

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

ВИВЧЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ СИСТЕМИ СОНЯЧНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Мета роботи:

1. Ознайомитись з принципом роботи фотоелектричної сонячної батареї.
2. За результатами експерименту провести обчислювання коефіцієнту корисної дії фотоелектричної сонячної батареї, термін окупності.

Теоретичні відомості.

Перетворення сонячної енергії в електричну в наш час здійснюється термодинамічним або фотоелектричним способом. Перший повторює принцип роботи звичайної ТЕС: робоче тіло (наприклад, вода) нагрівається в сонячному котлі, встановленому на високій башті. При фотоелектричному способі сонячна енергія перетворюється безпосередньо в електричну в сонячних фотоелементах. У космосі це єдиний спосіб генерації електроенергії.

Одним з перспективних способів перетворення енергії Сонця в електроенергію є пряме фотоелектричне перетворення з використанням напівпровідникових фотоелектричних перетворювачів.

Фотоелектричні генератори широко застосовуються як джерела живлення космічної апаратури. Використання їх у наземних умовах для великомасштабного виробництва електроенергії обмежено в наш час високою питомою вартістю та відносно великими розмірами генераторів. Однак раціональне застосування фотоелектричних генераторів для живлення розосереджених на великій території малопотужних споживачів може дати істотну економію енергоресурсів.

Для широкого розвитку фотоелектричних енергосистем необхідно підвищувати ККД фотоелектричних перетворювачів та знижувати їх вартість.

Принцип дії фотоелектричного перетворювача базується на явищі внутрішнього фотоефекту в напівпровідниках та ефекту розділення фотогенерованих носіїв заряду (електронів, дірок) електронно-дірковим переходом або потенціальним бар'єром типу метал - діелектрик - напівпровідник (МДН).

На даному етапі вдосконалення фотоелектричних перетворювачів, найбільш перспективним напівпровідниковим матеріалом є кремній, який відрізняється високою технологічністю, великим строком служби, високою рухомістю носіїв заряду та поширеністю в природі.

Останнім часом зріс інтерес до сонячних елементів зі структурами МДН і напівпровідник - діелектрик - напівпровідник (НДН). Створено сонячні МДН-елементи з ККД, який дорівнює 17,6%, що є рекордним для таких кремнієвих елементів.

Найбільший ККД перетворення (22-23%) забезпечують арсенід-галійові фотоелементи. Аналіз каскадної сонячної батареї, що складається з двох і більше фотоелементів, які послідовно електрично й оптично зв'язані між собою, показав можливість досягнення ККД перетворення понад 31% для складу AlGaAs—GaInAs. У конструктивному відношенні слід виділити два типи фотоелектричних генераторів: площинні та з концентраторами сонячного випромінювання.

Найпростішим пристроєм, який збирає велику кількість сонячної енергії, є плоска батарея з багатьох сонячних елементів, з'єднаних у послідовні та паралельні групи для досягнення потрібної вихідної електричної потужності. Елементи батареї встановлюються нерухомо і можуть збирати енергію з усієї півсфери, що знаходиться перед нею. Можливий варіант конструкції її модулів складається з двох скляних листів, між якими розташовуються зкомутовані сонячні елементи, залиті оптично прозорим кремнійорганічним каучуком.

Фотоелектричні перетворювачі відрізняються спектральною селективністю, але в них не використовується більша частина інфрачервоного спектра, що призводить до нагрівання сонячних елементів і зниження ККД перетворення.

Для використання теплової енергії сонячного випромінювання розроблено термоелектричні генератори. Проте відносно низький ККД, висока вартість й обмежений ресурс роботи не дають змоги їм поки що конкурувати з фотоелектричними перетворювачами.

Обладнання:

Лабораторна установка.

Лабораторна установка включає такі основні елементи:

- сонячна фото панель;
- сонячний імітатор;
- блок управління.

Блок управління проводить заміри наступних параметрів, які використовуються при розрахунках:

- напругу, яку розвиває фото-панель, $U_{\text{фп}}$, В;
- струм на навантаженні, яке підключене до фото панелі, $I_{\text{фп}}$, А;
- густину потоку випромінювання, $I_{\text{т}}$, Вт/м²;

Технічні дані сонячної панелі:

- модель SIMENS RS – 50;
- паспортна потужність, $P = 50$ Вт;
- фотоелектрична панель має 18 кіл (36 півкіл), діаметром 0,15м.

На рисунку 1.1 зображена схема лабораторної установки.

