

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики

Кафедра електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології

Кваліфікаційна робота

на правах рукопису

Миронов Михайло Віталійович

УДК 621.359.4

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Робота сонячних електростанцій в системах електропостачання

(тема роботи)

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Миронов М. В.

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи:

Соколовський Олег Феліксович

(прізвище, ім'я, по батькові)

к.т.н., доцент кафедри електрифікації,

автоматизації виробництва та інженерної екології

(науковий ступінь, вчене звання)

Житомир 2023

АНОТАЦІЯ

Миронов М.В. Робота сонячних електростанцій в системах електропостачання. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістр 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка – Поліський національний університет, Житомир, 2023.

Метою кваліфікаційної роботи є дослідження раціонального використання сонячних електростанцій з метою забезпечення безперебійного постачання електроенергії підприємствам та об'єктам житлових споруд, також збільшення видобування електроенергії завдяки сонячним джерелам електроенергії.

Ключові слова: сонячні панелі, альтернативні джерела, контроллер заряду, інвертор, сес, енергосистема

ABSTRACT

Mironov M.V. The work of solar power plants in power supply systems. Qualification work for obtaining the master's degree 141 - Electric power, electrical engineering and electromechanics - Polish National University, Zhytomyr, 2023.

The purpose of the qualification work is to study the rational use of solar power plants in order to ensure uninterrupted supply of electricity to enterprises and residential facilities, as well as increase the production of electricity thanks to solar sources of electricity.

Keywords: solar panels, alternative sources, charge controller, inverter, ses, energy system

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ В УКРАЇНІ.....	5
1.1 Огляд типової сонячної електростанції.....	5
1.2 Схема підключення сонячних джерел енергії.....	7
1.3 Потенціал сонячної енергетики в Україні.....	10
Висновки до розділу	13
РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТИВНЕ ЗАСТОСУВАННЯ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ.....	14
2.1 Види сонячних панелей.....	14
2.2 Конструкційні особливості сонячних станцій	15
2.3 Сонячна енергетика з економічної точки зору	17
Висновки до розділу	19
РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ СОНЯЧНИХ СТАНЦІЙ В ГІБРИДНОМУ РЕЖИМ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ	20
3.1 Можливі генеруючі потужності сонячної електростанції.....	20
3.2 СЕС в роботі з енергосистемою.....	24
3.3 Автоматичний ввід резерву для сонячних електростанцій	32
Висновки до розділу.....	36
ВИСНОВКИ.....	37
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	38

ВСТУП

Актуальність теми. Для ХХІ століття сонячна енергетика не є новою. Ще в 1883 році першим хто використав сонячні батареї для перетворення світла в електрику - американський винахідник Чарльз Фрітц. Сонячне випромінювання, що потрапляє на поверхню планети є потужним джерелом екологічно чистої енергії. Даний вид енергетики є екологічно чистим.

Отже, альтернативна енергетика, сфера енергетики, яка використовує альтернативні джерела енергії для забезпечення вироблення електричної, теплової та механічної енергії. До них відносяться: енергія сонця, гідроенергію, геотермальних вод та вітру. Таке використання видів енергетики дозволить скоротити викиди шкідливих речовин в навколишнє середовище.

Безпосереднє трансформування сонячного випромінювання на електричну енергію за допомогою сонячних панелей є найбільш перспективним методом отримання електроенергії. Розвиток сонячної енергетики в Україні є важливим не лише через вичерпність ресурсів для традиційних джерел енергії, але і через збільшення навантаження на довкілля.

Основною метою кваліфікаційної роботи є аналіз роботи сонячної електростанції як додаткового джерела живлення електричної мережі.

Предметом дослідження є можливості використання сонячної електростанції як основного джерела при аварійних відключеннях живлення від енергосистеми.

Методи дослідження. Методи математичного аналізу та побудова схеми управління приладів автоматичного вводу резерву з використання контролерів ПЛК та мікропроцесорів.

Практична значимість результатів роботи. Вирішення поставлених завдань на основі математичної моделі управління сонячними панелями, та методах математичного аналізу та ін.

Перелік публікацій авторів за темою дослідження:

Соколовський О.Ф., Миронов М.В СХЕМИ ПІДКЛЮЧЕННЯ СОНЯЧНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики. “Студентські читання–2022” 30 листопада 2022 р. Житомир: Поліський національний університет, 2022. 101 с.

Миронов М. В. ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ТА РІЗНОВИД СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ

Матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики. “Студентські читання–2022” 7 червня 2022 р. Житомир: Поліський національний університет, 2022. 63 с

Миронов М. В. СОНЯЧНА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ В РЕЖИМІ ЖИВЛЕННЯ ЕНЕРГОСИСТЕМИ

Матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики. “Студентські читання–2022” 7 червня 2022 р. Житомир: Поліський національний університет, 2022. 63 с

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ В УКРАЇНИ

1.1 Огляд типової сонячної електростанції

Сонячна енергетика – сама найперспективніша галузь енергетики. Варто подивитись на темпи її розвитку як в Україні, а також і у світі. У сучасному світі електричні мережі мають суцільний недостаток, все це через підвищену втрату електроенергії через використання напівпровідників, які провокують появу вищих гармонік. Завдяки розвитку новітніх технологій, створені засоби для підвищення енергетичної безпеки країни, суттєву роль тут відіграє надійна поставка електричної енергії до споживачів. У численному виді Сонце щодня посилає на нашу планету 9,6 мільярдів кіловат енергії.

Сучасний стан на ринку сонячної енергетики можна охарактеризувати так: кожні два дні в Україні з'являється по одній потужній сонячній електростанції і приблизно 25 малих станцій для забезпечення енергією сонця домогосподарств. Наочна ступінь розвитку та потенціал сонячної енергетики в Україні відображає той факт, що у середньому в країнах Євросоюзу на одного жителя приходиться 33,7 м² поверхні колекторів, а в Україні – 0,001 м². Оскільки держава зобов'язалась до 2020 р. досягти частки відновлюваної енергетики 11% у енергобалансі країни – можна спостерігати продовження всебічної підтримки галузі. Частка електроенергії, виробленої з альтернативних джерел є незначною, проте її розмір стабільно збільшується: з 1% у 2016 року до 1,7% у 2019 році. Порівняно з показником 2017 року збільшилось на 736,1 млн. кВт·год або на 38,8% та становило 2 632,4 млн. кВт·год. У піврічному вимірі 2020 року частка енергії, виробленої з альтернативних джерел ставить вже 3% (плановий показник становив 2,5%). Порівняно з показником за півріччя 2019 року виробництво електроенергії збільшилося на 93,4%[1].

Отже, в майбутньому з використанням сонячної енергетики будуть працювати більшість галузей виробництва. А оскільки, ефективність

сонячних батарей залежить від кількості сонячної енергії, що падає на одиницю площі поверхні Землі в певній місцевості за рік. Ознайомившись з картою, можна побачити залежність від пори року, регіону в містах країни. Територія України має придатні регіони для розвитку систем для впровадження сонячної енергетики. Регіони країни в яких для сонячна енергетика була б найефективнішою є степова частина України та Кримський півострів.

Але для розробки, розрахунку та їх встановлення, навіть не масивних на величезну площу сонячних панелей, потрібні величезні кошти. Сонячні панелі бувають трьох типів: монокристалічні, полікристалічні, тонкоплівкові. Від цього залежить ціна всієї сонячної електростанції.

Так ж до їх складу входять інвертори для забезпечення електроустановок змінним струмом. Контроллери для регулювання заряду акумуляторів, від перерозрядження і захисту. Самі акумулятори які виконують роль буфера для накопичення електроенергії. Провідники з поперечним перерізом в залежності від кількості та потужності сонячних батарей. Апарати захисту від короткого замикання та перенавантаження, запобіжники, автоматичні вимикачі постійного та змінного струму. Всі параметри кожного з елементів, підбираються під кількість на потужності сонячних панелей.

