуються такі етапи:

- **Визначення системи:** Ідентифікація системи та всіх її компонентів, включаючи фізичні, технічні, людські та організаційні аспекти.

- Аналіз структури: Дослідження взаємозв'язків та взаємодій між компонентами системи. Це дозволяє встановити, як компоненти впливають один на одного та які функції вони виконують.
- Виявлення потенційних небезпек: Визначення можливих небезпечних ситуацій, що можуть виникнути у системі через дефекти, помилки, неправильну взаємодію тощо.
- Встановлення причин: Визначення причин виникнення небезпечних ситуацій, включаючи технічні, людські, організаційні та природні фактори. Це може включати аналіз помилок, недоліків проектування, недостатньої підготовки персоналу та інших чинників.
- Розробка заходів управління ризиками: Визначення та розробка заходів, спрямованих на попередження небезпечних ситуацій, зменшення ризиків та підвищення безпеки системи. Моніторинг та оцінка: Систематичне спостереження та оцінка ефективності вжитих заходів, а також розробка стратегій подальшого вдосконалення системи.

Структурно-функціональний аналіз виникнення небезпечних ситуацій допомагає з'ясувати складні взаємозв'язки та виявляти слабкі місця в системі, які можуть призвести до аварійних ситуацій. Це надає можливість розробляти та впроваджувати ефективні заходи для попередження небезпек та забезпечення безпеки працівників та системи в цілому.

4.2 Обґрунтування організаційно-технічних рекомендацій з безпеки праці

Розрахунок освітлення

Природне освітлення може мати різні орієнтації та характеристики. Для уникнення неприємного впливу сонячних променів можна враховувати різні фактори, такі як розташування вікон. Відповідно до стандарту ДБН В.2.5-28-

2006 «Державні будівельні норми України. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення», встановлюється рекомендований мінімальний коефіцієнт природної освітленості (КПО) на рівні 1,5%. Щоб забезпечити сталість природного освітлення незалежно від погодних умов, можна використовувати регульовані сонцезахисні жалюзі або світлорозсіювальні штори з відповідним коефіцієнтом відбивання (0,5 - 0,7).

$$KPO = e = E_{BH} / E_{ЗОВ} \cdot 100, \quad (4.1)$$

де E_{BH} - внутрішня природна освітленість у приміщенні; $E_{ЗОВ}$ - зовнішня природна освітленість.

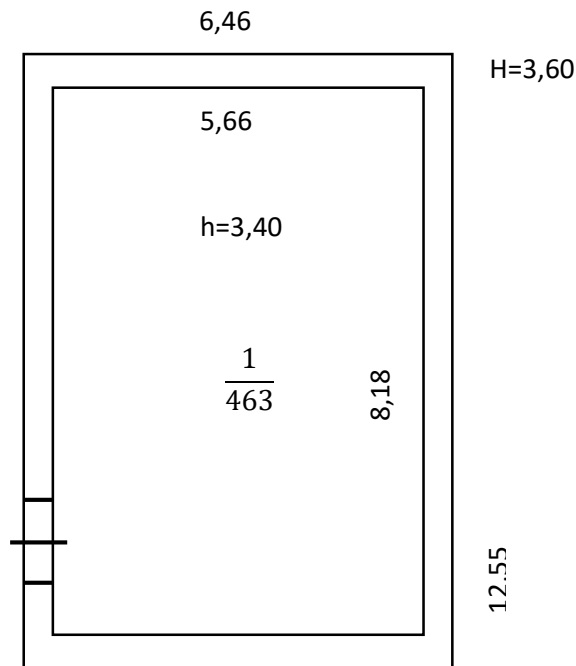


Рисунок 4.1 – Приміщення виробничої дільниці

У процесі обчислення природного освітлення використовуються такі параметри приміщення виробничої дільниці: вид освітлення - природний; висота приміщення складає 3,60 метра, довжина (А) - 8,18 метра, а глибина (В) - 3,40 метра. Для розрахунків беруться до уваги коефіцієнти світлового та сонячного клімату, які становлять відповідно 1,0 і 0,75.