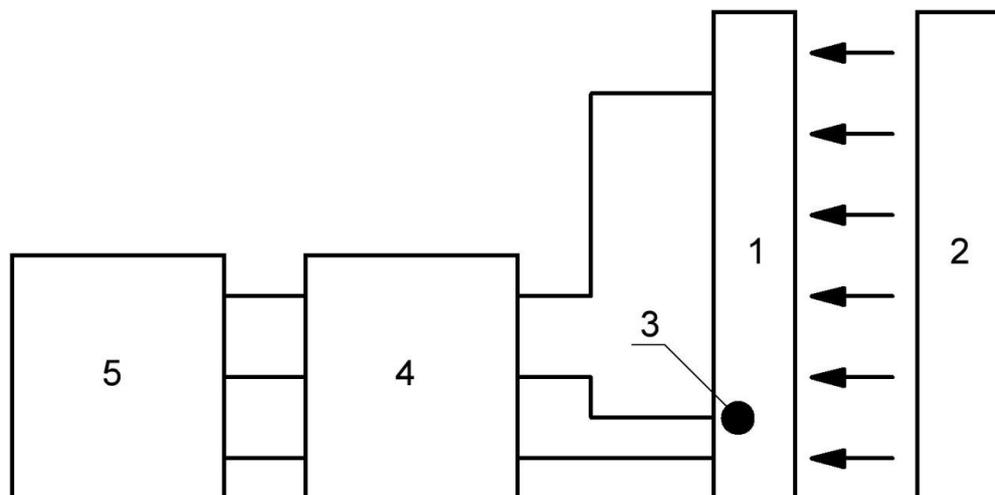


Рисунок 1.1 – Схема лабораторної установки

Установка має наступні елементи:

1. фотоелектрична сонячна батарея;
2. сонячний імітатор;
3. датчик вимірювання густини потоку випромінювання;
4. блок управління;
5. ПЕОМ.

Експериментальні дані

Отримані дані в ході проведення лабораторної роботи, зводяться до таблиці 1.1

Таблиця 1.1 – Дані експерименту

| № | $I_T, \text{Вт/м}^2$ | $U_{\text{фп}}, \text{В}$ | $I_{\text{фп}}, \text{А}$ |
|---|----------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |

Хід виконання та проведення роботи

1. Визначаємо площу фотоелектричної панелі (сонячної батареї):

$$S_{\text{ф}} = n \cdot S_{\text{к}} = n \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} ;$$

де n – кількість кіл елементів; d – діаметр кола.

2. Запускаємо систему сонячного електропостачання в роботу.
3. Встановлюємо задане значення густини потоку випромінювання: $I_m, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$
4. Знімаємо з датчиків показники:

- напругу, яку розвиває фотоелектрична панель: $U_{\text{фп}}, B$
- силу електричного струму на навантаженні, яке підключене до фото панелі: $I_{\text{фп}}, A$

5. Знімаємо значення густини потоку випромінювання та повторюємо зняття даних (для п'яти положень).

6. Знаходимо ККД фотоелектричної батареї, для кожного заміру, за формулою:

$$\text{ККД}_i = \frac{I_{\text{фп}} \cdot U_{\text{фп}}}{P_B \cdot S_{\text{фп}}} \cdot 100, \%$$

Розрахунки ККД, для кожного заміру зведені в таблицю 1.2

Таблиця 1.2 – Розрахунок ККД

| | | | | | |
|----------------------|---|---|---|---|---|
| № вимір. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ККД _i , % | | | | | |

7. Після розрахунку ККД сонячної батареї для кожного з п'яти замірів, розраховуємо середнє значення ККД фотоелектричної сонячної батареї:

$$\text{ККД}_{\text{ср}} = \frac{\text{ККД}_1 + \text{ККД}_2 + \text{ККД}_3 + \text{ККД}_4 + \text{ККД}_5}{5} ;$$

8. Знайдемо опір фотоелектричної сонячної батареї для кожного заміру по формулі:

$$R = \frac{U_{\text{фп}}}{I_{\text{фп}}}, \text{ Ом}$$

9. Після розрахуємо середнє значення опору фотоелектричної сонячної батареї:

$$R_{\text{ср}} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5}{5}, \text{ Ом}$$

10. Знайдемо потужність батареї, для кожного заміру по формулі:

$$P = U_{\text{фп}} \cdot I_{\text{фп}}, \text{ Вт}$$

Отримані величини порівнюємо з паспортною величиною потужності та зробимо відповідні висновки в кінці лабораторної роботи.

