МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад. І.С. Гулого

Кафедра _____ Електропостачання та енергоменеджменту____

«До захисту в ЕК»	«До захисту допущено»
Директор інституту(декан факультету)	Завідувач кафедри
_____ __Сергій Блаженко	_____ __Сергій Балюта_____
(підпис) прізвище та ініціали)	(підпис) (прізвище та ініціали)
«___» _____ 2023_р.	«___» _____ 2023_р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності__141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми « Електротехнічні системи електроспоживання»

на тему:___« Формування комбінованого електрозабезпечення об'єкта інфраструктури міського господарства ».

Виконав: здобувач__5__ курсу, групи_ЗЕЛ 5-7_

Алекберлі Хазар_____ _ _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник _професор Серьогін Олександр Олександрович _____
(прізвище , ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти_____ _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент __Телечкун В.І.__ _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Я, як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій, розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач _____

Київ – 2023 р

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім.акад. І.С. Гулого

Кафедра Електропостачання та енергоменеджменту

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
(код і назва)

Освітньо-професійна програма «Електротехнічні системи електроспоживання »
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

_____

“____” _____2022року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

_____ Алекберлі Хазар
(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема роботи « Формування комбінованого електрозабезпечення об’єкта інфраструктури міського господарства.

керівник роботи __ професор Серьогін Олександр Олександрович ___
(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом закладу вищої освіти від 11.11.2022 року № 809-кс

2. Строк подання здобувачем роботи 25.01.2023р.

3. Вихідні дані до роботи: Необхідне навантаження комбінованого електрозабезпечення об’єкта інфраструктури міського господарства , та графіки пусків елетроспоживачів.

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

Розрахунки сумарного навантаження комбінованого електрозабезпечення об’єкта інфраструктури міського господарства, температура повітря регіону з дискретністю одна година.

5. Перелік графічного матеріалу

1. Презентація у вигляді слайдів - 15 плакатів

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
ООП			

7. Дата видачі завдання 12.11.2022р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. № №	Назва етапів проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Отримання завдання на дипломне проектування	15.11.2022 р.	
2	Сучасні засоби енергозабезпечення об’єктів.	23.11.2022 р	
3	Розрахунок енергії, необхідної для автономного електропостачання.	30.11.2022 р	
4	Дослідження доцільності заміни джерел електропостачання	05 12.2022 р	
5	Оцінка сонячного потенціалу м. Жовті Води.	12.12.2022 р	
6	Розрахунок технічних параметрів сонячної електростанції	20.12.2022 р	
7	Вибір кута установки сонячних панелей	25.12.2022 р	
8	Визначення кількості сонячної енергії, яка припадає на похилу поверхню.	04.01.2023 р	
9	Визначення необхідної ємності акумуляторів і їх кількості	10.01.2023 р	
10	Дослідження доцільності формування комбінованого електрозабезпечення об’єкта інфраструктури міського господарства	15.01.2023 р	
11	Оформлення пояснювальної записки проекту	25.01.2023 р.	

Здобувач _____ Алекберлі Хазар
(підпис)

Керівник роботи _____ Серьогін О.О.

АНОТАЦІЯ

В даній роботі проаналізовано і розглянуто різні види формування енергозабезпечення потреб об'єкта інфраструктури міського господарства за рахунок використання сонячної енергії. Для аналізу обрано Управління ЖКГ Жовтоводської міської ради м.Жовті Води, Дніпропетровської області, на якому планується встановлення сонячних панелей для автономного забезпечення енергією. Проведений аналіз споживання електроенергії. Розрахунки велися на основі автономного електропостачання за допомогою ВДЕ для лабораторії. У процесі роботи проводились розрахунки і вибір устаткування по середнім добовим споживанням електроенергії в Управлінні ЖКГ. Приведені дані про електропостачання об'єкту. Проведено аналіз сонячної інсоляції на горизонтальну та похилу поверхню, визначено необхідний кут установки сонячних панелей та розрахована сонячна електростанція для енергетичних потреб. Проведені розрахунки електроенергії, що буде генеруватися електростанцією, визначено строк окупності та коефіцієнта економічної ефективності.

ANNOTATION

This work analyzes different types of energy needs in the city of Zhovti Vody through the use of solar energy are analyzed and considered. The Department of Housing and Communal Services of Zhovtovodsk City Council of Zhovti Vody, Dnipropetrovsk Region, where the installation of solar panels for autonomous energy supply is planned, was selected for analysis. The analysis of electricity consumption is carried out. The calculations were based on autonomous power supply using RES for the laboratory. In the course of work calculations and a choice of the equipment on average daily consumption of the electric power in Management of housing and communal services were carried out. The data on the power supply of the object are given. The analysis of solar insolation on horizontal and inclined surface is carried out, the necessary angle of installation of solar panels is determined and the solar power plant for energy needs is calculated. The calculations of the electricity that will be generated by the power plant are carried out, the payback period and the economic efficiency ratio are determined.

Зміст

ВСТУП - 7

РОЗДІЛ 1. СУЧАСНІ ЗАСОБИ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБЬЕКТІВ ІНФРАСТРУКТРИ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА 9

1.1 Загальні питання 9

1.2. Потенціал сонячної енергії 11

1.3. Геліоелектричний метод 14

1.4. Проекти з комбінованим використанням сонячної енергії 18

1.5. Розвиток фотоелементів і сонячних колекторів у світі 19

1.6. Сонячні колектори 21

1.7. Аналіз роботи електропостачання 24

1.8. Автономні фотоелектричні енергосистеми та приклади застосування фотоелементів 25

Висновки по розділу 1 27

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК ЕНЕРГІЇ, НЕОБХІДНОЇ ДЛЯ АВТОНОМНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ОБЬЕКТУ 28

2.1. Характеристика фотоелементів 28

2.2 Приклади структурних схем геліоустановок 30

2.2.1 Існуюча схема електропостачання 32

2.3. Визначення електричної енергії, необхідної для автономного електрозабезпечення об’єкту 35

2.4. Час роботи електроприладів та кількість необхідної енергії за місяць 40

2.5. Оцінка сонячного потенціалу на території місцевої громади 42

2.6. Розрахунок технічних параметрів сонячної електростанції з автономним електропостачанням 43

2.7. Визначення кількості сонячної енергії, яка припадає на похилу поверхню 46

2.8. Вибір інвертора для фотоелектростанціі 48

2.9. Визначення необхідної ємності акумуляторних батарей і їх кількості 50
2.10. Розрахунок кількості панелей із полікристалічного кременію та займає мої площі 52
2.11. Розрахунок кількості панелей із аморфного кремнію та площу, яку вони займають 54
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІЖДЖЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ ТИПІВ КОМБИНОВАНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ 57
3.1. Порівняльний аналіз вибраних сонячних панелей 57
РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЭКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ 64
4.1. Розрахунок капітальних інвестицій 65
4.2. Розрахунок експлуатаційних витрат 67
4.3. Визначення річної економії від впровадження об'єкта проектування 72
ВИСНОВКИ 77
Список використаних джерел 78

ВСТУП

Актуальність теми. В наш час активно впроваджуються і формуються нові екологічно чисті комбіновані відновлювальні джерела енергії. Вже сьогодні можна сказати, що сонячна енергія є серйозною альтернативою традиційній енергетиці. Потрібно відзначити, що діючі в Україні ціни на традиційне паливо й енергію не вміщують реальні витрати на їх виробництво та не враховують екологічної
«вартості» енергії.

Оцінки прямих соціальних витрат, зв'язаних зі шкідливим впливом електростанцій, включаючи хвороби і зниження тривалості життя людей, оплату медичного обслуговування, втрати на виробництві, зниження врожаю, відновлення лісів і ремонт будинків у результаті забруднення повітря, води і ґрунту дають величину, що додає близько 75 % світових цін на паливо й енергію. Тому, якщо врахувати ці приховані зараз витрати в тарифах на енергію, то більшість нових технологій у сфері сонячної енергетики стає цілком конкурентноспроможними з існуючими технологіями.

Об’єкт дослідження – процеси комбінованої генерації та споживання електричної енергії обьектів інфраструктур мілького господарства.

Предмет дослідження – обьекти інфраструктури міського господарства.

Мета дослідження. Метою дослідження є обґрунтування використання різних типів відновлюваних джерел енергії.

Основні задачі дослідження:

- забезпечення автономного електропостачання обьектів інфраструктури міського господарства;

- розрахувати сонячну електростанцію;

- виконати порівняння та оцінити декілька варіантів використання сонячних панелей;

- виконати техніко-економічні розрахунки.

Наукова новизна роботи полягає у аналізі ефективності використання різних типів панелей з метою автомного енерозабезпечення

Практична цінність роботи полягає в розробці рекомендацій щодо використання СЕС для енергопостачання міської ради.

Економічний ефект полягає в можливості зменшення витрат на оплату електричної енергії з мережі за рахунок енергії, виробленої СЕС.

Соціальний ефект – використання сонячних електростанцій дозволяє покращити екологічний стан та забезпечити автономне енергопостачання.

РОЗДІЛ 1.
СУЧАСНІ ЗАСОБИ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБЬЕКТІВ ІНФРАСТРУКТУРИ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

1.1. Загальні питання

Автономні об'єкти часто грають настільки важливу роль в різних галузях і сферах життя суспільства (на транспорті, наприклад, в метеорології, у військовій справі і т.п.), що їх енергопостачання не можна переривати ні на хвилину. Щоб забезпечити таку безперервність в умовах реальних обмежень на запаси палива, наявні в розпорядженні того чи іншого автономного об'єкта, доцільно використовувати поновлювані джерела енергії (ВДЕ), які є завжди і всюди.

Способи виробництва електричної енергії з сонячного випромінювання

На поверхню земної кулі падає сонячне випромінювання, енергія якого становить близько 81000 • I0 O^6 МВт. з яких 27000 • I МВт припадає на континенти. Всесвітнє використання всіх видів енергії становить близько 10 • 10^6 МВт. Теоретично річний потенціал сонячного випромінювання в Польщі оцінюється приблизно у 1,1 • 10^6 ПДж у перерахунку на поверхню країни (близько 1000 кВгтод/$м^2$/рік). Близько 80% цієї енергії надходить у період з квітня до вересня. У Польщі річний потенціал, економічно доцільний для видобутку електричної і теплової енергії з енергії сонячного світла, оцінюється у 1340 ПДж |78|. Передбачається, шо до 2020 року фінансові і технічні можливості дозволять виробляти близько 20 ПДж електричної енергії.

Американські вчені порахували, що за годину наша планета одержує від сонця стільки енергії, скільки людство використовує впродовж року [110]. Кількість сонячної енергії в умовах польських широт коливається у межах від 0 до 5.5 кВттод/$м^2$/день, а впродовж місяця досягає кількості від

11.6-160,1 кВттод/м^2 (рис. 1.1) (116]. До розрахунків приймалась середня потужність сонячної енергії впродовж року на рівні 1000 кВт-год/м^2.

Типова схема енергозабезпечення об’єкту представлена на рисунку 1.1

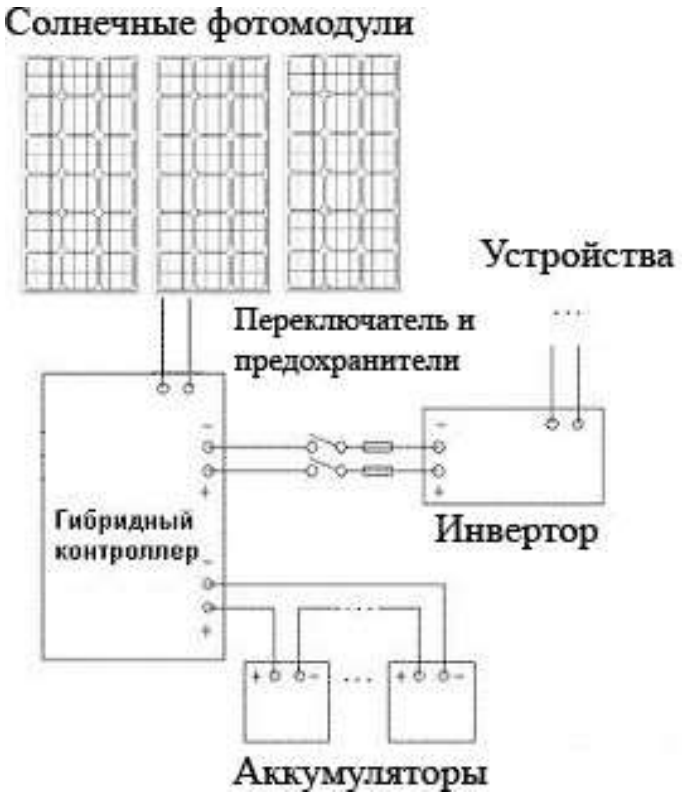


Рисунок 1.1 – Типова схема енергозабезпечення за допомогою сонячної енергії

1.2. Потенціал сонячної енергії

Існуючі на сьогоднішній день проблеми, пов'язані з виробництвом електроенергії, дали поштовх для пошуку нових поновлюваних і екологічно чистих джерел енергії. Одним з таких джерел є Сонце.

Потенціал сонячної енергії в Україні є достатньо високим для широкого впровадження геліосистем як теплоенергетичного, так і фотоелектроенергетичного обладнання практично на всій території (рис. 1.2).

Сонячне випромінювання в Україні складає 3500-5200 МДж/м^2 за рік. Сезонний період для активного використання сонячної енергії у північних регіонах продовжується з квітня по вересень, а у південних з березня по жовтень, що становить 1900-2400 годин в рік. Загальне середньорічне сонячне випромінювання варіюється від 1070 кВт год/км^2. у місяць в північних районах Україні до 1400 кВттод/км^2. на півдні країни. За рівнем інтенсивності сонячного випромінювання (радіації) на території України необхідно виділити чотири зони, які показані нижче.

У першій та другій зонах знаходяться всі південні області України; більше половини території нашої країни знаходяться б третій зоні, четверта зона найменш придатна для використання сонячної енергії. Найбільша величина надходження сонячного проміння в першій зоні - 1350 кВттод/км^2 в рік, а найменша в четвертій 1000 кВттод/км^2. Дія другої та третьої зон ці величини складають, відповідно. 1250 кВттод/км^2 та 1150 кВттод/км^2 за рік [296]. У цілому територія України відноситься до зон з середньої інтенсивністю сонячної радіації. У реальних умовах величина густини прямої та дифузійної, сонячної радіації залежить від широти місцевості, прозорості атмосфери, характеристик земної поверхні, а також від часу

доби та пори року. З цієї причини величина річного потрапляння сонячної радіації на 1 м^2 з поверхні землі суттєво варіюється для різних регіонів України та має статичний характер розподілу. Проте цілком очевидною визначальною тенденцією при цьому є збільшення густини сонячної радіації та кількість сонячних днів у напрямку з Півночі на Південь із відповідним збільшенням річного потрапляння сонячної радіації на 1 м^2 поверхні землі. На рисунку 1.3, зображеному нижче показані величини енергії сонячної радіації, що доходять до Землі протягом року на 1 м^2 горизонтальної поверхні в регіонах, представлених шістьма українськими містами. Неважко переконатися, що за 6 місяців теплого періоду року на поверхню Землі потрапляє велика доля річної кількості сонячної енергії. Кількість річної енергії сонячної радіації в великих містах України: Сімферополь - 4.99 ГДж/м^2, Одеса - 4,88 ГДж/м^2, Донецьк - 4.44 ГДж/м^2, Київ - 4,12 ГДж/м^2, Суми - 3.89 ГДж/м^2. Львів 3.85 ГДж/м^2 [297].

Річний технічно-досяжний енергетичний потенціал сонячної енергії в Україні є еквівалентним 6 млн.і. у.п.. його використання дозволяє заощадити біля 5 млрд.м^3 природного газу. Збільшення споживання сонячної енергії в багатьох місцях розв’язало б проблеми гарячого водопостачання в теплу пору року.

