

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики
Кафедра механіки та інженерії
агроекосистем

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Лютий Володимир Олександрович

УДК 621.311

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

ОБҐРУНТУВАННЯ СКЛАДУ І СХЕМИ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ
КЕРУВАННЯ СОНЯЧНИМИ ПАНЕЛЯМИ В ІНДИВІДУАЛЬНИХ ТА
ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВАХ

208 „Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня магістра

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

Керівник роботи
В.О. Шубенко
К.т.н., доцент

Житомир – 2022

ЗМІСТ

Анотація	3
Вступ	4
РОЗДІЛ 1. Особливості використання сонячних електростанцій в сучасних умовах	6
1.1. Сонячні станції як джерело альтернативної енергії	6
.....	
1.2. Особливості роботи сонячної електростанції	8
1.3. Сонячна електростанція на фермі чи індивідуальному господарстві	12
...	
РОЗДІЛ 2. Будова та управління сонячними панелями для оптимізації роботи системи	16
2.1. Будова сонячної панелі	16
2.2. Управління за допомогою трекерів	20
.....	
РОЗДІЛ 3. Система керування сонячними панелями та склад електростанції для ферми	23
3.1. Елементи побудови сонячної електростанції	23
3.2. Система управління положенням панелей	23
Висновки	27
Список використаних джерел	28

АНОТАЦІЯ

Лютий В.О. Обґрунтування складу і схеми використання системи керування сонячними панелями в індивідуальних та фермерських господарствах – Кваліфікаційна робота на правах рукопису. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 208 – агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2022.

В роботі обґрунтовано використання системи управління фото панелями в складі сонячної електростанції для обслуговування індивідуального чи фермерського господарства. Зміна кута нахилу та повороту панелі відносно руху Сонця дозволяє підняти продуктивність системи до 30%. Ефективна сонячна електростанція забезпечує енергетичні потреби індивідуального чи фермерського господарства.

SUMMARY

Lutiy V.O. Substantiation of the composition and scheme of use of the solar control system in individual and farms - Qualification work on the rights of the manuscript. Qualification work for a master's degree in specialty 208 - agroengineering. - Polissya National University, Zhytomyr, 2022.

The paper substantiates the use of a photo panel control system as part of a solar power plant to serve an individual or farm. Changing the angle of inclination and rotation of the panel relative to the movement of the Sun allows you to increase system performance by up to 30%. An efficient solar power plant provides the energy needs of an individual or farm.

ВСТУП

Сонячна енергетика – один з найбільш перспективних та динамічних напрямків енергетики. Енергія сонця може використовуватися в якості джерела як електричної, так і теплової енергії. Вона екологічно чиста – в процесі її виробництва не утворюються шкідливі викиди, що в умовах кліматичних змін глобального рівня дуже важливо.

Цей відносно новий спосіб виробництва електроенергії отримав стрімкий розвиток в середині 2000-х років, коли країни ЄС стали впроваджувати політику зниження залежності від вуглецевого палива під час виробництва електроенергії.

Згідно з прогнозом Європейської асоціації сонячної енергії (SolarPower Europe), вже у 2022 році встановлена потужність світової сонячної енергетики може перевищити 1000 ГВт, таким чином частка сонячної генерації в структурі виробництва електроенергії у світі сягне 5%.

В Україні також іде інтенсивний розвиток сонячної енергетики. Перевагою сонячної електростанції є її автономність, можливість використання для потреб ферм та індивідуальних господарств.

Актуальність роботи: Розвиток світової енергетики та промисловості іде шляхом різкого зниження викидів парникових газів, а значить і застосування органічного палива – вугілля, нафти, газу. Все більше світових потужностей генерується за допомогою альтернативних джерел, наприклад сонячних електростанцій. Застосування такої системи на фермі або в індивідуальному господарстві дозволить мати певну енергетичну незалежність.

Мета роботи: зменшення затрат на використання органічного палива та забезпечення енергетичних потреб господарства.

Завдання досліджень:

1. Обґрунтувати використання сонячних панелей та інших пристроїв на території ферми для побудови сонячної електростанції.

2.Розробити конструкцію електростанції, яка забезпечить енергетичні потреби на фермі та відмову від використання газу.

Предмет і об'єкт дослідження: процеси перетворення сонячної енергії в електричну за допомогою сонячних панелей. Сучасні види сонячних панелей та їх використання в автономній сонячній електростанції.

Практичне значення отриманих результатів: запропонована система дозволить забезпечити енергетичні потреби ферми, індивідуального господарства, садиби в електричній енергії без використання органічного палива.

Структура та обсяг роботи. Робота виконана на 30 сторінках друкованого тексту, містить вступ, 3 розділи, висновки, список використаної літератури із 20 джерел.

РОЗДІЛ I

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

1.1. Сонячні станції як джерело альтернативної енергії

Останнім часом у світі дедалі більшої популярності набувають проекти, пов'язані з розвитком генеруючих потужностей, які використовують відновлювальні джерела енергії. І Україна – не виняток. Причин тому декілька: по-перше, у світі з кожним роком зменшуються запаси викопних видів палива, по-друге – зростає рівень забруднення атмосфери парниковими газами внаслідок діяльності генеруючих підприємств.

В цьому контексті сонячна енергетика – один з найбільш перспективних та динамічних напрямків енергетики. Енергія сонця може використовуватися в якості джерела як електричної, так і теплової енергії. Вона екологічно чиста – в процесі її виробництва не утворюються шкідливі викиди, що в умовах кліматичних змін глобального рівня дуже важливо [2].

Цей відносно новий спосіб виробництва електроенергії отримав стрімкий розвиток в середині 2000-х років, коли країни ЄС стали впроваджувати політику зниження залежності від вуглецевого палива під час виробництва електроенергії.

Згідно з прогнозом Європейської асоціації сонячної енергії (SolarPower Europe), вже у 2022 році встановлена потужність світової сонячної енергетики може перевищити 1000 ГВт, таким чином частка сонячної генерації в структурі виробництва електроенергії у світі сягне 5% [4].

Отримання теплової та електричної енергії за допомогою фотоелементів та інших пристосувань, є менш ефективним.

В основі повинен лежати принцип використання сонячної енергії із мінімальними питомими затратами. В процесі модернізації та удосконалення

технологій та збільшення вартості традиційних енергоносіїв енергія сонця набуватиме все більшого та ширшого використання [8].

За кліматичними умовами Україна належить до регіонів із середньою інтенсивністю сонячної радіації. Надходженн сонячної енергії до поверхні Землі в нашому регіоні лежить в межах 1000...1400 кВтгод/м².

Для України найперспективнішими наразі є два основних напрями використання сонячної енергії для перетворення в теплову та електричну енергію.

Використання сонячної енергії для гарячого водозабезпечення та опалення є найефективнішим та добре відпрацьованим методом. Основним елементом систем активного сонячного теплозабезпечення є плаский сонячний колектор [6].

Відновлювана енергетика набула глобальних масштабів розвитку (рис 1.1).

