

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

_____ Леонт'єв П.В.

_____ 2022 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

на тему: «Автоматизація сонячної електричної установки потужністю 5 кВт»

(Дипломний проєкт)

Керівник проєкту:
к. ф.-м. н., доцент

Соколов С. В.

Виконав:
студент групи СУ-81

Лісовенко В.А.

| Ном.поз | Формат | Позначення | Найменування | Кількість аркушів | № екз. | Примітки |
|---------|--------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------|----------|
| | | | <u>Документація загальна</u> | | | |
| | | | <u>Застосована</u> | | | |
| 1 | | | Завдання кафедри | 1 | | |
| | | | <u>Новорозроблена</u> | | | |
| 2 | | ТЗ | Технічне завдання | 2 | | |
| 3 | | | Реферат | 1 | | |
| 4 | A4 | СУ-81 6.151.16 ПЗ | Пояснювальна записка | | | |
| | | | <u>Документація конструкторська</u> | | | |
| | | | <u>Новорозроблена</u> | | | |
| 5 | A3 | СУ-81 6.151.16 С1 | Система автоматизованого керування фотоелектричною установкою. Функціональна схема автоматизації | 1 | | |
| 6 | A3 | СУ-81 6.151.16 С3 | Система автоматизованого керування фотоелектричною установкою. Схема кінетична. | 1 | | |
| 7 | A3 | СУ-81 6.151.16 А1 | Система автоматизованого керування фотоелектричною установкою. Схема структурна. | 1 | | |
| 8 | A3 | СУ-81 6.151.16 СК | Система автоматизованого керування фотоелектричною установкою. Перелік елементів обладнання. | 1 | | |
| 9 | A3 | СУ-81 6.151.16 А4 | Система автоматизованого керування фотоелектричною установкою. Схема установки. | | | |

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

_____ Леонт'єв П.В.
_____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проєкт студенту
Лісовенку В. А.

1. Тема проєкту: Автоматизація сонячної електричної установки потужністю 5 кВт. Затверджено наказом ректора університету. №0185-VI від "14" квітня 2021р.
2. Термін здавання студентом закінченого проєкту "31" травня 2022р.
3. Вихідні дані до проєкту: звіт з переддипломної практики, наукові публікації, статті, технічна документація.
4. Зміст пояснювальної записки: аналіз предметної області, система автоматизованого керування сонячною електричною установкою, вибір засобів автоматизації..
5. Перелік графічних матеріалів: 22 рисунків, 2 таблиці.
6. Календарний план проєктування

| Номер етапу | Зміст етапу проєктування | Термін виконання |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1 | Аналіз завдання кафедри. Складання технічного завдання. Підбір та аналіз літератури і першоджерел. | 14.04.2022 – 17.04.2022 |
| 2 | Аналіз предметної області. Область застосування. | 18.04.2022 – 25.04.2022 |
| 3 | Система автоматизованого керування фотоелектричною установкою. | 26.04.2022 – 05.05.2022 |
| 4 | Розробка основних схем автоматизації. | 06.05.2022 – 16.05.2022 |
| 5 | Аналіз та підбір обладнання. | 17.05.2022 – 22.05.2022 |
| 6 | Оформлення дипломного проєкту та супровідної документації | 23.05.2022 – 31.05.2022 |

7. Дата видачі завдання "14" квітня 2021р.

Керівник проєкту:
к. ф.-м. н., доцент

Соколов С. В.

До виконання прийняв:
студент-дипломник
групи СУ-81

Лісовенко В.А.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на проектування системи сонячної електричної установки потужністю 5 кВт

Розробник:
студент групи СУ-81

Лісовенко В.А.

Погоджено:
к. ф.-м. н., доцент

Соколов С. В.

1. Назва і галузь застосування: система автоматизованого керування сонячною станцією для зарядки електромобіля; приватний сектор, побутова зарядна станція, підприємства в сфері електромобілів.

2. Підстави для проектування: наказ ректора Сумського державного університету № 0185-VI від 14.04.2021;

3. Мета і призначення проекту: спроектувати автоматизовану систему для зарядки електромобілів від відновлюваного джерела енергії, тим самим звести до мінімуму забруднення довкілля.

4. Джерела розроблення: конструкторська та технічна документація отримана під час проходження переддипломної практики.

5. Режим роботи об'єкта: режим роботи цілодобовий, можливість зарядки електромобіля як вдень від сонячних панелей, так і вночі від АКБ.

6. Умови експлуатації СК: живлення блоку живлення для шафи управління – 220В; частота – 50 Гц; живлення ПЛК – 24В; живлення промислового комп'ютера – 220В; 50Гц;. Ступінь захисту складових частин обладнання автоматизації – не нижче IP 20.

7. Технічні вимоги: ДСТУ 21.404 – 85 Автоматизація технічних процесів; ДСТУ 12.2.016 – 81 Система стандартів безпеки праці. Загальні вимоги безпеки; ДСТУ 12.1.003-2014 Шум; ДСТУ 26522-85 Короткі замикання в електроустановках.

8. Стадії та етапи проектування:

| Номер етапу | Зміст етапу проектування | Термін виконання |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1 | Аналіз завдання кафедри. Складання технічного завдання. Підбір та аналіз літератури і першоджерел. | 14.04.2021 – 17.04.2021 |
| 2 | Аналіз предметної області. Область застосування. | 18.04.2021 – 25.04.2021 |
| 3 | Аналіз та підбір обладнання. | 26.04.2021 – 05.05.2021 |
| 4 | Вдосконалення системи автоматизованого керування сонячної станції. | 06.05.2021 – 16.05.2021 |
| 5 | Розробка основних схем автоматизації. | 17.05.2021 – 22.05.2021 |
| 6 | Оформлення дипломного проекту та супровідної документації. | 23.05.2021 – 31.05.2021 |

9. Додатки:

Додаток А. Функціональна схема автоматизації.

Додаток Б. Кінетична схема.

Додаток В. Структурна схема.

Додаток Г. Таблиця з обладнанням для системи СЕС.

Додаток Д. Схема установки трекера з використанням монолітного фундаменту.

РЕФЕРАТ

Лісовенко Вадим Андрійович. Автоматизація сонячної електричної установки потужністю 5 кВт. Кваліфікаційна робота бакалавра зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології (дипломний проект). Сумський Державний Університет, Суми, 2022 р.

Дипломний проект містить 51 аркушів пояснювальної записки, 22 рисунків, 2 таблиці, 5 додатків, 4 схеми. При виконанні дипломного проекту було використано 31 літературних джерел.

Даний дипломний проект присвячений методам й засобам автоматизації сонячної електричної установки для зарядки електроавтомобілів. Запропоновано проектне рішення щодо комплексу системи управління виконавчими механізмами та системи комплексної автоматизації. Розроблена конструкторська документація для технічної реалізації системи автоматизації.

Ключові слова: відновлювані джерела енергії, сонячна панель, фотоелектричний модуль, електромобіль, акумуляторна батарея, сонячна електростанція, контролер, інвертор.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломного проекту
Автоматизація сонячної електричної установки для зарядки електроавтомобілів

Керівник проекту:

к. ф.-м. н., доцент

Соколов С. В.

Виконав:

студент групи СУ-81

Лісовенко В.А.

ЗМІСТ

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ | 10 |
| Розділ 1. Електромобіль та його уявлення про себе..... | 12 |
| 1.1 Поняття "Електромобіль". Переваги та недоліки. | 12 |
| 1.2 Будова електромобіля. | 13 |
| 1.3 Зарядний пристрій. Режими заряджання. Стандарти заряджання. | 16 |
| 1.3.1 Опис зарядного пристрою..... | 16 |
| 1.3.2 Швидкість заряджання АКБ | 18 |
| 1.3.3 Методи заряджання та типи ЗП для електромобілів | 18 |
| Розділ 2. Сонячні панелі. Види сонячних панелей. Сонячні електростанції..... | 20 |
| 2.1 Сонячні батареї..... | 20 |
| 2.2 Види сонячних панелей..... | 21 |
| 2.2.1 Фотоелементи із монокристалічного кремнію..... | 21 |
| 2.2.2 Фотоелементи із полікристалічного кремнію. | 21 |
| 2.2.3. Фотоелементи з аморфного кремнію. | 22 |
| 2.3 Сонячна електростанція. | 23 |
| 2.4 Сонячні зарядні станції. | 24 |
| 2.5 Відстежування сонця з допомогою трекара. | 25 |
| Розділ 3. Вибір обладнання та його характеристики. | 28 |
| 3.1 Сонячний фотоелектричний модуль. | 28 |
| 3.2 Контролер заряду | 29 |
| 3.3 Інвертор..... | 32 |
| 3.4 АКБ..... | 33 |
| 3.4 Панель керування..... | 35 |
| 3.5 Сонячний трекер | 35 |
| Розділ 4. Охорона праці. Безпека в експлуатації. Електроенергетика України. | 39 |
| 4.1 Аналіз умов праці, шкідливості і небезпек планованого об'єкта. | 39 |
| 4.1.1 Електробезпека..... | 39 |
| 4.4.2. Захист від блискавки..... | 40 |
| 4.4.3. Захисне заземлення..... | 40 |
| 4.4.4. Обслуговування..... | 40 |

| | | | | | | | | |
|-----------|------|-----------------|--------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------|--------|
| | | | | | Су-81 6.151.16 ПЗ | | | |
| Змін. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розробив | | Лісовенко В. А. | | | Автоматизація сонячної електричної установки потужністю 5 кВт. Пояснювальна записка. | Літ. | Лист | Листів |
| Перевірив | | Соколов С. В. | | | | | 1 | |
| Реценз. | | | | | | СумДУ Су-81 | | |
| Н. Контр. | | | | | | | | |
| Затверд. | | Леонтьєв П. В. | | | | | | |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.2. Екологічна безпека при проектуванні системи сонячного електропостачання..... | 41 |
| 4.3. Структура виробництва електроенергії в Україні..... | 42 |
| Висновки..... | 44 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... | 45 |

| | | | | | | | | |
|--------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------|---------------|
| | | | | | Су-81 6.151.16 ПЗ | | | |
| Змін. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | Автоматизація сонячної електричної установки потужністю 5 кВт. Пояснювальна записка. | Літ. | Лист | Листів |
| Розробив | | Лісовенко В. А. | | | | | 1 | |
| Перевірив | | Соколов С. В. | | | | СумДУ Су-81 | | |
| Реценз. | | | | | | | | |
| Н. Контр. | | | | | | | | |
| Затверд. | | Леонтьев П. В. | | | | | | |