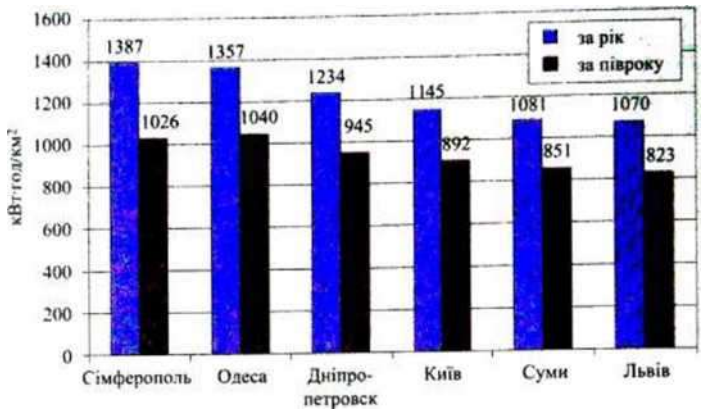


Рис.1.2. Сумарна сонячна радіація

Геліотермічний метод полягає в перетворенні сонячного світла на тепло, яке потім підводиться до нагнітаючої турбіни електричного генератора. Основними елементами в такій системі є: геліостати -

дзеркала, що обігріваються енергією сонця і скеровують його віддзеркалені промені на розміщений у центрі установки на високій башті абсорбер. Абсорбер складається з труб, що фокусують на собі відбите від геліостатів сонячне випромінювання. Всередині труб абсорбера циркулює робоча рідина (натрій, літій, нітрат калію), пара якої обертає турбіну. Найбільшою сонячною електростанцією, діючою за цим принципом, є електростанція Барстов (Barstow) потужністю 10 МВт, працююча в Каліфорнії (США). У даний час проектуються електростанції потужністю 80 МВт, де башта абсорбера має висоту 225 м, геліостати розміщені на площі 450 м. температура робочої рідини досягає 530°С. Інший американський проект сонячної електростанції потужністю 250 МВт передбачається побудувати у пустелі, де інтенсивність сонячного випромінювання доходить до 1200Вт/м^2. При цьому тиск робочої рідини досягає 15 МПа, а температура 500°С. Функціональну схему такої електростанції представлено на рис. 1.4. Швейцарський проект подібної електростанції потужністю до 50 МВт передбачає розміщення геліостатів на південних гірських схилах (рис. 1.5).

Іншим видом сонячної електростанції є лінійні сонячні колектори у вигляді параболоїдів, у центрі яких розміщені трубчасті абсорбери з циркулюючою робочою рідиною (рис. 1.6). Перегрітий теплоносій використовується для підігрівання пари в турбіні, що обертає генератор, виробляючий електричну енергію. Система керування регулює положення сонячних колекторів перпендикулярно до падаючих сонячних променів. Це 'слідкуючий' сонячний колектор.

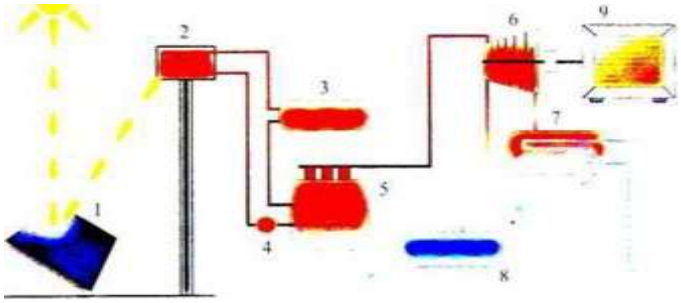


Рис. 1.3. Схема сонячної електростанції

1 - дзеркала, керовані комп'ютерами: 2 - абсорбер; 3 - збірник наг-

рітого нагрію; 4 циркуляційний насос; 5 - пароутворювач: 6 - парова турбіна: 7 - конденсатор пари; х охолоджувачі- генератор електричної енергії: 10- трансформатор.

Рис. 1.4. Фо і о знімок геліотермічної С. електростанції |135|

Рис. 1.5. Фото геліотермічної електростанції „ Andaxoll ” 195|

Параболічні колектори є найбільш ефективним і якнайширше застосовуваним методом отримання сонячної енергії у великих масштабах.

Кошти на будівництво сонячних електростанцій становлять близько 3000-4000 $/кВт |7|.

Сонячна енергія використовується також для підігріву води у системах гарячого водопостачання (ГВП) та для попереднього часткового підігріву системи опалення.

1.3. Геліоелектричний метод

Геліоелектричний метод полягає в безпосередньому перетворенні енергії сонячного світла в електроенергію за допомогою фотоелектричних елементів (рис. 1.7). Такі елементи перетворюють на електроенергію не тільки пряме, але й розсіяне випромінювання сонця за хмарної погоди.

Першою електростанцією у якій були використані фотоелементи, є електростанція Карисса Плайнасс (Carissa Plainas) в Каліфорнії потужністю 6,5 МВі. побудована у 1985 ропі. Вартість будівництва цієї електростанції з фотоелектричними елементами в 1985 р. була близько 5000 $/кВт [8]. Потрібно брати до уваги те, то фотоелектричні ланки займають значну поверхню, що ускладнює реалізацію проектів такого

Рис. 1.7. Електростанція на фотоелементах компанії FRoSTA |186|

типу. Для електростанції потужністю 1000 МВт необхідна площа у 50 км^2. Найбільша електростанція (потужністю 23 МВт) працює в Джимілії (Jumilii) в Іспанії.

Фотоелектричні електростанції мають потужність від декількох кВт до кількох десятків МВт.

На основі досвіду використання установок, виготовлених у Німеччині, Іспанії. Франції такими фірмами як ABB, Urbasolar. можна сказати що:

- вартість будівництва 1 МВт установки становить близько 7 млн. доларів (фотоелементи 53%. генератори синусоїдального сигналу - 23%, монтажні роботи 12%, монтаж систем електрозабезнечення та телеметричних систем тощо - 13%;
- електростанція потужністю 1МВт займає поверхню близько 1 га; складається приблизно із 5000 модулів, потужністю 200 Вт кожен:
- час реалізації проекту приблизно 6 місяців:

частина використання випромінювання 13-18%:

Від станції в 1 МВт отриманий енергетичний ефект становить: на

околицях Дрездена близько 1000 МВт год, у Південній Іспанії приблизно 2200 МВт год.

Річна робота фотоелектричної електростанції (ФЕС) потужністю 1 МВт призводить до зменшення викидів CO_2 приблизно на 1300 тон/рік.

Оцінюється, що видобуток електроенергії на ФЕС в умовах Польщі може відбуватися впродовж близько 1600 год./рік, при інтенсивності сонячного випромінювання 120 Вт/м^2.

Електроенергія вироблена фотоелементами, все частіше використовуються для потреб індивідуальних споживачів і живлення електроенергією невеликих комунальних і промислових об'єктів.

У Польщі фірма-виробник FROSTA з Бидгоші (Bydgoszcz), постачальник заморожених фруктів, встановила на даху морозильника сонячну електростанцію. Це найбільша установка такого типу у Польщі. Фотомодулі на даху морозильника займають 600 м^2. сумарною потужністю 80,5 кВт. що дозволяє заощадити до 30% необхідної енергії для зберігання продуктів. Проект здійснила фірма Wamtechik Sp.. що має досвід втілення менших проектів, як, наприклад, монтаж фотоелектричної системи у Варшавському політехнічному Університеті. [1X5]

У 2007 році на промисловій виставці в Зджешовицах (Zdzieszowic-ach, Польща) комерційною фірмою Tesco було представлено установку з 18 панелей фотоелементів потужністю близько 6 кВт. здатну заощаджу-вати близько 30% коштів, пов'язаних з закупівлею електроенергії (рис. 1.8) [187].

Наразі Україна входить у першу п'ятірку держав світу (Україна. США, Японія. Німеччина, Китай), шо володіють самим потужним науковим і виробничим потенціалом для створення й випуску фотовольтажного обладнання та устаткування. Виробничі запаси України становлять понад 10% світових обсягів монокристалічного кремнію для фотоелектричних перетворювачів.

Рис. 1.8. Фотографія фотоелектричної станції Tesco R Зджеіііпиіііях (Zdzieszo- wicach) 1187J

За попередні роки виготовлено біля 100 МВт фотоелектричних перетворювачів (ФЕПів) і встановлено 2 МВт автономних сонячних станцій з ККД на сучасному світовому рівні 14 16%. Україна має також технології й досвід промислового отримання полікремнію - сировини для монокристалічного кремнію, попит на якій у світі на сьогодні необмежений, а вартісні показники наближаються до 100 дол. США за 1кг.

Щорічно в Україні виробляється фотоелектричних елементів загальною потужністю біля 150 МВт. які практично повністю ідуть на експорт щорічні обсяги впровадження в Україні становлять лише близько 100 кВт [298].

Основним розробником устаткування для виробництва монокристалічного кремнію (а в перспективі і для отримання полікремнію) в Україні є ДП ЦКБМ «Донець» м. Луганськ. За участю ДП ЦКБМ «Донець» сформована інвестиційна пропозиція проекту створення комплекту обладнання для отримання полі- кремнію шляхом очищення металургійного кремнію (сьогоднішнє вітчизняне виробництво якою складає близько 8.0 тис. т) і відновлення високо продуктивного виробництва високої технологічної сировини в Україні за участю вітчизняних спеціалізованих підприємств. Конструкторським бюро разом з російськими фахівцям (ВАТ «Балтійська кремнійова долина - «Міжнародний проект «ПО-ЛІСІЛ». м. Сосновий Бор Ленінградської області) розглядається можливість створення принципово нового обладнання з екологічно чистим технологічним

процесом для одностадійного отримання кремнію шляхом прямого розщеплення сполучення SiO_3 на кремній га кисень).

В Україні є ряд приладобудівних підприємств і підприємств мікроелектронного профілю для серійного випуску фотоелектричних перетворювачів - „Квазар". „Гравітон". „Гамма", „Родон", .Дніпро" та інші. На сьогодні найбільші вітчизняні виробники монокристалічного кремнію - ВАТ „Квазар" та ТОВ „Пілар". м. Київ, забезпечують майже 10% світового обсягу виробництва (2.5 тис./рік), вимушені імпортувати полікремній (Киргизія, Китай, Японія, США та ін.). а іноді працювати і за давальницькою схемою. Нарощування обсягів виробництва стримується значним подорожчанням полікремнію у зв'язку із стрімким розвитком сонячної енергетики у світі [299].

В Україні промислове виробництво ФЕН, модулів та сонячних електростанцій збільшилось за останні гри роки у чотири рази. Так, лише у 2005 р. ВАТ „Квазар", м. Київ вироблено сонячно-енергетичних потужностей, здатних генерувати 24 МВт. з них встановлено в Україні 150 кВт. Українськими підприємствами здійснюється технічна допомога у реалізації проектів розвитку сонячної енергетики багатьох країн світу.

1.4. Проекти з комбінованим використанням сонячної енергії

Особливо привабливим рішенням є поєднання теплових колекторів з фото- електричними в одну систему, оскільки більшість будівель потребують як тепла. так і електроенергії. У такому випадку поглинаюча поверхня теплових колекторів монтується частково з сонячних батарей, які перетворюють частину випромінювання в електроенергію, а на іншій частині = 50% випромінювання перетворюється безпосередньо у теплову енергію. Комбіновані установки дозволяють використовувати до 60% сонячного світла і є більш ефективними, оскільки поверхня, що використовується є спільною для теплових і фотоелектричних колекторів.

Сонячна енергія може використовуватись за допомогою так званих

теплових ставів. Тепловий став має чорне дно. абсорбуюче сонячні промені, і два шари води: нижню сильно засолену і верхню із звичайної або морської води. Нижній шар поглинає сонячне випромінювання, а велика щільність рідини ускладнює піднімання тепла догори, в результаті чого нижні шари води нагріваються все більше і більше. Це тепло у теплообміннику з рідиною, яка має низьку температуру кипіння, перетворюється на пару, що подається на турбіну. Завдяки великій теплоємності води став має здатність акумулювати значну кількість енергії, що дозволяє установці працювати при зменшенні сонячного випромінювання. Тепловий став в Ізраїлі з поверхнею 25 іа має потужність 5 МВт [176].

Австралійська фірма EnviroMission планує виконати цікавий проект. Завдяки підігріву повітря у багатокілометровому парнику під скляним або плівковим дахом у башті висотою 1000 м створюється потік нагрітого повітря більше 15 м/с і температурою біля 70°С. Генератори потужністю у 200 МВт перетворюють потік гарячого повітря на електричну енергію і передають до мережі [175].

У 2030 році заплановано здійснити сміливий проект. Планується розбудова сонячних космічних електростанцій на геостаціонарних сателітах [71]. Плани базуються на тому факті, що сонячна енергія на орбіті такого сателіта дозволяє отримати у 4 - 10 разів більше енергії, ніж на Землі. Енергію планується передавати на Землю у вигляді ультракоротких хвиль, де за допомогою генераторів синусоїдального сигналу вона перетворюватиметься на змінний струм.

1.5. Розвиток фотоелементів і сонячних колекторів у світі

Зацікавленість ФЕС у світі швидко зростає з огляду на те, що сонячна енергія на таких установках без побічних продуктів, забруднень, шуму перетворюється безпосередньо на електроенергію.

Це дуже екологічні системи, що не викликають негативних змін у

зовнішньому середовищі. Виробництво і монтаж фотоелектричних модулів за темпами зростання в 2007- 2008 роках були на другому місці серед інших відновлювальних джерел енергії в СС і збільшилися на 93% [29].

На кінець 2008 року в країнах ЄС потужність встановлених ФЕС дозволила отримати близько 9533 МВт |29|.

Близько 50% світового ринку фотоелементів монтується у пристроях, які не з'єднані з електричною мережею. Наприклад: аварійні телефони, телекомунікаційні станції, водяні насоси т.ін. Єдиною альтернативою енергопостачання для таких пристроїв є дорогі системи з дизельними генераторами. Близько 20% встановленої потужності знайшли своє застосування у пристроях загального вжитку, таких як годинники, калькулятори тощо. Нинішнє раптове зростання виробництва ФЕС пов'язане з початком більш активного їх застосуваннями для живлення електроенергією будинків (близько 30%). Фотоелектричні системи мають величезний потенціал для живлення об'єктів, не з'єднаних з електричною мережею. Оцінюється, що нині у всьому світі для повного або часткового покриття своїх потреб в електроенергії, фотоелектричними системами користуються кілька мільйонів домашніх господарств.

Аморфний кремній широко застосовується в невеликих приладах, таких як годинник і калькулятори, але його ефективність і довгострокова стабільність значно нижче, тому він рідко застосовується в силових установках. Фотоелементи виготовляються з неоднорідних напівпровідникових матеріалів, основним з яких на сьогоднішній день є кремній. Фотоелементи виробляються з надчистого кремнію, змішаного в точній пропорції з деякими іншими речовинами. Надчиста кремнієва підкладка, з якої роблять фтоелементи, коштує дуже дорого. Кількості надчистого кремнію, необхідного для виготовлення одного фотоелектричного модуля потужністю 50 Вт, було б достатньо для інтегральних схем приблизно двох тисяч комп'ютерів.

Крім того, в фотоелементах присутні алюміній, скло і пластмаса - недорогі і багаторазово використовувані матеріали.

1.6. Сонячні колектори

Сонячні фотоелементи є цілком реальною технічно і економічно вигідною альтернативою викопному паливу в ряді застосувань. Технологія сонячних теплових колекторів у цілому практично доведена до досконалості. Проте існують можливості подальшого зниження ціни виготовлення таких систем за рахунок як виготовлення великих об'ємів виробництва та вдосконалення технологічних процесів і матеріалів, гак і маркетингу. Наразі в країнах Європейського союзу існує близько 1300 малих підприємств, діючих у цьому секторі, у роботі яких безпосередньо зайняті близько 100 000 осіб (табл. 13-I .4) [82]. Навіть при нинішніх цінах на обладнання та енергоресурси підігрів гарячої води і часткове опалення за допомогою сонячних термічних колекторів < конкурентними щодо електричного і газового обігріву.

Хвильові властивості домінують в пасивних впливах, таких як: відбиття, переломлення, дифракція, інтерференція, розосередження, поляризація; натомість в активних впливах, таких як: абсорбція, емісія і люмінесценція - домінують корпускулярні властивості. Хвильові або корпускулярні властивості світла проявляються в різному ступені в залежності від довжини хвилі. При короткохвильовому випромінюванні переважають корпускулярні властивості, в разі довгих хвиль переважають хвильові властивості.