Проводимо визначення нормативного коефіцієнта природного освітлення e_n :

$$e_n = e \cdot m \cdot c, \quad e_n = 2,0 \cdot 1,0 \cdot 0,75 = 1,5\% \quad (4.2)$$

Для визначення відношення довжини приміщення А до його глибини В проводиться відповідний розрахунок

$$\frac{A}{B} = \frac{8,18}{3,40} = 2,4. \quad (4.3)$$

Відношення між глибиною В та відстанню від рівня умовної робочої поверхні до верху вікна h_1 береться таким, що максимально сприяє належному освітленню навіть на великій відстані від вікна. Ці відношення використовуються для визначення світлових характеристик вікна $\eta_B = 10,0$.

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4, \quad \tau_0 = 0,7 \cdot 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,7 = 0,19 \quad (4.4)$$

де τ_1 - коефіцієнт, що враховує вплив характеру установки скла на освітленість ($\tau_1 = 0,7$); τ_2 - коефіцієнт, що враховує втрати світла від віконних переплетів світлового отвору ($\tau_2 = 0,8$); τ_3 - коефіцієнт, що враховує втрати світла внаслідок ступеня забруднення ($\tau_3 = 0,5$); τ_4 - коефіцієнт, що враховує витрати світла в несучих конструкціях в залежності від їх матеріалу ($\tau_4 = 0,7$).

Для розрахунку відношення відстані розрахункової точки від зовнішньої стінки L_{PT} до глибини кімнати В проводимо відповідний розрахунок.

$$\frac{L_{PT}}{B} = \frac{1,5}{3,4} = 0,44. \quad (4.5)$$

Проводимо визначення таких параметрів: $\rho_{cm} = 64\%$ - коефіцієнт відбиття світла від стін; $\rho_c = 72\%$ - коефіцієнт відбиття світла від стелі; $\rho_n = 55\%$ - коефіцієнт відбиття світла від підлоги; S_{cm} - площа поверхні стін; S_c - площа поверхні стелі; S_n - площа поверхні підлоги.

$$S_{cm} = (8,18 \cdot 3,10) \cdot 2 + (3,40 \cdot 3,10) \cdot 2 = 71,7 \text{ м}^2, \\ S_c = 8,18 \cdot 3,40 = 27,8 \text{ м}^2; S_n = 8,18 \cdot 3,40 = 27,8 \text{ м}^2. \quad (4.6)$$

Проводимо визначення середньозваженого коефіцієнта відбиття в приміщенні.

$$e_{сеп} = \frac{\rho_{cv} \cdot S_{cv} + \rho_c \cdot S_c + \rho_n \cdot S_{cn}}{S_{cv} + S_c + S_{cn}} = \frac{0,64 \cdot 71,7 + 0,7 \cdot 27,8 + 0,55 \cdot 27,8}{71,7 + 27,8 + 27,8} = 0,63\%. \quad (4.7)$$

Площа світлових отворів (вікон) визначається з урахуванням площі підлоги приміщення та раніше визначених параметрів.

$$S_B = \frac{e_H \cdot \eta_{св} \cdot K_{np} \cdot S_n}{100 \cdot \tau_0 \cdot \tau_1} = \frac{2,0 \cdot 24 \cdot 1,2 \cdot 27,8}{100 \cdot 0,19 \cdot 2,4} = 35,1, \quad (4.8)$$

де r_1 - коефіцієнт, який враховує особливості бокового одностороннього освітлення.

Визначається фактичне значення e_ϕ :

$$e_\phi = \frac{\tau_0 \cdot S_B \cdot r_1}{S_n \cdot \eta_B \cdot K_{np}} \cdot 100\% = \frac{35,1 \cdot 0,19 \cdot 2,4}{27,8 \cdot 24 \cdot 1,2} \cdot 100\% = 1,9991 \approx 2,0\% \quad (4.9)$$

Для розрахунку штучного освітлення використовується метод питомої потужності. Згідно з вимогами ДБН В.2.5-28-2006, освітленість на поверхні робочого столу в зоні розміщення документів повинна знаходитися в діапазоні 300 – 500 лк.

Метод питомої потужності дозволяє визначити потужність кожної лампи для створення у приміщенні нормованої освітленості:

$$P_A = \frac{\rho \cdot S}{N} = \frac{34 \cdot 27,8}{4} = 237 \text{ Вт}, \quad (4.10)$$

де ρ – питома потужність, Вт/м²; S - площа приміщень, м²; N - число ламп в освітлювальній установці, Вт.