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ФСА – функціональна схема автоматизації;

ВДЕ - відновлювані джерела енергії;

ДВЗ - двигун внутрішнього згоряння;

ККД - коефіцієнт корисної дії;

ЗП - зарядний пристрій;

АКБ – акумуляторна батарея;

СЕС - сонячні електростанції;

ФП - фотоелектричні панелі.

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | Су-81 6.151.16 ПЗ | Лист |
| Змін. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | 3 |

ВСТУП

В наш час автомобільний транспорт є найбільш поширеним і найзручнішим способом пересування. З кожним роком їх кількість поступово збільшується по всьому світу. Однак, незважаючи на свої переваги, це також основне джерело екологічної шкоди. Забруднення відбувається під час виробництва, експлуатації та вивезення транспортних засобів, олій і палива. При горінні бензину тони оксидів сірки та азоту викидаються в атмосферу, створюючи кислотні дощі. Крім того, бензинові автомобілі є досить затратними транспортними засобами. У зв'язку з цим дуже актуальним є питання розробки комплексних заходів щодо економії палива та зниження вмісту шкідливих речовин в атмосфері.

На сьогоднішній день проблема може вирішуватися кількома шляхами, одним з яких є розробка практично нетоксичних електричних транспортних засобів, їх популяризація, інтеграція в повсякденне життя, поступовий перехід від звичайних автомобілів. Однак це породжує інше питання, пов'язане з експлуатацією таких транспортних засобів, а саме необхідність належної зарядної інфраструктури для комфортного користування електромобілем.

Розвиток мережевих зарядних станцій у всьому світі прогресує швидкими темпами. Кількість найбільш широко використовуваних звичайних зарядних станцій уже перевищила 50 000. Що стосується станцій заміни батареї, то зараз їх лише кілька, але з часом це має змінитися. Окрім цього, у багатьох країнах світу почали з'являтися зарядні станції, що працюють від відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), а саме – від енергії сонця та вітру. Загальна кількість таких станцій у світі обчислюється в декілька сотень.

При використанні «чистого екологічного транспорту» було б актуально та бажано використовувати «зелену» електроенергію, тим самим звести до мінімуму забруднення довкілля.

Метою даного проекту є проектування зарядної станції з фотоелектричних модулів які отримують енергію від сонця, акумулятора який накопичує цю енергію, після чого дозволяє заряджати електромобіль. Така зарядка, очевидно, екологічна та економічна – вони використовують сонячну енергію і зовсім не залежать від розетки, що дозволяє заряджати електромобіль, не витрачаючи гроші. А якщо у вас достатньо сонячних панелей, ви можете заряджати свій електромобіль вдень і вночі.

Завданням є огляд існуючих систем автоматизації для СЕС; огляд стану ВДЕ та електромобілів; аналіз рентабельності даного проекту; створення схем автоматизації; огляд та підбір відповідного обладнання під даний проект.

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | Су-81 6.151.16 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 4 |
| Змін. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

Розділ 1. Електромобіль та його уявлення про себе.

1.1 Поняття "Електромобіль". Переваги та недоліки.

В даний час використання електротранспорту є дуже поширеною практикою в розвинених країнах. На вулицях великих міст все частіше можна зустріти електромобіль, електроскутер, електровелосипед та інший транспорт, що живиться електродвигуном. Ця тенденція поширена не тільки в транспортах особистої власності, а й у громадському використанні. [18]

Вивчення джерел енергії та розробка літій-іонних акумуляторів значно сприяли розвитку в областях з великими проблемами постачання та зберігання енергії. Не обійшов прогрес і автомобільну галузь. Завдяки розробці сучасних типів літій-іонних акумуляторів, які підвищують їх ефективність і подовжують термін служби, їх стало можливо використовувати в автомобілях. Транспорт, що живиться електричною енергією, що генерується нетрадиційними методами, був названий електромобілем.

Електричний транспортний засіб — це тип транспортного засобу, в якому електродвигун заряджається від незалежного джерела живлення, що живиться альтернативним способом (рисунок 1.1). Джерелом живлення можуть бути паливні елементи, акумуляторні батареї та конденсатори. [1]



Рисунок 1.1 - Зовнішній вигляд електромобіля[20]

Розглянемо переваги електромобілів:

1. Відсутність токсичних газів, які є основною складовою забруднення навколишнього середовища у великих містах;
2. Мінімальний знос деталей двигуна;
3. Екологічність;
4. Довговічний двигун навіть при тривалій роботі;
5. Можливість заряджати акумулятор від традиційної мережі;
6. Висока ефективність(ККД);
7. Безшумний.

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | Су-81 6.151.16 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 5 |
| Змін. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

Недоліки електромобілів:

1. Висока вартість;
2. Не підходить для дальніх поїздок;
3. Відсутність утилізації автомобільних батарей у більшості країн;
4. Втрата великої кількості енергії при нестабільних швидкостях;
5. Недостатня розвиненість рівня інфраструктури для обслуговування електромобілів. [7]

1.2 Будова електромобіля.

Електромобілі мають досить простий у порівнянні з автомобілями з двигунами внутрішнього згоряння (ДВЗ) пристрій. Це пояснюється тим, що електродвигуни набагато простіші за двигуни внутрішнього згоряння і не вимагають регулярного обслуговування. Оскільки електропривод практично не має тертя (за винятком підшипників кочення валу), його ККД досягає 90-95%. При цьому ККД двигунів внутрішнього згоряння бензинових досягає майже 35%, а для дизельних двигунів - 45%.

Якщо говорити про електромобілі в цілому, то він мало чим відрізняється від звичайних автомобілів з двигунами внутрішнього згоряння. Основна відмінність лише в двигуні. Крім того, оскільки електродвигуни живляться від електрики, йому потрібна велика потужна батарея замість бака для рідкого палива як у звичайних авто. В іншому ж автомобілі не мають суттєвих відмінностей. У електромобілі та ж сама система підвіски, кузов і так далі. [19]

Основні компоненти електромобіля:

- електродвигуни;
- система управління елементами;
- живильна акумуляторів;
- перетворювач;
- зарядний пристрій;
- інвертор;
- трансмісія.

Акумуляторна батарея є основним джерелом живлення для двигуна в пристрої. У більшості випадків використовуються літій-іонні акумулятори, складені послідовно в кілька рядів. Вихідна напруга батареї постійного струму становить 300 В (це значення залежить від моделі автомобіля). Сучасні моделі можуть забезпечувати напругу до 700 В.

| | | | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 6 |
| Змін. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | | | | |

Щоб акумулятор працював ефективно, потрібно правильно підібрати співвідношення величини ємності та потужності. Значення потужності більшості моделей коливаються від 15 до 200 (кВт).



Рисунок 1.2 - Електродвигун електромобіля

Якщо говорити про трансмісію, то для електромобілів вона дуже спрощена. У більшості моделей міститься одноступінчаста коробка передач. З допомогою інвертора висока напруга перетворюється при постійному струмі батареї. Використовуючи вбудований зарядний пристрій, ви можете заряджати акумулятор від звичайної побутової розетки. [2]

Крім основного акумулятора всередині автомобіля є ще додатковий акумулятор, який можна використовувати як джерело живлення для виконання різних функцій всередині автомобіля. Цей акумулятор заряджається за допомогою перетворювача на 12 (В). Батарея застосовується для заряду таких систем:

- системи опалення;
- клімат-контроль;
- аудіосистема;
- освітлення;
- та інші елементи.

Керовані процеси, такі як:

- контроль використаної енергії;
- моніторинг рекуперації енергії гальмування;
- оцінка рівня заряду;
- контроль динаміки руху;
- регулювання тяги;
- контроль напруги.

Система управління включає в себе блок управління, різні датчики та інші елементи системи автомобіля. Завдяки датчику можна контролювати процеси, що відбуваються під час їзди,

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | Су-81 6.151.16 ПЗ | Лист |
| Змін. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | 7 |

наприклад: тиск в гальмівній системі, заряд акумулятора, положення педалей газу та гальма тощо. Результати показують, що в сучасних умовах забезпечується найбільш оптимальне переміщення транспортного засобу за умов навколишнього середовища. На панелі керування, розташованій перед водієм відображаються швидкість, пробіг та інші важливі параметри.