Світлове випромінювання описується енергетичними і світловими величинами. Світловий потік та інші світлові одиниці залежать від інтенсивності світлового потоку. Проте за інтенсивність енергетичного потоку можуть відповідати різні параметри світлових потоків і навпаки - одна й таж інтенсивність світлового потоку може бути спричинена різними енергетичними потоками.

Це залежить від розподілу енергетичного спектру випромінювання. Сонячне випромінювання має діапазон довжин хвиль від 100 нм - 10000 нм (10^{-7} - 10^{-4} м) і має різну кількість енергії. Близько 46% енергії випромінювання містить видиме випромінювання, 47% - інфрачервоне, 7% - ультрафіолет [116]. Інтенсивність сонячного випромінювання (Вт/м^2) залежить від висоти сонця над горизонтом, а. отже, від товщини шару атмосфери і коливається від 0 до 1200 Вт/м^2. На рис. 1.9. представлені енергетичні показники випромінювання для умов Кракова (у вибрані періоди), що вимірювались в ОШЕ №1. Енергію має як пряме так і розсіяне сонячне світло. Розсіяне світло у Польщі влітку складає близько 44%, а взимку до 72%.

Переваги і недоліки сонячного випромінювання як джерела енергії: Переваги:

- доступне на всій земній кулі.
- безкоштовна енергія;
- користування з цього джерела енергії не має негативного впливу на клімат Землі;
- енергетичні запаси сонця невичерпні;
- користування ними не впливає на енергетичний баланс Землі.

Недоліки:

- цей вид енергії може використовуватися циклічно і лише у сонячні дні:
- необхідність накопичення енергії (наприклад електричні акумулятори, накопичувані тепла):
- випадкова інтенсивність освітлення [Lx] та інтенсивність випромінювання [Вт/м^2];
- кількість енергії, шо отримується впродовж дня, є різна (від 0 до близько 5 кВт год/м^2);
- енергія розсіяна рівномірно на великих площах (потужні установки потребують лінз або дзеркал);

- значна вартість геліоустановок.

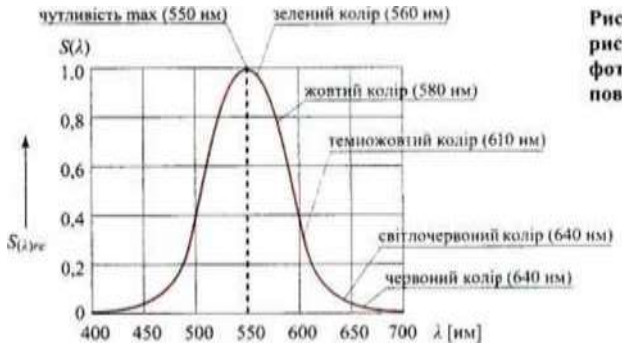


Рис. 1.9. Характеристика чутливості фотоелементів відповідно до спектру

1.3.2. Будова та принцип роботи фотоелементів

Напівпровідники - це матеріали, що у відповідних умовах мають здатність проводити електричний струм. Струм у напівпровідниках виникає за рахунок виникнення у їх кристалічних решітках вільних зарядів піл впливом електричного поля або теплових коливань кристалічної решітки, наприклад, за рахунок сонячного випромінювання.

Напівпровідники, що мають домішки, наприклад арсеній As. що дає вільні електрони, називаються напівпровідниками //-тину. У напівпровідниках р-гину невелика кількість, наприклад, алюмінію AI (позитивний носій), призводить до виникнення у кристалічній решітці надлишкових дір. Пластини р-гину з'єднанні між собою утворюють р-п перехід.

В р-п переході на місці стику існує внутрішнє електричне поле, яке називається потенційним бар'єром. Таке поле збирає по обидві границі електричні заряди протилежного знаку до більшості носіїв шару. Коли на стик попадає сонячне випромінювання, то зменшується потенційний бар’єр на металевих електродах прикріплених до пластині р і н, та виникає різниця потенціалів, напруга на фотоелектричних елементах.

1.7. Аналіз роботи електропостачання

Напівпровідники - це матеріали, що у відповідних умовах мають здатність проводити електричний струм. Струм у напівпровідниках виникає за рахунок виникнення у їх кристалічних решітках вільних зарядів піл впливом електричного поля або теплових коливань кристалічної решітки, наприклад, за рахунок сонячного випромінювання.

Напівпровідники, що мають домішки, наприклад арсеній As. що дає вільні електрони, називаються напівпровідниками //-тину. У напівпровідниках р-гину невелика кількість, наприклад, алюмінію AI (позитивний носій), призводиіь до виникнення у кристалічній решітці надлишкових дір. Пластини//та п гину з'єднанні між собою утворюютьр-п перехід.

В р-п переході на місці стику існує внутрішнє електричне поле, яке називається потенційним бар'єром. Таке поле збирає по обидві границі електричні заряди протилежного знаку до більшості носіїв шару. Коли на стик попадає сонячне випромінювання, то зменшується потенційний бар’єр на металевих електродах прикріплених до пластині р і //, та виникає різниця потенціалів, напруга на фотоелектричних елементах.

Автономна фотоелектрична система повністю незалежна від мереж централізованого електропостачання. За винятком деяких спеціальних застосувань, в яких енергія від сонячних батарей безпосередньо використовується споживачами (наприклад, водопідіймальні установки, сонячна вентиляція і т.п.), всі автономні системи повинні мати в своєму складі акумуляторні батареї. Енергія від акумуляторів використовується під час недостатнього приходу сонячної радіації або коли навантаження перевищує генерацію сонячних батарей.

1.8. Автономні фотоелектричні енергосистеми та приклади застосування фотоелементів

Можливе створення автономної системи електропостачання на сонячних батареях різної складності. Найбільш проста система має на виході низьку напругу постійного струму (зазвичай 12 або 24В).

Головними областями застосування фотоелементів є :

- системи живлення для комунальних і житлових об'єктів:
- живлення електронних пристроїв у телекомунікації і транспорті тощо;
- живлення вимірювальних приладів: геліоелектростанції:
- військові і космічні цілі.

Фотоперетворювачі мають наступні переваги:

- енергія сонячного світла переробляється безпосередньо в електроенергію:

ККД фотоелектричних модулів не залежить від величини установки; невелика потужність залишається навіть у похмурі дні при використанні розсіяного світла;

- обслуговування і консервація вимагають мінімальних витрат; ..чиста" екологічна енергія.

Головним недоліком фотоперетворюючих систем є їх висока ціна (близько 400 євро за 100 Вт)

Використання фотоперетворюючих пристроїв в 2006 році було розподілено між споживачами таким чином: близько 45% вироблених фотоелектричних модулів використовувалось для електрифікації будинків і мікрорайонів, у системах підкачки води (насосні станції), 36% використано у системах комунікації, 14% використано в загальнодержавній енергетичній системі, а 5% - у електронних пристроях |821.

Деякі приклади застосування фотовольтажних елементів наведенона рисунках 1.2-1.4.

а) б)

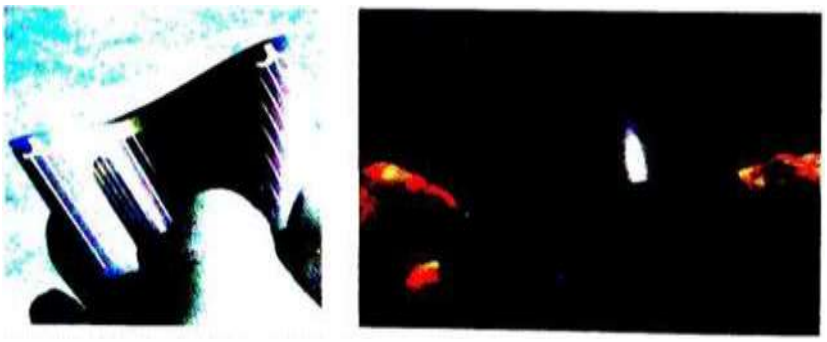


Рис. 1.2. а), б) Фотобаїарея на основі алюмінієвої фольги призначена для загать- ного застосування 1100|

Рис. 1.3. Фотоелектрична установка на будинку 11691

Рис. 1.4. Фотобатареї тля живлення лампи освітлення 11711

Такі системи застосовуються для забезпечення роботи освітлення і невеликого навантаження постійного струму в будинку - радіо, телевізор, ноутбук, магнітофон і т.п.

Можна використовувати різні автомобільні аксесуари, аж до холодильників. Слід зазначити, що при цьому необхідна прокладка окремої проводки постійного струму зі спеціальними розетками та вилками, які виключають неправильну полярність підключення.

При підключенні світильників з лампами постійного струму необхідно також дотримуватись полярності і стежити за тим, щоб при заміні ламп вони мали таку ж полярність підключення, як і ті, які використовувалися раніше. В іншому випадку можливий вихід з ладу споживачів.

Висновки по розділу 1 :

В першому розділі було оглянуто можливість використання сонячної енергії та подальше її трансформування в електричну, що свою чергу, буде покращувати та збільшувати ефект енергозбереження та сприяє зменшенн затрат на енергопаливні ресурси, які в наших умовах є одним із головних

пріоритетів у розвитку енергетики в Україні.

Застосування фотомодулів, для автономного енергозабезпечення, дозволяє споживачу енергії бути незалежним від центральної енергетичної мережі. Особливістю при проектуванні автономних установок є прогнозування як споживання енергії навантаженням, так і надходження сонячної енергії в місці стояння установки. При цьому важливо розрахувати, як профіль надходження, так і профіль споживання енергії.

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК ЕНЕРГІЇ, НЕОБХІДНОЇ ДЛЯ АВТОНОМНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ОБЬЕКТУ

2.1. Характеристика фотоелементів

Фотоелементи для стаціонарних систем характеризуються тим, що верхня поверхня покрита спеціальним гартованим склом. Кріплення на профільованій рамі полегшує монтаж фотоелементів. Переважним чином, такі модулі монтуються на похилому боці даху будинку, направленому на південь. У польських умовах оптимальний кут нахилу батареї для цілорічного використання становить близько 65° до горизонту, а при літній експлуатації 35° - 45° (табл. 1.9). Горизонтальний монтаж батареї небажаний, оскільки при цьому не використовується миючий ефект дощу, шо очищує поверхню від пилу.

При застосуванні у мобільних умовах: на яхті або транспортному кемпінговому засобі тощо, бажано застосовувати батареї, вкриті ламінатом. Такий тил фотобатарей дозволяє при монтажі на різні нерівні поверхні незначне вигинання з метою підгонки до п форми, але при згинанні треба бути обережним аби не зламати фотобатарею.

Їх монтаж полягає в пригвинчувані або приклеюванні до поверхні. Батареї цього типу переважно стійкі до морської води. Деякі фірми пропонують навіть можливість виконання їх „на замовлення” або у спеціальному виконанні.

Типова сонячна е.іектрогенеруюча установка складається з:

■ фотомодуля або комплекту батарей. З метою збільшення потужності батареї .можна з'єднувати послідовно і/або паралельно. Кількість електроенергії (Вттод), яку можна отримати з геліоустановки, безпосередньо залежить від інтенсивності сонячного світла (Вт/м^2). Це залежить від географічної о розташування. пори року, положення батареї шодо сонця і, очевидно, від погоди Потужність фотобатареї. що вказується виробником, дійсна для умов, коли батарея опромінюється сонячною енергією у 1000 Вт/м^2 при температурі 25°С. У Польші такі умови характерні для сонячної безхмарної погоді в травні, червні, або взимку в горах, вкритих шаром снігу з гарною віддзеркалюючою здатністю. Типова підготовленість фотоелементів, виготовлених на основі кристалічного кремнію, становить близько 14%. У таблиці 9 представлена орієнтовна кількість отриманої енергії в Агод (12 В) протягом

випадкового дня в кліматичній зонт Польщі, залежно від кута нахилу батарей до горизонту;

■ акумулятора або комплекту акумуляторів. Параметром, що характеризуй акумулятор, крім навантаження, що мусить бути узгодженим з номінальною напругою геліоустановки, є його ємність (А год). Необхідно, щоб акумулятор був здатен накопичити таку кількість енергії (Вттод або Агод-В). Цикл поповнення ємкості може складати декілька годин, діб або тижнів;

■ приймачів електроенергії. Знаючи потужність приймача (Brj. а також чає його роботи, ми можемо оцінити потребу в енергії, яку необхідно отримані від фотобатареї, у Вттод. Таким чином, потужність фотобатареї повинна бути рівною або навіть трохи більшою від оціненої потужності навантаження на об’єкті;

■ регулятора напруги акумулятора;

■ джерела безперебійного живлення UPS (Un nterruptible Power Supply).

Важливим є те, що за необхідності існує можливість збільшення підсумкової вихідної потужності на вже змонтованому комплекті. У ситуації з неправильним розрахунком кількості модулів, коли фотобатарей менше, ніж погрібно, або при збільшенні необхідної потужності за рахунок введення нових електричних споживачів. такий спосіб монтажу батарей не потребує додаткових коштів на заміну усієї системи. Ми маємо справу з ситуацією, коли погано оцінений вибір не спричиняє додаткових коштів, пов'язаних з виправленням. Але необхідно враховувати ге. що при послідовному з'єднанні додаткових фотобатарей з метою збільшення потужності можна поєднувати лише модулі тієї ж самої напруги.

Прості комплекти базуються на напрузі у 12 або 24 В.

Таке рішення має дві основні (головні) переваги:

- напруга 12 В і 24 В належить до „безпечної напруги"; доступність складових геліоустановки.

Більшість побутових електричних приладів працює на змінній напрузі у 230 В. Для перетворення постійного струму з напругою у 12 або 24 В на змінний у 230 В застосовується перетворювач напруги. При виборі акумулятора необхідно враховувати, що 700 Вт-ний перетворювач, працюючий на повну потужність. одержуватиме від акумулятора у 12 В струм порядку 70 А і впродовж 1 години

отримає 70 Агод. У цьому випадку необхідно застосовувати високоякісний акумулятор ємкістю близько 200 Агод. Під час роботи з перетворювачем необхідно перевіряти напругу на акумуляторі, оскільки при розрядженому акумуляторі неможливо, наприклад, завести двигун автомобіля!

В результаті аналізу роботи геліоустановок різної конфігурації, зроблено висновок. шо оптимальним рішенням є поєднання через джерело безперебійного живлення (UPS) двох систем живлення: фотобатарей та акумуляторів. UPS своєчасно аналізуватиме параметри обох установок і, залежно від них, перемикатиме систему живлення навантаження або на фотобатареї. або на акумулятори. Надлишок електроенергії, отриманої з фотобатарей. буде спрямовуватися на зарядку акумуляторів. Такий спосіб живлення називається паралельним бівалент- ним моноенергетичним.

2.2. Приклади структурних схем геліоустановок

(рис. 2.1.-2.3.)

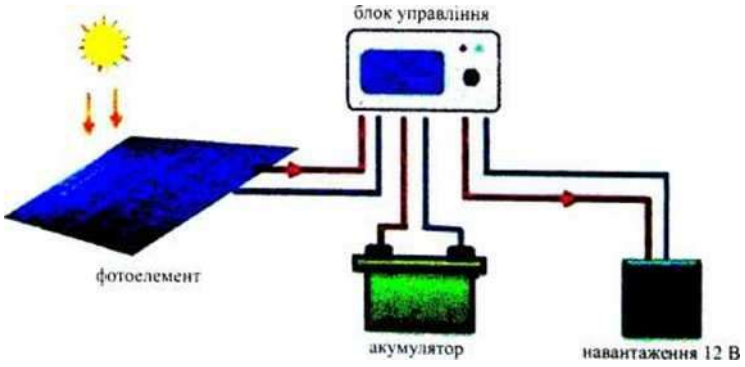


Рис. 2.1. Структурна схема геліоустановки: фотоелемент, акумулятор з навантаженням 12 В |100|

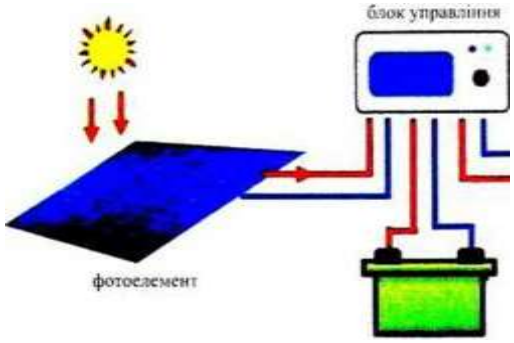
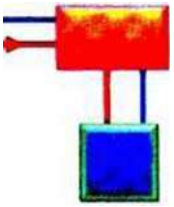


Рис. 2.2. Структурна схема геліоустановки: фотоелемент і акумулятор



Джерело безперебійного живлення - з розрахунком на те, що будинок є під'єднаним до мережі живлення.