Засновуючись на проведених розрахунках, можемо зробити висновок, що фактичні значення природного та штучного освітлення у приміщенні відповідають нормам, встановленим в ДБН В.2.5-28-2006 «Державні будівельні норми України. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення».

4.3 Управління відходами та зменшення викидів

Управління відходами та зменшення викидів є важливим аспектом енергозбуту в нововолинській філії Волиньобленерго. Здійснення ефективного управління відходами сприяє зниженню негативного впливу на навколишнє середовище та сприяє покращенню стану довкілля.

В рамках кваліфікаційного проекту з темою « Електропостачання філії ПАТ «Волиньобленерго» м. Нововолинськ » пропонується провести аналіз та розробити стратегії управління відходами з метою зменшення їх кількості та впливу на довкілля.

Управління відходами включатиме сортування, переробку та утилізацію відходів, а також впровадження програми зменшення відходів у філії. Дослідження можливостей впровадження енергоефективних технологій та оптимізації процесів виробництва сприятиме зниженню споживання енергії та, відповідно, викидів шкідливих речовин.

Крім того, буде проведено аналіз стану утилізації відходів та розроблено план заходів щодо покращення системи управління відходами відповідно до вимог законодавства та нормативних актів, що регулюють цю сферу. Застосування сучасних методів утилізації та переробки відходів, таких як компостування, рециклінг або використання у виробництві біопалива, сприятиме зменшенню відходів, їхньому вторинному використанню та зменшенню екологічного впливу.

Таким чином, дослідження та впровадження ефективної системи управління відходами в нововолинській філії Волиньобленерго дозволить забезпечити зменшення викидів та негативного впливу на довкілля, а також сприятиме покращенню стану енергозбуту об'єкта.

5 РОЗДІЛ

ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРИЙНЯТИХ РІШЕНЬ

Енергозабезпечення технологічних потреб нововолинської філії Волиньобленерго з використанням традиційних засобів енергетики може бути неефективним з економічної точки зору. Однак, підхід до розрахунку економічної ефективності можна вважати відповідним. Проте, коли мова йде про застосування в енергосистемі підприємства засобів відновлювальної енергетики, такий підхід не може повністю враховувати всі фактори ефективності.

Важливо зазначити, що значна частка ефективності від застосування відновлювальних систем енергозабезпечення лежить поза межами традиційного економічного розрахунку. При оцінці ефективності таких систем необхідно враховувати додаткові чинники, такі як зниження навантаження на централізовану енергомережу, підвищення рівня надійності енергозабезпечення об'єкта, зменшення кількості шкідливих викидів у атмосферу завдяки використанню природних джерел енергії та інші.

Також слід враховувати, що існують об'єкти, де використання відновлювальних джерел енергії є життєво важливою умовою, альтернативи у вигляді централізованого енергозабезпечення не існує. Такі ситуації вимагають окремого розгляду економічної ефективності, оскільки перехід до використання відновлювальних джерел енергії є необхідним.

Також слід зазначити, що розрахунок економічної ефективності повинен враховувати зміну вартості енергоносіїв у майбутньому. Однак, це завдання може бути складним, оскільки прогнозування вартості енергоносіїв має високий рівень невизначеності через політичний вплив на процес формування цін.

Тому, розрахунок економічної ефективності від використання відновлювальних енергетичних систем потребує більш комплексного підходу, який враховує додаткові чинники, що впливають на ефективність, а також можливість адаптації до змін у вартості енергоносіїв.

Один з основних аспектів визначення економічної ефективності технологічних або конструктивних рішень полягає у розрахунку структури затрат, пов'язаних з практичною реалізацією запропонованих рішень, а також у визначенні періоду окупності для системи покращень. Такий підхід до розрахунку економічної ефективності, здатний порівняти базовий та новий варіанти виробничої структури, є інформативним, оскільки дозволяє визначити потенційні економічні вигоди, які можуть бути отримані завдяки покращенням.

Враховуючи отриману інформацію про збільшення прибутків або зниження витрат, можна провести розрахунок періоду окупності додаткових капіталовкладень у покращення об'єкта. Такий аналіз допоможе визначити, через який проміжок часу інвестиції повернуться та принеситимуть додатковий прибуток.