Електромобілі не має особливих зовнішніх відмінностей від звичайних автомобілів з ДВЗ, але є суттєві відмінності у експлуатації: повільний час зарядки, висока вартість та обмежений термін служби акумулятора. З цієї причини є невідповідності в конструкції електромобілів.

Найдорожчим елементом електромобіля є акумулятор. Через високу вартість і короткий термін служби його потрібно регулярно міняти. З цієї причини необхідно шукати супер конденсатори, літій-полімерні батареї та інші джерела.

Електромобілі не обходяться дорожче в використанні за авто з ДВЗ, особливо з низькою вартістю на електроенергію. [4]

Основний недолік – неможливість їздити на великі відстані без підзарядки.

Принцип дії електродвигунів

Основний принцип роботи всіх електродвигунів полягає в перетворенні електричної енергії в кінетичну (рисунок 1.4). Це виглядає так:

- двигун електромобіля складається з двох основних елементів - статор і ротор;
- статор електрокара є об'ємною важкою конструкцією, якою проходить електричний струм;
- ротор електромобіля має широку металеву вісь, яка вставляється всередину статор;
- при проходженні електричного струму через обмотку ротора створюється магнітне поле, яке діє перпендикулярно осі ротора, змушуючи його обертатися;
- ротор електромобіля за допомогою спеціальних пристроїв через трансмісію з'єднується з колесами авто.



Рисунок 1.3 - Пристрій електродвигуна

Під час роботи двигуна обертається ротор електромобіля – цей імпульс передається на всі колеса, що призводить до руху електромобіля.

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | Су-81 6.151.16 ПЗ | Лист |
| Змін. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | 8 |

Ця схема досить загальна, і режим роботи кожного конкретного електродвигуна може явно відрізнятися. Наприклад, великою популярністю користувалися електродвигуни з обмотками в одну сторону, але сьогодні їх замінили двигуни змінного струму (тобто всі сучасні електричні машини працюють від мережі, де знаходиться саме змінний струм).

Іншим важливим параметром електродвигуна є частота обертання ротора і частота коливань магнітного поля, створюваного статором. Якщо ці параметри збігаються, двигун електромобіля є синхронним, а якщо не збігається, його називають асинхронним. Серед інших параметрів роботи електродвигуна – кількість фаз (одна, дві, три), універсальність перемикачів, тип електрообмотки електромобіля, тип системи охолодження.

Давайте розглянемо основні переваги електродвигунів у порівнянні з бензиновими двигунами внутрішнього згоряння:

Дуже високий коефіцієнт корисної дії (ККД)- близько 90-95%. В результаті вся витрачена енергія йде на обертання колеса і не витрачається даремно.

Висока екологічність. Під час роботи ДВЗ утворюються різні гази та пилові частинки, які негативно впливають на навколишнє середовище.

Легка вага. Електродвигуни та всі елементи трансмісії мають малу вагу, тому електромобілі безпечніші в русі.

Однак важливо пам'ятати, що електродвигуни мають ряд недоліків. Головний недолік – відносно швидке споживання електроенергії, тому багато сучасних електромобілів мають запас зарядки на проїзд 150-200 км. Ще одним недоліком є досить тривалий час зарядки (приблизно 7-9 годин), що знижує універсальність електромобілів.

1.3 Зарядний пристрій. Режими заряджання. Стандарти заряджання.

1.3.1 Опис зарядного пристрою.

По суті, електромобіль має таку ж батарею що й ноутбук або мобільний телефон. Єдина відмінність - об'ємі і потужності. Це означає, що для зарядки використовується такий же зарядний пристрій, як і для будь-якого іншого гаджет. Різниця лише у силі та потужності зарядного струму. Крім того, зарядний пристрій для електромобіля великий, тому не вдасться покласти його в кишеню чи рюкзак. Виробники електромобілів також використовують власні унікальні роз'єми. [5]

Зарядний пристрій для електромобіля (ЗП) - це пристрій, який перетворює високовольтний змінний струм (220 вольт в однофазному ланцюзі і 380 вольт в трифазному) в постійний струм з напругою, що відповідає напрузі акумулятора автомобіля. Такі ЗП є двох видів:

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | Су-81 6.151.16 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 9 |
| Змін. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

- Стационарні, такі як – настінні шафи, стійки тощо;
- Портативні пристрій - можна перевозити в багажнику електромобіля.

Неважливо, як він виглядає і якого типу це зарядка, в будь-якому випадку, це просто пристрій, який перетворює один вид електроенергії в інший відповідно до технічних характеристик електромобіля.

Якщо говорити про візуальне уявлення, то це своєрідний пристрій, який підключається до блоку живлення за допомогою звичайної побутової вилки або спеціального роз'єму (в залежності від того, як ви заряджаєте автомобіль). З іншого боку, пристрій має роз'єм, який підключається до електромобілю. Ось так виглядає портативний зарядний пристрій.



Рисунок 1.4 - Зарядний пристрій електромобіля

Стационарні пристрої підключаються до електромережі в однофазних або трифазних ланцюгах. Важливо знати, що трифазні схеми дають більшу потужність, що збільшує швидкість зарядки акумулятора. По суті, це стационарна станція, яку можна встановити в гаражі. Подібні станції встановлено на електрозаправних станціях та стоянках для електромобілів.

У електромобіль є вже вбудоване необхідне обладнання для зарядки самого акумулятора. Якщо подивитися на ланцюг від роз'єму зарядного пристрою до акумулятора (всередині електромобіля), то найважливішим компонентом тут є контролер сили струму і рівня заряду батареї.

Контролер передає певний максимальний струм і автоматично вимикає живлення акумулятора, коли він досягає 100% заряду. Контролер регулює рівень заряду між частинами батареї, щоб кожен елемент батареї мав однаковий рівень заряду і не перегрівався і не виходив з ладу. [4]

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | Су-81 6.151.16 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 10 |
| Змін. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

1.3.2 Швидкість заряджання АКБ

Швидкість зарядки будь-якого акумулятора, в тому числі і електромобіля, багато в чому залежить від струму. Чим більша сила струму, тим вище швидкість. Однак важливо розуміти, що швидка зарядка значно скорочує термін служби акумулятора. Тому виробники намагаються знайти певний баланс, створюючи такий ЗП, який завдає мінімальної шкоди акумулятору, і при цьому здатний заряджати акумулятор досить швидко.

Ємність акумулятора сама по собі впливає на швидкість. Відповідно, чим вище ємність АКБ, тим довше він буде заряджатися.

1.3.3 Методи заряджання та типи ЗП для електромобілів

Як було сказано вище, зарядні пристрої для електромобілів бувають різними. Різниця між ними не тільки в портативності, але і в різних схемах живлення. Крім того, деякі зарядні пристрої працюють без дротів.

Існують такі типи ЗП електромобіля:

- від побутової розетки 220 вольт;
- від мережі 380 вольт. Він може бути двох видів:
 - однофазний ланцюг;
 - трифазний ланцюг;
- від постійного струму;
- бездротові;
- від бензогенератора;
- від сонячної батареї.

Найпоширеніша в наш час – це зарядка від побутової розетки, адже таким чином можна зарядити свій електромобіль в гаражі.

Якщо говорити про електрозарядні станції, то в даному випадку більше використовуються трифазні електричні схеми. Також можлива установка трифазного зарядного пристрою в гаражі з попереднього дозволу міської електромережі.

Зарядні станції постійним струмом досить поширені в США та Азії, а також у деяких країнах Європи. Встановлювати їх в гаражі немає сенсу, так як вони пошкоджують акумулятори.

| | | | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 11 |
| Змін. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | | | | |

Якщо ви залишаєте машину в гаражі на ніч, краще зарядити акумулятор від звичайної розетки або встановити трифазний зарядний пристрій.



Рисунок 1.5 - Зарядка електромобіля на електрозаправній станції

Як згадувалося вище, зарядні пристрої для електромобілів впливають лише на швидкість заряджання акумулятора. Однак відповідь на питання, як часто потрібно заряджати автомобіль, залежить тільки від вашого стилю водіння і щоденного пробігу. Крім того, багато що залежить від оптимізації самого акумулятора і технічних характеристик.

Важливий і запас ходу автомобіля. Адже деякі машини можуть проїхати на одному заряді не більше 100-150 км, а деякі більше 500 км. Тому однозначної відповіді немає. Деякі електромобілі потрібно заряджати кілька разів на день (залежно від пробігу та стилю водіння), а інші зможуть їздити кілька днів.

Підсумовуючи все вище сказане можна сказати що враховуючи швидкість розвитку електромобілів, то це перспективний вид транспорту. Мережа зарядних станцій, що постійно розвивається, незабаром дозволить без обмежень їздити не тільки в місті, а й на заміських трасах. Більше того, за допомогою портативного ЗП ви можете залишитися на ніч у придорожньому готелі та зарядити повністю батарею вашого електромобіля. [19]

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | Су-81 6.151.16 ПЗ | Лист |
| Змін. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | 12 |

Розділ 2. Сонячні панелі. Види сонячних панелей. Сонячні електростанції.

2.1 Сонячні батареї.

Сонячна батарея - набір фотоелементів (фотоелектричних перетворювачів), що генерують постійний струм із сонячної енергії, який, на відміну від сонячних колекторів, нагріває теплоносії.