Акумуляторна батарея: напр.. 20 акумуляторів: 12 В/60 Агод, з'єднаних послідовно - ціна - близько 5 000 злотих.

Вартість монтажу - близько 5 000 злотих.

Загальна вартість фотоелектричної системи - 93 500 злотих.

Функціональна схема такої геліоустановки представлена на рис. 2.4.

Регулятор навантаження

Забезпечує відключення _ акумулятора при перенавантаженні

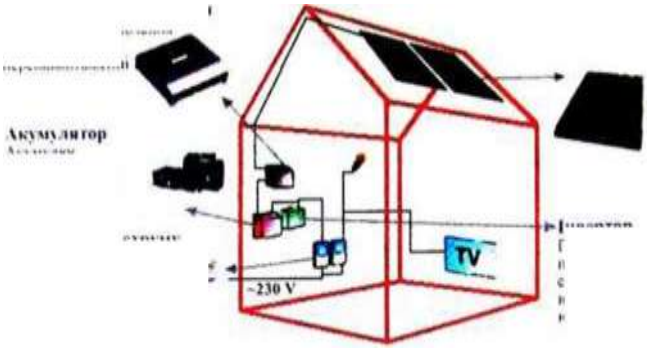


Рис. 2.4. Складові частини фотовольтажної системи на фотобатареях, що підключені до електричної мережі будинку 1100|

Інвертор

Перетворює постійний струм низької напруги в змінний напругою -23OV

Один виробленої ФЕС з електроенергії, другим визначає загальну кількість спожитої енергії

Фотобатарея

Виробляє постійний струм низької напруги

Джерело безперебійного живлення - з розрахунком на те. що будинок є під'єднаним до мережі живлення: ціна - близько 1500 злотих.

1. Акумуляторна батарея: напр.. 20 акумуляторів: 12 В/60 Агод, з'єднаних послідовно - ціна - близько 5 000 злотих.
2. Вартість монтажу - близько 5 000 злотих.
3. Загальна вартість фотоелектричної системи - 93 500 злотих.

Функціональна схема такої геліоустановки представлена на рис. 2.4.

Регулятор навантаження

Забезпечує відключення _ акумулятора при перенапрузі.

Акумулятор видає постійним струм. Інвертор перетворює ПОСТІЙНИЙ струм низької напруги в змінний напругою -23OV

1 лічильники струму - Один указує кількість _виробленої ФЕС електроенергії, другим визначає загальну кількість спожитої енергії

2.2. Існуюча схема електропостачання

Зовнішнє електропостачання автоматичної станції у відповідність з актом розмежування балансової належності здійснюється від трансформаторної підстанції ТП-2143.

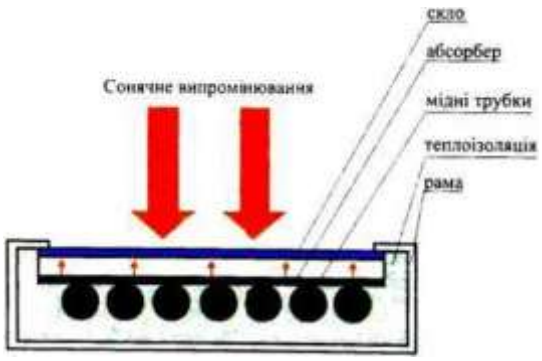
Залежно віл способу побудови колектори можливо поділити на три групи:

- низькотемпературні: температура теплоносія до !00°С. Зазвичай, це звичайні плоскі колектори; п
- середньотемпературні: температура теплоносія 30-!65°С. Це вакуумні колектори з трубкою heai-piре\
- високотемпературні, температура теплоносія 20-300°С. Вакуумні колектори з рефлекторами.

Плоскі сонячні - це спеціальні теплообмінники, на яких енергія сонячного випромінювання перетворюється в теплову енергію. Широко використовуються для отримання теплової енергії. Теплоносієм для передачі енергії від сонячної батареї може слугувати незамерзаюча рідина, наприклад розчин гліколю і вода в пропорції 1:1, вода або повітря.

Основним елементом типового плоского колектора є поглинальна пластина, або абсорбер, на якій і проходить термічна конверсія сонячного випромінювання. На рис. 2.4. представлено схему плоского колектора. Через мідні труби, закріплені на абсорбуючій пластині проходить теплоносій, що відбирає надлишкову теплову енергію і виносить до споживача або до накопичувана.

Рис. 2.5. Переріз плоского сонячного колектора



До складу колектора входять:

- прозоре покриття, захищаюче абсорбер від теплових втрат до атмосфери;
- теплоізоляція, захищаюча абсорбер від теплових втрат знизу і з боків;
- металевий або пластиковий короб;
- прямий та зворотній трубопровід для теплоносія.

Конструкція плоских сонячних колекторів використовує пряме або розсіяне сонячне випромінювання і не передбачає його концентрації. Вони характеризуються простою конструкцією та низькою ціною.

Зовнішнє електроспоживання зстаріло и потребує реконструкція АЗС (45кВт, 50,4кВА, III категорія).

Для живлення станції використовується РУ - 0,4 кВ; від ТП до кабельного кіоскуАЗС-43.

Від КК до прокладкою кабелю поступає напруга мережі 220 / 380В з глухо заземленою нейтраллю від живлючих трансформаторів.

Схема представлена на рисунку 2.6.

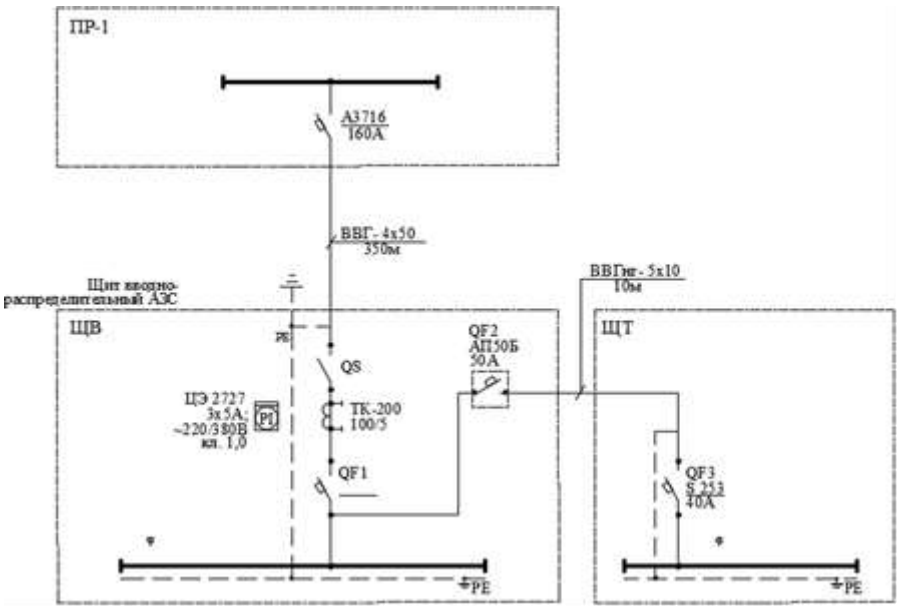


Рисунок 2.6 – Схема живлення

2.3. Визначення електричної енергії, необхідної для автономного електрозабезпечення об’єкту

Колектор міститься в корпусі, виконаному з алюмінію чи скловолокна, який повинен бути жорстким. Мінімальні теплові втрати до оточуючого середовища забезпечують теплоізольований мінеральною ватою або поліуретаном анодований алюмінієвий корпус та прозора поглинаюча панель зверху. Дія ущільнення швів та стиків застосовують силіконову ущільнювальну гуму.

Сонячний колектор - це модуль площею близько 1-2 м^2. В залежності від потреб у гарячій воді і/або опаленні, визначається необхідна кількість сонячних колекторів, що поєднуються в групи і працюють у єдиній системі (рис 2.6). Такі модулі можуть бути з’єднані між собою послідовно та паралельно. З’єднуючи колектори між собою, необхідно забезпечити рівний гідравлічний опір через однакові модулі для отримання однакового напору у всіх ланках системи.

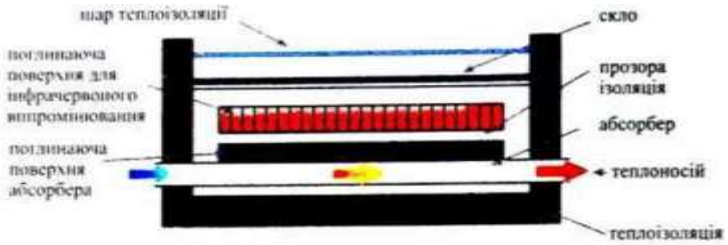


Рис. 1.44. Розріз плоского колектора

Технічні характеристики та параметри роботи сонячного колектора neosol

Загальні дані (196|:

Тип: neosol 250. Ціна 1950 зл.

Загальна поверхня колектора - 2,7 м^2

Поверхня абсорбера - 2.53 м^2

Вага сонячного колектора - 59,4 кг

Об'єм теплоносія 2,36 дм^3

Матеріал покриття: скло ESG 4 мм

Тип теплоносія, пропілен-гліколь 53% Потужність - 2136 Вт при М< = 1000 Вт/м^2 Габаритні розміри: 2352 * 1148 ^{x} 100 мм

Абсорбер

Матеріал: мідь 0,2 мм

Покриття: оксид титану - SUNSELECT

Рис. 2.7. Вигляд плоского колектора фірми Неон встановленого в ПДАА

Коефіцієнт: абсорбції - 95,6 %, емісії - 4,6% Теплообмінник меандрового типу L = 25 м, 0 10,0 мм Теплова ізоляція та корпус

Товщина ізоляції: 50 мм

Ізоляція: мінеральна вага techrock 60 мм

Матеріал корпусу: алюмінієвий профіль

Обмеження

Максимальна робоча температура: 260°С

Максимальний робочий тиск: 1,0 МПа

Плоский вакуумний колектор

Кроком уперед в технологіях використання сонячної енергії став плаский вакуумний колектор, що поєднує у собі переваги технології плоских колекторів і вакуумної ізоляції, застосовуваної в трубчастих вакуумних колекторах (рис. 1.46). Прикладом такої конструкції є колектор із серії Heliostar словацької фірми Thermo-Solar (у Польщі відомої як Solar-Pro) (табл. 1.10).

У цій серії колекторів замість зварювання або напаювання трубки до абсорбера застосовуються численні затискувачі. Таке рішення дає дві основні переваги:

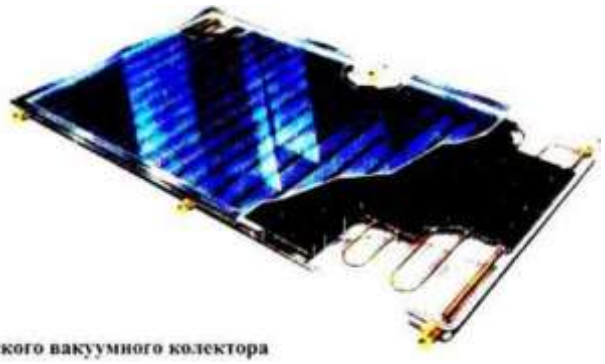


Рис. 1.46. Розріз плоского вакуумного колектора

Таблиця 3.5.

Технічний опис плоского вакуумного колектора Heliostar 400 V' фірми Solar-Pro

	Технічні дані: плоского вакуумного колектора Heliostar 400 V	
	Загальна площа	2,03 м^2
	Поглинальна поверхня	1,76 м^2
	Габаритні розміри	1040 * 2040 мм
	Покриття колектора	Гартоване боросіліка тне скло товщиною 4 мм
	Зовнішнє з’єднання	Фланець 0 40 мм
	Теплоізоляція	Вакуум 100 Па
	Загальна ємкість теплоносія	1,3 л
	Загальна вага	49 кг
	Поглинальне покриття	На основі оксиду алюмінію і нікелю
	Корпус колектора	Штампова ний короб з Al-Mg
	Поглинаюча здатність	Min 0,94
	Емісія тепла	Max 0,16

	(тепловтрати)	
	Коефіцієнт світлопропускання	81%
	Робоча температура	Вище 100°С
	Постійна температура при випромінюванні у 1000 Вт/м^2 і зовнішній температурі 25°С	2І9°С
	Максимальний тиск теплоносія	600 кПа
	Швидкість протікання теплоносія через колектор	ЗО-ІООл/год
	Енергетична продуктивність	600-800 кВг-год/рік
	* Енергетична продуктивність колектора, шлежмть від способу використання. і еоі рафічноіо положення, способу установки колектора, а також мікроклімаїичних умов.	

по-перше. близько 70% труби з теплоносієм прилягає до абсорбера, що значно підвищує теплопередачу, по-друге, така конструкція значно безпечніша з огляду на можливу аварію у системі циркуляції теплоносія (напр., аварія насосу влітку). Вакуум у 100 Па отримують при відкачуванні повітря з простору між абсорбером га склом. Завдяки такій конструкції ефективність установки зростає у порівнянні з конвенційними плоскими колекторами до 75%.

Плоский вакуумний колектор з фланцевими з’єднаннями призначений для вертикального монтажу у сонячних системах з циркуляційним насосом.

Корпус складається з компактної штампованої металічної рами, в якій за допомогою антикорозійних алюмінієвих профілів закріплене гартоване скло. Плити абсорбера вироблені з профільованих пластин Al-Mg з високоселективним поглинаючим шаром щільно підігнаними мідними трубками у формі меандра. Фланцеве з'єднання під'єднується до циркуляційної системи і вакуумної системи ніпелями з муфтовими з'єднаннями 0 40. Колектори можуть від'єднуватися паралельно з максимальною кількістю в одному ряду 8 штук. У колекторі залишкове повітря можна замінити криптоном.

Переваги плоских колекторів:

- низька вартість;
- легкість монтажу;
- доступність на ринку;
- висока якість;
- витривалість щодо ударів градин діаметром до 25 мм;
- добра термічна ізоляція;
- скло з високим коефіцієнтом світлопропускання;
- великий термін експлуатації;
- щільний, естетичний корпус;

Плоскі повітряні колектори

У повітряних сонячних колекторах енергія, увібрана через абсорбер, віддається у вигляді тепла потоку повітря, що проходить тепловідвідними каналами колектора.

У Польщі до 2005 року встановлено близько 6750 м^2 повітряних колекторів, що використовуються, головним чином, в господарських будівлях і оранжереях сільської місцевості.

Залежно віл способу побудови колектори можливо поділити на три групи:

■ низькотемпературні: температура теплоносія до !00°С. Зазвичай, це звичайні плоскі колектори; п

■ середньотемпературні: температура теплоносія ЗО-!65°С. Це вакуумні колектори з трубкою heai-pipe\

■ високотемпературні, температура теплоносія 2О-ЗОО°С. Вакуумні колектори з рефлекторами.

Плоскі сонячні - це спеціальні теплообмінники, на яких енергія сонячного випромінювання перетворюється в теплову енергію. Широко використовуються для отримання теплової енергії. Теплоносієм для передачі енергії від сонячної батареї може слугувати незамерзаюча рідина, наприклад розчин гліколю і вода в пропорції 1:1, вода або повітря.

2.4. Час роботи електроприладів та кількість необхідної енергії за місяць

Час роботи електроприладів протягом року, представлено в (табл. 2.2). Слід врахувати, що для різних електроприладів вказані різні часові режими експлуатації.

Таблиця 2.2 – Час роботи електрообладанння

Электроприбор	Середній час роботи за добу
1	3
Технологічне обладнання: (насоси, датчики, електроніка)	6 годин
Освітлення: робоче	24 год
аварійне зовнішнєвзимку зовнішнєвлітку	10 хвилин 12 год 8 год
3. Водонагрівачі, конвектори, теплова завіса, опалення підлоги	5 годин
5.Пожежна сигналізація	2 хв.
6. Штепсельні розетки (потужність від них)	1 год
Компьютери	24 год

Кількість сумарної споживаної енергії для кожного місяця протягом року представлено в (табл. 2.3).