Провідні експерти сфери технологічної відновлюваної енергетики дають надію на те, що в найближчі 10 років вартість фотоелементів знизиться в кілька разів. Але вартість панелей які вже відомі за своєю простою технологією може знизитись до 50%. Таким чином, завдяки спрощенню виробництва кремнієвих елементів, збільшеться ККД фотоелементів від 26%. Головним чином, маючи велику конкуренцію, виробники сонячних електростанцій значно зняли акцент на сонячних панелях. Деякі з відомих компаній, при індивідуальному замовленні сонячної станції, віддають на ринок сонячні панелі з мінімальним цінником, при цьому роблять акцент саме на монтажі роботах.

1.2 Схеми підключення сонячних джерел енергії

Основним обладнанням будь-якої сонячної електростанції є сонячні панелі - напівпровідникових пристроїв, або так званих сонячних елементів, які складаються з кристалів кремнію. Саме вони перетворюють енергію світла в електричну. Сонячні елементи складаються з обробленої монокремнієвої пластини, вкриті спеціальним матеріалом, який здатен витраматити всі несприятливі погодні умови, такі як, град, високі чи низькі температури, перепади температур та тому подібні. Модулі можуть встановлюватись на спеціально сконструйованих кріпленнях або ж таки на похилих дахах будинків, офісів, гаражів. Оскільки поки не існує панелей здатних забезпечити хоча б одного приватного будинку, їх потужність є замалою для цього, тому використовують кілька панелей підключають послідовно або паралельно, щоб отримати необхідну напругу та струм. Спосіб їх підключення має важливе значення для інвертора та електростанції в цілому.

Розглянемо послідовне з'єднання. Якщо з'єднати плюсову клему однієї сонячної панелі з мінусовою клемою іншої. При послідовному з'єднанні напруга панелей зплюсовується, а сила струму так і потужність не змінюються. Для прикладу, ми можемо з'єднати послідовно два модулі з номінальною напругою 40 і номінальним струмом 13 А, разом напруга становитиме 80 В, а сила струму залишиться 13 А. А це є важливим для інвертора.

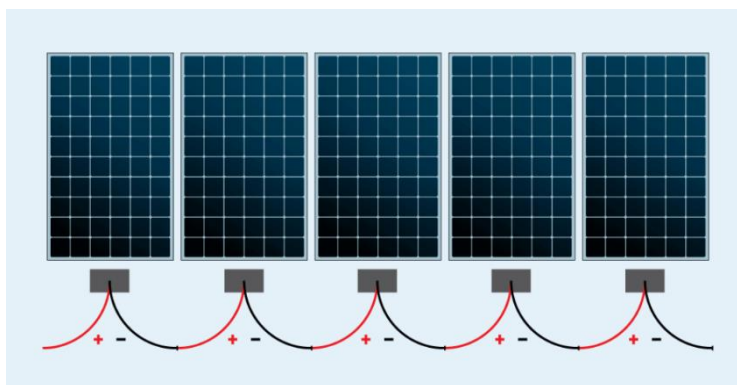


Рис1.1 Послідовне з'єднання сонячних панелей

Паралельне з'єднання, це з'єднання плюсових клемм панелі з плюсовою клеммою іншої панелі, а мінусові клеми з'єднуються до мінусової. Такий спосіб дає змогу збільшити струм та потужність, але не змінювати напругу. В результаті паралельного підключення сонячних панелей, напруга залишиться на рівню 40 В, тоді як сила струму збільшиться в два рази, тобто до 26 А

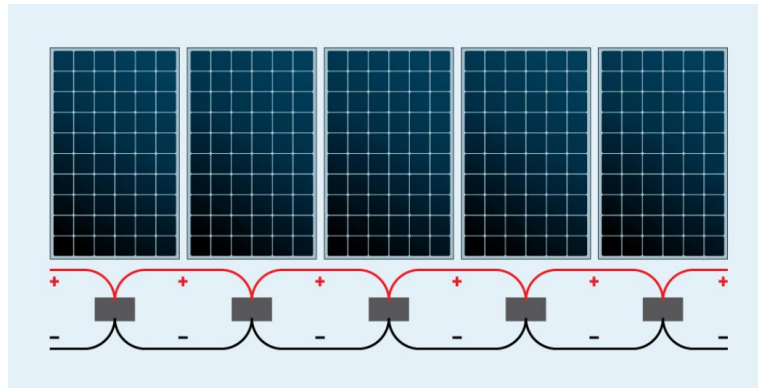


Рис 1.2 Паралельне з'єднання сонячних панелей

Надалі підбирається захисне обладнання постійного струму, з прикладу вище, якщо використовується послідовне з'єднання – буде використаний автоматичний вимикач DC16А. Припаралельному - DC32А.

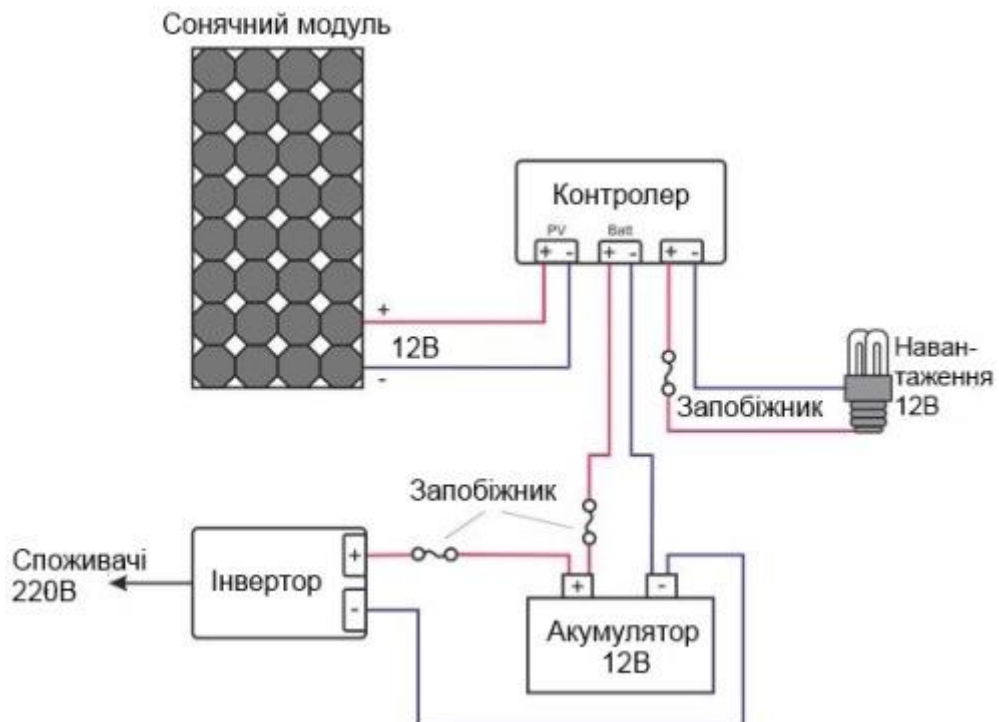


Рис 1.3 Типова схема підключення сонячних панелей до споживачів змінного струму

Контролер – це пристрій для регулювання зарядження та розрядження акумуляторів. Контролер заряду має важливу роль, оскільки виконує балансування та заряд акумуляторів, це в свою чергу сприяє збільшенню терміну експлуатації акумуляторів. Використання сучасних зарубіжних SMD радіодеталей дозволяє сонячному контролеру заряду працювати навіть із наймасштабнішими фотоелектричними установками в кілька сотень гектар площі даючи їм максимальну ефективність та безпеку експлуатації.

Принцип роботи: з'єднання сонячної панель з акумуляторною батареєю, таким чином, щоб забезпечити балансування для рівномірного заряду чи розряду. Забезпечуючи захист від високих напруг за принципом стабілізації, якщо від панелі протікає напруга 13.4В, вона стабілізується до 7 або 12В, в залежності від напруги заряду акумулятора. Він також блокує потік струму від акумуляторів до панелей, коли станція "спить".