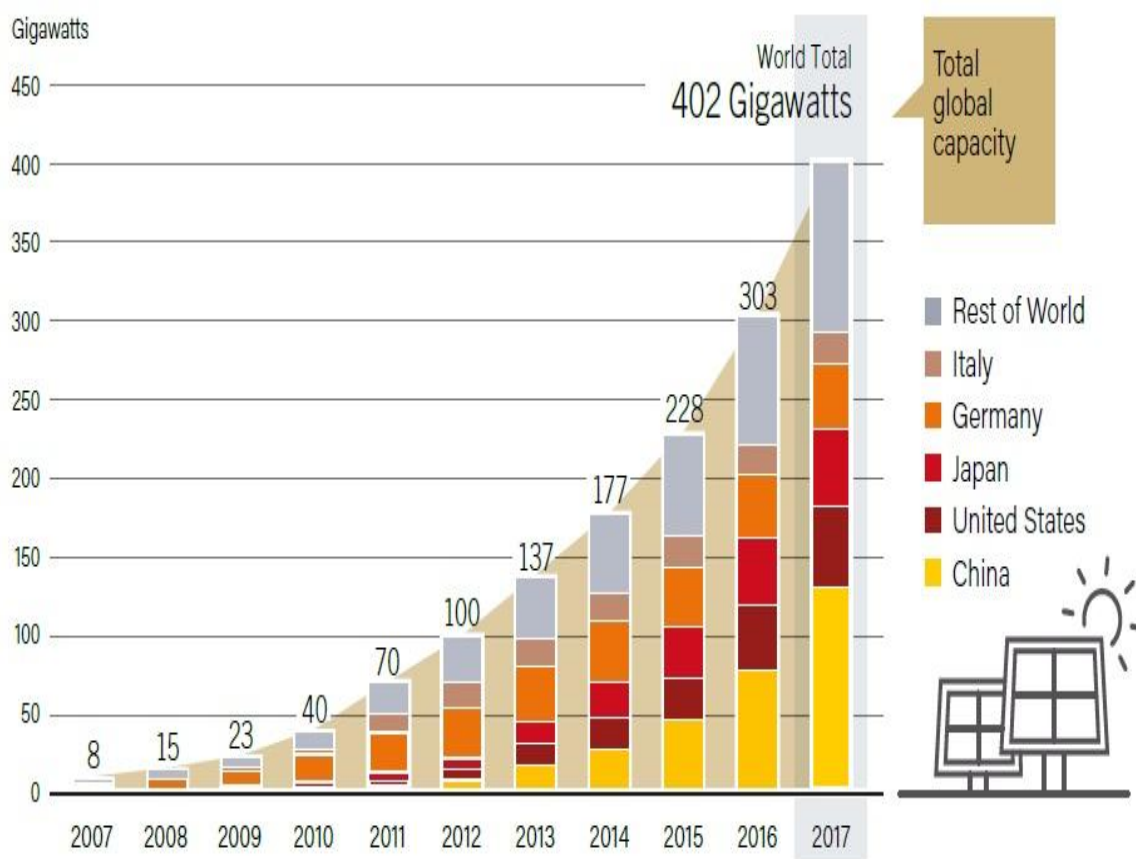


Рис 1.1. Потужності сонячної енергетики у світі на глобальному рівні [6]

1.2. Особливості роботи сонячної електростанції

Комплект сонячної станції це набір фотопанелей, інвертора-перетворювача та багатьох інших необхідних компонентів.

Фотопанелі призначені для перетворення поглинутого сонячного випромінювання в електричний струм. Інвертор призначений для зміни постійного струму, який виробляють фотопанелі в змінний [7].

Автономна сонячна система.

Сонячна енергія із станції, що стоїть окрема або автономна фотоелектрична система складається з кількох окремих фотоелектричних модулів (або панелей), як правило, на 12 вольт з вихідною потужністю від 50 до 450 Вт кожен. Потім ці фотоелектричні модулі об'єднуються в єдиний масив, щоб отримати бажану вихідну потужність.

Проста автономна фотоелектрична система — це автоматична сонячна система, яка виробляє електричну енергію для зарядки батарей протягом дня для використання вночі, коли сонячна енергія недоступна. Окрема невелика фотоелектрична система використовує акумуляторні батареї для зберігання електричної енергії, що постачається фотоелектричними панелями або масивом.

Автономні фотоелектричні системи ідеально підходять для віддалених сільських районів і застосувань, де інші джерела живлення або непрактичні, або недоступні для забезпечення живленням освітлення, приладів та інших цілей. У цих випадках економічніше встановити окрему фотоелектричну систему, ніж оплачувати витрати на те, щоб місцева електрична компанія простягала свої лінії електропередач і кабелі безпосередньо до дому як частину фотоелектричної системи, підключеної до мережі.

Автономна фотоелектрична (PV) система — це електрична система, що складається з одного або кількох фотоелектричних модулів, провідників, електричних компонентів і одного або кількох навантажень. Але невелику фотоелектричну систему не потрібно прикріплювати до даху або будівельних конструкцій для домашнього застосування, їх можна використовувати для кемперів, фургонів, човнів, наметів, кемпінгу та будь-якого іншого віддаленого місця. Зараз багато компаній пропонують портативні сонячні комплекти, які дозволяють забезпечити власну надійну і безкоштовну сонячну електрику будь-де, навіть у важкодоступних місцях.

Спрощена автономна фотоелектрична система.

Хоча основним компонентом і найбільш вартісним компонентом автономної фотоелектричної системи є сонячна батарея, зазвичай потрібно кілька інших компонентів. Зокрема.

Батареї – батареї є важливим елементом будь-якої окремої фотоелектричної системи, але можуть бути додатковими залежно від конструкції. Акумулятори використовуються для зберігання електроенергії, виробленої сонячною батареєю, для нічного або аварійного використання вдень. Залежно від конфігурації сонячної батареї, батареї можуть мати напругу 12 В, 24 В або 48 В і в цілому багато сотень ампер.

Контролер заряду – контролер заряду регулює та контролює вихід сонячної батареї, щоб запобігти перезарядженню (або перерозрядженню) батареї шляхом розсіювання надлишкової потужності на опір навантаження. Контролери заряду в автономній фотоелектричній системі є необов'язковими, але з міркувань безпеки бажано мати їх.

Запобіжники та ізоляційні вимикачі – вони дозволяють захистити фотоелектричні установки від випадкового замикання проводів, дозволяючи вимикати живлення від фотоелектричних модулів і системи, коли це не потрібно для економії енергії та збільшення терміну служби батареї.

Інвертор – інвертор може бути ще одним додатковим блоком в автономній системі. Інвертори використовуються для перетворення енергії постійного струму

12 В, 24 В або 48 В від сонячної батареї та батарей в електрику змінного струму (AC) і потужність 120 В або 240 В змінного струму для використання в побуті для живлення від мережі змінного струму, побутової техніки, наприклад, телевізори, пральні машини, морозильні камери тощо.

Проводка – останнім компонентом, необхідним для сонячної фотоелектричної системи, є електрична проводка. Кабелі повинні бути правильно розраховані на вимоги до напруги та потужності.