Таблица 2.3 – Кількість сумарної споживаної енергії

Місяць	Кількість сумарної споживаної енергії, кВт*год
Січень	608
Лютий	648
Березень	665
Квітень	626
Травень	654,5
Червень	686
Липень	696,5
Серпень	724,5
Вересень	702
Жовтень	665
Листопад	668,5
Грудень	619,5
Всього	7965

Продовження таблиці 2.9

2.5. Оцінка сонячного потенціалу на території місцевої громади

Ефективність практичного використання сонячної багато в чому залежить від того, наскільки точно при проектних розробках були враховані закономірності і конкретні дані про прихід сонячної радіації в місці передбачуваної експлуатації установок.

Нестабільність (добова, сезонна, погодна) надходження первинної енергії обумовлює необхідність постачання установок акумуляторами енергії, вибір ємності яких впливає як на необхідний для роботи установки розмір приймачів, так і на потужність резервного джерела енергії, а, отже, і на техніко-економічні показники установки в цілому.

У загальному випадку інформація про потоках сонячної радіації і сумарною падаючої енергії може бути отримана наступним чином:

• аналітичним, коли необхідні параметри для конкретної географічної точки визначаються розрахунковим шляхом;

• безпосередніми (зазвичай нетривалими) вимірами на місці;

• багаторічними вимірюваннями за єдиною методикою на метеостанціях, результати яких акумульовано в кліматичних довідниках і базах даних.

Аналітичні способи визначення значень сонячної радіації для попередньої оцінки потенціалу окремих регіонів застосовні, однак вони складні, точність їх невисока, і в зв'язку з цим вони можуть мати при проектуванні геліоустановок лише оціночне значення [4].

Безпосередні виміри густини потоку сонячного випромінювання і в місці передбачуваного створення установок пов'язані з певними організаційними складнощами. Крім того, для статистично виправданих оцінок такі вимірювання повинні бути багаторічними.

У розрахунках систем із застосуванням сонячних батарей, колекторів тощо застосовують величину фактичної інсоляції, яка визначається на основі досвідчених даних. Факторами, що визначають величину фактичної інсоляції, є: орієнтація ділянки опромінення щодо півдня, кут нахилу до горизонту, забудови, що створюють тінь протягом дня, температура, і, головне, - широта і пору року. Кут падіння сонячних променів зменшується від екватора до полюсів, як наслідок, падає ефективність використання сонячних колекторів або батарей.

2.6. Розрахунок технічних параметрів сонячної електростанції з автономним електропостачанням

Щоб продуктивність сонячного модуля була максимальною дуже важлива орієнтація і кут нахилу панелі до поверхні.

Трубчасті вакуумні колектори складаються з двох концентричних скляних іруб (труба в грубі). Вакуум між ними є ідеальною ізоляцією. Внутрішня труба вкрита шаром, що має високу здатність поглинати сонячну енергію (напр. Al./N/AI). Додатково позаду кожної труби може знаходитися параболічне дзеркало з високою здатністю до відбивання світла, стійке до несприятливих погод- них умов. Така конструкція гарантує поглинання сонячного випромінювання, падаючого навіть під гострим кутом, концентруючи додатково сонячні промені на поглинаючих елементах, що знаходяться у вакуумних трубах.

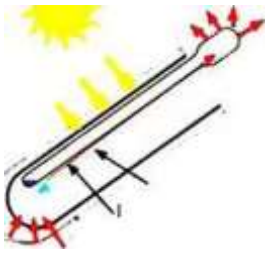
Трубчасті вакуумні колектори мають енергетичну ефективність близько 80% при круглорічній роботі.

Високотемпературні вакуумні колектори (рис. 2.9 -1.50)

Рис. 2.10. Колектор Manor AP-20. монтаж на даху будівлі.

Рис. 2.11. Трубчастий вакуумний колектор Eco Schubert на стелажі в лабораторії ВДЕ в в Кракові.

Передача тепла то установки



Потік конденсованої о іеп.іонисія

Високотемпературна трубка

Потік пари до конденсатору

Тепло. абсорбоване і рубкою передачі тепла

Рис. 2.12. Принцип дії і роірії трубчастого вакуумною колектора.

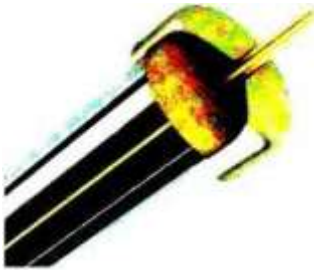


Рис. 2.13. Конструкція вакуумного колектора

Будь-яка система постачання енергії складається із джерела первинної енергії, підсистеми трансформування енергії і споживачів перетвореної енергії. У системі можуть виникати невідповідності як у часі, так і у просторі між подачею енергії та її споживанням. Подолання цих невідповідностей є основною метою акумулювання енергії. Якщо така невідповідність викликається змінами у споживанні енергії, то це задача зняття пікового навантаження, яка може бути розв'язана частково і за допомогою акумулювання енергії. Установки для акумулювання енергії можуть виявитися дешевшими від пікових енергетичних установок. Крім цього, при їх застосуванні можуть бути зменшені витрати на паливо (незважаючи на втрати в акумуляторі), бо для зарядки акумулятора може бути використаний надлишок енергії від установок базового навантаження з низькою вартістю енергії. Якщо невідповідність між подачею і потребами в енергії обумовлена видом джерела первинної енергії (сонце, вітер і т.п.), то задача акумулюючої установки полягає у вирівнюванні виробітку енергії шляхом зрізання піків і заповнення провалів графіка навантаження.

Акумулювання має особливо важливе значення при використанні поновлюваних джерел енергії (ПДЕ) [105]. Сонячна енергія є найбільш давньою формою енергії з тих, які використовує людство. Вона буде служити людству і в наступні століття. Ця енергія «безоплатна», але дуже розсіяна і переривчаста. Деревина, рослинна біомаса є наслідками дії сонячної енергії і мають додаткові якості. Вони не «безоплатні», але їх можна складувати і використовувати в потрібний момент. Це безцінні акумулятори сонячної енергії. Викопні палива — вугілля, нафта і газ — забезпечили розвиток великої промисловості. Порівняно з деревиною чи рослинною біомасою вони мають більш високу теплотворну здатність, характеризуються меншою кількістю відходів, простотою використання і складування. Ці палива є найкращою формою акумулювання енергії при високій її концентрації. Один кубометр нафтопродуктів відповідає $(1,0—1,3)\cdot10^7$ ккал запасеної енергії, у той час як один кубометр гарячої води дозволяє акумулювати біля $4\cdot10^4$ ккал, а один кубометр розплавлених солей або електрохімічного акумулятора — максимум $2\cdot10^5$ ккал. Порівняння різних форм акумуляційних систем за питомою енергоємністю можна провести за даними табл. 5.1.

У сільському господарстві значна частина енергії використовується у низькопотенціальної теплоти. Нелогічно використовувати енергію високого потенціалу (газ, нафта, електроенергія), яка дозволяє отримати температури більше 1000°С, щоб нагріти теплоносій до температури 50—100°С. Природно, що краще використовувати деградовані форми енергії — відходи виробництва або енергію поновлюваних джерел. Однією з причин, що обмежують широке використання ПДЕ у народному господарстві, є їх нестабільність в роботі: відсутність сонця і вітру призводить до неритмічності в енергопостачанні, а різна швидкість вітру і перепади інтенсивності сонячного випромінювання — до нестабільності енергетичних характеристик. Ефективність пристроїв для перетворення енергії поновлюваних джерел залежить від рівня переробки незалежних від нас природних її потоків і приведення у відповідність виробітку енергії і потреби в ній у рамках часового попиту, тобто швидкості споживання енергії. Остання ж змінюється у часі в масштабах місяців (наприклад для обігрівання жител у зонах помірного клімату), днів і навіть секунд.

На противагу енергетиці на традиційному паливі потужність поновлюваних джерел енергії, яку отримують з навколишнього середовища, нам не підконтрольна. У цьому випадку є вибір: або підганяти навантаження до інтенсивності доступної для перетворення поновлюваної енергії, або накопичуваного енергію для наступного використання. При цьому можна застосовувати різні способи акумулювання: хімічне, теплове, електричне, у формі потенціальної або кінетичної енергії. Завдяки застосуванню акумуляторів енергії забезпечується не лише стабільне і безперервне енергопостачання, а й зростає коефіцієнт використання ПДЕ завдяки нагромадженню надлишкової і низькопотенціальної енергії, яка безпосередньо не може використовуватися споживачами. При цьому згладжуються коливання в електромережі, з'являється можливість перетворювати один вид енергії в інший залежно від потреб споживача.

Аналіз акумулюючих засобів і перетворювачів енергії показав, що найефективніше акумулювати енергію сонця, вітру, малих річок та геотермальних джерел за допомогою електрохімічних і теплових акумуляторів, а також акумуляторів на основі водню. Електрохімічні акумулятори ефективні у вітрових і сонячних енергосистемах різної потужності. Особливо доцільно використовувати їх у системах на основі ПДЕ невеликої потужності, які не можуть давати енергію потрібної якості, коли прямо працюють на споживача. У цьому разі електрохімічні акумулятори нагромаджують електричну енергію, одержану від вітрових енергоустановок (ВЕУ), а коли енергопостачання зменшується або припиняється, забезпечують споживача принаймні мінімальною кількістю енергії.

2.7. Визначення кількості сонячної енергії, яка припадає на похилу поверхню

Набули поширення в нетрадиційній енергетиці акумулятори теплової ^Ь енергії. Практична реалізація різних типів теплових акумуляторів (ТА) пов'язана передусім з визначенням їх оптимальних робочих характеристик, з вибором недорогих, але ефективних теплоакумулюючих середовищ і конструкційних матеріалів. Економічна ефективність теплового акумулятора за інших рівноцінних умов визначається масою та об'ємом теплоакумуляційного матеріалу (ТАМ), а вони у

свою чергу залежать від густини нагромадженої енергії і коефіцієнта корисної дії процесу акумулювання теплоти. Використання процесів плавлення та енергії зв'язку атомів теплоакумулюючого матеріалу забезпечує більшу густину енергії порівняно з іншими варіантами теплового акумулювання.

У сільському господарстві широко розповсюджені найпростіші способи акумулювання енергії. У побуті для опалення будинків використовуються печі (груби), в яких теплота акумулюється у стінках опалювальної установки і використовується вночі, коли спалювання палива припиняється. На тваринницьких фермах встановлені баки —акумулятори гарячої води, яка нагрівається електроенергією нічних годин роботи електросистеми і використовується для санітарно-гігієнічних потреб протягом дня. У системах опалення тваринницьких ферм від електроенергії використовуються теплоізольовані баки — накопичувачі гарячої води ємністю 10—20 $м^3$. Вода нагрівається за нічні години від електричних нагрівачів і використовується для опалення приміщень. У системах сонячного гарячого водопостачання використовуються баки — акумулятори води для згладжування добової нерівномірності надходження сонячної радіації.

Ресурс і надійність, вартість, екологічна чистота, зручність і простота обслуговування та ремонту примушують шукати систему акумулювання, оптимізовану за багатьма параметрами. Більшість із цих параметрів визначаються значеннями теплофізичних і фізико-хімічних властивостей ТАМ. Чим більша потужність системи перетворення і вищий рівень температур, тим більш важливе значення має знання властивостей ТАМ і ТА, що вибираються.

Акумулювання енергії — не нова концепція в енергетиці. Викопне паливо в цьому розумінні є ефективним акумулятором з високою щільністю енергії. Однак у міру того, як джерела палива стають все менш доступними і більш дорогими, з'являється необхідність розвитку методів акумулювання і як одного з них — виробництва поновлюваного палива. Ефективність акумулювання можна оцінювати у джоулях на вкладений долар чи гривну, джоулях на одиницю об'єму і джоулях на кілограм маси.

Перша оцінка завжди є вирішальною. Другій віддають перевагу, коли мова йде про менші габарити. Третя набуває значення при необхідності створення акумулятора

мінімальної ваги. У табл. 5.1 і на рис. 5.1 за [106] наведено дані про ефективність різних способів акумулювання енергії.

До основних способів акумуляції енергії можна умовно віднести наступні: біологічний, хімічний, тепловий, електричний, механічний та їх комбінації.

2.8. Вибір інвертора для фотоелектростанції

Вибір інвертора одна з найважливіших завдань ФЕС, визначимо Таблиця 2.13 – Навантаження змінного струму електроприймачів

№	Навантаження	P, кВт	x	Годин в неділю	=	W, кВт • год/неділя
1	Технологічне обладнання	7,5	x	56	=	420
2	Освітлення	1	x	168	=	168
3	Водонагрівачі, конвектори, теплова завіса, опалення підлоги	10	x	35	=	350
4	Пожежна сигналізация	1	x	0,23	=	0,23
5	Вентилятор, стиснене повітря, кондиціонер	4,4		24		105,6
6	Штепсельні розетки	5	x	7	=	35
7	Компьютери	1,2	x	168	=	201,6
Всього		30,1				1280,43

Сонячна енергія не завжди потребувала людини, щоб використовуватися і акумулюватися на Землі. Рослини використовують її з моменту їх появи з середнім ККД. Листя вловлюють тільки біля 1,7% енергії, яка до них надходить, а перетворюють в суху речовину від 0,1 до 1%. Поглинаючи 1,7% сонячної енергії,

листя виробляє приблизно 1 грам сухої речовини на 1 м^2 (листя) за годину. Виробляється, отже, 3,5 ккал на 1 м^2 за годину, у той час як сонце поставляє приблизно 1 кВт/м^2, що складає 900 ккал/м^2 · год. Таким чином, середній ККД складає приблизно 0,4% щодо сонячної енергії, яка надходить, і біля 2,5% щодо енергії, яка поглинається листям.

Таблица 2.14 – Технічні характеристики інвертора

Номінальна потужність	10кВт
Форма вихідної напруги	Чиста синусоїда
Вихідна напруга	230В±5%
Вихідна частота	50Гц
Ефективність	95%
Захист від перевантаження	5с при≥150% нагрузки, 10с при 110% - 150% нагрузки
Макс. потужність	Двухкратне підвищення потужносності на5с
Напруга постійного струму	24В
Споживання без навантаження	<50Вт
Споживання в режимі очікування	<15Вт

2.9. Визначення необхідної ємності акумуляторних батарей і їх кількості

Теплова енергія може бути отримана прямим спалюванням рослин або шляхом їх біологічних і хімічних перетворень. Рослинна біомаса є громіздким матеріалом, з невеликою теплотою згоряння (менше 3000 ккал/кг), містить відходи (попіл) і має достатньо високу вологість. Тому більш ефективними є інші методи використання рослинної біомаси, засновані на цілому ряді перетворень: газифікація, ферментація, піроліз, гідрогенізація.

Для того щоб, розрахувати необхідну кількість АКБ, необхідно визначиться з типом системи: автономна або з підтримкою мережі.

Визначимо сумарна ємність акумуляторів, що враховує кількість днів без сонця $N_{бс}$:

$$q_N = q_{сут} \cdot N_{бс} = 3{,}81 \cdot 1 = 3{,}81 А \cdot ч \qquad (2.1)$$

Для визначення оптимальної кількості АКБ, необхідно врахувати, що чим більше глибина розряду, тим швидше батареї вийдуть з ладу. Рекомендується враховувати значення глибини розряду 50%. Відповідно коефіцієнт використання γ складе – 0,5.

Заряд акумуляторної батареї з урахуванням глибини розряду:

$$q_\gamma = \frac{q_N}{\gamma} = \frac{3{,}81}{0{,}5} = 7{,}62 кА \cdot ч \qquad (2.2)$$

З урахуванням місця зберігання АКБ в тех. приміщенні і то що, температура цього приміщення складе не менше 21С, приймаємо коефіцієнт α, який враховує температуру навколишнього середовища в приміщенні.

Загальна необхідна ємність акумуляторних батарей:

$$q_{общ} = q_\gamma \cdot \alpha = 7{,}62 \cdot 1{,}14 = 8{,}68 кА \cdot ч \qquad (2.3)$$

Згідно з отриманою ємності, визначимо тип акумуляторної батареї, який буде використовуватися, в даному проекті запропоновано використовувати гелієві акумулятори.

Приймаємо АКБ DELTA STC 3000 (3000 Ач, 2 В).