Акумулятор слугує буфером для накопичення електроенергії, щоб використовувати її коли сонячні панелі не генерують енергію. Акумуляторні батареї розраховані на постійний цикл зарядки/розрядки, адже саме такий цикл досить часто використовують на сонячних станіях ніж одноразовий цикл повного заряду, а потім повного розряду. Гарантійним терміном роботи, що використовуються у сонячних станціях, становить від 6 до 10-12 років. Також існують акумуляторні збірки закритого типу - гелеві, вони не потребують обслуговування, термін їх експлуатації близько 15 років, що значно облегчить процес обслуговування СЕС.

Тепер про інвертори, метою такого пристрою є перетворення постійного струму в змінний та в параметри, що підходять для живлення побутових приборів. Постійний струм напругою 5В, 12В, 24В, 36В може перетворюватись у змінний струм напругою 220 В або 380 В. Інвертор дає змогу подавати електроенергію в звичайні побутові прибори, а також

освітлювальні установки. Найпростіші і дешеві інвертори дозволяють отримати на виході сигнал, з формою трикутника або меандра (що нагадує ШІМ). Струм такої форми дозволяє жити лампи, електронагрівачі та інші пристрої, яким байдуже до якості синусоїдальної частоти. Якщо напругу такої форми направити в електродвигун - він буде працювати не дуже стабільно та з часом вийде з ладу.

Сучасні інвертори дозволяють перетворювати постійний струм та отримати змінний, у вигляді привільного синусу, який за своєю формою може нагадувати синусоїду в побутовій мережі. Таким струмом можливо безпечно підключити більшості побутових приладів та електроінструментів.

1.3 Потенціал сонячної енергетики в Україні

За даними Держенергоефективності, максимально можливий річний потенціал енергетики сонця на території нашої країни становить більше 760 мільярдів кВт/год, але через технічні можливості країни він може скласти лише 35 мільярдів кВт/год. Одним з головних перешкод розвитку відновлюваної енергетики є застаріла мережа Радянських часів і досі не переобладнені підстанції. За оцінками провідних експертів, на даний час і становленого розвитку відновлювальних джерел в Україні є здатність покрити до 70% попиту на електричну енергію. Серед власників які використовують сонячні електростанції на своїх територіях до 2025 року їх кількість може зрости до 60-80%. Темнеменш, використання так званих сонячних колекторів, які слугують для нагріву води впродовж років ставатиме дедалі вигідним, через несправедливих цінників на воду. Технології сонячних колекторів збільшить попит на гарячу воду для використання у приватним домогосподарствам на всі 100% протягом літа та до 30% в зимній час. У сфері надання послуг використання сонячної енергії не є поширеним через залежність від регіону розташування та пори року, однак має сміливість використовуватись у вигляді резервного джерела електроенергії. Видиме

зростання на попит сонячної енергетики та розвиток нових технологій в Україні показують оцінки закордонних експертів, та з експертами України.

Кожен рік в Україні та в інших країнах зростає потання про забезпечення безперебійної подачі електроенергії завдяки використанню нетрадиційних джерел електроенергії. Через нестачі та не відновлення традиційних джерел енергії, серед таких як нафта, вугілля, газ. Існує два рішення для запобігання цих проблем. Раціональне використання палива або пошук нових технологій для генерації енергії, заздалегіть це масштабне впровадження нетрадиційних та відновлюваних джерел електроенергії.

Основною причиною застосування таких нетрадиційних джерел енергії насамперед це їх екологічності, можливість відновлення таких джерел та використання простих технологій для перетворення з одного виду енергії в іншу. Такої ж теми набуває актуальність і на території України, в якій спостерігаються проблеми з обмеженими запасами джерел електроенергії. Використання сонця, вітру, біомаси, тепла землі та інших природних джерел, дозволить суттєво вплинути на енергетичний баланс України. Відновлювані джерела енергії мають невичерпні запаси, одне сонце за добу здатне згенерувати стільки енергії, якої вистачить всій земній кулі на рік. Можна вважати той фактор, що також відновлювані джерела енергії абсолютно незалежні, адже вони не можуть вичерпні з часом, вони не потребують складних умов для видобування та кілька етапів перетворення, а найголовніше те, що при правильному підході та правильно налагодженому устаткуванні, при експлуатації майже не несуть екологічної шкрди навколишньому середовищу.

В Україні почався так званий енергетичний прорив в галузі нетрадиційних джерел електроенергії, правду кажучи, на сьогоднішній день відновлювальні джерела енергії вже важко називати нетрадиційними, якими вони це були десятиліття тому. Насправді потенціалу відновлювальної енергетики в Україні немало. І це без умовно є позитивним моментом в сфері сучасної енергетики України. За останній роки, план по вв нашій державі і

справді докорінним чином змінилася. Стратегія по вадженню альтернативних джерел є досить успішними і розвиток енергетики має продовжуватись до 2050 року. Серед лідируючих відновлювальних джерел, за кількістю генерованої енергії у світі вважають вітрові та сонячні електростанції. Гідроелектростанції зазвичай не входять в цей список, але екологи вважають правильним називати гідроелектростанції найбільш правильними джерелами відновлюваної енергії. Поняття альтернативної або відновлювальної енергетики передбачає такі види енергії, які мають можливість використовувати нескінченну кількість разів, а джерело цієї енергії вичерпати вважається неможливим. Серед подібних джерел існують природні ресурси у вигляді вітру, сонця, тепла та води.

Головним маємо те, що ці джерела енергії не завдають шкідливого впливу на екологічне середовище, тобто при використанні цих джерел не утворюється вуглекислий газ чи радіоактивні відходи, які негативно впливають на атмосферу, воду, ґрунт і тим самим завдають збитки навколишньому середовищу. До відновлювальних джерел енергії здебільшого, відносять сонячну, вітрову та геотермальну, енергію морських припливів та відпливів, біомаси, переробки рослини та різних видів органічніки. Також до відновлювальних джерел можна віднести малі ГЕС, які відрізняються від традиційних, більших ГЕС лише за масштабом. Різні види відновлювальних джерел енергії є на різних стадіях вивчення, найпоширеніші з них це вітрова та сонячна енергетика. Україна має достатньо можливостей для для їх освоєння.

Висновок до розділу

Незважаючи на те що існують прототипи перетворювачі, сонячне світло використовується для виробництва електроенергії приходиться в конвертер тільки вдень які здатні виробляти невелику кількість електроенергії в нічний час, але поки рано розглядати їх комерційне використання. Це все через те, що головним їх недоліком залишається вартість. Також такі

електростанції використовують велику площу для збирання сонячної енергії. Для підприємств з двигунами та установками чутливими до нерівномірного виробництва електроенергії.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТИВНЕ ЗАСТОСУВАННЯ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

2.1 Види сонячних панелей

Напівпровідникові елементи є основним матеріалом для фотоелементів. В сучасному світі існує три найпоширеніші способи виготовлення фотоелементів для сонячних панелей: монокристалічні, полікристалічні та з аморфного кремнію.

Монокристалічні панелі мають алюмінієвий каркас і закриті ударостійким скло проти відблисків. Монокристалічні фотоелементи темно-синього або чорного кольору. Вони мають складну форму та найдорожчу ціну серед всіх типів сонячних батарей, для їх виготовлення використовується цільний кристал кремнію. Такі панелі мають найвищу ефективність перетворення світла в електрична енергія 14%-20%.

Полікристалічні сонячні панелі для виготовлення яких використовуються пресовані кристали різної форми, їх ще іноді також називають багатокристалічними фотоелементами. Їх виготовлення є значно дешевшим. Полікристалічний панелі менш ефективні та перетворює світло в електричну енергію 10 %-16 %.