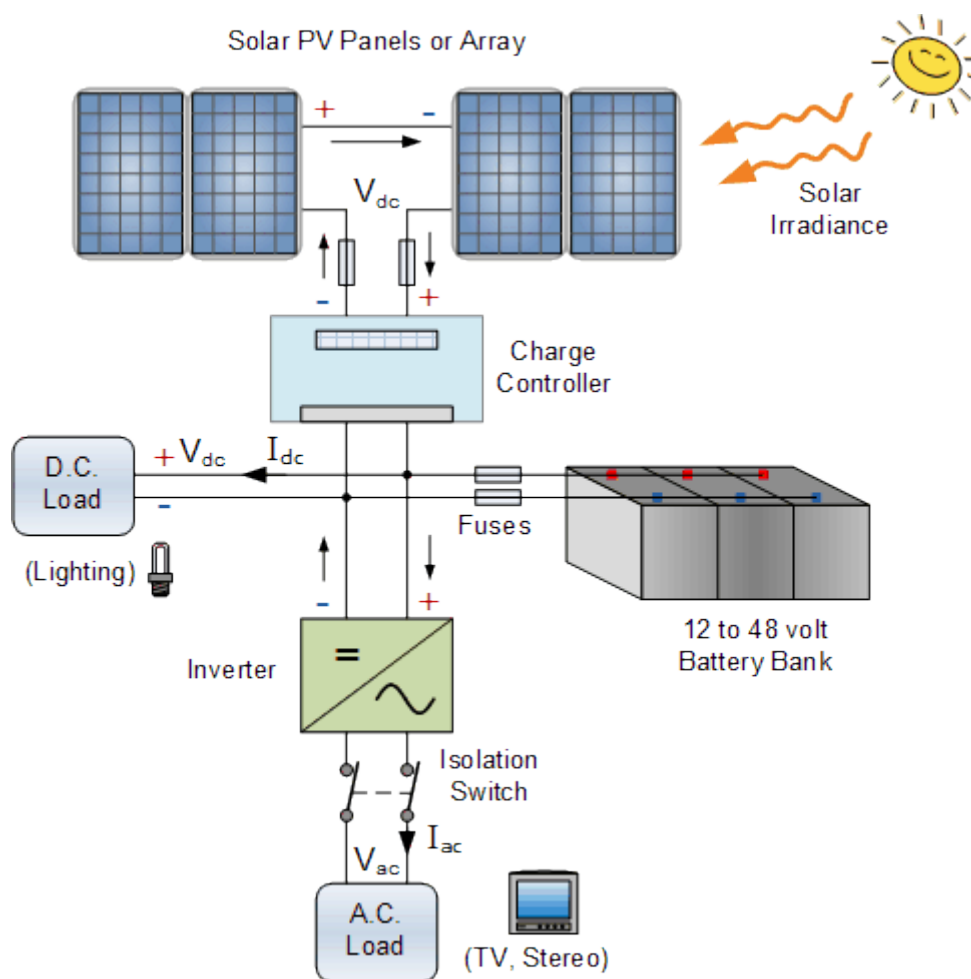


Рис 1.3. Побудова сонячної станції (джерело - <https://www.alternative-energy-tutorials.com/solar-power/stand-alone-pv-system.html>)

Батареї є важливим елементом і серцем будь-якої автономної сонячної енергетичної системи, незалежно від того, чи використовується великий набір

панелей для живлення будинку або невелика сонячна система, яка використовується для живлення малих об'єктів.

Батареї потрібні через змінний характер виходу, який видають фотоелектричні панелі або масив. Вони також перетворюють електричну енергію в накопичену хімічну енергію для використання, коли сонячна батарея не виробляє електроенергію. У сонячні години фотоелектрична система подається безпосередньо на навантаження, а надлишок електричної енергії зберігається в батареях для подальшого використання. Вночі або в період низької сонячної радіації, наприклад, у похмурі, дощові дні, енергія подається до навантаження від батареї.

Таким чином, акумуляторна батарея дозволяє запускати автономну фотоелектричну систему, коли сонячні батареї не виробляють достатньо енергії самі по собі, при цьому розмір акумуляторної батареї прив'язаний до використання електроенергії. В основному для зберігання сонячної енергії використовуються два типи батарей: батареї глибокого циклу та батареї малого циклу.

Контролер заряду, також відомий як регулятор заряду, підключений між сонячними панелями та батареями. Контролер заряду гарантує, що максимальна вихідна потужність сонячних панелей або масиву спрямовується на заряджання батарей без перезаряджання або пошкодження їх.

Контролери працюють автоматично, при цьому більшість доступних у продажу контролерів заряду мають цифровий дисплей, який показує, скільки енергії було створено в будь-який момент, стан заряду батарей і програмовані налаштування для розрядження батарей у резистивне фіктивне навантаження, щоб мінімізувати ймовірність виникнення сульфатація елементів батареї, що подовжує термін служби батареї.

У деяких автономних системах низької напруги батарея на 12 або 24 вольт може використовуватися безпосередньо, але це вимагає використання побутової техніки та освітлення, призначених для низьковольтного постійного струму.

Використання батарей дозволяє системі виробляти корисну потужність, навіть якщо світла недостатньо для роботи фотоелементів.

«Автономна фотоелектрична система» такого типу забезпечує незалежність від електричної мережі та енергетичних компаній. Однак батареї в кінцевому підсумку розрядяться, якщо їх використовувати протягом тривалого періоду або немає резервного джерела живлення, тому автономні системи включають невеликий газовий або дизельний генератор для тривалого перебування на сонці або для підзарядки батарей, коли вони падають нижче 60..80 відсотків глибини розряду.

1.3. Сонячна електростанція на фермі чи індивідуальному господарстві

Різні галузі промисловості шукають тактику скорочення викидів, оскільки рівень екологічних споживачів постійно зростає. Сільськогосподарський сектор є значним забруднювачем, який потребує технологічного прогресу для підвищення стійкості. Екологи досліджують перехресні переваги використання сонячної енергії для підтримки сільського господарства.

Зв'язок між відновлюваними джерелами енергії та сільським господарством також підтримує зниження викидів парникових газів. Країни намагаються досягти вуглецевої нейтральності до 2040 року, використовуючи чисту електроенергію. Коли фермери встановлюють сонячні батареї, вони можуть збільшити виробництво їжі та жити електричну мережу без викидів.

В даний час 80% енергопостачання країни надходить з викопного палива. У процесі горіння елементи виділяють парникові гази в навколишнє середовище.

Ці гази змінюють склад атмосфери. Планета покладається на стратегічну консистенцію атмосфери для вироблення та регулювання питомої температури поверхні, що підтримує глобальну екосистему. Зі зміною складу атмосфери Земля намагається підтримувати достатні для життя умови.

Природно, Земля поглинає інфрачервоне випромінювання і виділяє тепло, нагріваючи свою поверхню. Потім атмосфера збирає додаткову енергію і відправляє її в космос. Парникові гази змінюють процес, підвищуючи коефіцієнт перетворення атмосферного сонячного світла в тепло.