11. Розраховуємо економію сонячної батареї:

$$E_{\text{СК}} = k \cdot S_{\text{ф}} \cdot \text{ККД}_{\text{ср}}, \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}};$$

де $k = 1345 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}$ – сонячна постійна (спадаюча енергія на 1 м^2 , $S_{\text{ф}}$ – площа фотоелектричної панелі(колектору), $\text{ККД}_{\text{ср}}$ – середнє значення ККД.

12. Розраховуємо економію за рахунок сонячної енергії в грошовому еквіваленті:

$$S = E_{\text{СК}} \cdot z_{\text{еe}}, \frac{\text{грн}}{\text{рік}};$$

де $z_{\text{еe}}$ – комунальна вартість електроенергії у наступний час.

13. При вартості сонячної панелі потужністю 50 Вт / 12 В – 100 у.о., розраховуємо її термін окупності – $T_{\text{ок}}$:

$$T_{\text{ок}} = \frac{B}{S}, \text{ років}$$

де B – вартість устаткування експериментальної лабораторної батареї, грн.

14. За допомогою редактора Microsoft Excel будуємо графіки закономірності, для кожного значення (п'яти варіантів): ККД від опору, та ККД від потужності сонячної батареї.

Приклад графіку, залежності ККД від потужності та опору сонячної батареї.

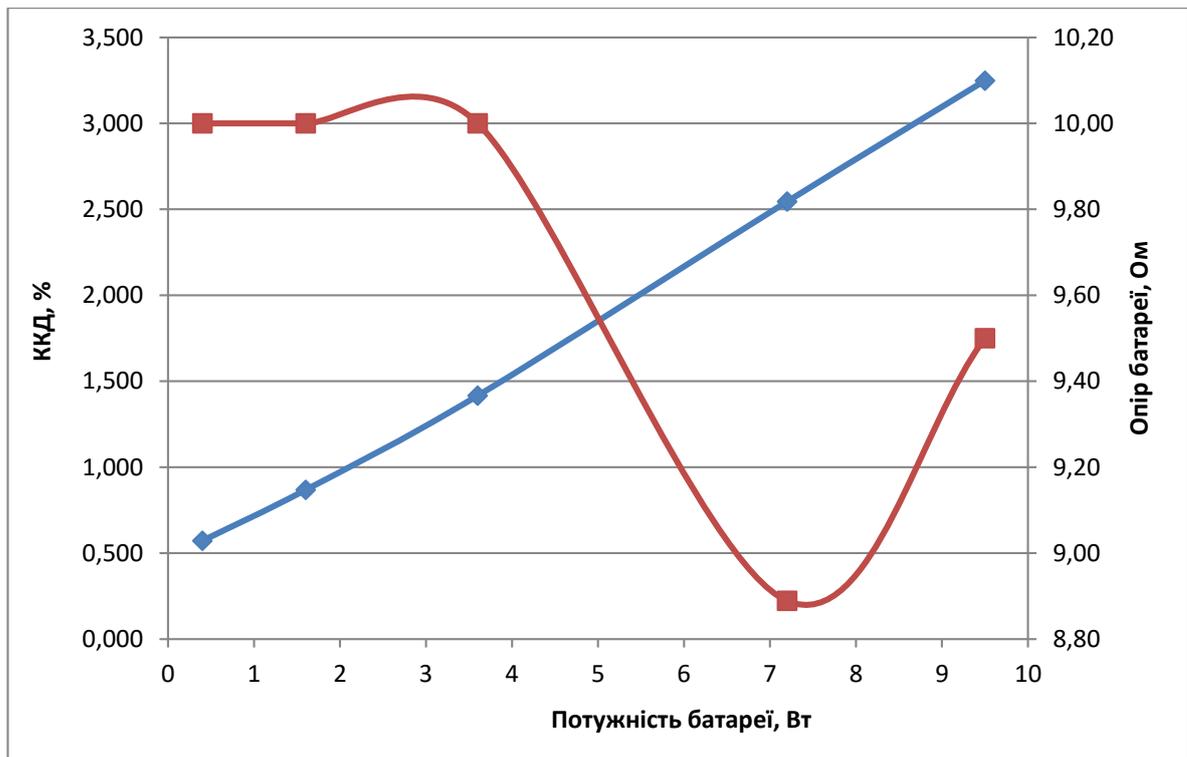


Рисунок 1.2 – Приклад залежності ККД та опору від потужності сонячної батареї

15. Формулюємо висновки за результатами виконаної експериментальної лабораторної роботи щодо доцільності використання системи сонячного електропостачання.