Кристали в полікристалічному кремнію ще агрегатні, але мають різну орієнтацію та форму. На відміну від темних монокристалів, матеріали для полікристалів мають яскраве синє забарвлення. Завдяки ідеальному процесу виробництво елементів цього типу, вони лише трохи поступаються електричним показникам монокристалів.

Тонкоплівкові фотоелементи використовують тонкі плівки, що є найдешевшою технологією. Для їх виготовлення застосовують розплавлений кремній, нанесений за допомогою розпорошення на різні поверхні: полімерна плівка, скло, пластик. Це в свою чергу дає можливість виготовлення фотоелектричних елементів з різним ступенем прозорості та забарвлення. Завдяки цьому створюється більш широкий спектр застосування даного виду

фотоелементів. Тонкоплівкові фотоелементи найменш ефективні, так як їх ефективність перетворення світла в електричну енергію 4%-9%.

Особливістю цих типів панелей є те, що вони можуть генерувати електроенергію не зважаючи на відсутність прямих сонячних променів, працюють при нерівномірному випромінюванні сонця. Загальна вироблена потужність в рік на 10-15% вище виробленої традиційні кристалічні сонячні панелі (монокристалічні і полікристалічні). Слід також сказати, що установка плівкових сонячних панелей можливо не тільки на дахах, а й на бічних поверхнях будівель

2.2 Конструкційні особливості сонячних станцій

Існують два види сонячних електростанцій: фотоелектричні - перетворюють сонячну енергію в електрику за допомогою фотоелектричного модуля і термодинамічні - перетворюють сонячну енергію в теплову, а потім вже в електричну.

Також серед їх типів є:

- А) Мережеві. Є більш потужними, вони підключаються до зовнішніх електричних мереж, велика частина вироблюваної ними електроенергії передається в мережу через відповідний лічильник, який нараховує зелений тариф;
- Б) Автономні. Призначення яких перш за все для задоволення потреб навантаження для власного споживання, тому вони розраховані на меншу потужність, бо зорховані лише на список власних електричних приймачів. Вони також підключені до зовнішньої електричної мережі, в даному випадку вони не передають надлишок електричної енергії в мережу та не регулюються зеленим тарифом.

Надважливим є кут нахилу, бо впродовж дня Сонце змінює своє положення знаходиться у небі. Крім того, в залежності від сезону воно піднімається на різну висоту над горизонтом. З такими умовами виробництво

електроенергії сонячними панелями не є постійним і рівномірним. Для розрахунку оптимального кута панелей можна скористатись формулою:

$$\text{Оптимальний кут} = \text{географічна широта} \cdot 0,76 + 3,1^\circ$$

Широту місця розташування станції можна легко визначити через мережу інтернет. Більш точним є Google Maps, знайшовши відповідне місце на карті, та вибравши її в списку. Ідеальними дахами для встановлення сонячних панелей трапляються рідко через конструктивні особливості. Як відомо, це орієнтація на південь з кутом нахилу ~ 40 градусів.



Рис 2.1 Оптимальне розташування сонячних панелей, в залежності від горизонту і кута нахилу

Сама оптимальна орієнтація для сонячної станції є південь. Встановлення панелей до південного напрямку вони мають найбільшу ефективність сонячного випромінювання ніж з інших сторін. Зазвичай, близько 90% дахів приватних будинків не орієнтовані для встановлення сонячних панелей. Тому, більш розвиненим варіантом є рухомі конструкції для слідкування за переміщенням Сонця, найменування яким - трекерні системи. Такі системи можна організувати з використанням датчиків освітленості які відсилають інформацію на контроллер, наприклад Arduino.

Рухомі конструкції можна виділити двох типів:

На одій осі, змінюють лише кут нахилу панелей в одному напрямку;

По двом осям, змінюють кут в двох напрямках (напрямку та азимуту).

З такими конструкціями є переваги – це збільшене виробництво енергії та можливість оптимізації(налаштування). Але існують недоліки як і в кожній

конструкції встановлення панелей: висока ціна, менша через наявність рухомих сервоприводів, ретельне техобслуговування.

Та все ж таки переважна кількість власників сонячних станцій встановлюють свої сонячні панелі на нерухомих конструкціях, розраховуючи самій вигідний напрямок для отримання більшої кількості сонячних променів.

2.3 Сонячна енергетика з економічної точки зору

Дана технологія дорога, оскільки ціна виробництва чистого кремнію досить висока. Вартість малої електростанції, для прикладу 3кВт, становить приблизно 351,812 гривень та окупиться приблизно через 7-8 років.

Завдяки чинному законодавству в Україні, громадяни разом з організаціями можуть продавати енергію, вироблену їх альтернативним джерелом, за спеціальний "зелений" тариф". Зелений тариф -це спеціальний тариф, згідно якого уряд України скуповує у комерційних організацій та осіб електричну енергію, що використовують відновлювані джерела -сонце (сонячні батареї), вітер (вітряки), біологічні речовини (біопаливо), а також воду (малі гідроелектростанції).

Такий тарифний план для сонячної електроенергії від фізичних осіб передбачений можливість оптимальної роботи конструкцій сонячних батарей для постачання електроенергії до житлових будинків та підвищення їх прибутковості. Держава завжди сплачує власникам окремих будинків за надлишок електроенергії, що подається в електричну мережу.

Що стосується використання сонячного випромінювання для виробництва енергії, то воно технічно прийнятно потенціал сонячної енергетики з територій України сьогодні становить від 25 до 38 ГВт/год на рік, що в грошовому вираженні складає (при поточній вартості 1 кВт/год = 0,05 євро): 1,3 -1,8 млрд. грн. євро в рік [9] .

Існують також доповнення до сонячної системи під назвою сонячні колектори. Вони здатні перетворювати енергію сонячного світла в теплову та також електричну. Потужність сонячних колекторів може сягати 70-100 Вт

на 1м² поверхні такої панелі. Електрика, отримана таким способом, все ще досить дорога, але використання колекторів дозволяють автоматизувати енергопостачання та отримання опалання в будівлі. Якщо взяти до уваги, що ціна сонячного колектора становить 10000 до 15000 грн, то вартість сонячної системи на території України становить від 18 гривень за один нагрітий літр води в день, якщо отримувати 100 літрів гарячої води на добу, сонячна система коштує 1000 -1800 грн.

Щоб забезпечити теплою водою родину з трьох або чотирьох осіб, досить буде встановити два сонячні теплові колектори. Термін окупності установки становить близько 7-8 років, з урахуванням сучасні ціни на енергоносії. А термін служби складає 30-50 років.

Висновки до розділу

Залежність від погодних умов змушує використовувати сонячні батареї в сукупності з іншими альтернативними джерелами енергії у складі гібридних систем, а також акумулювати електроенергію на випадок негоди.

Найбільш перспективним методом отримання електроенергії вважається спосіб прямого перетворення випромінювання в електричну енергію з використанням сонячних батарей.