Викиди також затримують надлишок енергії на Землі, повторно фільтруючи її через процес виробництва тепла. З часом гази підвищують температуру планети. Сонячна енергія зменшує ці негативні наслідки, виробляючи потужне джерело енергії без викидів.

Іншим фактором, що сприяє посиленню парникового ефекту, є сільськогосподарські процеси. Розведення великої рогатої худоби збільшує швидкість викидів метану, що забруднює атмосферу. Метан є більш сильним забруднювачем повітря, ніж вуглекислий газ.

Сільськогосподарська промисловість також впливає на екологію Землі, експлуатуючи природні землі та ресурси. Перевиробництво сільськогосподарських культур використовує надмірну кількість води, розмиває ґрунт і виснажує рівень поживних речовин у землі. Покриття регіонів ферм і водних джерел сонячними панелями може збільшити виробництво чистої енергії та підтримати збереження землі для розвитку сільського господарства.

З підвищенням глобальної температури фермерам важко виробляти багато культур, стійких до світла і тепла. Овочі високого попиту, такі як помідори, брокколі, листовий салат, шпинат, кабачки тощо, потребують тіні для досягнення оптимальних циклів росту. Фермери можуть використовувати сонячні панелі, щоб затіняти свої рослини з недостатнім освітленням, підвищуючи їх урожай.

Екологи придумали термін агровольтаїка (рис. 1.4), що означає сільськогосподарські процеси з використанням сонячних панелей. Панелі захищають посіви від пошкоджень, пов'язаних зі світлом, оскільки рослини охолоджують сонячну систему, коли вони потіють. Поновлювані пристрої знижують ефективність, коли вони перегріваються, тому сільськогосподарські культури з низьким рівнем освітлення можуть зберегти продуктивність [18].



Рис. 1.4. Принцип агровольтаїки (джерело: <https://therecursive.com/serbia-to-launch-largest-agrivoltaic-project-in-the-balkans/>)

Сільськогосподарська промисловість також використовує сонячні панелі для збереження необхідних природних ресурсів. Сільське господарство вимагає величезної кількості прісної води. Швидкість випаровування спостерігається в міру підвищення глобальної температури, залишаючи регіони в тривалій посухі.

Інженери-екологи та вчені розробили стійке рішення, розмістивши панелі над каналами. Фахівці сільського господарства планують встановити сонячні системи над джерелами води. Дослідники прогнозують, що проект може заощадити майже 65 мільярдів кубічних метрів води на рік за рахунок зменшення ефекту випаровування.

Інші інженери розробили фотоелектричні (PV) панелі, які плавають, допомагаючи захистити всі джерела води від впливу кліматичних змін. Технологія PV працює шляхом перетворення сонячного випромінювання в постійний струм електроенергії без викидів. Оскільки панелі плавають на водних поверхнях, професіонали назвали їх поплавковими системами.

Плавові електричні панелі можуть збільшити національне постачання чистої енергії та велику кількість прісної води для розвитку сільського господарства. Разом галузі можуть звести до мінімуму шкідливі екологічні наслідки та покращити зусилля щодо збереження ресурсів.

Посилений парниковий ефект також обмежує сільськогосподарське виробництво через перегрів тварин. Випасна худоба, як-от велика рогата худоба та вівці, потребує тіні, коли температура підвищується. Фермери можуть використовувати сонячні панелі на своїх полях, щоб забезпечити своїм тваринам достатній притулок.

Хоча сонячні батареї здаються простими для підтримки сільськогосподарського виробництва, багато фермерів протистоять прийняттю цієї технології. Багато фахівців у сільському господарстві не бачать переваг розміщення систем на відкритих полях. Вони вважають, що панелі займають занадто багато землі і обмежують темпи виробництва.

РОЗДІЛ 2

БУДОВА ТА УПРАВЛІННЯ СОНЯЧНИМИ ПАНЕЛЯМИ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ РОБОТИ СИСТЕМИ

2.1. Будова сонячної панелі

Сонячний елемент складається з двох типів напівпровідників, які називаються кремнієм р-типу та n-типу. Кремній р-типу отримують шляхом додавання атомів, таких як бор або галій, у яких на зовнішньому енергетичному рівні на один електрон менше, ніж у кремнію. Оскільки бор має на один електрон менше, ніж потрібно для утворення зв'язків з оточуючими атомами кремнію, створюється електронна вакансія або «дірка» [7].

Кремній n-типу створюється шляхом включення атомів, які мають на зовнішньому рівні на один електрон більше, ніж кремній, наприклад фосфор. Фосфор має п'ять електронів на зовнішньому енергетичному рівні, а не чотири. Він зв'язується зі своїми сусідніми атомами кремнію, але один електрон не бере участь у зв'язуванні. Замість цього він може вільно переміщатися всередині кремнієвої структури.

Сонячний елемент складається із шару кремнію р-типу, розміщеного поруч із шаром кремнію n-типу (рис. 2.1). У шарі n-типу є надлишок електронів, а в шарі р-типу — надлишок позитивно заряджених дірок (які є вакансіями через відсутність валентних електронів). Поблизу місця стику двох шарів електрони з одного боку переходу (шар n-типу) переміщуються в отвори на іншій стороні переходу (шар р-типу). Це створює область навколо переходу, яка називається зоною виснаження, в якій електрони заповнюють дірки (рис. 2.1) [12].

Коли всі дірки заповнені електронами в зоні виснаження, сторона р-типу зони виснаження (де дірки були спочатку) тепер містить негативно заряджені іони, а сторона n-типу зони виснаження (де були присутні електрони) тепер містить позитивно заряджені іони. Наявність цих протилежно заряджених іонів

створює внутрішнє електричне поле, яке не дає електронам у шарі n-типу заповнити дірки в шарі p-типу [7].

Коли сонячне світло падає на сонячну батарею, електрони в кремнії викидаються, що призводить до утворення «дірок» — вакансій, що залишаються після витікання електронів. Якщо це станеться в електричному полі, поле перемістить електрони до шару n-типу, а дірки – до шару p-типу. Якщо шари n-типу та шари p-типу з'єднанні металевим дротом, електрони будуть подорожувати від шару n-типу до шару p-типу, перетинаючи зону виснаження, а потім пройдуть через зовнішній дріт назад від n-тип шару, створюючи потік електрики.