Номінальні характеристики акумуляторних батарей представлені в (табл. 2.12).

Таблица 2.12 – Номинальные характеристики аккумуляторных батарей

Характеристика	Значення
Ємгність	3000 А*год
Напруга	2В
Габарити (д/ш/в), мм	710/350/382 мм
Срок службы	До 15 років

Теплова енергія може бути отримана прямим спалюванням рослин або шляхом їх біологічних і хімічних перетворень. Рослинна біомаса є громіздким матеріалом, з невеликою теплотою згоряння (менше 3000 ккал/кг), містить відходи (попіл) і має достатньо високу вологість. Тому більш ефективними є інші методи використання рослинної біомаси, засновані на цілому ряді перетворень: газифікація, ферментація, піроліз, гідрогенізація.

Це буде кількість батарей, з'єднаних паралельно:

$$N_{пар}^{АКБ} = \frac{q_{общ}}{q_{ном}} = \frac{8,68}{3} = 2,89 \approx 3 \text{ штуки} \qquad (2.12)$$

Розрахуємо кількість послідовно з'єднаних батарей, для цього необхідно розділити номінальну напругу постійного струму системи на номінальну напругу акумуляторної батареї:

$$N_{посл}^{АКБ} = \frac{U_{инв}}{U_{ном}} = \frac{24}{2} = 12 \quad (2.13)$$

Загальна кількість акумуляторних батарей складе:

$$N^{АКБ} = N_{пар}^{АКБ} \cdot N_{посл}^{АКБ} = 12 \cdot 3 = 36 \text{штук} \quad (2.14)$$

2.10. Розрахунок кількості панелей із полікристалічного кременію та займає мої площі

Приймаються до установки сонячні батареї RISEN RSM72-6-330P, с потужністю 330Вт.

Характеристики обраної панелі представлені в табл. 2.16

Таблиця 2.16 – Характеристики фотомодуля

Наименование параметра	Мощность, Вт	Ток КЗ, А	Напряжение х.х., В	Номинальное напряжение, В	Рабочий ток, А	Длина, мм	Ширина, мм
	330	18,33	37,65	24	13,75	1956	992

Згідно методики [7] необхідна ємність з урахуванням втрат на заряд-розряд акумуляторної батареї:

$$q_{з-р} = q_{доб} \cdot \zeta = 3{,}81 \cdot 1{,}2 = 4{,}57 \text{кА·ч} \quad (2.15)$$

ζ – поправчний коефіцієнт на заряд - розряд АКБ, ζ = 1,2.

Значення струму, який повинні генерувати сонячні батареї:

$$I_{\text{СБ}} = \frac{\text{qз}-\text{p}}{\text{i}} = \frac{4{,}57}{4} = 1{,}14\text{кА}\cdot\text{ч} \qquad (2.16)$$

i = 4 – сонце-пікові часи для м. Жовті Води, по даним NASA [11].

Визначимо число модулів, з'єднаних паралельно, розділити значення струму, що виробляється батареями, на максимальний струм Impp одного модуля і округлити отримане до найближчого більшого цілого:

$$N_{\text{пар}}^{\text{СБ}} = \frac{I^{\text{СБ}}}{I_{mpp}} = \frac{1{,}14}{0{,}01833} = 62{,}19 = 63\text{штуки} \qquad (2.17)$$

де I_{mpp} - максимальний струм (струм кз), А.

Число модулів, з'єднаних послідовно:

$$N_{\text{посл}}^{\text{СБ}} = \frac{U_{\text{инв}}}{U_{\text{ном}}^{\text{СБ}}} = \frac{24}{24} = 1 \qquad (2.18)$$

Где $U_{инв}$ – напруга на інверторе, вхід від сонячних панелей, В

Загальна кількість необхідних фотоелектричних модулів:

$$N^{\text{СБ}} = N_{\text{пар}}^{\text{СБ}} \cdot N_{\text{посл}}^{\text{СБ}} = 63 \cdot 1 = 63\text{штуки} \qquad (2.19)$$

Визначимо площу зайняту панелями:

$$S^{\text{СБ}} = N^{\text{СБ}} \cdot S_{\text{1}}^{\text{СБ}} = 68 \cdot 1{,}94 = 122{,}22\text{м}^2 \qquad (2.20)$$

где $S_1^{\text{СБ}}$– площа однієї сонячної батареї.

Площа навісу АЗС становить 10х23=230 $м^2$. Тому панелі з полікристалічного кремнію встановлюємо на навісі під кутом 45градусів.

2.11. Розрахунок кількості панелей із аморфного кремнію та площу, яку вони займають

Піроліз, навпаки, може бути використаний для переробки деревини з метою отримання різноманітних продуктів: газу, метанолу, важких масел, гудрону, деревного вугілля. Піроліз полягає в обробці роздробленої органічної речовини і, зокрема, деревини теплотою при температурі 400—900°С без доступу кисню. Завдяки піролізу целюлоза в деревині розкладається на гудрон і невелику кількість фенолу, оцтову кислоту. Лігнін розпадається на вугілля, гудрон, масла, кислоти і метанол. Піктинові речовини дають вугілля, гудрон і масла. Якщо нагрівати дерево в закритій камері до 170°С, виділяється чиста вода, а починаючи з 200°С з'являється кислий піролізний сік. До 280°С дерево піддається слабкому розкладанню, але починається екзотермічна реакція з виділенням теплоти. Дерево чорніє і виділяє гудрон, масла, піролізні соки. При температурі більше 350°С зростає виділення водню і легких вуглецевих сполук. До 400°С — з'являється вугілля. Газ, масла, вугілля можуть використовуватися як паливо. З 1 тонни деревини в середньому отримують 330 кг вугілля, 70 кг жирних кислот, 20 кг метанолу, 150 кг гудронів, масел, газів.

Таблиця 2.17 – Технічні характеристики сонячної панелі

Производитель	Solar Fronti
Страна производитель	Япония
Тип панели	Тонкопленочный
Материал изготовления модуля	CIGS
Материал рамки	Алюминий
Напряжения	12,8
Мощность	165.0 Вт
Ток при максимальной мощности	8,2А
Ток короткого замыкания	8,7 А
Напряжения холостого хода	14,9 В
Минимальная рабочая температура	-40.0град
Максимальная рабочая температура	85.0 град
Степень защитыIP	67
КПД не менее	14.0%
Гарантийный срок	60(мес)

Загальна кількість необхідних фотоелектричних модулів:

$$N^{СБ} = N^{СБ}_{пар} \cdot N^{СБ}_{посл} = 131 \cdot 2 = 262 \text{штуки}$$

Визначимо площу зайняту панелями:

$$S^{СБ} = N^{СБ} \cdot S^{СБ}_1 = 262 \cdot 0{,}77 = 201{,}74 \text{ м}^2$$

где $S_1^{СБ}$– площа однієї сонячної батареї, згідно заводу виготовлювачу [14], габарити однієї панелі становлять – 1160х670х3.

Гідрогенізація полягає в обробці органічних речовин під високим тиском в присутності води температурою 300°С. При цьому використовують каталізатори. Таким чином, можна отримати масла, які є хорошим паливом. При гідрогенізації з листя рослин отримують протеїни, які мають співвідношення між амінокислотами, більш вигідне в поживному плані, ніж у протеїнів сої.

Протягом року Земля отримує на всю свою поверхню 10^{18} кВт·год енергії, або 190-10^{12} тонн умовного палива (т.у.п.). Якщо врахувати, що людство сьогодні

споживає трохи більше ніж 12 млрд. т у. п. протягом року, то можна констатувати, що невелика частина сонячної радіації достатня для задоволення всіх потреб в енергії. Мова йде про 0,0063% енергії, яку посилає Сонце на Землю. Рослинний світ отримує 0,1% енергії, що відповідає 10^{11} т у. п., а 12% цієї енергії достатньо для задоволення енергетичних потреб світу. Однак 50% цієї енергії забирають морські водорості, 33% припадає на ліси, а решта 17% — на інший рослинний світ. Досить 36% енергії, перетвореної лісом, якби ми вміли і знали, як її використати повністю, щоб покрити потреби Землі в енергії. На Землі не бракує енергії, Сонце поставляє її в тисячу разів більше необхідної кількості, має місце нестача способів і засобів її вловлювання, перетворення і особливо акумулювання. Те, що сьогодні називається новими формами енергії, енергією майбутнього, насправді є старими формами енергії, які існували перед появою людини на Землі. Ці нові типи енергії походять від єдиного джерела — Сонця — і наявні в різноманітних формах: як теплова (променева) енергія, геотермальна, теплова енергія океанів і морів, механічна (вітер, хвилі), хімічна (рослинний світ). Фотосинтез — єдина форма акумулювання, яка здійснюється самою природою.

РОЗДІЛ 3. ДОСЛІЖДЖЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ ТИПІВ КОМБИНОВАНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

3.1 Порівняльний аналіз вибраних сонячних панелей

Енергія може утримуватися у зв'язках багатьох хімічних елементів і виділятися в процесі екзотермічних реакцій, з яких найбільш відоме горіння. Тепловий ефект хімічних реакцій — загальна кількість енергії (теплоти), яку отримують продукти реакції (або яка відводиться від них), щоб вони мали таку ж температуру, як і вихідні речовини. Якщо в агрегатному стані (при температурі t = 25°С і тиску p = 101,3 кГІа) з'єднати вуглець (графіт) і кисень, матимемо $C_{(r)} + O_{2(k)} = CO_2 + 392$ кДж, тобто при взаємодії 1 моля вуглецю (графіту) з 1 молем кисню утворюється 1 моль вуглекислого газу і виділяються 392 кДж теплоти.

Будь-яка хімічна реакція символізує закон збереження маси і енергії системи:

$$Q = \Delta\nu + A.$$

Якщо до системи підводиться теплота (2, то в загальному випадку вона витрачається на зміну внутрішньої енергії Δν і виконання роботи A. Це формулювання є першим законом термодинаміки, він стверджує, що в будь-якій ізольованій системі загальний запас енергії постійний. Загальна енергія E складається з кінетичної енергії $Eк$, потенціальної E_n і внутрішньої ν:

$$E = E_n + E_k + \nu.$$

Внутрішня енергія — це поступальний і обертальний рух молекул, внутрішньо-молекулярний коливальний рух атомів і атомних груп, енергія обертання електронів в

атомах, внутрішньоядерна енергія. Внутрішня енергія залежить від маси тіла, температури, речовини, агрегатного стану. Робота — це форма передачі енергії. Робота, яка здійснюється при постійному об'ємі (ізохорний процес) V= const (наприклад в автоклаві), дорівнює нулю. Тоді з цього випливає, що

$$Q_\nu = \Delta\nu = \nu_2 - \nu_1.$$

де ν_1— внутрішня енергія продуктів реакції; ν_2 — вихідна енергія речовин, які вступали в реакцію.

Тобто при ізохорному процесі вся теплота, яка підводиться до системи, витрачається на збільшення внутрішньої енергії. Якщо $\nu_2 < \nu_1$, то реакція екзотермічна, тобто проходить з виділенням теплоти; при $\nu_2 > \nu_1$) реакція ендотермічна, її реалізація вимагає притоку теплоти.

При ізобарному процесі (p =const) робота визначається наступним чином:

$$A = \int_{V_1}^{V_2} p dV = p(V_2 - V_1) = p\Delta V,$$

де V_1 — об'єм продуктів реакції; V_2 — об'єм вихідних речовин.

Для ізобарного процесу можна записати:

$$Q_p = (\nu_2 + pV_2) - (\nu_1 + pV_1),$$

де ν_2, ν_1 — відповідно внутрішня енергія вихідних речовин і продуктів реакції.

Таким чином, при ізобарному процесі теплота витрачається на роботу розширення і збільшення внутрішньої енергії. Сума внутрішньої енергії і добутку об'єму речовини на зовнішній тиск називається ентальпією (енерговмістом):

$$H = v + pv.$$

Тоді при p = const:

$$Q_p = H_2 - H_1 = \Delta H.$$

Цей вираз є виразом першого закону термодинаміки (при p = const), тобто енергія витрачається на зміну ентальпії і не залежить від шляху протікання процесу. Абсолютне значення ентальпії не вираховується, оскільки не вираховується значення внутрішньої енергії. Ентальпія — це властивість речовини. Таким чином, тепловий ефект реакції при V = const характеризується зміною внутрішньої енергії, а при p = const — зміною ентальпії. При переході від реагентів до продуктів у хімічній реакції проходить зміна ентальпії системи. Сумарна ентальпія речовин $\sum H_{вих.}$ більша (при екзотермічному процесі) або менша (при ендотермічному процесі), ніж сумарна ентальпія продуктів реакції $\sum H_{вих.}$ З урахуванням простоти конструкції, низької корозійної активності речовин, які беруть участь в реакції, перевагу слід віддати ТА на базі гідроокисів. Характеристики таких ТА, розраховані за вищенаведеними рівняннями, подано в табл. 3.2.

Порівняльна характеристика панелей по параметрам представлена в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Порівняльна характеристика вибраних типів панелей

Характеристика	QST 165 (a-Si)	RISEN RSM72-6-330P (p-Si)
Потужність	165 Вт	330Вт
Напруга	12 В	24 В
Струм	8,2	13,75
Розміри	1160мм х 670мм	1956мм х 992мм

Кріплення панелей розташовано на навісі АЗС у м. Жовті Води. Модулі повинні бути вирівняні на південь для максимального річного випуску.

Кут нахилу кріплення був налагоджений на 45^{o} від горизонтальної осі для досягнення максимальної ефективності. Цей нахил було розраховано за допомогою в розділі2.

Дані збирались вручну за допомогою програмного продукту PV Solar, на базах даних NASA[11].

Тривалість дослідження становила від 8:30 годин, коли дані приймалися кожні 30 хвилин. Отриманні дані були взяти протягом 15 днів у зимовий и літній час.

З'єднання схем показані на рисунку 3.1.

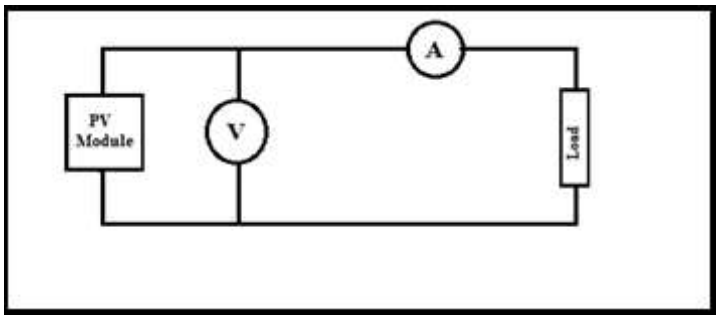


Рисунок 3.1 – З’єднання схеми для дослідження

Рисунок 3.2-3.3 показує ефективність, обчислену середніми вхідними параметрами для p-si та a-si при умовах хмарного неба. ККД має середнє значення 11,98%, а відхилення стенду - 4,424. Отже, стандартне відхилення становитиме від 3 до 7.272. Це дає 61% середнього значення ефективності для p-si сонячної батареї. Аналіз проводився у зимній період часу, завдяки ми отримуємо мінімальне значення сонячної радіації.