РОЗДІЛ 3

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ СОНЯЧНИХ СТАНЦІЙ В ГІБРИДНОМУ РЕЖИМ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ

3.1 Можливі генеруючі потужності сонячної електростанції

Сонячна електростанція – це набір електричних компонентів, які в сукупності здатні перетворювати сонячну енергію в електричну. Використовують кілька способів перетворення сонячної енергії, від яких залежить конструкція та потужності сонячної електростанції. Поділяють їх на два типи:[7]

- з використанням фотоелементів - перетворюють сонячну енергію в електроенергію з допомогою фотоелектричного модуля зібрано в панелі.
- термодинамічні - приймають сонячну енергію і перетворюють теплову, а потім вже в електричну; потужність термодинамічних з використання сонячних колекторів на сонячних електростанціях вище, ніж потужність фотоелектричних елементів. До елементів СЕС відносяться:
 - Фотоелектричні панелі (сонячні модулі), які перетворюють сонячну енергію в електричну;
 - Контролер, для регулювання заряду акумуляторів сонячною панеллю, який не допускає перерозрядження акумулятора та зворотного струму під час відсутності генерації електроенергії;
 - Акумулятор, який потрібен для накопичення електроенергії від сонячних панелей;
 - Інвертор, який використовується для перетворення постійного струму від сонячних панелей в змінний струм, який необхідно використовувати для живлення побутових електроприладів;

Основою електроенергетики країни є "Об'єднана енергосистема України". Вона являє собою сукупність підстанцій, кабельних трас, в тому числі і ЛЕП, яка забезпечує електроенергією споживачів в середині країни і також приєднана до енергосистем сусідніх країн, забезпечуючи експорт та

імпорт електроенергії по магістральним і міждержавним лініям електропостачання. Впровадження СЕС, в основному побудованих на основі використання фотоелементів, окрім зниження екологічного забруднення на навколишнє середовище та вирішення багатьох проблем, які мають безперервний характер постачання електроенергії. По перше, дозволить в майбутньому суттєво підвищити ефективність використання первинних ресурсів. Надасть знизити ціни на електричну енергію. По друге, розвантажити загальну енергосистему, зокрема розподільні електричні мережі в ній. По третє, змусить провести процес модернізації енергетичних об'єктів і тим самим, значно підвищуючи надійність електропостачання. З розвитком альтернативних джерел було сформовано вимоги в групі з ключовими цінностями нової електроенергетики: серед вимог мали б бути, доступні матеріали з високою надійністю, їх економічна вигода саме головне - ефективність. Щоб заохотити споживачів до використання нетрадиційних джерел енергії, в Україні було введено "зелений тариф" - спеціальний тариф, для споживачів які використовують різні типи альтернативної енергетики, сонячна, вітрова, геотермальна енергія, закупається у споживача, вироблена на об'єктах приватних домогосподарств, які мають у своїй власності такі альтернативні джерела, за умови, що встановлена потужність не має перевищувати 10 МВт. Ціна "зеленого тарифу" установлюється для споживачів другого класу напруги, помноженого на коефіцієнт "зеленого" тарифу враховуючи потужність та вид джерела енергії.

Розглянувши статистику сонячного опромінення на декілька років вперед, ми можемо спрогнозувати вироблення електроенергії сонячними станціями в різних регіонах країни. Середньо-місячний рівень сонячного опромінення $8.06 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$ на день, в містах України (середній показник за останні 22 роки за даними NASA)[5]. Кількість спожитої потужності в Вт·год, що виробляється сонячними панелями протягом дня, розраховується за формулою:

$$W_{E/E}^{\text{ФЕМ}} = P_{\text{ФЕМ}} \cdot k_{\text{ФЕМ}} \cdot T_{\text{ЛФЕМ}},$$

де $P_{\text{ФЕМ}}$ - номінальна потужність фотоелектричного модуля, Вт;

$k_{\text{ФЕМ}}$ - коригувальний коефіцієнт 0,7 влітку та 0,5 в зимовий період, для поправки втрати потужності сонячних панелей під час нагрівання на сонці;

$h_{\text{ФЕМ}} T$ - час протягом якого сонце світить з інтенсивністю 1000 Вт/м^2 ,

визначається як:

$$T_{\text{ЛФЕМ}} = \frac{E_{\text{СЛ}}^{\text{ср}}}{1000},$$

де $T_{\text{к ФЕМ}}$ - середньодобова інтенсивність сонячного випромінювання за один місяць, $\text{Вт} \cdot \text{год/м}^2$ вдень;

1000 - інтенсивність випромінювання сонця при стандартних умовах випробувань модулів на фотоелементах, у Вт/м^2 .

Таким чином, сонячні панелі придатні на території або дахах, і протягом цього часу виробляються в допустимій кількості. Сонячна енергія, яка генерується в деяких сприятливих місцях, майже досягла паритету сітки. Зростання впровадження фотоелектричних панелей було обумовлено державними стимулами, які субсидують витрати на електроенергію і стимулюють технологічні інновації.

Сонячні станції бувають двох типів: з фотоелементів напряму перетворюють сонячну енергію в електричну; термодинамічні – з сонячної енергії генерують теплову, а потім в електроенергію; потужність використовуваних сонячних електростанцій на термодинамічних елементах буде вище, ніж станцій на фотоелементах.



Рис 3.1 Схема сонячної електростанції

На Рис 3.1 представлена схема сонячної електростанції, з якої видно принцип роботи всіх елементів станції.

Робота сонячної станції відбувається в такій послідовності: сонячні промені потрапляють на панель фотоелементів, за принципом PN переходів. З двох шарів, кремнію і одного напівпровідника. Коли сонячне опромінення потрапляє на панель, електрони починають перетікати в так звані дірки генеруючи електроенергію. Модулі сонячних панелей виготовляються на основі кристалічного кремнію або монокристалів, у монокристалічних значно вищий термін служби, а так відсоток вироблення залежить від терміну придатності. Кількість енергії, яку можуть згенерувати сонячні панелі, залежить від їх ефективності, розміру, кількості та рівня сонячного освітлення.

Від сонячних панелей електроенергія проходить через підключений контролер заряду, тим самим забезпечує балансовану зарядку акумуляторних батарей. Наступним етапом буде живлення через інвертор споживачів енергії, а також приєднання зовнішньої електричної мережі для відправлення надлишків електроенергії.

Зелений тариф - є особливим тарифним планом, згідно з яким уряд України закуповує у комерційних організацій та приватних осіб електроенергію, згенеровану завдяки застосуванню відновлювальним джерелам, сонячні панелі, вітряки, біопалива, а також невеликих гідроелектростанцій за високими цінами. Завдяки цьому тариф, на сонячну енергію від приватних осіб та організацій забезпечує можливість безперебійної подачі електроенергії, житлових будівель та підвищення їх

рентабельності. Власникам приватних будинків держава завжди платить за надлишок електроенергії, поставлений в електричну мережу.

3.2 СЕС в роботі з енергосистемою

Серед запропонованих типів сонячних електростанцій, вибираємо традиційно таку, щоб мати змогу отримувати електроенергію з модульних сонячних батарей, маючи при цьому резерв у вигляді централізованого електропостачання. Відтворити автоматичну систему перемикання на резервн джерело у випадку відсутності генерації з боку сонячних модулів.

За принципом роботи, така автоматична система має віддавати залишки виробленої сонячними панелями, електроенергію, в централізовану систему електропостачання. А при відсутності генерації від сонячних панелнй - забирати з основної мережі.

Щоб розрахувати такий комплект електростанції, необхідно підрахувати потужність всіх приладів в будинку та кількість споживаної електричної енергії, що вимірюється в кіловат-годинах (кВт·год), за рік та середнє споживання за одну добу. На прикладі маються на увазі лампи освітлення, холодильники, телевізори, кондиціонери, нагрівальні пристрої та якщо при наявності двигуни та механізми які споживають електрику. Також мати на увазі що, частина електроенергії буде спрямована в мережу — крім власного навантаження, потрібно визначити надлишкову потужність та наявність відповідної площі для встановлення станції. Таким чином ми збудуємо гібридну електростанцію.

І якщо ж використовувати гібридну електростанцію, продаж електроенергії буде відбуватись за зеленим тарифом. В даному випадку потрібно розраховувати з урахуванням законодавчих обмежень до об'єктів для яких застосовується зелений тариф, виділити відповідну суму початкових вкладень. Умови для побудови сонячної електростанції такі:

- приватні домогосподарства $P \leq 30$ кВт;

- споживачі, енергетичні кооперативи $P \leq 150$ кВт (без ліцензії);
- юридичні особи - для об'єктів, встановлених на землі та покрівлях чи фасадах будівель $P \leq 10 \leq$ МВт (з ліцензією)[6].