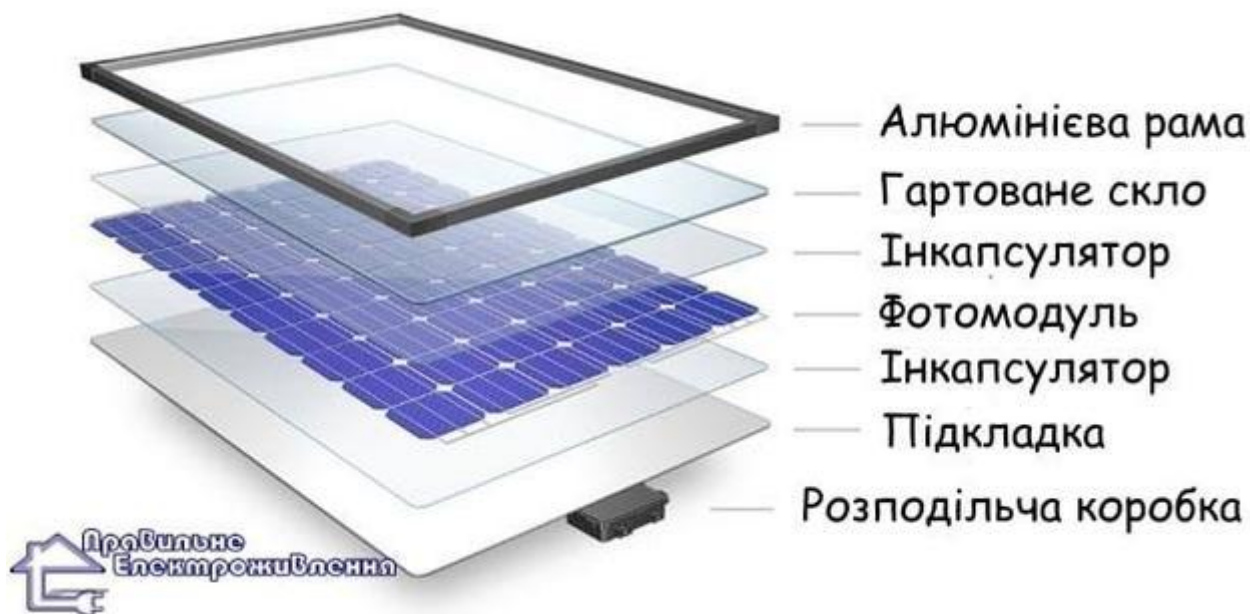


Рис 2.1. Будова сонячної панелі [12]

Сонячний елемент (також відомий як фотоелемент) визначається як електричний пристрій, який перетворює світлову енергію в електричну за допомогою фотоелектричного ефекту. Сонячна батарея – це в основному діод з p-n-переходом. Сонячні батареї – це форма фотоелементу, яка визначається як пристрій, електричні характеристики якого, наприклад струм, напруга або опір, змінюються під впливом світла.

Окремі сонячні батареї можна об'єднати в модулі, відомі як сонячні панелі. Звичайний одноперехідний кремнієвий сонячний елемент може виробляти максимальну напругу розімкнутого ланцюга приблизно від 0,5 до 0,6 вольт. Само по собі це не так багато, але ці сонячні батареї крихітні. При об'єднанні у велику сонячну панель можна виробляти значну кількість відновлюваної енергії.

Сонячний елемент, по суті, є діодом із переходом, хоча за своєю конструкцією він трохи відрізняється від звичайних діодів із p-n переходом. Дуже тонкий шар напівпровідника p-типу вирощується на відносно товстішому напівпровіднику n-типу. Потім наноситься кілька більш тонких електродів на верхню частину шару напівпровідника p-типу.

Ці електроди не заважають світлу досягти тонкого шару p-типу. Трохи нижче шару p-типу є p-n-перехід. Також встановлюється електрод для збирання струму в нижній частині шару n-типу. Вся збірка закрита тонким склом, щоб захистити сонячний елемент від будь-яких механічних ударів.

Коли світло досягає p-n-переходу, світлові фотони можуть легко проникнути в перехід через дуже тонкий шар p-типу. Світлова енергія у вигляді фотонів забезпечує достатню енергію до переходу для створення кількох пар електрон-дірка. Падаюче світло порушує умову теплової рівноваги переходу. Вільні електрони в області виснаження можуть швидко прийти на сторону n-типу переходу. Аналогічно, дірки в виснаженні можуть швидко прийти до p-типу сторони з'єднання. Після того, як знову створені вільні електрони переходять на сторону n-типу, вони не можуть далі перетинати перехід через бар'єрний потенціал переходу. Аналогічно, щойно створені дірки, коли приходять на сторону p-типу, не можуть далі перетинати з'єднання, яке стало таким же бар'єрним потенціалом переходу. Оскільки концентрація електронів стає вищою на одній стороні, тобто стороні n-типу переходу, а концентрація дірок стає більшою на іншій стороні, тобто на стороні p-типу переходу, p-n-перехід буде вести себе як маленький акумуляторний елемент. Встановлюється напруга, яка називається фотонапругою. Якщо ми підключимо невелике навантаження через з'єднання, через нього буде протікати крихітний струм.

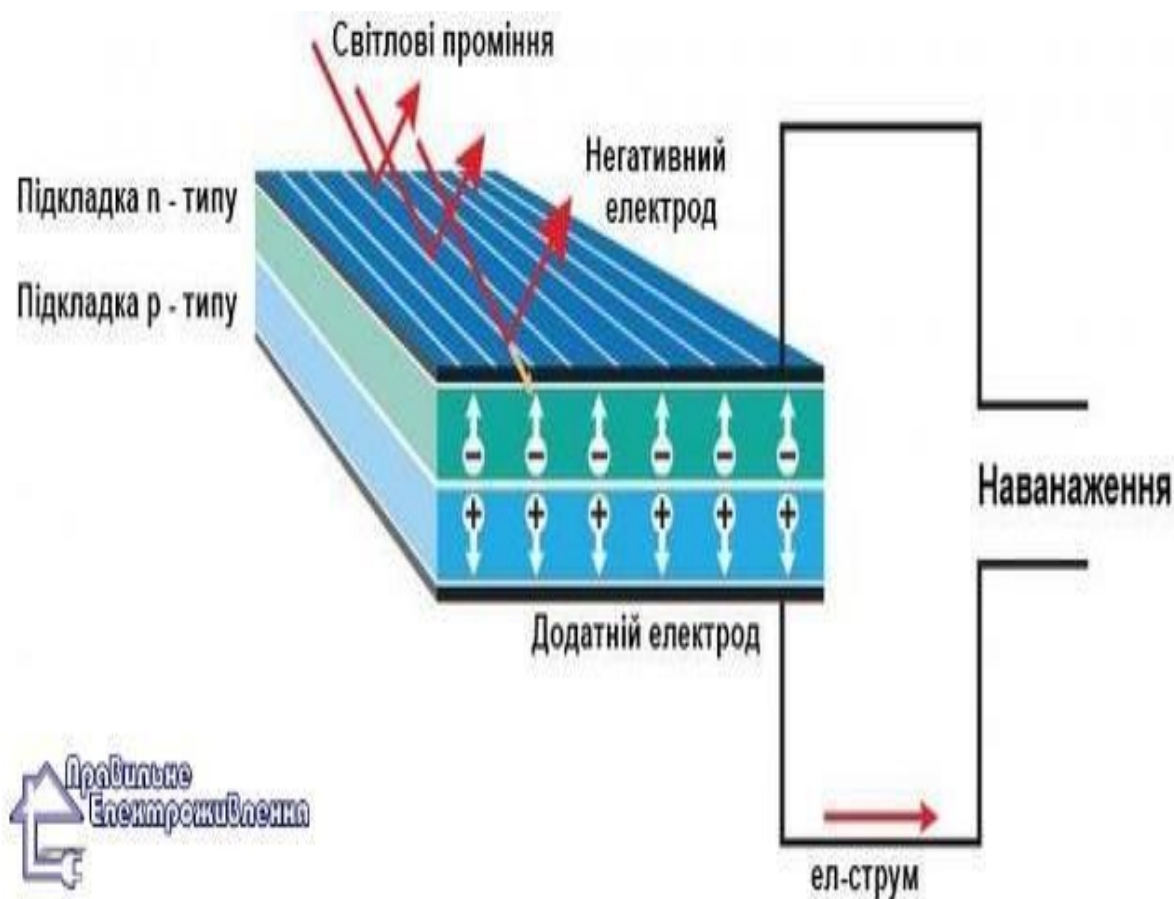


Рис 2.2. Фотогальванічний ефект у сонячній панелі

Даний рп – перехід зазвичай використовують у роботі діодів та трансформаторів [11].