[21]

Геліосенергетика— це галузь науки, яка вивчає пристрої, які перетворюють сонячне випромінювання в інші види енергії, наприклад, тепло та електрика. Сфери застосування:

1. портативні електронні пристрої;
2. електромобілі;
3. авіація;
4. енергозабезпечення будівель;
5. міське електропостачання;
6. використання в космосі;
7. використання в медицині.

Принцип дії сонячних елементів

Фотоелектричні елементи є комбінацією багатьох фотоелектричних перетворювачів, встановлених на жорсткій або гнучкій підкладці. [6]

Кожен фотоелемент панелі складається з двох кремнієвих пластин із струмопровідними мідними смужками. У місці дотику пластини мають найтонше покриття: одна борна, а інша — фосфорна. Під впливом фотонів сонячного світла у фотоелементі виникають зони надлишку та дефіциту електронів (так звані «дірки»). На стику пластин замість напівпровідникового р-п переходу створюється електромагнітний ефект. Крім того, електричний струм проходить через мідну смугу до перетворювачів напруги (рисунок 2.1).

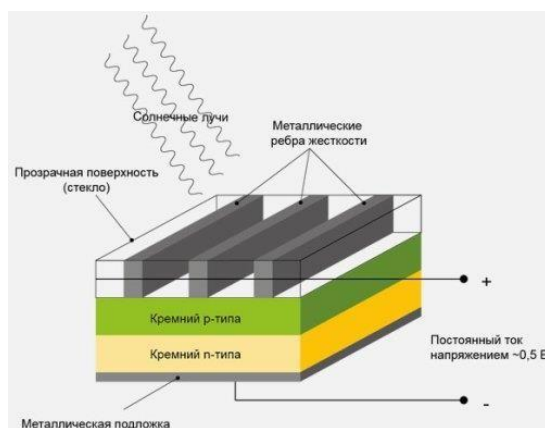


Рисунок 2.1 - Структура сонячної батареї

| | | | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 13 |
| Змін. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | | | | |

На продуктивність сонячних панелей великий вплив має орієнтація кристалів і чистота кремнію. Протягом останніх кількох десятиліть розробники намагалися покращити ці параметри та знизити витрати на виробництво очищеного однорідного силіціуму. Крім того, не тільки кремній може виступати в якості напівпровідникового матеріалу, але принцип роботи сонячних панелей залишається тим самим. [3]

2.2 Види сонячних панелей.

2.2.1 Фотоелементи із монокристалічного кремнію.

У виробництві монокристалічних сонячних панелей використовується найчистіший кремній. Цей тип сонячних панелей виглядає як силіконові стільники або комірки, з'єднані в єдину структуру. Після затвердіння очищений монокристал розбивається на надтонкі пластини товщиною до 300 мкм. Такі торцеві пластини з'єднані тонкою сіткою електродів. Вони дорожчі за аморфні батареї, оскільки технологія їх виробництва в кілька разів складніша. Крім того, такі батареї слід вибирати за їх високий коефіцієнт корисної дії (ККД), на рівні 20%. Насамперед, це хороший показник для сонячних панелей. Зовнішній вигляд плити показаний на рисунку 2.2.1.



Рисунок 2.2.1 – Внешний вид монокристаллической панели

2.2.2 Фотоелементи із полікристалічного кремнію.

Щоб отримати полікристали, поступово охолоджують діоксид кремнію. Такий підхід до технології виробництва набагато дешевше попереднього, а тому цей вид дешевше. У той же час для виробництва потрібно менше енергії, що знову ж таки позитивно впливає на ціни. Тому ККД таких батарей невисокий – до 18%. Таке зниження коефіцієнта обумовлено утворенням всередині полікристалу, що знижує ККД. Зовнішній вигляд такої панелі показано на рисунку 2.2.2.

| | | | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 14 |
| Змін. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | | | | |



Рисунок 2.2.2. – Зовнішній вигляд панелі із полікристалічного кремнію

2.2.3. Фотоелементи з аморфного кремнію.

Цей вид сонячних батарей можна віднести як до кремнієвих, оскільки він виготовлений за принципом кремнію (оскільки матеріалом виробництва є кремній) так і до плівкових батарей. Але все ж є відмінності.

На сьогоднішній день існує три покоління аморфних сонячних панелей (рисунок 2.2.3). Якщо ККД перших зразків становила лише 4-5%, то ККД останньої розробки досягає 12%. На ринок виходять панелі другого покоління з ККД 8-9%. При стандартному використанні 20-25 років потужність аморфних фотоелементів зменшується на 15-20%.

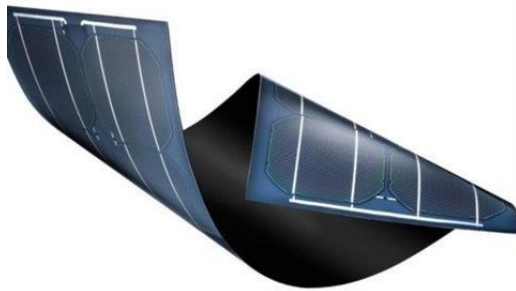


Рисунок 2.2.3 – Зовнішній вигляд панелі із аморфного кремнію

Однак низьке енергоспоживання, простота виробництва та можливість виробництва недорогих, великих за розмірами елементів роблять модулі з аморфного кремнію популярними в найширшому діапазоні людської діяльності. Аморфний кремній широко використовується у виробництві годинників і калькуляторів, але не підходить для потужних установок через низьку стабільність. «Метод накопичення пари» для виробництва аморфного кремнію полягає в нанесенні тонкого шару кремнію на підкладку та нанесенні захисного покриття. В результаті такого осадження утворюються провідні р-п-переходи. Такі модулі ефективні навіть при слабкому

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | Су-81 6.151.16 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 15 |
| Змін. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

освітленні та в хмарних умовах і краще захищені від агресивного впливу зовнішніх факторів. Фотоелектричні модулі з аморфного кремнію більш ефективні при слабкому освітленні, тому за однакової встановленої потужності порівняно з монокристалічними кремнієвими фотоелектричними модулями, перші виробляють на 15-20% більше електроенергії протягом року. [16]

2.3 Сонячна електростанція.

Сонячна електростанція - це інженерний об'єкт, який перетворює сонячне випромінювання в електричну енергію. Принцип роботи сучасних сонячних електростанцій (СЕС) полягає у збиранні сконцентрованої сонячної енергії за допомогою дзеркал та відображення сонячних променів на приймачі, які збирають сонячну енергію та перетворюють його на тепло. [6]

Основні компоненти сонячної електростанції:

- 1) Батареї (панелі);
- 2) Контролер, контролює заряд акумулятора;
- 3) Інвертор;
- 4) Блок акумуляторних батарей.

Конструкція батареї розрахована на використання в різних погодних умовах від -30 °С до +85 °С.

Цей факт свідчить про те, що працездатність батарей не залежить від пори року, і якщо їх правильно розмістити і доглядати, продуктивність не знизиться. Єдина умова – сонячна погода, тому в похмуру продуктивність знижується в кілька разів.

Щоб генерувати енергію ефективно, панель необхідно розташувати під певним кутом (45 ° до горизонту) до сторони сонця. Також є трекер – прилад, який визначає положення сонця і його напрямок.

Основною функцією контролера є контроль заряду батареї та регулювання живлення від батареї, таким чином запобігаючи 100% заряду АКБ. Після повної розрядки контролер автоматично від'єднає акумулятор від усієї системи. Сучасні системи використовують різні панелі керування для контролю напруги акумулятора.

Що до інверторів, то їх основна робота полягає в перетворенні постійної напруги акумулятора в змінний струм. Основною відмінністю двох типів напруги є різниця між значенням вихідної потужності, а також якість напруги. Ці системи здатні жити такі пристрої, як побутові прилади та компресори та інше.

Чимало важливим фактором є те, що фотоелектричні панелі(ФП) здатні виробляти електроенергію лише вдень, величина їх встановленої потужності повинна вибиратися з

| | | | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 16 |
| Змін. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | | | | |

розрахунком на те, що запасеної за день енергії вистачить на гарантоване забезпечення споживачів протягом всієї доби. Це призводить до необхідності значного збільшення встановленої потужності та ємності батареї ФП.

Очевидним недоліком автономних фотоелектричних установок є втрата надлишкової потужності в режимі низького навантаження. У більшості стандартних автономних фотоелектричних систем сонячні батареї вимикаються, коли батареї повністю заряджені.

Серйозним недоліком автономних сонячних електростанцій є необхідність використання акумуляторних батарей, які працюють в циклічному режимі. Звичайні свинцево-кислотні акумулятори мають невелику кількість робочих циклів (1500-2000) і потребують регулярної заміни.

Використання довготривалих промислових акумуляторів, таких як нікель-кадмієві або літій-іонні, потребуватиме значного збільшення фінансових вкладень у побудову енергосистем.

Також треба майти на увазі, що батареї втрачають енергію. У кращому випадку ефективність процесу зарядки та перезарядки акумулятора становить 90% і погіршується в міру їхнього старіння.

Структурна схема СЕС наведена в додатку В.

2.4 Сонячні зарядні станції.