Розрахунок сонячних панелей виконуємо з урахуванням таких факторів, для покращення ефективності виробництва електроенергії та їх кількість: Перш за все, монокристал, один з самих ефективних типів сонячних батарей, його ККД може зростати до 22% в порівнянні з іншими; Також, для отримання більш рівномірної генерації протягом доби, використовуємо поворотний механізм на сервоприводах з встановленим датчиком освітленості, таким же чином буди налаштовуватись оптимальний кут нахилу, для південна генерації;

Визначимо кількості сонячних панелей, їх тип для розрахунків візьмемо монокристалічний модуль TSM-DE19 545M 545Вт розміром 2384×1096×35 мм. Для нашої електростанції 15,0 кВт нам знадобляться панелі в такій кількості:

$$15\,000 \text{ Вт} / 545 \text{ Вт} \approx 27,5 \text{ шт.}$$

Округлюємо результат до 28 шт. Повна потужність електростанції розраховується за такою формулою і становитиме:

$$545 \cdot 28 = 15\,260 \text{ Вт.}$$

Площа під наші панелі розраховується за формулою:

$$2,61 \text{ м}^2 \cdot 28 = 73,08 \text{ м}^2.$$

Потужність інвертора та ємності акумуляторів: Номінальна потужність інвертора визначається з потужності фотоелементів системи. Номінальна потужність модулів може сягати близько 10%-30% вище за номінальну потужності інвертора. Якщо вибрати меншу потужність інвертора, тоді ефективність системи може значно знизитися через нездатність

перетворювати всю генеровану панелями електроенергію в періоди максимальної ефективності.

До комплектації гібридних сонячних станцій входять акумуляторні батареї., ємність акумулятора вказує на те, скільки енергії він спроможний накопичити за повний цикл заряду, а також як довго він може жити споживачів в автоматичному режимі. Ємність акумулятора можна прийняти за кількість електроенергії, що рівна 1 кулону (Кл), при силі струму в 1 ампер (А) за одну секунду:

$$1 \text{ Ампер} \cdot 1 \text{ год} = 3600 \text{ Кельвін.}$$

Кількість електроенергії (Q), яку він здатний видати при силі струму та часі розряду знаходимо за формулою:

$$Q = I \cdot t.$$

Вартість сонячної електростанції залежить від багатьох факторів. Ціни гібридних СЕС, з комплектованими акумуляторами, за інших рівних умов будуть вищими в порівнянні з тими ж мережевими. Додаткові пристрої, наприклад такі як, МРРТ-контролери або системи моніторингу значно здорощують вартість станції, однак значно збільшують її ефективність. За принципом: чим більша номінальна потужність, тим вищою буде ціна. Виробники обладнання - це провідні світові бренди які пропонують велику кількість сонячних модулів з не меншою кількістю інновацій з відмінними експлуатаційними характеристиками. Як вже було сказано вище, що в ніші часи збільшується кількість відновлювальних джерел енергії на розвиток електроенергетики. Застосування фотоелементів для процесу перетворення сонячної енергії у електроенергію відчиняє двері в новий етап у модернізації сонячних електростанцій. Використання сонячних станцій при паралельній роботі з централізованою енергосистемою дозволяє підвищити надійність в електропостачанні споживачів. Енергосистема може приймати вироблювану

такими станціями потужність і живитися від неї при відсутності сонячного випромінювання. Одним з головних компонентів на сонячних електростанціях є підвищуючий перетворювач - DC/AC конвертор, який здатен перетворювати напруги від 12 до 400В, трифазний інвертор, сконструйований на IGBT-модулях за трьохфазною схемою, пропорційно-цифрові регулятори напруги і струму. Час відпрацювання мікропроцесорних IGBT-модулів становить до кількох мілісекунд, це дозволяє нам використовувати принцип широтно імпульсної модуляції, скорочено ШІМ, для отримання на виході інвертора частот приблизних до синусоїдальних. У складі трифазного інвертора вони мають виконують такі основні завдання:

- перетворення постійного струму у змінний струм;
- синхронізація по частоті, напрузі і куту з енергосистемою;
- стабілізація вихідної напруги;
- обмеження струмових перевантажень при коротких замиканнях.

Радіоелектричні схеми на основі тиристорів і симісторів спотворює форму струмів у мережі змінного струму, що дозволяє виконувати генерацію вищих гармонік в мережі. Якість електроенергії залежить від показників, що визначають якість використаних радіокомпонентів стабільної подачі напруги і частоти до інверторів.

На сьогодні, в наші країні вимоги до якості електричної енергії при її генерації, до підстанцій яких приєднуються споживачі в централізованій мережі змінного трифазного струму частота має складати 50 Гц, за двома стандартами:

- це ДСТУ EN 50160:2014 або аналог європейського стандарту EN 50160:2010, який був прийнятий у 2014 році;
- міждержавний стандарт ГОСТ 13109- 97 з 90-х років, який до теперішнього часу не втратив законодавчої чинності.

Положення вище вказаних стандартів є обов'язковими також і для сонячної електростанції з такими же показники якості електричної енергії як для електричній мережі: для інверторів існують коефіцієнти спотворення

синусоїдності кривої напруги K_u та n -ої гармоніки до напруг $K_{u(n)}$. Коефіцієнт n -ої гармоніки напруги визначається за таким виразом у відсотках:

$$K_{U(n)} = \frac{U_{(n)}}{U_{(1)}} \cdot 100,$$

де $U_{(n)}$ – номінальна напруга електричної мережі.

Збільшення гармоніки при роботі сонячної електростанції в мережі приведе до збільшення значень та коефіцієнтів спотворення синусоїдної кривої напруги, і коефіцієнтів n -го гармонійного складового напруги. Отже, за частото мережі в сонячних електростанціях слід контролювати частотоміром та за необхідності обрати інвертор для нормалізації якості електроенергії в нашій мережі.

Підключення сонячної електростанції до загальної електричної мережі буде впливати на частоту спотворення частоти, до якої дана електростанція надсилає надлишкову потужність. Запас граничної стійкості для стабільного без порушень режиму роботи енергосистем розраховується за його близькою до границі потужності, яка може бути аперіодичним або коливальним порушенням стійкості. Запас фактичної стійкості можна охарактеризувати коефіцієнтами запасу по активній потужності в місцях з'єднання з енергосистемою і за напругою в об'єктах навантаження. Коефіцієнт запасу активної потужності визначений за формулою:

$$K_P = \frac{P_{\text{пр}} - P - \Delta P}{P},$$

де $P_{\text{пр}}$ – активна потужність, яка передається з поперечного перерізу в граничному режимі;

P – потужність в розглянутому режимі; $P > 0$;

ΔP – амплітуда змінних коливань активної потужності в піковому режимі.

В наслідок нерегулярних коливань потужності P допускається змінення за діапазоном $\pm \Delta P$

Для визначення коефіцієнту запасу пікової стійкості за активною потужністю в частині схеми виконуються регулювання режиму шляхом збільшення потужності в цій частині схеми для отримання граничної стабілізації режиму. Коефіцієнт запасу по напрузі в системах навантаження визначимо за виразом:

$$K_U = \frac{U - U_{кр}}{U},$$

де U – напруга у вузлі в розглянутому режимі;

U_k – пікова критична напруга у вузлі, який відповідає межі, нижче якої має місце запас до згачичної стійкості.

Для дотримання запасів по потужності в експлуатаційній практиці потрібно використовувати напругу в будь-яких частинах енергосистеми, вуличне освітлення тощо. За умовами граничної стійкості електроосистем задають мінімальні коефіцієнти запасу за активною потужністю в розподільчих щитах і мінімальні коефіцієнти запасу напруги при навантаженні.