Загалом, для надійної роботи і максимальної генерації електроенергії панелями, все – ж рекомендуємо проконсультуватися з фахівцями щодо питань, як правильно встановлювати та використовувати придбані панелі, адже більшість поломок, котрі супроводжують сонячні електростанції, відбуваються саме через неправильне їх встановлення і використання [11].

2.2.Управління за допомогою трекерів

Системи відстеження сонячних модулів (трекери) – це моторизовані механічні стелажні системи, які орієнтують сонячну батарею до сонця. Трекер оптимізує кут, під яким панелі отримують сонячне випромінювання, тим самим максимізуючи виробництво електроенергії сонячною установкою. Кут, під яким сонячні промені зустрічаються з поверхнею сонячної панелі, визначає, наскільки добре панель може перетворювати вхідне світло в електрику. Він відомий як «кут падіння». Чим вужчий кут падіння, тим більше енергії може виробляти фотоелектрична панель. Сонячні трекери допомагають мінімізувати цей кут, орієнтуючи панелі так, щоб світло падає перпендикулярно до поверхні панелей.

Існують насамперед два типи сонячних систем відстеження, а саме одноосьова і двохосьова. Одноосьовий трекер переміщує сонячні панелі по одній осі руху, що дозволяє панелям рухатися по дузі зі сходу на захід і відстежувати сонце, коли воно рухається по небу. Двовісний трекер дозволяє переміщати панель за двома осями, вирівняними як для півночі-півдня, так і зі сходу-заходу. Ця система розроблена для подальшого максимізації збору сонячної енергії протягом року, оскільки вона не тільки відстежує щоденний рух сонця зі сходу на захід, але й пристосовується до сезонних змін у траєкторії сонця.

Найбільша перевага сонячної системи відстеження полягає в тому, що вона забезпечує збільшення виробництва електроенергії в порівнянні зі статичною сонячною установкою аналогічного розміру. Як правило, установка, встановлена з одновісним сонячним трекером, забезпечує підвищення продуктивності від 20 до 30 відсотків. Двоосьовий трекер додатково підвищує продуктивність ще на 5...10 відсотків. Це означає, що двовісна система відстеження підвищує ефективність роботи до 40%. Особливо, у високих широтах, де положення сонця на небі різко змінюється між літніми та зимовими місяцями, двоосьова система відстеження є ефективним способом максимізації сонячного виробництва.



Рис 2.3. Робота трекера протягом дня [7]

Хоча трекери є ефективною системою для збільшення виробництва енергії від фотоелектричної установки, слід враховувати кілька міркувань. Системи відстеження потребують значно вищих витрат на встановлення та обслуговування, ніж на статичні сонячні електростанції. Сонячний трекер буде коштувати більше грошей, оскільки це складна технологія і має рухомі частини. З більш складною системою приходиться більше обслуговування, яке з часом зростає.

Іншим недоліком сонячних трекерів є те, що вони нежиттєздатні для сонячних установок на дахах, які зазвичай характеризуються меншою вартістю установки та простотою обслуговування. Крім того, оскільки для відстеження потрібно, щоб панелі були зміщені на значну відстань одна від одної, щоб забезпечити рух. Це істотно обмежує кількість панелей, які можна встановити, а також робить систему занадто важкою для застосування на дахах.

Сонячні трекери мають найбільшу цінність у великих наземних сонячних установках, особливо у високих широтах, де є значні відмінності в траєкторії сонця між літом і зимою. У цих великих комерційних проектах довгострокової вигоди від збільшення виробництва достатньо, щоб компенсувати початкові інвестиційні витрати та витрати на технічне обслуговування. Однак, оскільки сонячні панелі дешевшають, економічна ефективність систем відстеження порівняно з використанням більшої кількості панелей зменшується. У минулому,

коли фотоелектричні модулі були порівняно дорогими, і був сенс мінімізувати кількість панелей, що використовуються на заводі з заданою вихідною потужністю.

Тому в даний час економічна життєздатність сонячних трекерів безпосередньо залежить від площі, доступної для встановлення сонячної електростанції [14].

РОЗДІЛ 3

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ СОНЯЧНИМИ ПАНЕЛЯМИ ТА СКЛАД ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ ДЛЯ ФЕРМИ

3.1. Елементи побудови сонячної електростанції.

Розглянемо склад та особливості сонячної електростанції для ферми або невеликого індивідуального господарства. Будемо розглядати побудову автономної станції. Але в зв'язку з тим, що для підвищення ефективності роботи сонячних панелей необхідно використати треки, то панелі будуть монтуватися окремо, не використовуючи будівлі, сараї чи водойми. До речі тільки такий монтаж панелей, згідно постанови кабінету міністрів України дозволяє користуватися зеленим тарифом та віддавати енергію в загальну мережу.

Отже, в склад сонячної автономної сонячної станції для невеликого господарства входить:

- Сонячні фотоелементи – до 10 панелей на індивідуальній керованій опорі;
- Контролер – регулює струм заряджання акумуляторів та відмикає панелі при відсутності сонця;
- Літій-іонні акумулятори є основним елементом накопичення енергії та віддачі її на споживання;
- Автономний інвертор – перетворює постійний струм акумуляторів в змінний струм 220В для основних споживачів енергії в господарстві.

Окремо встановлені на спеціальних опорах панелі потребують вільні площі на території господарства. Одна панель потужністю 500 Вт має розміри 2*1 метри, в залежності від моделі та важить приблизно 25 кг. Для забезпечення господарських потреб невеликої ферми чи господарства необхідно не менше 10 панелей.

Для управління панелями та зарядкою акумуляторів необхідний контролер (рис 3.1.)