Для оцінки економічної ефективності удосконаленої системи електрозабезпечення, включаючи сонячну фотоелектричну систему, проведемо розрахунок вартості електроенергії, яка буде потрібна для задоволення технологічних потреб досліджуваного об'єкта.

На основі розрахованих значень споживання електроенергії для технологічних потреб, ми визначимо вартість електроенергії, необхідної для цих потреб

$$B_{елво} = E_{сумво} \cdot C_{ел}, \quad (5.1)$$

де $C_{ел}$ – ціна 1 кВт·год електроенергії, грн.

$$B_{елво} = 15605,57 \cdot 2,64 = 41198,71 \text{ грн.}$$

Використання системи концентрування дозволяє досягти збільшення виробництва електроенергії в 1,818 рази, при цьому можна зменшити сумарну

кількість фотоелектричних панелей, не змінюючи загальну кількість виробленої електроенергії. Це означає, що з використанням системи концентрування можна ефективніше використовувати сонячну енергію та зменшити витрати на фотоелектричні панелі, що може мати позитивний вплив на економічну ефективність системи енергозабезпечення Нововолинської філії Волиньобленерго.

$$N_{\phi n} = \frac{N_n}{k_K} \quad (5.2)$$

де k_K - коефіцієнт концентрації є показником, який відображає ступінь зменшення кількості фотоелектричних панелей при використанні концентруючого пристрою $k_\phi = 1,818$. Він визначає, наскільки ефективно використовується сонячна енергія і дозволяє зменшити загальну потребу у панелях, при цьому зберігаючи незмінну кількість виробленої електроенергії.

Отже, отримаємо:

$$N_{\phi n} = \frac{57}{1,818} = 31,35 \text{шт.}$$

Застосування концентруючого пристрою дозволить значно зменшити кількість фотоелектричних панелей, необхідних для технологічних потреб електропостачання адміністративного корпусу. Кількість панелей можна скоротити до 32 штук. Завдяки цьому, для монтажу фотопанелей буде потрібно всього 2 рами, оскільки на одному поворотному каркасі можна розмістити до 16 панелей. Таким чином, застосування концентраторів дозволяє зменшити кількість необхідних рам з 4 до 2.

Для порівняння вартості двох варіантів фотоелектричної системи проведемо розрахунки і отримаємо результати, які подано у таблицях 5.1 та 5.2. За використання системи з чотирма поворотними системами загальна вартість складає 333824 грн, тоді як вартість системи з двома поворотними системами та концентраторами становить 189952 грн.

Таблиця 5.1 – Вартість фотоелектричної системи з поворотною системою

Назва обладнання	Одиниці виміру	Кількість одиниць	Ціна, грн.	Вартість, грн.
Фотоелектрична панель KV-150	шт.	16	4200	67200
Контролер заряду-розряду PR 3030	шт.	4	2240	8960
Блок комутації контролерів	шт.	2	1240	2480
З'єднувальні провідники	м. п.	30	12,4	372
Опорна конструкція поворотного пристрою з приводом	шт.	1	3420	3420
Блок управління	шт.	1	480	480
Кріпильні елементи	к-кт	16	34	544
ВСЬОГО				83456

За даними таблиць 5.1 та 5.2 можна встановити кількісний розмір зниження вартості фотоелектричної системи шляхом використання концентруючого пристрою. Відносна різниця вартості між системою з чотирма поворотними системами та системою з двома поворотними системами та концентраторами складає 143872 грн.

$$B_{\text{фс}} = B_{\text{нс}} - B_{\text{кп}}, \quad (5.3)$$

$$B_{\text{фс}} = 333824 - 189952 = 143872 \text{ грн.}$$

Термін окупності капіталовкладень на встановлення концентруючого пристрою в систему, що використовує сонячні фотоелектричні панелі, можна визначити як час, необхідний для повернення інвестованих коштів у цю реконструкцію, як

$$T_{\text{ок}} = \frac{B_{\text{нс}}}{B_{\text{фс}}}, \quad (5.4)$$

де $B_{\text{нс}}$ – вартість концентруючого пристрою, грн.

$$T_{\text{ок}} = \frac{11520}{143872} = 0,08 \text{ року}$$

Таблиця 5.2 – Вартість фотоелектричної системи з поворотною системою і концентруючим пристроєм