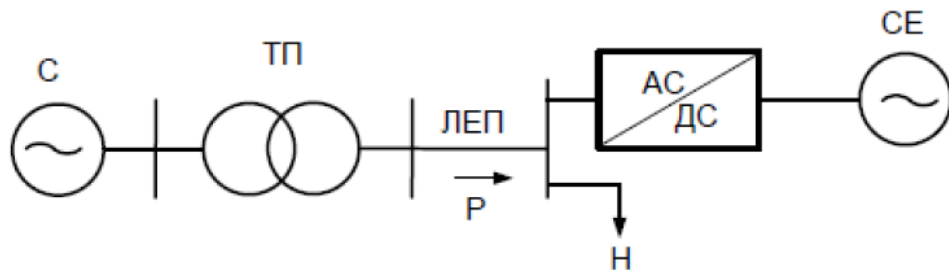


Рис 3.2 Схема підключення сонячної електростанції до загальної енергосистеми

При гібридному підключенні сонячної електростанції до енергосистеми частина потужність, що передається по ЛЕП з надлишкової частини цієї енергосистеми до дефіцитної, зменшується за рахунок навантаження великої кількості споживачів електростанцій. Таким чином це може призвести до збільшення значення коефіцієнта запасу граничної стійкості за активною потужністю. Стосовно загального балансу активної потужності в енергосистемі, слід забезпечити збільшення потужності генеруючих джерел, що забезпечить збільшення існуючого резерву та

підвищенню запасу граничної стійкості. Аналіз процесів, при взаємодії між сонячною електростанцією та мережею проводиться на основі аналізу ІМРР на інвертор. Складова систем інвертора складається з наступних компонентів:

- частотний модулятор для синхронізації з загальною мережею;
- регулятори струму;
- регулятори напруги;
- система управління максимальною потужністю сонячної станції (Maximum Power Point Tracking System (MPPT)).

Основним для максимальної генерації електроенергії протягом дня є конструкція та кріплення на якій встановлені сонячні панелі. Щоб для цього підвищити ККД сонячної станції, використовують рухомі конструкції оснащені датчиками освітленості, або фоторезисторами, поворот здійснюється завдяки сервоприводам.

Завдяки програмному забезпеченню Processing можна змоделювати процес проходження сонця по небу. Ознайомившись з основними командами та бібліотеками створюємо модель проходження сонця протягом року. На малюнку 7 де червоне кільце, хід сонця за добу, зелене кільце – рух сервоприводів які слідують за сонцем. Увівши в програму довготу та широту місця розташування сонячної електростанції, можна розглянути самі ефективні дні протягом року. На малюнку 7 зображено 21 червня – розташування сонця в час літнього рівнодення, пік ефективності, установка слідує за сонцем рівно 12 годин. Гірша ситуація спостерігається в грудень зимнього сонця стояння, так як установка направлення на сонце лише в обідній час, протягом двох годин.

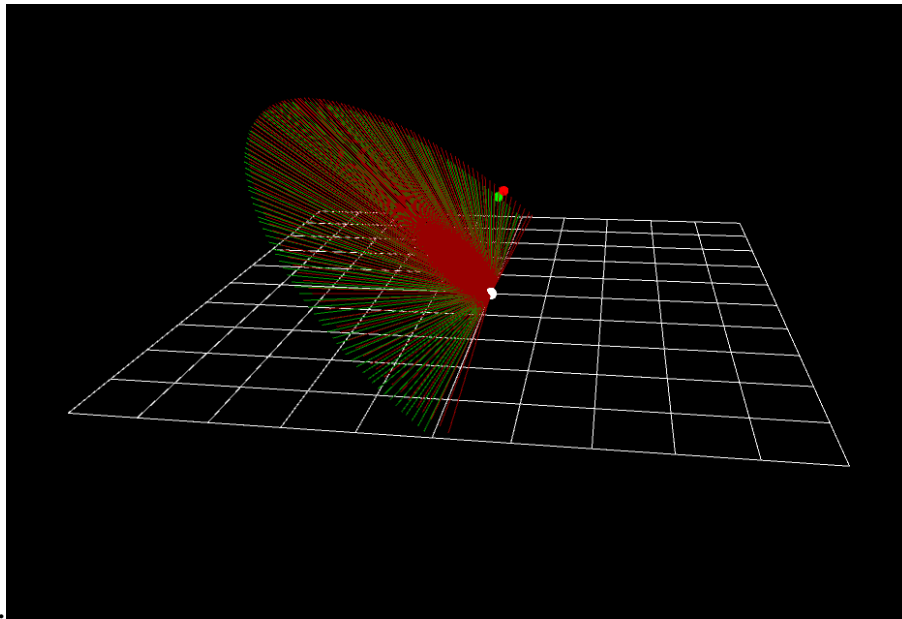


Рис 3.3 Модель проходження сонця по небу

Таким чином, визначивши траєкторію повороту сервоприводів та розташування сонячної електростанції ми зможемо налаштувати установку для ефективної енерговіддачі.

Інтеграція сонячних електростанцій в загальну систему електропостачання поряд з широким застосуванням апаратів захисту та силової електроніки, це може бути АПВ(автоматичне повторне включення), АВР(Автоматичний ввід резерву), це може значно вплинути на характер енергообмінів та перехідних процесів, що призводить до зміни балансу енергосистеми, виникнення пульсацій, надлишкових потужностей та спотворення гармонік, зміни не симетричності фаз, це все може призвести до погіршення якості електричної енергії. Необхідно мати на увазі той факт, що силові трьохфазні інвертори, які є складовою частиною сонячних електростанцій, чутливі до несиметрії напруг і при неналежному налаштуванні в залежності від конфігурації сонячної електростанції, складових та стан обраного обладнання може привести до порушення належної роботи діючої системи електропостачання та сонячної електростанції. Значний вплив на паралельну роботу впливає потужність взаємодіючих систем

3.3 Автоматичний ввід резерву для сонячних електростанцій

Для підключення наших сонячних панелей будемо мати справу з блоками автоматичного ввімкнення резерву. Автоматичний ввід резерву – це пристрій який виконує автоматичне перемикання з основної мережі на резервну, може мати в собі реле або контактори контролю фаз, асиметрії. В більшості випадків такі системи встановлюються окремо та залежать від конструктивної особливості блоків автоматичного ввімкнення резерву (АВР). Основною вимогою до блоків АВР швидкодіюче перемикання, час перемикання може варуватися від 0,08 до 5 секунд. Такі пристрої здатні перемикати мережу живлення без втручання людини в систему, також схеми АВР можна доповнити перемикачами, для ручного перемикання. Для прикладу можна розібрати пристрій АТС022.



Рис 3.4 Блок управління АВР АТС022

Блок АВР АТС022 може бути використаний у тих установках, де потрібне перемикання між двома лініями для гарантії живлення навантажень у разі збою на одній із ліній. Блок АТС022 вибирає лінію живлення безпосередньо керуючи основними вимикачами цих ліній: АТС022 може використовуватися автоматично вимикачами та роз'єднувачами. Блок контролює напругу основної та резервної лінії та визначає наступні аварії:

- Максимальна та мінімальна напруга

- Максимальна та мінімальна частота
- Баланс фаз
- Небаланс напруги
- Небаланс частоти[10]

До АТС022 приєднують реле мінімальної або максимальної напруги, які в свою чергу надсилають сигнали аварій та в разі потреби перемикаються між двома мережами. Окрім блоків АВР, необхідно приєднати пристрій для запобігання від спрацювань. Наприклад, щоб при короткому замиканні (КЗ) на загальній електролінії, яке захищене автоматичними вимикачами, не було переведення споживачів на вже пошкоджену мережу.

Подібні пристрої хоч і мають можливість роботи в однофазному та трьохфазному режимі, через велику кількість автоматики, займатиме багато місця в щиту. Та у випадку не великою потужності сонячної електростанції, можна зібрати економ-схему на одому однофазному контакторі, для прикладу візьмемо ІЕК КМ20-20 АС/DC.



Рис 3.5 Однофазний контактор ІЕК КМ20-20 АС/DC

В такому випадку можна скласти схему одразу в розподільчому щиті. І тоді вона матиме вигляд як на малюнку 9.