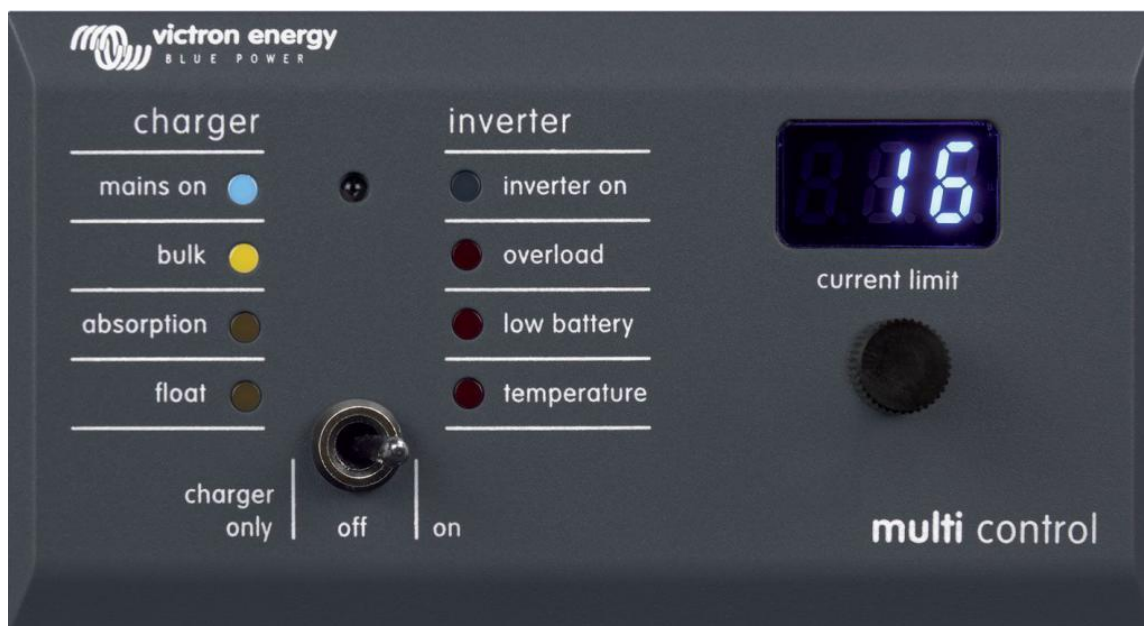


Рис 3.1. Контролер управління панелями та акумуляторами

Основними функціями даного контролеру є регулювання рівнів струму при зміні зовнішніх умов. Протягом дня рівень струму, який генерує панель, змінюється в залежності від часу доби, або кількості сонячної енергії. Контролер дозволяє підтримувати мінімальні рівні струму зарядки, а в нічні часи взагалі відключати акумуляторні батареї від панелей.

Літій-іонні накопичувачі (рис 3.2) призначення для накопичування виробленої електричної енергії з метою використання в той час коли сонячна панель працювати не в змозі, наприклад в ночі, чи коли спостерігається велика хмарність..



Рис 3.2. Електричний накопичувач енергії.

Сонячні інвертори – пристрої, які дозволяють перетворювати постійний струм з напругою 12/24 В, котрий йде від сонячних панелей, на змінний 220/380 В, придатний для живлення електроспоживачів (Рис 3.3).

В даному проекті використовується автономний сонячний інвертор. Основні вимоги до якісної роботи:

- Вхідна напруга повинна відповідати потужності на виході інвертора.
- Ефективність дії інвертора, та його вплив на перетворення сонячної енергії.
- Сукупність захисних функцій моделі.
- Відповідність умов розташування для забезпечення оптимальної температури, потрібної для роботи інвертора.

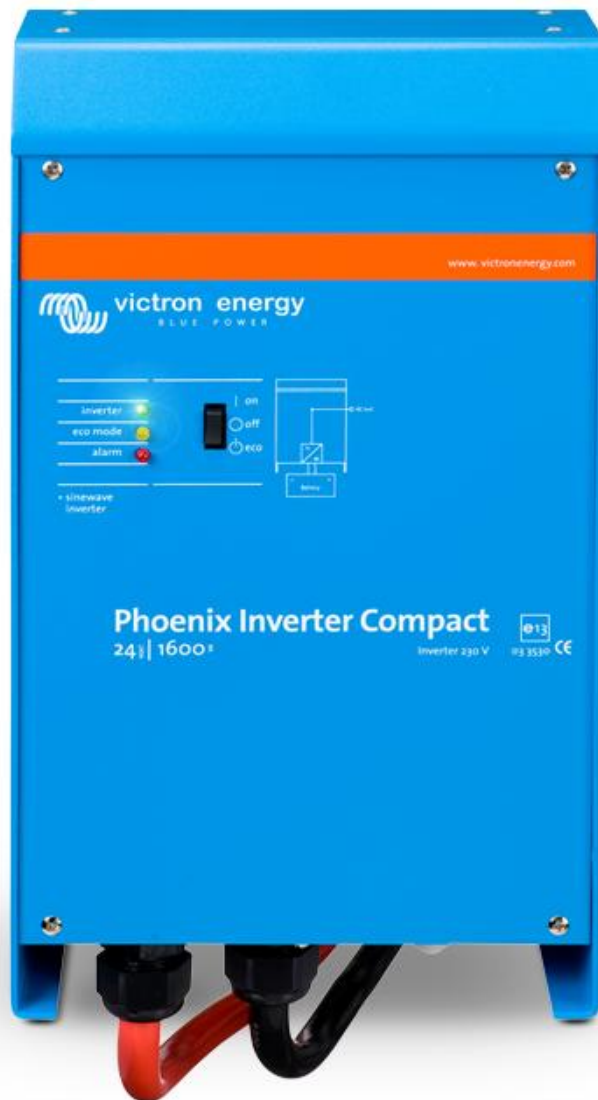


Рис 3.3. Інвертор для утворення змінного струму навантаження

Додатково дані пристрої дають забезпечують захист всієї системи від:

- Перегріву;
- Перевантаження;
- Короткого замикання;
- Перевищення найвищого та найнижчого значення вхідної напруги;
- Перепадів напруги в електромережі.

Таким чином, при такому мінімальному наборі обладнання можна побудувати автономну систему, яка забезпечить ферму або невелике господарство електричною енергією.

3.2. Система управління положенням панелей

Для збільшення ефективності в системі установки сонячних панелей застосований трекер, який дозволяє утримувати площину панелі відносно висоти сонця над горизонтом (рис. 3.4). Принцип його роботи полягає в зміні положення платформи, на якій закріплено до 10 стандартних фотомодулів, розміром 1640x990мм (потужність 300-500Вт кожного) відповідно до руху сонця. Визначення положення Сонця відбувається за допомогою активного світлового датчика, який містить чотири фотоеlementи. Точна позиція сонячного поля досягається шляхом зміни кута нахилу платформи та обертанням конструкції навколо своєї вісі. Опорно-поворотний механізм здатний витримувати значні пориви вітру.