Сонячні зарядні станції, як правило, є простими автостоянками і мають зарядні пристрої, встановлені під ними або біля них. На навісах або дахах сусідніх будівель встановлені фотоелектричні панелі для вироблення електроенергії, необхідної для зарядки електромобілів. Встановлена потужність сонячних зарядних станцій може коливатися від 500 Вт до 100 кВт і вище. Оскільки сонячна енергія не є постійною в часі, більшість цих станцій підключені до мережі, а деякі оснащені батареями, які перерозподіляють енергію з часом. [8]

Як зазначалося раніше, таких зарядних станцій у світі вже багато, більшість з яких зараз розташовані в США та Німеччині, за даними – всього кілька сотень. У Японії, Італії, Великобританії та Йорданії є кілька таких станцій. Кілька прикладів таких станцій показано на малюнках 2.4.1 і 2.4.2.

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | Су-81 6.151.16 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 17 |
| Змін. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

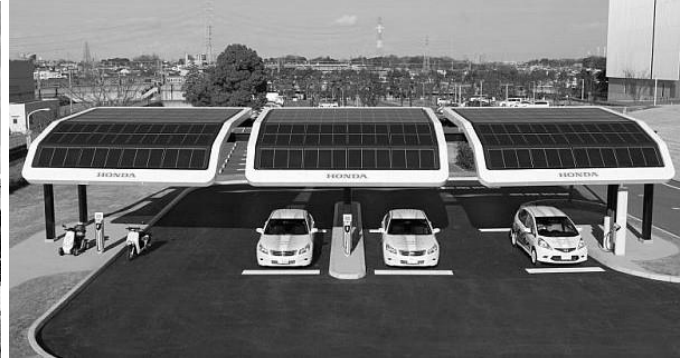


Рисунок 2.4.1 – Сонячна зарядна станція Yana (Німеччина, Італія) (ліворуч) та зарядна станція компанії Honda (Японія) (праворуч)



Рисунок 2.4.2 – Сонячна зарядна станція компаній Mitsubishi Electric та Mitsubishi Motors (США, штат Каліфорнія) [17]

2.5 Відстежування сонця з допомогою трекера.

Сонячний трекер - пристрій, призначений для відстеження положення сонця та орієнтування несучої конструкції таким чином, щоб отримати максимальну ефективність від сонячних батарей. Концепція трекера гранично проста - за допомогою кількох датчиків контролер визначає оптимальне положення для сонячної батареї та змушує серводвигун повертати платформу з пристроєм у потрібному напрямку. [11]

Переваги сонячного трекеру:

ККД сонячної панелі збільшується на 40-45%. Таке збільшення пояснюється тим, що найбільш ефективна робота панелі відбувається при падінні сонячного світла під кутом 90° на фотоелементи плити;

Установка трекера значно підвищує ККД сонячних батарей як висновок збільшується кількість виробленої електроенергії.

Завдяки підвищенню продуктивності однієї панелі не потрібно встановлювати додаткові панелі, можна сказати цим знижується вартість всієї сонячної електростанції.

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | Су-81 6.151.16 ПЗ | Лист |
| Змін. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | 18 |

Принцип роботи

Рухлива частина трекера може змінювати своє положення за допомогою ручного приводу або 1-2 виконавчих механізмів, виконаних на електродвигунах.

Завдання трекера - виставити кути нахилу робочої поверхні, орієнтуючи його строго на сонце.

Простіше кажучи, сонячне проміння має падати перпендикулярно площині сонячної батареї. [12]

Такої орієнтації можна досягти декількома способами:

У першому випадку пристрій управління виконавчим механізмом за допомогою декількох фотоприймачів аналізує освітленість у різних положеннях трекера і передає управляючі сигнали виконавчим елементам до моменту, коли світловий потік на всіх фотоелементах стане однаковим. Неврівноваженість системи через рух сонця дасть поштовх активації нового руху, назустріч сонцю. Принципові схеми таких пристроїв прості та недорогі. Але вони мають один істотний недолік. У похмуру погоду, при випадінні опадів та забрудненні фотоприймачів система не працює. [19]

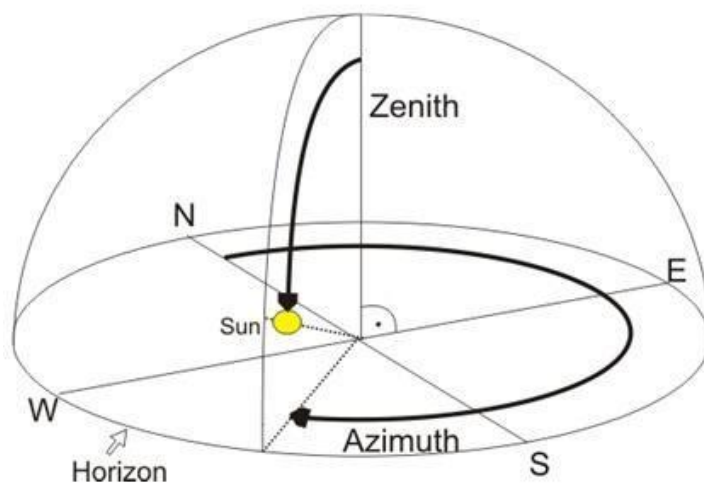


Рисунок 2.5.1 - Найкращий кут нахилу панелей до сонця

Існує варіативність переорієнтувати систему вручну або керуючи виконавчими механізмами, подавши керуючі сигнали за допомогою перемикачів. Але цей спосіб прийнятний в основному для сезонної орієнтації трекерів, коли певний період часу виставляється відповідний кут нахилу. Точність орієнтації невисока, оператор не завжди може знаходитися поряд з трекером, тому цей спосіб не набув широкого поширення, але для сезонної орієнтації малобюджетних систем цілком підходить.

Управління рухом трекера по азимутальному та зенітному кутах можливе за допомогою керуючого пристрою, до складу якого входить таймер. При цьому актуатори розпочинають свою роботу за програмою добового таймера. Точність орієнтації невисока, тому що сонце постійно змінює час, місце сходу та заходу, зенітний кут протягом року.

Найефективнішим способом управління виконавчими механізмами стала програма, яка розраховує положення сонця через певні часові відтинки. По внутрішнім годиннику пристрою

| | | | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 19 |
| Змін. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | | | | |

програма відправить в блок управління інформацію про значення з урахуванням розташування трека, після чого виконавчий пристрій переорієнтує відповідним чином трекер в розрахункове положення. Дана програма для розрахунку розташування сонця, називається - SPA (Алгоритм сонячної позиції).

Пристрої управління трекерами можуть бути виконані на захищених комп'ютерах, PLC - логічних контролерах, що програмуються, або у вигляді окремих закінчених пристроїв, програмованих постачальником при поставці трекера, з прив'язкою до місцевості свого виробу. Група трекерів може керуватися одним комп'ютером, що знижує собівартість електростанції. [29]

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | Су-81 6.151.16 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 20 |
| Змін. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

Розділ 3. Вибір обладнання та його характеристики.

3.1 Сонячний фотоелектричний модуль.

Сонячний фотоелектричний модуль CS3Y-455W mono Hiku



Рисунок 3.1 - Сонячний фотоелектричний модуль CS3Y-455W mono Hiku

Опис сонячної батареї Canadian Solar CS3Y-455W Hiku. [23]

Таблиця 3.1 – Механічні, електричні та температурні характеристики[31]

| Механічні параметри | |
|-------------------------------------------|-----------------------------------|
| Тип комірки | Монокристалічна |
| Розміри (Д×В×Ш) | 2108x1048x35мм |
| Кількість комірок | 144 [2 x (12 x 6)] |
| Маса | 24,3кг |
| Захисне скло | 3,2 мм загартоване скло |
| Розподільна коробка | IP68, 3 шунтувальні діоди |
| З'єднання | Серія T4 або H4 UTX, або MC4-EVO2 |
| Рама | Сплав анодованого алюмінію |
| Електричні параметри (STC) | |
| Номінальна потужність (P _{max}) | 455 Вт |

| | |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Струм короткого замикання (Isc) | 11,66 А |
| Опт. робоча напруга (Vmp) | 41,3 В |
| Опт. робочий струм (Imp) | 11,02 А |
| Напруга холостого ходу (Voc) | 49,3 В |
| ККД | 20,60% |
| Допустиме відхилення | 0 ~ +5 Вт |
| Макс. напруга системи | 1500 В (IEC/UL) або 1000 В (IEC/UL) |
| Вогнестійкість модуля | ТИП 1 (UL 61730 1500В) або ТИП 2 (UL 61730 1000 В), або КЛАС С (IEC 61730) |
| Номинал запобіжника | 20 А |
| Температурні характеристики | |
| Номинальна робоча температура (NOCT) | 42 ± 3 °С |
| Температурний коефіцієнт Pmax | -0,36 % / °С |
| Температурний коефіцієнт Voc | -0,27 % / °С |
| Температурний коефіцієнт Isc | 0,05 % / °С |
| Робоча температура | -40 °С ~ +85 °С |

3.2 Контролер заряду

Контролер заряду Victron Energy SmartSolar MPPT 250/100-Tr VE.Can

Зарядний пристрій MPPT VE.Can SmartSolar використовує найновішу та найшвидшу технологію для перетворення енергії сонячної батареї на енергію, яка оптимально заряджає акумуляторні батареї. [22]

Контролер заряду SmartSolar зарядить навіть сильно розряджену батарею. Він може працювати з низькою напругою батареї до 0 вольт, за умови, що елементи не будуть постійно сульфатуватись або пошкоджуватися іншим способом.