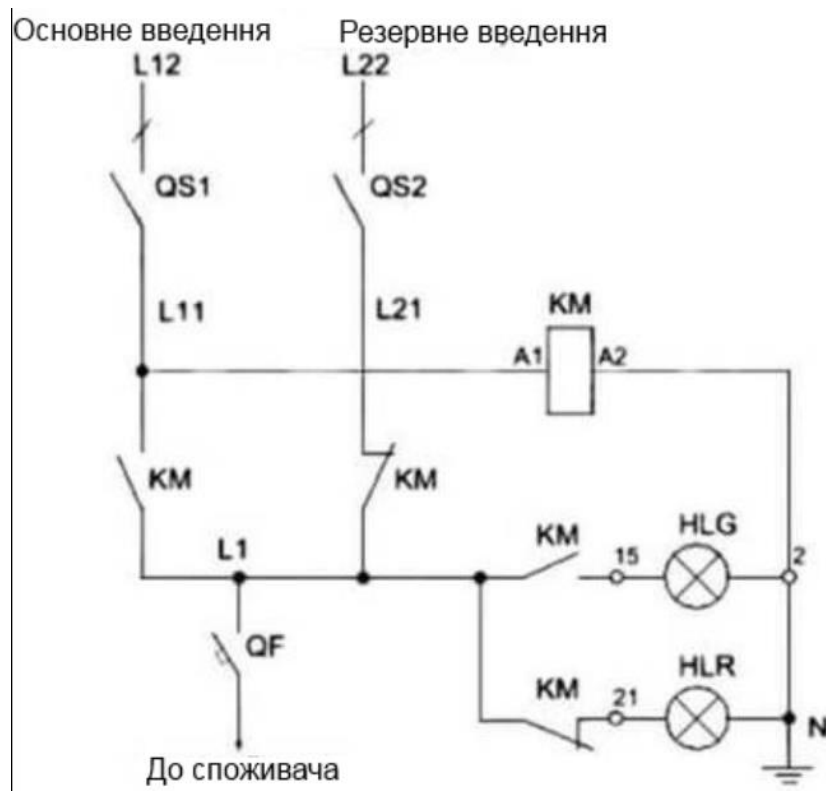


Рис 3.6 Схема АВР на однофазному контакторі

Принцип роботи наступний: В щит заходять дві лінії, основна та резервна. Обидві мережі увімкнені через автоматичні вимикачі QS1 і QS2, також з основниого вимикача QS1 підключемо котушка контактора KM. Тобто, в не аваруйному режимі роботи мережі, котушка контактора притягнута. Додаткові контакти контактора НЗ та НВ приєднуються до резервної та основної ліній, У випадку відсутності електроенергії на основній лінії котушка розмикає НЗ та НВ контакти, де відбувається одночасне перемикання з однієї лінії на іншу.

Таке рішення дозволить відтворити схему у ввідному щиті будинку, так як майже не займає місця. Відносно економічною у використанні, але задалегіть не надійною, контактор може в будь який час вийти з ладую. Тому кращім рішення буде використання мікропроцесорних контролерів, типу OWEN, Arduino або ESP8266, яка має можливість контролю через WEB-інструменти, GSM та навіть Bluetooth. Перевага таких мікроконтролерів дозволить помістити окрім АВР, контроллер заряду АКБ для нашої СЕС.

Однак без знань програмування таких пристроїв не обійдеться. Можна звернутися до готових рішень, а саме контроллер AVR-02. Ознайомившись з інструкцією експлуатації, монтаж та налаштування обійдуться в кулька годин часу. Маючи широкий функціонал, AVR-02 здатен контролювати наявність фази на лінії з гістерезисом по мінімальній та максимальній напрузі, асиметрії фазних провідників та їх відсутність, автоматичне або ручне перемикання на резервну лінію або навпаки.



Рис 3.7 Загальний вигляд AVR-02

Спеціально для програмування та налаштування AVR-мікроконтролерів існує програма для середовища Windows - AVR Studio. AVR Studio інтегроване середовище налагодження програм (Integrated Development Environment або скорочено IDE), що використовує мову асемблер для налаштування AVR-мікроконтролерів. Програмне середовище AVR Studio має підтримку всіх видів мікроконтролерів AVR за здатен програмувати в двох режимах роботи: режим симуляції мікроконтролера, за відсутності потрібної версії мікроконтролера його можна знайти в програмі та скористатись його віртуальною версією. Другий режим в якому є здатність управління різними видами емуляторів які розроблені в Atmel. Середовище програмування підтримує виконання програм, як асемблера, так і мови програмування C, дещо схожим з Arduino IDE.

Висновки до розділу

Отже, щоб збудувати ефективну сонячну електростанцію, використаємо всі доступні засоби для максимального отримання електроенергії. Одним з найкращих методів є рухома конструкція з встановленими сонячними модулями. Вона дозволить відстежувати траєкторію сонця та розвертати модулі у його напрямку. Використання мікроконтролерних процесорів забезпечить автономну роботу електростанції, для автоматичного перемикання між основними та резервними джерелами, відстеження генеруючої потужності в конкретний момент часу. Та отримання інформації про стан електромережі, струм, напругу, аварійне відключення, тощо.

ВИСНОВОК

Самим перспективним способом отримання електроенергії вважається пряме перетворення випромінювання сонця в електричну енергію за допомогою сонячних панелей. Обладнання з таких фотоелементів є достатньо ефективним на протязі кількох сезонів за винятком зимньої пори року. Виробництво електроенергії з використанням сонячних панелей надає змогу отримувати електроенергію не зважаючи на панембу в основній енергосистемі країни. Трансформація сонячної енергії в електричну є екологічно чистою в порівнянні з традиційними джерелами енергії, але в той же час після їхньої експлуатації вони утворюють відходи, які складно утилізувати. Україна потребує більш широкого процесу впровадження сонячної енергетики задля ретельного вивчення всіх можливостей для цієї індустрії. Доцільно використовувати сонячну енергію в агропромисловому комплексі України в технологічних процесах, які не потребують високих температур - при виробництві молочних продуктів, соків, консервуванні овочів та фруктів, технологічного обладнання і т.д.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Маркетингова компанія заходу. Ринки сонячної енергетики. 2019 р.
2. Впровадження сонячних електростанцій та дослідження їх впливу на роботу електроенергетичних систем. 2017. – 20с.
3. Олександр Д. ПЕРЕХІД УКРАЇНИ НА ВІДНОВЛЮВАНУ ЕНЕРГЕТИКУ ДО 2050 РОКУ 2017. – 87 с.
4. Напряга зростає. Зелена енергетика розвивається рекордними темпами
///URL: <https://kyyiv.info/>
5. Середній місячний рівень сонячної радіації в містах України ///
URL: <https://www.atmosfera.ua/>
6. Методика розрахунку СЕС ///
URL: www.solargarden.com.ua
7. Василега П.О. Електропостачання. Підручник, 2019 р. -521 с.
8. Розанов Ю.К. Силова електроніка в системах з нетрадиційними джерелами електроенергії -2002 р.
9. Григораш О.В., Промислова енергетика / Перспективне Джерело електроенергії на базі торцевих синхронний генераторів зі збудженим від постійних магнітів О.В.Григораш, Е.Г.Вайнер, 2000 р. № 10. с. 30-33.
10. Блок АВР ATS022 Дос. No. АВВ: Інструкція по встановленню і експлуатації ATS022 – 61 с.
11. ATS021-ATS022. Готові рішення систем АВР. АВВ: технічна брошура – січень 2014 г., 60 с.13. Кожарский Г.В., Методи автоматизованого проектування елементів другорядного електроживлення, М.: Радіо і зв'язок. - 1985 р. 184 с.
12. Креймер А.С., Матеріали наукової конференції «Енергозберігаючі технології і процеси в АПК». Використання аккумуляючих систем на вітроелектростанціях, Краснодар, 2000 р. с. 47-48.

13. Academic Press. Power Electronics Handbook. 2001.

14. Григораш О.В. Промслова енергетика. Нетрадиційні автономні джерела електроенергії / О.В.Григораш, Ю.И.Стрелков, 2001р. - с. 37-40