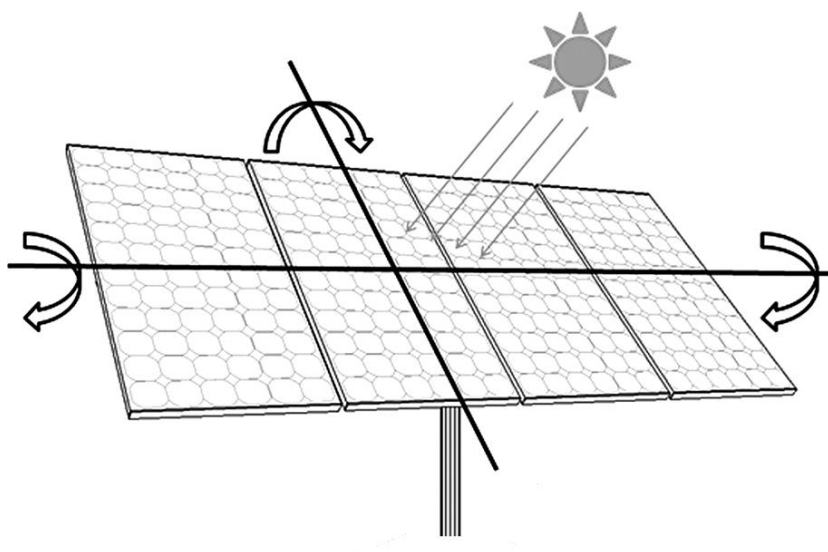


Рис 3.4. Робота трекера по двом осям

Трекер складається з наступних елементів:

- Металоконструкція (механізм для повороту сонячної панелі);
- Двигун (актуатор);
- Контролер сонячного трекера.

Для виготовлення трекера використаний міцний та стійкий матеріал – автоматна сталь, заґрунтована та оброблена молотковою фарбою. Система кріплення сонячних панелей – рейкова. Направляючі виготовлені з алюмінію.

Для захисту конструкції від вітрового навантаження реалізована функція приведення платформи в горизонтальне положення в разі, коли швидкість вітру перевищує 10 м/с. Вітровий датчик автоматично визначає граничне значення та передає сигнал на механізм зміни кута нахилу.

Висота системи при вертикальному положенні платформи становить до 7 метрів. Конструкція важить приблизно 1200 кг. Для надійної установки основу пристрою потрібно монтувати на якірний фундамент.

Як приклад можна використати трекер ST 1200.2, який виготовляється в Україні. Його використання дозволяє збільшити ККД сонячної станції до 30%.

ВИСНОВКИ

1. Сучасні тенденції розвитку світової енергетики направлені на різке зниження викидів парникових газів, застосування викопного органічного палива, використання альтернативних відновлюваних джерел енергії. Такий розвиток призведе до зростання цін на паливо та його дефіцит, введення податків та акцизів, дорожчання собівартості продукції.

2. Серед альтернативних джерел найбільш поширеними є використання вітрових та сонячних електростанцій. Їх можна використовувати як окремо, так і поєднувати в одну систему, яка має більшу ефективність, але і значно дорожча. На більшості території України є доцільним застосування сонячних панелей, які мають певні переваги та більш доступні як в ціні, так і в складності побудови системи.

3. В залежності від бюджету можна використовувати більш дешеві полікристалічні фотоелементи, або більш дорогі та ефективні монокристалічні. Системи можуть бути автономними, мереживними або гібридними. Мереживна система дозволяє віддавати надлишки енергії в мережу, використовуючи зелений тариф, але вона більш дорога, має певні законодавчі обмеження. Автономна система потребує накопичувач для надлишків енергії.

4. Для збільшення коефіцієнту корисної дії сонячної панелі її доцільно використовувати на спеціальній установці – трекері. Це дозволить змінювати кут нахилу та повороту панелі відносно руху сонця на протязі світлового дня. Використання трекерів дозволяє підвищити ефективність станції на 30%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних і нетрадиційних джерел енергії України. НАН України, Інститут відновлюваної енергетики, Держ. ком. України з енергозбереження. Київ: 2005. 45 с.
2. Ковальов О.І., Ратушний О.В. Альтернативні джерела енергії України: навчальний посібник. Суми: Видавництво Сумського державного ур-ту, 2015. 201 с.
3. Кравчук В.І., Дубровін В.О. Технології та обладнання для використання поновлюваних джерел енергії в сільськогосподарському виробництві. Дослідницьке: УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого, 2010. 184 с4. Мхитарян Н.М. Энергетика нетрадиционных и возобновляемых источников. К., Наукова думка, 1999. – 314 с.
4. Verduurzaming stroomvoorziening. De Groene Energie Maatschappij. URL: <http://www.dgem.nl/nl/nieuws/2014/04/verduurzaming-stroomvoorziening-vs-zet-door>.
5. Кудря С.О. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії / – Підручник. – Київ: Національний технічний університет України («КП»), 2012. – 495 с.
6. Стратегія інтеграції енергетичних систем [Електронний ресурс] // – Режим доступу: <http://uwea.com.ua/ua/news/entry/>.
7. Кудря С.О. Системи акумулювання і перетворення енергії відновлюваних джерел // Докт. дис., Київ, 1996. – 548 с.
8. Дудюк Д.Л., Мазепа С.С., Гнатишин Я.М. Нетрадиційна енергетика – основи теорії та задачі: навчальний посібник. Львів: «Магнолія 2006», 2008. 188 с.
9. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України / за ред. С.О. Кудрі. – Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 2020. – 82 с.

10. Фундаментальні аспекти відновлювано-водневої енергетики і паливно-комірчаних технологій / за загальною редакцією Ю.М. Солоніна. – К.: «КІМ», 2018. – 260с.

11. How Do Solar Panels Work And Other Important Solar Information. SunnectSolar. URL: <https://www.sunnectsolar.com/blog/>.

12. Енергоефективність та відновлювані джерела енергії. Під заг. ред. Шидловського А.К. – Київ: Українські енциклопедичні знання, 2007. – 559 с.

13. Verduurzaming stroomvoorziening. De Groene Energie Maatschappij. URL: <http://www.dgem.nl/nl/nieuws/2014/04/verduurzaming-stroomvoorziening-vs-zet-door>.

14. Дудюк Д.Л., Мазепа С.С., Гнатишин Я.М. Нетрадиційна енергетика – основи теорії та задачі: навчальний посібник. Львів: «Магнолія 2006», 2008. 188 с.

15. <https://avenston.com/en/articles/self-consumption-pv/>

16. <https://www.alternative-energy-tutorials.com/solar-power/stand-alone-pv-system.html>

17. Виробництво і використання біопалив в агроєкосистемах. Механіко-технологічні основи: монографія / Голуб Г. А., Кухарець С.М., Чуба В. В. Марус О.А.; за ред. Г. А. Голуба. – К.: НУБіП України, 2018. – 254 с.

18. Відновлювана енергетика в аграрному виробництві / Скидан О.В., Голуб Г.А., Кухарець С.М., Ярош Я.Д., Чуба В.В., Медведський О.В., Цивенкова Н.М., Соколовський О.Ф., Кухарець В.В.; за ред. О.В. Скидна і Г.А. Голуба. – Київ-Житомир: НУБіП України-ЖНАЕУ, 2018. – 320 с.

19. <https://www.jakson.com/blog/understanding-solar-tracking-systems-for-pv-power-plants/>

20. <https://therecursive.com/serbia-to-launch-largest-agrivoltaic-project-in-the-balkans>