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | Су-81 6.151.16 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 22 |
| Змін. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |



Рисунок 3.2 - Контролер заряду в з'єднанні з АКБ та фотоелектричним модулем

Контролер заряду SmartSolar із гвинтовим підключенням фотоелементів MPPT 250/100

Вбудований Bluetooth Smart

Бездротове рішення для налаштування, моніторингу, оновлення та синхронізації контролерів заряду SmartSolar

Ультра-швидке відстеження пікових потужностей (MPPT)

У разі хмарності, коли інтенсивність світла постійно змінюється, контролер MPPT дозволить підвищити отримання енергії на 30% проти контролерами заряду PWM і 10% проти повільними контролерами MPPT.

Поліпшене відстеження пікових потужностей за умов часткової затінювання

У разі часткової затінювання на кривій напруги живлення можуть бути дві або більше точок пікової потужності. Звичайні контролери MPPT закріплюються на найближчій точці пікової потужності, яка може бути оптимальною ТПМ. Інноваційний алгоритм SmartSolar дозволить завжди отримувати максимальну кількість енергії, закріплюючись на оптимальній ТПМ. [10]

Висока ефективність перетворення

Відсутність вентилятора, що охолоджує. Максимальна ефективність перевищує 98%.

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | Су-81 6.151.16 ПЗ | Лист |
| Змін. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | 23 |

Гнучкий алгоритм заряду

Повністю програмований алгоритм заряду (див. сторінку ПЗ на нашому вебсайті) та вісім попередньо запрограмованих алгоритму, які можна вибрати за допомогою поворотного перемикача (див. Посібник для додаткової інформації).

Всебічний електронний захист

Захист від перегріву та зниження потужності в умовах високої температури. Захист від замикання ланцюга PV та підключення PV зі зворотною полярністю. Захист системи PV від струму із зворотною полярністю.

Датчик внутрішньої температури

Компенсує температуру при напрузі абсорбційного та плаваючого заряду.

Додатковий зовнішній детектор напруги та температури батареї Bluetooth

Smart Battery Sense або BMV-712 Smart Battery Monitor можуть використовуватися для передачі напруги та температури батареї на один або кілька контролерів заряду SmartSolar.

Функція відновлення повністю розрядженої батареї

Ініціює заряд навіть при розряді батареї до 0 В. Перепідключиться до повністю розрядженої літій-іонної батареї з вбудованою функцією вимкнення.

VE.Direct

Для підключення до панелі Color Control, інших пристроїв GX, ПК або іншого.

Програмоване реле

Можна програмувати (також через смартфон) спрацьовування по тривозі чи іншим подіям.

Опціонально: підключається РКІ-екран

Просто зніміть гумову заглушку, яка закриває роз'єм спереду контролера та вставте кабель монітора. [23]

Особливості:

- Струм заряду - 100 А.
- Акумулятори – 12,24, 48 В автомат, 36 В вручну.
- Перетворення із ККД 99%, технологія MPPT.

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | Су-81 6.151.16 ПЗ | Лист |
| Змін. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | 24 |

- Потужність сонячних панелей залежить від напруги АКБ - 12 В = 1450 Вт, 24 В = 2900 Вт, 36 В = 4350 Вт, 48 В = 5800 Вт.
- Струм короткого замикання від панелей 70 А.
- Холосте напруження. панелей – 250 В.
- Власне споживання – 20...35 мА.
- Можна настроїти алгоритм заряду.
- Вбудовано базовий захист.
- Температурний режим – 30...+60 градусів.
- Стандарт – PD3.
- Виконання – IP43 електроніка, IP22 підключення.
- Дані - обмін через VE.Can, VE.Direct та Bluetooth.
- Реле – є.
- Дистанційне увімкнення та вимкнення контролера.
- Паралельна робота – підтримується (до 25 контролерів через VE.Can, до 10 через Bluetooth).
- Максимальний переріз дротів – 35 мм. кв.
- Габарити – 216 x 295 x 103 мм.
- Вага – 4.5 кг.

3.3 Інвертор

Інвертор Victron Energy Quattro 48/8000/110-100/100



Рисунок 3.3 – Інвертор Victron Energy Quattro 48/8000/110-100/100

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | Су-81 6.151.16 ПЗ | Лист |
| Змін. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | 25 |

Quattro є комбінацією інвертера і зарядного пристрою. Крім того, пристрій може використовувати два входи змінного струму та автоматично підключатися до активного з них. Серед безлічі характеристик можна відзначити точну синусоїду інвертування, адаптивність заряду, гібридну технологію PowerAssist плюс численні можливості інтеграції в систему, наприклад можливість роботи в режимі трьох фаз або поділу фаз і робота в паралелі. [9]

Характеристики: Інвертор Victron Energy Quattro 48/8000/110-100/100 (QUA488024000)

- Виробник: Victron Energy (Нідерланди)
- Тип архітектури: Off-line
- Тип виконання: класичний
- Форма вихідної напруги: Синусоїда
- Акумуляторна батарея: Зовнішня
- Потужність, кВт: 6,5
- Макс. Ефективність (ККД): 96%;
- Напруга акумуляторної батареї: 48 В
- Кількість фаз (вхід/вихід): 1/1
- Нижній поріг вхідної напруги, В: 187
- Верхній поріг вхідної напруги, В: 265
- Вихідна напруга, В: 230±2%
- Частота електромережі, Гц: 45 – 65
- Наявність зарядного пристрою: Є
- Напруга від мережі, В: 230
- Напруга живлення від акумуляторної батареї, В: 48
- Відображення інформації: світлодіодні індикатори
- Робоча температура, °С: - 40...+65
- Вологість, %: 0...95
- Ступінь захисту: IP21
- Висота, мм: 470
- Ширина, мм: 350
- Глибина, мм: 280
- Маса, кг: 41

3.4 АКБ

Літій-іонний акумулятор BYD В-Box 2,5 кВт

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | Су-81 6.151.16 ПЗ | Лист |
| Змін. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | 26 |



Рисунок 3.4 – АКБ BYD B-Box

Батарея BYD B-Box сумісна з автономними та гібридними інверторами і може бути використана як в автономних, так і в автономно-мережевих системах енергопостачання із застосуванням сонячної генерації або без неї. [14]

Велика ємність батареї та її здатність швидко та майже повністю розряджатися без погіршення характеристик дозволяє використовувати системи на основі АКБ BYD B-Box для тимчасового збільшення пікових навантажень у локальній енергомережі, «підмішуючи» енергію з акумулятора до енергії з мережі загального користування.

Характеристики: [25]

Літєвий акумулятор BYD B-Box

- Сумісні інвертори: SMA / Goodwe / Solax / Victron / Conext / Solis
- Виробник BYD
- Країна виробник Китай
- Тип акумулятора LiFePO4
- Місткість акумулятора 50.0(А/год)
- Напрацювання 6000 циклів заряду
- Напруга 48.0(В)
- Струм заряду 50.0(А)
- Колір корпусу Чорний
- Мінімальна робоча температура -10.0 (град.)
- Максимальна робоча температура 50.0 (град.)

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | Су-81 6.151.16 ПЗ | Лист |
| Змін. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | 27 |

- Гарантійний термін 120(міс)
- габаритні розміри
- Довжина 510.0(мм)
- Висота 883.0(мм)
- Ширина 600.0(мм)
- Вага 79.0(кг)

3.4 Панель керування

Панель керування Cerbo GX



Рисунок 3.5 - Панель керування Cerbo GX

Цей новий комунікаційний центр дозволяє вам завжди мати повний контроль над вашою системою, де б ви не знаходилися, і максимізує її продуктивність. Просто підключіться через наш портал віддаленого управління Victron Remote Management (VRM), або зайдіть безпосередньо за допомогою окремого GX Touch, пристрою MFD або нашої програми VictronConnect завдяки новій функції Bluetooth. Це останнє доповнення до лінійки GX поєднує всі кращі можливості підключення, повністю переосмислюючи інтелектуальні рішення електроживлення на кожен день.

[16]

3.5 Сонячний трекер

Двохосьовий трекер «AS Sunflower 40»

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | Су-81 6.151.16 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 28 |
| Змін. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |



Рисунок 3.6 - Двохосьовий трекер «AS Sunflower 40»

Сонячний трекер двовісний AS Sunflower 40 (система стеження за сонцем)

Сонячний трекер Sunflower 40 – динамічна система кріплень двовісного типу для сонячних панелей. Рухлива конструкція ефективніша, ніж статична, оскільки генерує на 30–40% більше електрики. Її продуктивність пояснюється тим, що фотоелектричні модулі, постійно змінюючи кут нахилу за Сонцем, вловлюють більше світлового випромінювання. [24]

Основними елементами двохосьової системи стеження за Сонцем є:

- опорна конструкція, що є одиночною колоною;
- рухома конструкція, на яку кріпляться до 40 сонячних панелей;
- електромеханічна частина, що приводить систему до руху;
- система керування, за допомогою якої можна контролювати роботу трекера на відстані.

Переваги системи сонячного трекера

- Маневреність. Двохосність дозволяє столу рухатися у двох площинах та змінювати положення сонячних панелей протягом усього світлового дня.
- Надійність та стійкість. Конструкція зроблена із міцної, стійкої до корозії сталі. Монтуються на бетонний фундамент за допомогою анкерного кошика.
- Безпека. Передбачено режим флюгування для мінімізації пошкодження сонячних панелей від сильного вітру, граду.
- Комунікативність. Наявні датчики та блок управління дозволяють збирати повну метеоінформацію, стежити за роботою трекера дистанційно.