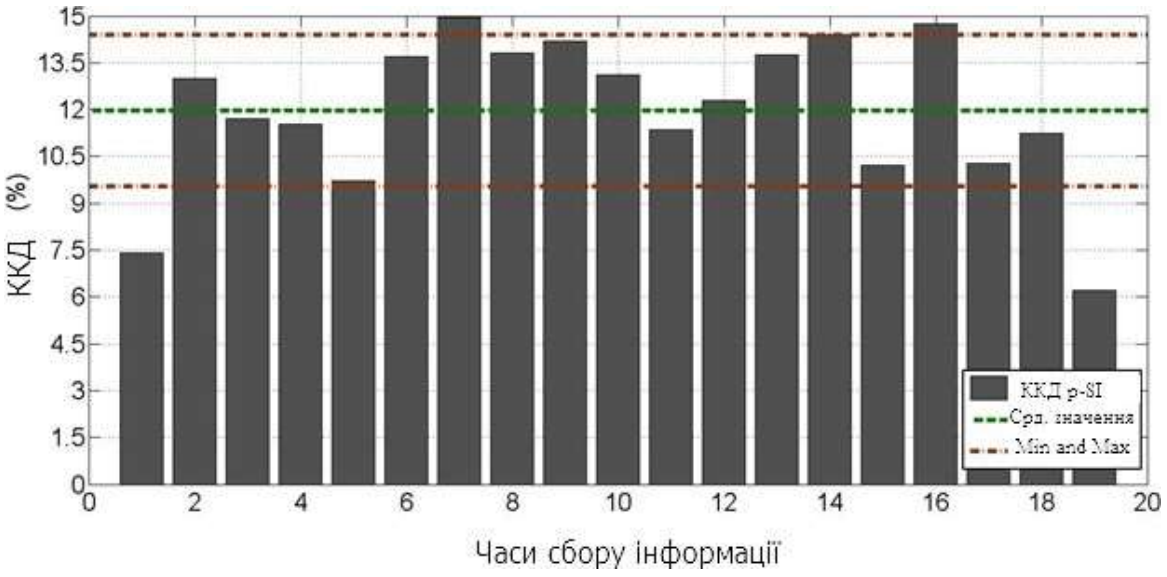


Рисунок 3.2 – Зниження ефективності ККД панелі з полікристалічного кремнію при високій хмарності на протязі дня, м. Жовті Води.

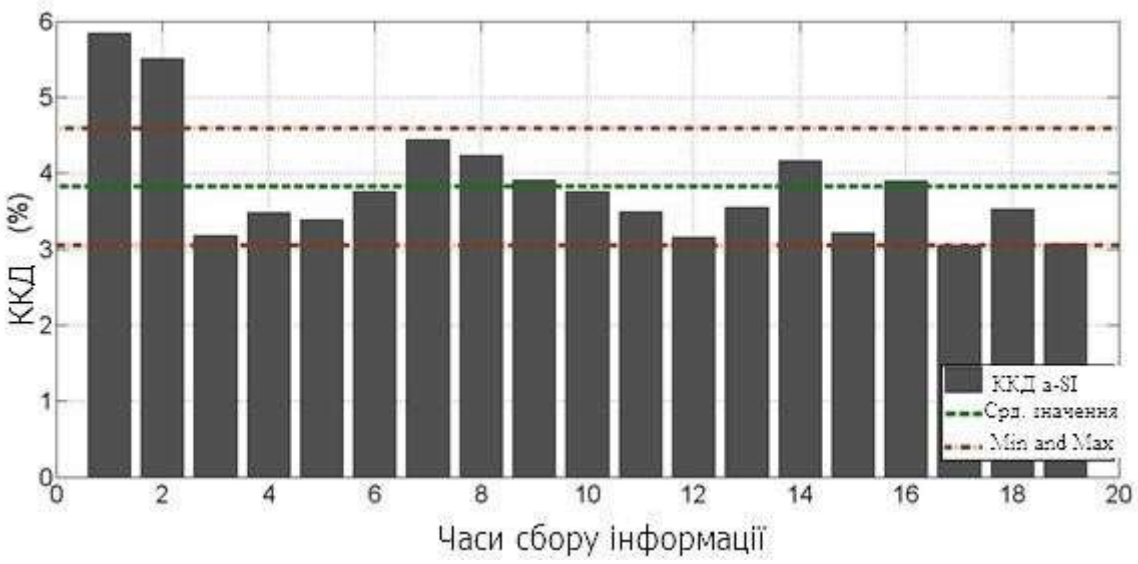


Рисунок 3.3 – Зниження ефективності ККД панелі з аморфного кремнію при високій хмарності на протязі дня, м. Жовті Води.

Це показує, що ефективність має середнє значення 3,823. Стандартне відхилення становить 0,7674. Отже, стандартне відхилення становить 2.3022, що становить 60.2% від середнього значення

За допомогою програмного продукту «Excel» та «PV Solar», можно проаналізувати ефективність сонячних панелей. Дані дослідження зведені в таблицю 3.3

Наведені результати свідчать про важливість цього дослідження. На цих графіках рисунок 3.2 та 3.3 показано варіацію ефективності панелей від його середнього значення при хмарнійпогоді.

Як видно ККД панелей із аморфного кремнію значно менше знижається ніж полікристалічні панелі.

Таблиця 3.3 – Зниження ефективності панелей при хмарних умовах

Тип панелі	Стандартне відхилення		У відсотках		Змінна відсереднього значення по максимальнійвідмітці	
	Сонячно	Хмарно	Сонячно	Хмарно	Сонячно	Хмарно
Полікристалл	0.9468	4.424	2.8404%	7.272%	23.5%	61%
Аморфний кремній	0.2562	0.7674	0.7686%	2.3022%	24.6%	60.2%

Одним із видів хімічного акумулювання є отримання водню при використанні поновлюваних джерел енергії. Водень може бути отриманий шляхом електролізу води за допомогою джерела струму. У вигляді газу він може бути накопиченим, переданим на відстань і спаленим для отримання теплоти. Єдиним продуктом згоряння водню є вода. Тобто при згорянні не утворюється ніяких забруднюючих речовин. Ентальпія утворення водню

H = -242 кДж/моль, тобто при утворенні 1 моля H_2O (18 г) виділяються 242 кДж теплової енергії. Найбільш відпрацьований спосіб отримання чистого H_2 — електроліз, однак ефективність процесу складає приблизно 60%. Частина втрат пов'язана з виникненням бульбашок газів поблизу електродів, які перешкоджають переміщенню іонів в електроліті і збільшують загальний опір електричного кола. Створення пористих електродів з розвинутою поверхнею дозволило досягнути ефективності приблизно 80%. Ці електроди допускають більш високі щільності струму, що дає змогу зменшити розміри чарунок і знизити вартість виробництва водню.

Розкладати воду можна і за рахунок її високотемпературного нагрівання. Зміна енергії Гіббса пов'язана з оберненням електрохімічної реакції при абсолютній температурі T:

$$\Delta G = -nF\xi = \Delta H - \Delta ST,$$

де ζ — електрохімічний потенціал; F = 96500 Кл/моль — постійна Фарадея;

n — кількість молей речовини, які вступають в реакцію. Реакція розкладу

$$H_2O \rightarrow H_2 + \frac{1}{2}O_2,$$

яка має позитивні ΔG, ΔH, ΔS, у цьому випадку ендотермічна і, як показано вище, неможлива ні при яких температурах. Хоча, як видно з рівняння енергії Гіббса, ζ = 0 при T— 2700 K. Однак, коли сполучати різні значення ζ і T, можна вести реакцію розкладання води при мінімальних енерговитратах. Наближені хімічні розрахунки показують, що можна отримувати чистий водень, якщо підтримувати напругу на електролізних чарунках нижче 1,8 В. Зберігати водень можна, використовуючи підземні каверни, подібні до тих, з яких добувається природний газ. Водень може бути зрідженим, але через те, що точка його кипіння

20 К, такий спосіб зберігання є важким для обслуговування.

Хімічне акумулювання у вигляді металогідридів, з яких водень може бути добутий при нафіванні, більш зручний в експлуатації і дозволяє зберігати великі запаси водню, наприклад:

$$FeTiH_{1.7} \xrightarrow{t=50^{\circ}C} FeTiH_{0.1} + 0.8H_2.$$

Відповідно до принципу Ле-Шательє при підвищенні температури реакція проходить в напрямку дегідрогенізації, а при підвищенні тиску — у напрямку гідрогенізації. Таким чином, зворотність реакції можна викликати шляхом дії або температури, або тиску. У рівноважному стані температура і тиск реакції пов'язані рівнянням Вант-Гоффа:

$$\ln p = \frac{\Delta H}{RT} - \frac{\Delta S}{R},$$

де p, T, R — відповідно тиск, температура і газова стала водню; ΔH і ΔS — стандартні значення ентальпії і зміни ентропії реакції. Параметри ΔH і ΔS не залежать від температури.

Ця реакція зворотна, отже, портативний гідридний акумулятор може підзаряджуватися централізовано на заправних станціях. Теплота, яка виділяється при зарядці, може використовуватися в теплових мережах місцевого значення, а самі гідридні акумулятори — як «паливні баки», наприклад, транспортних засобів. Головні труднощі при цьому — маса і вартість металів, які використовуються в таких акумуляторах. Слід зауважити, що відносно вартості на сьогодні гідридні акумулятори не можуть конкурувати з іншими методами зберігання водню.

РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Вступ

Існує можливість з великою ефективністю використовувати водень для безпосереднього отримання електроенергії за допомогою паливних елементів. Паливний елемент — електрохімічний пристрій, в якому хімічна енергія палива перетворюється на електроенергію постійного струму. При безпосередньому перетворенні хімічної енергії, яку містить паливо, в електричну (без використання процесу спалювання) паливні елементи дозволяють досягнути високих ККД при практично відсутніх шкідливих відходах. Аналогічно акумулятору паливний елемент має два електроди, розділені електролітом, що переносить іони, а не електрони. Водень підводиться до аноду, а кисень (або повітря) — до катоду (рис. 5.2). Завдяки електрохімічній активності реагентів на електродах встановлюється потенціал. Паливний електрод стає негативним, а кисневий (повітряний) — позитивним. При з'єднанні полюсів паливного елементу через опір навантаження реагенти електрохімічно перетворюються. На паливному електроді електрони через зовнішнє коло пливуть до протилежного електроду. Іони H^+ мігрують через електроліт (як такий може застосовуватися кислота) до катоду.

Ефективність паливного елементу складає біля 40%. Однак ця величина не залежить від навантаження на відміну від дизельних двигунів або газових турбін. Теоретично паливний елемент являє собою простий пристрій, який складається з двох електродів та іонного провідника між ними. Проте ця простота тільки уявна. У кожному електроді забезпечується розвинута границя поділу трьох фаз: газоподібної (реагентів), твердої (провідника першого роду) і рідинної або твердої (провідника другого роду). Звичайно така границя створюється в пористих електродах з високорозвиненою поверхнею

(до 100 $м^2/г$). Для прискорення реакцій у пористі електроди вводять каталізатори (платину і її сплави, нікель, оксиди нікелю, кобальту та ін.). Електроди мають газові

камери, куди підводять і рівномірно розподіляють по всьому електроду реагенти, з яких відводять продукти реакцій (H_2O, CO_2 та ін.) і тепло. Товщина паливних елементів 1—3 мм.

4.1. Розрахунок капітальних інвестицій

Капітальні інвестиції для реалізації проектного технічного рішення включають:

- витрати на придбання обладнання, техніки,технології,
- технічних засобів контролю і обліку, пристроївдіагностики
- станообладнання;
- витрати на будівельно-монтажніроботи;
- витрати на монтажно-налагоджувальніроботи;
- Інші витрати. При визначенні величини проектних капіталовкладень можна скористатисяформулою:

$$К_{пр} = К_{об}(\sum^{k}_{i=1} Ц_i) + З_{тр} + З_{мн} + З_{мн} + З_{мн}, \quad (3.1)$$

Где, $K_{ОБ}\left(\sum_{i=1}^{k} Ц_i\right)$ – витрати на придбання обладнання, техніки, технології, технічних засобів контролю і обліку, пристроїв діагностики стану обладнання, сумарна вартість комплектуючих і-го виду, необхідних для реалізації прийнятого технічного рішення, грн .;

$З_{тзр}$ – транспортно-заготівельні витрати, $З_{тзр} = 0,05 \cdot К_{об}$, грн;

$З_м$ – витрати на монтажно-налагоджувальні роботи, $З_м = 0,07 \cdot Коб$, грн .;

$З_{дем}$ – витрати на демонтаж застарілого обладнання, грн .;

$З_{пр}$ – інші витрати, $З_{пр} = 0,3 \cdot З_м$, грн.

Вартість обладнання та комплектуючих взята на підставі прайс-лист оптових цін на електрообладнання підприємства «Бигл» (юр. адреса: вул. Богдана Хмельницького, 12ж, м. Біла Церква. Тел.: +380 (73) 125-39-82. Інтернет адреса: https://bigl.ua/p759059314-ibp-leoton-ht903 станом на 15.12.2018р.

Витрати на придбання, монтаж і налагодження обладнання наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Капітальні вкладення тех. устаткування та комплектуючих

№ п/п	Найменування	Кіл-сть, шт	Ціна, тис.грн	Вартість, тис. грн	Монтаж, наладка (10%), тис. грн	Транспорт. Затрати, (5%), тис. грн	Інші витрати, тис. грн (30%)	Всього
Варіант 1								
1	ИБП ЛЕОТОН XT100 24V 10 КВТ BOX	2	25	50	5	2,5	15	72,5
2	АКБ DELTA STC 3000 (3000 Ач, 2 В).	36	15	525	52,5	26,25	157,5	812,25
3	Сонячні панелі RISEN RSM72-6-330P	63	5,5	346,5	34,65	17,325	103,95	502,425
Всього				921,5	92,15	46,075	276,45	1387,175
Варіант 2								
1	ИБП ЛЕОТОН XT100 24V 10 КВТ BOX	2	25	50	5	2,5	15	72,5
2	АКБ DELTA STC 3000 (3000 Ач, 2 В).	36	15	525	52,5	26,25	157,5	812,25
3	QST 165	262	5,8	1519,6	151,96	75,98	455,98	2203,528
Всього				2094,6	209,46	104,73	628,48	3088,278

Таким чином, капітальні інвестиції, необхідні для установки системи на основі полікристалу , згідно ф. 3.1. (вар. 1)складуть:

$$К_{пр1} = К_{об}(\sum_{i=1}^{k} Ц_i) + З_{тр} + З_{мн} + З_{мн} + З_{мн} = 921{,}5 + 92{,}15 + 46{,}075 + 276{,}45 = 1387{,}175 \text{ тис. грн}$$

Для другого варіанту розрахунок капітальних витрат виконується аналогічно:

$$К_{пр2} = К_{об}(\sum_{i=1}^{k} Ц_i) + З_{тр} + З_{мн} + З_{мн} + З_{мн} = 2094{,}6 + 209{,}46 + 104{,}73 + 628{,}48 = 3088{,}278 \text{ тис. грн}$$

4.2. Розрахунок експлуатаційних витрат

До основних статей експлуатаційних витрат по електротехнічного устаткування відносяться:

• Амортизаційні відрахування($С_а$).

• Заробітна плата обслуговуючого персоналу($С_з$).

• Єдиний соціальний внесок($С_с$).

• Витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт обладнання і мереж($С_{пр}$).

• Вартість витрат електроенергії($С_е$).

• Інші витрати($С_{др}$).

Таким чином річні експлуатаційні витрати по об'єкту проектування складають:

$$З = С_а + С_з + С_с + С_{пр} + С_е + С_{др} \quad (4.2)$$

4.2.1 Розрахунок амортизаційних відрахувань

Амортизаційні відрахування - відрахування частини вартості основних фондів для відшкодування їх зносу.

Амортизація об'єкта основних засобів нараховується виходячи і часу його використання. Час корисного використання об'єкта основних засобів нараховується виходячи з часу його корисного використання. Термін корисного використання об'єктів основних засобів і нематеріальних активів 5 років, виходячи з очікуваних економічних вигод, технічних і якісних характеристик основного засобу, морального і фізичного зносу, а також інших факторів, які можуть вплинути на можливість використання. Строк корисного використання впроваджуваного обладнання становить 12 років.

Елементи збираються в батарею, де реагенти через колектори розподіляються по паливним елементам, а продукти реакції через інші колектори відводяться від них. Як правило, паливні елементи з'єднуються послідовно, а батареї одна з однією — послідовно і паралельно. Блок-схема енергетичної установки з паливним елементом включає в себе систему підготовки палива (наприклад водню), систему генерування енергії на основі паливного елементу і систему перетворення постійного струму в змінний із заданими значеннями напруги і частоти. Комерційна реалізація паливних елементів обмежується їх високою вартістю — 2000—2500 дол./кВт [107]. Як сфери комерційного використання паливних елементів розглядаються:

• автономне енергопостачання потужністю від 3 до 200 кВт;

• промислове застосування від 200 кВт до 20 МВт;

• централізоване енергопостачання потужністю від 50 до 600 МВт;

• транспортне застосування потужністю від 20 до 200 кВт.