Назва обладнання	Одиниці виміру	Кількість одиниць	Ціна, грн.	Вартість, грн.
Фотоелектрична панель KV-150	шт.	16	4200	67200
Контролер заряду-розряду PR 3030	шт.	4	2240	8960
Блок комутації контролерів	шт.	2	1240	2480
З'єднувальні провідники	м. п.	30	12,4	372
Опорна конструкція поворотного пристрою з приводом	шт.	1	3420	3420
Блок управління	шт.	1	480	480
Кріпильні елементи	к-кт	16	34	544
Відбиваючі панелі	шт.	32	360	11520
ВСЬОГО				94976

За допомогою концентруючого пристрою можна досягти значного зниження вартості встановленого обладнання, що підтверджується тим, що термін окупності капіталовкладень у таку реконструкцію становить в межах одного місяця.

ВИСНОВКИ

Дана робота містить детальний огляд та аналіз електроенергетичних систем. Вона включає наступні складові:

1. Загальна характеристика, що розглядає загальну характеристику електроенергетичних систем, описуючи їх структуру, складові елементи та функціонування. Детально розглядаються основні принципи та принципи дії електричних мереж, їх роль у постачанні електроенергії та взаємодія зі споживачами.
2. Розрахунок електропостачання, де проводиться розрахунок енергозбуту електроенергетичних систем. Це включає визначення споживаної електроенергії в різних секторах та на різних рівнях системи, а також оцінку навантаження на трансформатори, лінії передачі та інші елементи мережі. Розрахунки допомагають оцінити ефективність та надійність електропостачання.
3. Удосконалення енергетичної системи де робота пропонує аналіз можливостей для удосконалення енергетичної системи. Вона розглядає варіанти впровадження нових технологій, використання відновлювальних джерел енергії, підвищення енергоефективності та оптимізацію управління системою. Це може включати модернізацію існуючої інфраструктури та впровадження сучасних систем моніторингу.
4. Аналіз безпеки працівників, і якій робота також містить аналіз безпеки працівників у різних небезпечних умовах. Це включає вивчення потенційних ризиків, пов'язаних з роботою в енергетичній системі, та розробку заходів безпеки для запобігання нещасним випадкам та забезпечення безпечних умов праці.

В цілому, робота зосереджується на розумінні, оцінці та удосконаленні електроенергетичних систем з точки зору ефективності, надійності та покращенні та пропонує рекомендації для їх вдосконалення.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Тимочко В.О., Городецький І.М., Березовецький А.П., Мазур І.Б. та ін. Безпека життєдіяльності та охорона праці. Навч. посібник. Львів: Сполом. 2022. 376 с.
2. Пістун І. П., Березовецький А. П., Тимочко В. О., Городецький І. М. Охорона праці (гігієна праці та виробнича санітарія): навч. посіб. / за ред. І.П.Пістуна. Львів: Тріада плюс, 2017. Ч. I. 620 с.
3. Іщук С.І., Гладкий О.В. – К. : ВЦ «Академія». Техніко – економічні основи промислового виробництва. Навч. посібник., 2011. – 24с.
4. Гальчак В.П., Боярчук В.М. Альтернативні джерела енергії. Енергія Сонця: Навчальний посібник. Львів, 2008. 135с.
6. Дудюк Д.Л., Мазепа С.С., Гнатишин Я.М. Нетрадиційна енергетика: основи теорії та задачі: Навч. посіб. Львів: "Магнолія 2006", 2008. 188 с.
7. Маляренко В.А. Енергетика і навколишнє середовище. Х.: Видавництво САГА, 2008. 364 с.
8. Кудря С.О., Головка В.М. Основи конструювання енергоустановок з відновлюваними джерелами енергії: навч. посіб. К.: НТУУ "КПІ", 2011. 184 с.
9. Шмат К.І. Диневич Г.Ю., Карманов В.В. та ін. Конструкції та розрахунок енергетичних засобів в сільському господарстві. Херсон: Олді-плюс, 2004. 236 с.
11. Корчемний М., Федорейко В., Щербань В. Енергозбереження в агропромисловому комплексі. Тернопіль: Підручники і посібники, 2001. 984 с.
12. Гудим В. І. Основи пересилання та розподілення електричної енергії : навч. посіб. Для студентів електроенергетичного напрямку. Львів : СПОЛОМ, 2022. 286 с. Бібліогр.: с. 284-285.