Функціональну схему наведено в додатку А.

| | | | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 29 |
| Змін. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | | | | |

Додатковим елементом є комплексний датчик. У його завдання входить сканувати небосхил, знаходити найяскравішу точку, визначати силу снігового та вітрового навантаження.

Максимальна ефективність. Активна система управління складається саме з комплексного датчика сонячної інсоляції та блоку керування трекером. Датчик знаходить точку максимальної потужності сонячної енергії, враховуючи розсіяне та відбите світло. Датчик сонячної інсоляції передає сигнал на блок управління за допомогою бездротової технології і потім встановлює трекер оптимальне положення. [27]



Рисунок 3.7 - Комплексний датчик

Відстеження точки максимальної потужності (ВТММ, англ. maximum power point tracking, MPPT) — спосіб отримання максимально можливої потужності на виході фотомодулів, електричних генераторів вітроустановок, електричних генераторів зі змінною швидкістю обертання і моментом, що крутить, електродвигунів, що працюють в режимі рекуперативного гальмування.

ВТММ здійснюється спеціальними, зазвичай цифровими пристроями, наприклад, мікроконтролерами. Ці пристрої аналізують вольт-амперну характеристику джерела або характерні її точки і, за допомогою зміни струму, що відбирається від джерела, забезпечують відбір від нього максимальної потужності.

Принцип роботи пристрою ОТММ полягає в безперервному вимірі вихідних характеристик джерела і зміні струму, що передається в навантаження, якою зазвичай служить вхід інвертора, для отримання максимальної потужності при зміні навантажувальних характеристик джерела енергії.

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | Су-81 6.151.16 ПЗ | Лист |
| Змін. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | 30 |

Пристрій ВТММ зазвичай конструктивно інтегрується в перетворювач електричної енергії - інвертор, що працює спільно з джерелом енергії і є перетворювачем виду струму або напруги і/або їх величин, фільтрацію перешкод і управління різними навантаженнями, в тому числі електричними мережами, акумуляторними батареями або електродвигунами. [30]

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | Су-81 6.151.16 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 31 |
| Змін. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

Розділ 4. Охорона праці. Безпека в експлуатації. Електроенергетика України.

4.1 Аналіз умов праці, шкідливості і небезпек планованого об'єкта.

Об'єктом проектування є мережа живлення для зарядки електромобілів. Джерелами живлення є сонячні панелі, поєднані з інверторами, контролерами та АКБ. Обладнання розташовується на відкритому повітрі, сонячна панель монтується на спеціальному пристрої – трекері. Пристрій не виділяє токсичні гази або пари. Пристрій також не створює шуму або вібрації. Мережа живлення працює на 220 В з виробничою частотою 50 Гц, тому джерела радіочастотного або мікрохвильового випромінювання відсутні. При напрузі 220 В небезпека ураження електричним струмом виникає при контакті зі струмопровідними елементами або при одночасному дотику до металевої конструкції, з'єднаної із землею, з одного боку, і металевої коробки електрообладнання з іншого. [26]

На запланованому об'єкті відсутні легкозаймисті та вибухонебезпечні речовини. Обладнання оснащено запобіжником на випадок неполадок.

Хоча очікувана кількість ударів блискавки на рік невелика, ми робимо висновок, що необхідно захищати обладнання від ударів блискавки через встановлення дорогого обладнання, яке може бути пошкоджено блискавкою.

4.1.1 Електробезпека.

Підготовка електротехнічного персоналу

Для забезпечення безпечної та безаварійної роботи електростанцій необхідно оснастити їх засобами захисту та організувати їх роботу так, щоб запобігти можливості помилок обслуговуючого персоналу. Для регламентації всіх видів робіт в електроустановках розроблено «Правила технічної експлуатації електричних установок споживачів». На основі цих правил обслуговуючий персонал повинен: пройти необхідну технічну підготовку; навчання на робочому місці; перевірка знань на основі займаної посади.

Результати перевірки знань заносяться в журнал встановленої форми. Працівнику, який складає усний іспит, присвоюється кваліфікаційна група та видається посвідчення.

Працівники також повинні бути забезпечені електротехнічними захисними засобами.

| | | | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 32 |
| Змін. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | | | | |

4.4.2. Захист від блискавки.

Для прийому електричного заряду блискавки і відведення його струму на землю використовується спеціальний громовідвід. Блискавкозахист будинків і споруд здійснюється відповідно до «Методичних рекомендацій із планування та монтажу блискавкозахистів будівель і споруд». Блискозахист забезпечується установкою двох блискавковідводів.

4.4.3. Захисне заземлення.

Захисне заземлення (занулення) підлягають струмопровідні частини електроустановок і обладнання, що нормально не знаходяться під напругою, можуть опинитися під напругою внаслідок пошкодження ізоляції або замикання на корпус або на землю.

Опір заземлювача, підключеного до нейтрального або однофазного джерела струму джерела живлення, не повинен перевищувати 4 Ом для лінійної напруги на 380 В джерела трифазного струму у будь-який період року.

Довжина вертикального заземлення залежить від глибини промерзання ґрунту та питомого опору розподілу струму. Довжина гвинтових електродів повинна бути від 3,5 до 6,0 м. Верхня частина заземлюючих електродів повинна бути заглиблена на глибину не менше ніж $H_2 = 0,7$ м над землею. Вертикальні заземлюючі електроди повинні знаходитися щонайменше на відстані L довжина заземлюючого електрода ($S \geq L$, відстань S між заземлюючими електродами, L - довжина вертикального заземлюючого електрода).

Заземлювач із сполучною смужкою, смуга між заземлювачем, основний і роздільний новий з'єднують зварюванням або пайкою. В якості сполучної смуги використовуємо круглий металевий провідник. Залежно від умов механічної міцності діаметр прутка металевого провідника повинен бути не менше 10 мм. [8]

4.4.4. Обслуговування.

Основним правилом безпечного використання автономної системи є її періодичне обслуговування. Регулярне технічне обслуговування сонячних батарей та інших компонентів загальної системи є запорукою її довгої та безвідмовної роботи. Таку роботу слід проводити 1-2 рази на рік (залежно від умов використання сонячних батарей):

- Перевірити цілісність батарей та світильників;
- Очистити інвертори від пилу, який може призвести до перегріву пристрою;
- Перевірити заземлення та надійність ізоляції провідника;

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | Су-81 6.151.16 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 33 |
| Змін. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

- Перевірте шнури живлення на предмет витоків живлення.

Заплановані роботи не обійдеться без очищення поверхні самих сонячних панелей, адже від чистоти панелей, які сприймають світлові промені, залежить прийом сонячної енергії та її вироблення у вигляді сонячної електроенергії. Підраховано, що багатомісячний пил може привести поточний рівень втрат до 20%. Тому регулярне очищення батареї є запорукою високої ефективності в роботі будь-якої сонячної електростанції. [25]

Також бажано перевірити стан ізолятора (двома способами):

1. Перевірка підвищеною напругою: можуть бути виявлені дефекти ізоляції. Випробування високої напруги проводять під час введення в експлуатацію ново змонтованих та оновлених електроустановок; Обсяг випробувань і стандарти регулюються РУЕ, РТЕ, РТВ та інструкціями виробника.

2. Періодичний огляд ізоляції - вимірювання її опору на момент отримання електроустановки після монтажу та ремонту, у разі періодичного пошкодження. Вимірювання проводять мегомметром.

4.2. Екологічна безпека при проектуванні системи сонячного електропостачання.

Аналіз впливу на об'єкти атмосфери та літосфери

Насправді будівництво фотоелектричної станції не так екологічно, як здається. Існує ряд причин, чому фотоелектричні електростанції можна вважати забруднювальними, але порівняно з паливними двигунами СЕС є більш екологічною.

По-перше, акумуляторні батареї, призначені для накопичування енергії виділяють розчин свинцю і сірчаної кислоти.

По-друге, утилізація великої кількості застарілих сонячних модулів збільшує ризик для здоров'я людей у цьому районі. Він також впливає на рослини і тварин. Хімічні витокі зі знесених модулів можуть забруднити місцеві ґрунти та поверхневі води.

Рішення щодо екологічної безпеки

Коли фотоелектрична електростанція закінчить термін експлуатації, її компоненти потрібно буде утилізувати. Як і інші продукти, сонячні батареї можна переробляти. Наразі ЄС є єдиним

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | Су-81 6.151.16 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 34 |
| Змін. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

регіоном, який прийняв чітку нормативну базу для підтримки переробки фотоелектричних модулів.



Рисунок 4.1 - Не репродуктивний матеріал від сонячних панелей

Вихідним матеріалом для виробництва сонячних елементів є трихлорсилан, отруйний та вибухонебезпечний продукт. Коли він переганяється та відновлюється воднем, виходить чистий кремній. Побічним продуктом на стадії виробництва є соляна кислота. Далі плавиться кремній та виходять зливки, з яких виготовляються сонячні елементи.