На відміну від води аміак може бути розкладений на складові елементи при відносно невисоких температурах:

$$N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3.$$

У сполученні з тепловим двигуном ця реакція може бути основою ефективного отримання електроенергії за рахунок сонячної теплоти. Відповідна схема, яка реалізує цей спосіб отримання електроенергії, наведена на рис. 5.3. Сонячні промені фокусуються на приймачі, в якому газоподібний аміак при високому тискові (біля 30 МПа) дисоціює на водень і азот. Ця реакція — ендотермічна, дефіцит енергії складає ΔH = - 46 кДж/моль NH_3, який компенсує сонячна енергія. У камері синтезу в присутності каталізатора N_2 і H_2 частково рекомбінують, виділяючи при цьому теплоту, яка використовується в тепловому двигуні або в іншому пристрої. Виходячи з камери синтезу, потік охолоджується, що приводить до зрідження аміаку.

Для порівняння, розрахунки зводимо в таблицю 4.2.

Таблиця 4.1 – Амортизаційні відрахування

№ п/п	Найменування	Капітальні вкладення, тис. грн	Норма амортизації, %	Амортизаційні відрахування, тис. грн
1	Перший варіант	1387,175	8,33	115,55
2	Другий варіант	3088,278	8,33	257,25

4.2.3 Розрахунок річного фонду заробітної плати

Річні витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт обладнання включають витрати на матеріали, запасні частини, заробітну плату ремонтним працівникам.

Розрахунок заробітної плати не виконується, так як для АЗС профілактичні та інші види робіт для підтримки всіх систем енергозабезпечення проводяться не менше одного разу на 12 місяців ремонтними підрядними бригадами для АЗС.

4.2.4 Визначення річних витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт

Фірма, яка виробляють аналогічне обладнання пропонують гарантійне обслуговування в розмірі 200 грн на сонячну батарею і прикладне обладнання.

Низькотемпературна теплота складає основну частину енергії, яка споживається у стаціонарних процесах сільськогосподарського виробництва. Абсолютно необов'язково використовувати для обігрівання високотемпературні джерела енергії, які значно краще

зберігати для іншої мети. Теплове акумулювання ефективне при використанні «відходів» теплоти, сонячної радіації, енергії вітру. На широтах України інтенсивність сонячної радіації влітку значно вища, ніж узимку, у зв'язку із цим і потреба в теплоті взимку значно більша. Тому, щоб використовувати для обігрівання теплоту сонячної радіації, необхідно її зберігати протягом 2—3 місяців. Акумулятори теплоти являють собою ємність, теплоізольовану від навколишнього середовища. В ємності розміщують теплоакумуляційний матеріал, який може бути твердим (щебінь, граніт, пісок та ін.) або рідким (вода). За наявності низькопотенційної теплоти остання підводиться до теплоакумуляційного матеріалу і поглинається ним — акумулятор заряджається. При розрядці теплового акумулятора холодний теплоносій, контактуючи з теплоакумуляційним матеріалом, нагрівається і транспортує теплоту споживачеві. Значно більшу теплоємність в обмеженому інтервалі температур порівняно із системами, що використовують поглинання теплоти, мають матеріали, які при зміні температури змінюють фазовий стан. Наприклад, глауберову сіль ($Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$) можна використовувати для акумулювання теплоти при кімнатній температурі. При фазових перетвореннях ця сіль дає 250 кДж/кг — 650 МДж/м3 теплової енергії. Якщо врахувати, що більшу частину вартості акумулятора для теплопостачання складає вартість конструкції, то такі акумулятори можуть бути дешевшими, ніж водяні ємності з невисокою питомою густиною енергії, що запасається. Нижче будуть детально розглянуті типи теплового акумулювання і їх розрахунок.

Для першого варіанту, де 68 сонячних батарей сума складе в 12,6 тис.грн/рік.

Для другого варіанту, де 36 панелей – 7,2 тис.грн.

Так само приймемо витрати в розмірі 50 грн в місяць для обслуговуючого персоналу для перевірки працездатності пристрою і протирання сонячних панелей від пилу.

Разом:

$$C_{т(1)} = 12,6 + 50 \cdot 12 = 13,2 \text{ тис.грн/рік}$$

$$C_{т(1)} = 7,2 + 50 \cdot 12 = 7,8 \text{ тис.грн/рік}$$

Таким чином річні експлуатаційні витрати по об'єктах проектування складуть відповідно:

$$C_1 = C_а + C_р = 115,55 + 13,2 = 128,75 \text{ тыс. грн;}$$

$$C_2 = C_а + C_р = 257,25 + 7,8 = 265,05 \text{ тыс. грн.}$$

4.3. Визначення річної економії від впровадження об'єкта проектування

Повна річна економія від впровадження прийнятого технічного рішення визначається з урахуванням експлуатаційних витрат по даному об'єкту:

$$E_{годповн} = E_{год} - C_{пр}, \text{тыс.грн,} \qquad (4.6)$$

де,

$E_{год}$ – прибуток за вироблену електроенергію на основі ВДЕ та продана по зеленому тарифу, тис. грн.

Знайдемо прибуток за вироблену «зелену» енергію:

$$Е_{год} = W \cdot а, тис.грн \quad (4.7)$$

Кількість виробленої енергії становитиме:

$$W = n \cdot P \cdot i \cdot m \cdot S, кВт \cdot год \quad (4.8)$$

де,

n – кількість панелей в варіанті, шт;

P – потужність панелі, кВт;

i – середньорічні пікові сонце-часи (еквівалентній час при якому панель робить в номінальному режимі, видаючи номінальну потужність), згідно даних NASA [11].

m – кількість днів у році, дн.

Для першого варіанту кількість виробленої енергії становитиме:

$$W_1 = 63 \cdot 0,33 \cdot 4 \cdot 365 \cdot 1,95 = 59189,19 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Для другого варіанту кількість виробленої енергії становитиме:

$$W_2 = 262 \cdot 0,165 \cdot 4 \cdot 365 \cdot 1,67 = 105403,38 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Знайдемо прибуток за вироблену енергію для першого варіанту:

$Е_{год1}$ = 59189,19 · 5,32=314,886 тис. грн;

Знайдемо прибуток за вироблену енергію для першого варіанту:

$$Е_{год2} = 105403,38 \cdot 5,32=560,745 \text{ тис. грн;}$$

Повна річна економія від впровадження прийнятого технічного рішення для першого варіанту складає:

$$Е_{годповн1} = 314,886 – 128,75=186,13 \text{ тыс. грн,}$$

Повна річна економія для другого варіанту складає:

$$Е_{годповн2} = 560,745 – 265,05 = 295,69 \text{ тыс. грн,}$$

4.3 Розрахунок економічної ефективності та терміноокупності

Період окупності складатиме:

$$Т_{ок}= \frac{К_{пр1}}{Егод\ повн1} \text{ ,років} \qquad (4.9)$$

Для першого варіанту термін окупності складе:

$Т_{ок}$ = 1387,175 / 186,13 = 7,45 років

Що краще, аніж ймовірний термін окупності, який попередньо складав 12 років.

Для другого варіанту термін окупності складе:

$$T_{ок} = 3088,278/295,69 = 10,44 \text{ років}$$

Що значно гірше, термін окупності в першому варіанті, тому краще використовувати панелі з полікристалічного кремнію.

Проект капітальних вкладень вважається доцільним, якщо виповнюєтьсяумова:

$$E_р > E_н \quad (4.10)$$

$E_н$ – нормативне значення коефіцієнта ефективності визначається виходячи прийнятої індивідуальної норми прибутковості:

$$E_н = 1/T_{ож} \quad (4.11)$$

де, $T_{ож}$ = 12 років, очікуваний, прийнятий термін окупності капітальнихвкладень.

Тоді нормативне значення коефіцієнта ефективності складе:

$$E_н = 1/12 = 0,083$$

Розрахунковий коефіцієнт ефективності (прибутковості) капітальних витрат $E_р$ для двух варіантів :

$$E_{р1} = \frac{Егод\ повн1}{К_{пр1}} = \frac{186,13}{1387,175} = 0,13 \quad (4.11)$$

$$E_{р2} = \frac{149,065}{3088,278} = \frac{295,69}{3088,278} = 0,095 \quad (4.11)$$

Тоді перевіряємо на виконання умови:

$$E_{р1} > E_{н1}$$

$$0,13>0,083;$$

$$E_{р2} > E_{н2}$$

$$0,095>0,083$$

Це показує, що перший варіант є доцільним і обґрунтованим, а другий не набагато гірший, але довше окупається .

Висновки по розділу 4

В результаті виконання техніко-економічного аналізу був зроблений розрахунок вартості впроваджуваних проектів, які склали 1387,175 тис. грн і 3088,278 тис. грн, системи з полікристалічного кремнію и аморфного, відповідно. А також розрахована економічна ефективність від його впровадження. Було встановлено, що при використанні такої системи відбувається економія засобів і дана система окупається за 7,45 років, а для другої системи 10,44 років, що не перевищує корисний термін використання обладнання, це говорить про ефективність впровадження даного проекту.

ВИСНОВКИ

В даній роботі було досліджено ефективність різних видів сонячних панелей.

Описано застосування фотомодулів, для автономного енергозабезпечення, дозволяє споживачу енергії бути незалежним від центральної енергетичної мережі. Відмічені особливісті при проектуванні автономних установок є прогнозування як споживання енергії навантаженням, так і надходження сонячної енергії в місці стояння установки.

Визначено кількість електричної енергії, необхідної для автономного електрозабезпечення автозаправних станцій, виконаний аналіз сонячної інсоляції на досліджуваній території, перераховано іррадіацію припадаємої на похилу площину, вибрано оптимальний кут установки сонячних панелей.

А також, розраховано автономну енергетичну систему на основі сонячної енергії.

Досліджено и зроблено порівняльний аналіз ефективності різних типів сонячних панелей. Як показують результати, що відхилення ефективності панелей a-si та p-si фактично є значеннями толерантності середньої ефективності (зміна значення від середнього по максимальній відмітці), але для досліджуваної території по всім показникам краще встановлювати панелі з полікристалічного кремнію. Також, ці дані підтвердились техніко-економічним обґрунтуванням.

Список використаних джерел

1. Типи сонячних батарей. [Электронний ресурс] - Режим доступу:http://tehnonovator.com.ua/ua/energy-ua/sun-battery-ua/types-sun-battery-ua.html.

2. Вплив електростанцій на навколишнє середовище. [Электронний ресурс] - Режим доступу:https://msd.in.ua/vpliv-elektrostancij-na-dovkillya/.

3. НПБ 111-98 Автозаправні станції. [Электронний ресурс] - Режим доступу:https://znaytovar.ru/gost/2/NPB_11198_Avtozapravochnye_sta.html

4. Територія АЗС – призначення, вимоги до неї.[Электронний ресурс] - Режимдоступу:

http://sinref.ru/000_uchebniki/0000AZS/022_azs_otveti_na_examenacionnie_voprosi/014.htm.

5. Вимоги до територ АЗС. [Электронний ресурс] - Режим доступу:https://studopedia.ru/14_2159ії8_trebovaniya-k-territorii-azs-raspolozheniyu-dorozhnih-znakov-znakov-bezopasnosti.html.

6. Сонячна радіація, її гігієнічне значення. Використання складових сонячної радіації. [Электронний ресурс] - Режимдоступу:

https://studfiles.net/preview/5650136/page:3/.

7. Сайт «NASA» [Электронний ресурс] . – Режим доступу:https://www.nasa.gov/.

8. Вибір інвертора для сонячних батарей. . [Электронний ресурс] - Режим доступу:http://sutem.com.ua/935alten.php.

9. Интернет-магазин электротехніки [Электронний ресурс] . – Режим доступу.https://prom.ua/Ibp-100-kvt.html.

10. Методичні вказівки для курсового проектування з дисципліни "Сонячна енергетика" на тему: "Розрахунок системи автономного енергопо- постачання з використанням фотоелектричнихперетворювачів" / Упорядн.: А.М. Гребенюк, О.О. Суворкін – Дніпропетровськ: Державний ВНЗ "Національний гірничий університет", 2016.- 16 с.

11. Інтернет-магазин «Солар-Тех» . [Электронний ресурс] . – Режим доступу:https://solar-tech.com.ua/solar-electricity/solar-panels/solnechnaya-batareya-qsolar-qst-100w.html

12 Альтернативная энергетика. Солнечные системы теплохладоснабжения: монография /А. В. Дорошенко, М. А. Глауберман. – Одесса: ОНУ, 2012. – 446 с.

13. Сайт альтернативная энергия [Электронный ресурс]. – Режим доступу:

https://antika.com.ua/cezonnie-geliocictemi

14. А.Н. Горин, А.В. Дорошенко. Солнечная энергетика. (Теория, разработка, практика), – Донецк: Норд-Пресс, 2008. 374с.

15. Горбурова Е.Н., Современное состояние солнечной энергетики Украины и рациональность размещения солнечныхэлектростанций.

16. ПотенциалсолнечнойэнергиивУкраине[Электронныйресурс]. – Режим доступу: http://esco.co.ua/journal/2005_11/art07_71_2.htm

17. Бурцев С.И.Блинов А.В.и др. Монтаж, эксплуатация и сервис СКВ, 2005рік.

18. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломної роботи для студентів галузі знань 0507 «Електротехніка та електромеханіка» / Укладачі: Л.В. Тимошенко, І.В. Шереметьєва - Дніпропетровськ: НГУ, 2015. - 15с.

19 .Солнечная энергетика / В.И. Виссарионов, Г.В. Дерюгина, В.А. Кузнецова, Н.К. Малинин; под ред. В.И. Виссарионова. М. : Издательский дом МЭИ, 2008. – 276 с.

20. Китаева, М.В. Аппаратно-программный комплекс для контроля оптимальной ориентации фотоэлектрических модулей на максимальный поток солнечного излучения: дис. канд. техн. наук: 05.11.13 / Китаева Мария Валерьевна. – Томск, 2014. – 139с.

21.Microchip [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.microchip.com/wwwproducts/en/PIC16F887 28.Bibliofond [Электронный ресурс] – Режим доступу:https://bibliofond.ru/view.aspx?id=599539.

22.Микроконтроллер [Электронный ресурс] – Режим доступу: goo.gl/ZfWZDK.

23.Резистор [Электронный ресурс] – Режим доступу:https://dp.prom.ua/Rezistory-s2-29.html

24.Солнечная панель [Электронный ресурс] – Режим доступа:http://www.solarroof.ru/products/6/36/%2036.Vitok

[Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.vitokenergo.ru/index_page_238.html 98 37.SAEN [Электронный ресурс] – Режим доступа:http://saen.com.ua/zeljonyj-tarif.htm

25.Solar soul [Электронный ресурс] – Режим доступа:http://solarsoul.net/raschet-solnechnoj-batarei

26.Атмосфера [Электронный ресурс] – Режим доступа:https://www.atmosfera.ua/stati-geliosistemy/solar-insulation-ukraine/

27. Попель О.С. Возобновляемые источники энергии: роль и место в современной и перспективной энергетике // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). 2008. Т. LII, № 6. С.95-106.

28. Тарасенко А.Б., Киселева С.В. О выборе оптимального состава гибридной энергетической установки для изолированного поселка // Альтернативная энергетика и экология. 2012. Вып., 02. С.177-182.

29. Viessmann. Руководство по проектированию систем солнечного теплоснабжения. – К. «Злато-Граф», 2010. 195с.

30. Солнечная теплотехника: Документация для проектирования. Режим доступу: https://www.bosch-climate.ru/files/201212111400560. solar%20planning%20.pdf 18. Мазурова О.К. Автономное теплоснабжение: Учебное пособие / О.К. Мазурова, Н.В. Кузнецов, А.Н. Бутенко - Ростов-на-Дону: Рост. гос. строит. ун-т, 2011. – 150с.

31. Колтун, М.М. Оптика и метрология солнечных элементов/ М.М. Колтун. - М.: Наука, 1984. – 280с.

32. Тарнижевский, Б.В. Определение показателей работы солнечных установок в зависимости от характера радиационного режима/ Б.В. Тарнижевский// Теплоэнергетика. - 1960. Вып. 2. - С.18-26.

33. Гременок, В.Ф. Солнечные элементы на основе полупроводниковых материалов/В.Ф. Гременок, М.С. Тиванов, В.Б. Залесский. - Минск: Изд. центр БГУ, 2007. -222с.

34. Петренко Ю.Н., Трещ А.М. Использование солнечной энергии для питания бытовых потребителей// Энергетика. 2013. Вып., 1. С.40-46.