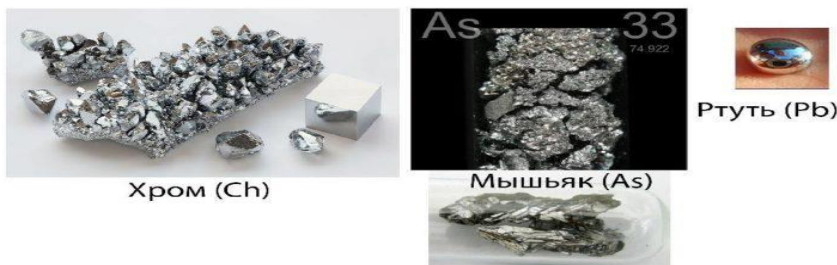


Рисунок 4.2 - Небезпечні метали, що застосовуються при виготовленні сонячних панелей

Виробництво сонячних батарей потребує використання небезпечних хімікатів. Такі отрути, як миш'як, хром та ртуть, також є побічними продуктами виробничого процесу. Ці хімічні речовини можуть завдати серйозних збитків довкіллю, якщо їх не утилізувати належним чином.

4.3. Структура виробництва електроенергії в Україні.

Основою електроенергетики країни є інтегрована енергосистема, що забезпечує централізовану енергію побутових споживачів. ОЕС взаємодіє з енергетичними системами сусідніх країн і забезпечує експорт та імпорт електроенергії. До її складу входять 8 регіональних

| | | | | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 35 |
| Змін. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | | | | | |

енергосистем: Дніпровська, Донбаська, Західна, Кримська, Південна, Південно-Західна, Північна та Центральна, з'єднана магістральними та міжобласними лініями електропередачі напругою 750 кВ, 330-500 кВ.

Централізовану генерацію електроенергії в ОЕС здійснюють 14 потужних теплових і 8 гідроелектростанцій, які входять до складу шести державних і приватних енергогенеруючих компаній: «Західенерго», «Центренерго», «Дніпроенерго», «Київенерго» та «Донбасенерго». Чотири АЕС у складі українського виробника палива, енергії та електроенергії «Енергоатом». Розподіл електроенергії в ОЕС здійснюється енергопостачальними компаніями в 24 областях та АР Крим та Севастополі. Національна енергетична компанія «Укренерго», що включає вісім регіональних енергосистем, транспортує електроенергію від генеруючих компаній до енергопостачальних компаній через магістральні та розподільні електромережі країни.

Географічна структура споживання електроенергії в Україні неоднорідна. Найбільше споживання електроенергії в регіонах з розвинутою гірничо-металургійною промисловістю. У 2009 році найбільшими споживачами електроенергії в Україні були Дніпропетровська, Донецька, Луганська та Запорізька області, які спожили 52 608,3 млн кВт·год (58% загальнодержавного споживання). [18]



Рисунок 4.3 - Електростанції фактичною потужністю більше 50 МВт, лінії та підстанції

Висновки

У рамках дипломного проекту були досягнуті всі поставлені завдання, і нарешті можна зробити наступні висновки щодо використання енергетичних комплексів на основі відновлюваних джерел енергії для живлення зарядних станцій електротранспорту.

1. На основі аналізу принципів роботи сучасних зарядних станцій були розроблені схеми автоматизації із використанням фотоелектричних модулів, закріплених на спеціальне обладнання – трекер.
2. Дослідивши всі конструкції та параметри СЕС в режимах роботи, було зроблено висновок, що для електропостачання споживачів електроенергією ефективніше використовувати невелику кількість фотоелементів установлених на трекері, ніж велику кількість, але закріплених під одним кутом;
3. Дана оцінка ефективності використання електромобіля порівняно з іншим транспортом. Розглянуто конструкцію автомобіля, її обладнання та способи зарядки;
4. Наведено приклади існуючих джерел живлення для заряду електромобіля та заправних станцій з використанням ВДЕ.
5. В ході роботи було обрано спосіб кріплення фотоелементів за допомогою трекера, який стежить за розташуванням сонця та його напрямком, цим самим підлаштовує сонячні панелі під найбільш оптимальний кут нахилу, який забезпечить найбільш ефективний заряд АКБ та самого електромобіля.
6. Проведено повний аналіз вибраного обладнання автономної СЕС, визначено тип і потужність інвертора, батареї та МГТР контролера, обрано найбільш ефективні фотоелектричні модулі потужністю 455 Вт.

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | Су-81 6.151.16 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 37 |
| Змін. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Автономна сонячна електростанція 5 кВт | Green System.
URL: <https://greensystem.com.ua/product/avtonomnaya-solnechnaya-stanciya-5-kvt>.
2. Електромобілі справді екологічні? URL: <https://www.the-village.com.ua/village/city/eco/299547-chi-ekologichni-naspravdi-elektrokari>.
3. З чого складається сонячна батарея та як вона влаштована.
URL: <https://greensystem.com.ua/blog/iz-chego-sostoit-solnechnaya-batareya-i-ka>.
4. Як зарядити електромобіль - все про способи та вартість зарядки електрокара | ТОКА.
URL: <https://toka.energy/blog/kak-zaryadit-elektromobil/#:~:text=Самый%20простой%20и%20доступный%20способ,мощностью%20от%203,6%20кВт>.
5. Як заряджати електромобіль від Сонця. URL: <https://teplodom.net.ua/2017/09/26/kak-zaryazhat-elektromobil/>.
6. Як влаштовано мережеву сонячну станцію?. URL: <https://solar-tech.com.ua/kak-ustroena-setevaya-solnechnaya-stanciya-2018-11-18.html>.
7. Переваги електромобілів над бензиновими авто | Carpoint Electric. URL: <http://www.carpoint-e.com.ua/news/perevagi-elektromobiliv/>.
8. Принцип роботи сонячної електростанції. URL: <https://greensystem.com.ua/blog/princip-raboty-solnesnoi-elektrostantsii>.
9. Найпоширеніші схеми систем з урахуванням сонячних батарей.
URL: <https://saen.com.ua/novosti/samyie-rasprostranennyye-shemyi-sistem-na-osnove-solnechnyih-batarey/>.
10. Сонячна станція для будинку 5,0 кВт. URL: <https://alteco.in.ua/solution/solnechnaya-energetika/solnechnaya-elektrostantsiya-5kwt-var8a-gibridnaya>.
11. Сонячний трекер, система стеження за сонцем. URL: <https://greenchip.com.ua/26-0-0-0.html>.
12. Сонячний трекер. URL: <https://teplodom.net.ua/oborudovanie/sistemy-kreplenij/solnechnyj-treker/>.
13. Ramey J. Solar-Powered Charging Stations Are Vital to Promoting EVs.
URL: <https://www.autoweek.com/news/green-cars/a35447887/solar-powered-charging-stations-are-vital-to-promoting-evs/>.
14. Сонячні електростанції для дому під ключ в Україні. URL: <https://sun-energy.com.ua/solar-power/solar-power-plants/>.
15. Схема підключення сонячних батарей: Складання системи з акумулятором.
URL: <https://sovet-ingenera.com/eco-energy/sun/sxema-podklyucheniya-solnechnyx-batarej.html>.

| | | | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 38 |
| Змін. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | | | | |

16. Схеми монтажу та способи підключення сонячних батарей. URL: <https://sovet-ingenera.com/eco-energy/sun/sxemy-i-sposoby-podklyucheniya-solnechnyx-batarej.html>.
17. Solar Powered Electric Car (EV) Charging Stations. URL: <https://pairedpower.com/>.
18. Схеми організації сонячних електростанцій.
URL: <https://www.atmosfera.ua/ru/pvsolar/sxemy-organizacii-ses/>.
19. Влаштування стеження за сонцем. URL: <https://cxem.net/greentech/greentech16.php>.
20. Відновлювана енергетика – Вікіпедія.
URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Відновлювана_енергетика.
21. Електромобіль – вікіпедія. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Електромобіль>.
22. Solar Panels | Tesla. URL: <https://www.tesla.com/solarpanels>.
23. Сонячна електростанція – Вікіпедія.
URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Сонячна_електростанція.
24. Автономна сонячна електростанція 5 кВт під ключ в Україні | Green System.
URL: <https://greensystem.com.ua/product/avtonomnaya-solnecnaya-stanciya-5-kvt>.
25. Загальний принцип підбору сонячних батарей, акумуляторів та контролерів у єдину систему.
URL: https://avtonom.com.ua/stati/towari_alternativnoy_energetiki/solnechnie_batarei/obschij-prinsip-podbora-solnechnyx-batarej-akkumuljatorov-i-kontrollerov-v-edinuju-sistemu.
26. Сонячний двоосний трекер AS sunflower 40 (система стеження за сонцем) купити в Україні - eco-tech.com.ua. URL: <https://eco-tech.com.ua/p548384644-solnechnyj-treker-dvuhosnyj.html>.
27. Про безпеку експлуатації сонячних батарей, що входять до системи автономного електропостачання » Статті з охорони праці.
URL: <https://www.znakcomplect.ru/poleznosti/example/preduprezhden-znachit-vooruzhen/o-bezopasnosti-ekspluatacii-solnechnyx-batarei-vxodyaschix-v-sistemu-avtonomnogo-elektrosnabzheniya.html>.
28. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.
URL: <https://studfile.net/preview/5734313/page:3/>.
29. Сонячний трекер: принцип роботи, моделі та середні ціни.
URL: <https://alter220.ru/solnce/treker.html>.
30. Відстеження точки максимальної потужності – Вікіпедія.
URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Отслеживание_точки_максимальной_мощности.
31. HiKu – Canadian Solar – Global. URL: <https://www.canadiansolar.com/hiku/>.

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | Су-81 6.151.16 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 39 |
| Змін. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |