

## **ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СОНЯЧНОЇ КОМІРКИ ПРИ ОСВІТЛЕННІ ШТУЧНИМ ДЖЕРЕЛОМ СВІТЛА**

**Іванов Віктор, Дяденчук Альона**

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра  
Моторного, м. Мелітополь, Україна*

*У статті наведено методуку зняття вольт-амперної характеристики кремнієвої сонячної комірки при штучному освітленні. В якості джерела світла використано світлодіодну лампу. Експериментально отримано два параметри: струм короткого замикання та напругу холостого ходу. Теоретично розраховано та отримано експериментально за вольт-амперною характеристикою значення максимальної потужності. Проведено оцінку точності отриманих результатів. Подальші дослідження сонячних комірок будуть спрямовані на визначення зміни ВАХ від освітленості та температури.*

*Ключові слова: вольт-амперна характеристика, вольт-ватна характеристика, напруга холостого ходу, струм короткого замикання, точка максимальної потужності.*

### **Defining the parameters Solar panels in artificial light**

**V. Ivanov, A. Dyadenchuk**

*Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University, Melitopol, Ukraine*

*The article presents a method of removing the volt-ampere characteristic of a silicon solar cell under artificial lighting. An LED lamp is used as a light source. Two parameters were obtained experimentally: short-circuit current and no-load voltage. The values of maximum power are theoretically calculated and obtained experimentally by the current-voltage characteristic. The accuracy of the obtained results was evaluated. Further studies of solar cells will focus on determining changes in volt-ampere characteristics from light and temperature.*

*Key words: current-voltage characteristics, voltage-watt characteristics, open circuit voltage, short-circuit current, the point of maximum power.*

**Постановка проблеми.** Однією з перспективних галузей відновлюваної енергетики, яка наразі має значний енергетичний потенціал, є сонячна енергетика. Однак коефіцієнт перетворення падаючої сонячної енергії сучасних автономних фотоелектричних енергетичних установок

становить лише 5-10 %. Досягти збільшення ККД сонячної електростанції можна за допомогою сонячного трекеру – механізму, який протягом доби змінює кут нахилу сонячних елементів відносно сонця. Завдяки використанню двохосової системи слідування сонячна електростанція розвиває максимальну потужність незалежно від часу доби та пори року.

Основним компонентом сонячних електростанцій є сонячні елементи (СЕ), принцип роботи яких побудований на основі явища внутрішнього фотоефекту в напівпровідниках [1]. Ефективність СЕ залежить від наступних факторів: коефіцієнта корисної дії, якості комірок елементів і кліматичних умов.

ККД модулів значною мірою залежить від освітленості поверхні. Для вивчення впливу освітленості слід з'ясувати, яким чином впливає спектр на вольт-амперні характеристики сонячного елемента [2]. Аналізуючи вольт-амперну характеристику (ВАХ), згідно із закордонними та вітчизняними стандартами, можна визначити всі параметри сонячної комірки (СК), а саме струм короткого замикання  $I_{кз}$ , напруга холостого ходу  $U_{хх}$ , значення максимальної потужності  $P_{max}$ , коефіцієнт корисної дії.

Для ефективної роботи сонячної батареї необхідно проведення практичних випробувань і вимірювання електричних характеристик сонячних комірок, що входять до її складу. Так, наприклад, напруга холостого ходу окремого елемента може змінюватися при переході від одного елемента до іншого навіть в одній партії, тому при складанні сонячних панелей треба підбирати елементи з близькими значеннями напруги холостого ходу [3].

Таким чином, актуальним залишається питання дослідження вольт-амперних характеристик сонячних комірок.

**Метою статті** є зняття вольт-амперної характеристики сонячної комірки, експериментальне та теоретичне одержання характеристик фотоелектричного перетворювача.

**Виклад основного матеріалу (результатів) дослідження.** Для дослідження вольт-амперних характеристик СК використано експериментальну установку, схематичне зображення якої наведено на рис. 1.

В якості джерела світла використано лампу світлодіодну (12W 4100К). Робоча площа кремнієвої сонячної комірки становила  $4 \cdot 10^{-4}$  м.

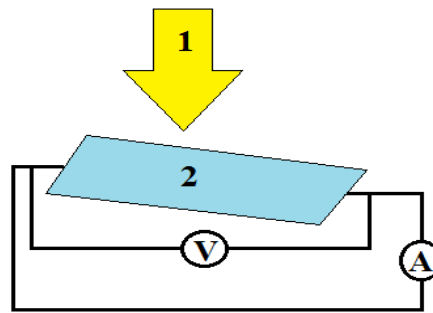


Рис. 1. Схематичне зображення установки для вимірювання вольт-амперних характеристик сонячної комірки: 1) штучне джерело світла; 2) фотоелектричний модуль; вимірювальні прилади.

Кремнієвий сонячний елемент є нелінійним елементом, тому описати законом Ома його не можна. Натомість для пояснення характеристик елемента були експериментально виміряні вольт-амперна характеристика (рис. 2) та вольт-ватна характеристика (ВВХ) (рис. 3).

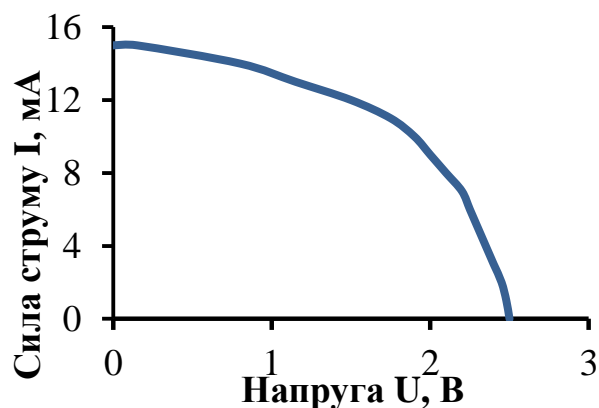


Рис. 2. Експериментально виміряна вольт-амперна характеристика сонячної комірки.

Експериментальним шляхом при штучному освітленні визначено два параметри:  $I_{кз}$  і  $U_{хх}$ . При цьому пікову потужність визначили з формули, наведеної в [4]:

$$P_{max} = 0,7 \cdot I_{кз} \cdot U_{хх}.$$

Положення точки максимальної потужності залежить від декількох параметрів – від освітленості модуля, температури, різномірності використовуваних модулів і т. д. Згідно з проведеними розрахунками максимальне значення потужності склало  $P_{max}=26,25$  мВт ( $U_{хх}=2,5$  В,  $I_{кз}=15$  мА). Дане значення відрізняється від отриманого з аналізу ВВХ (рис. 3), яке склало  $P'_{max}=19,25$  мВт ( $U_{max}=1,75$  В,  $I_{max}=11$  мА). Параметри сонячної комірки в реальних умовах виявляються нижче номінальних.

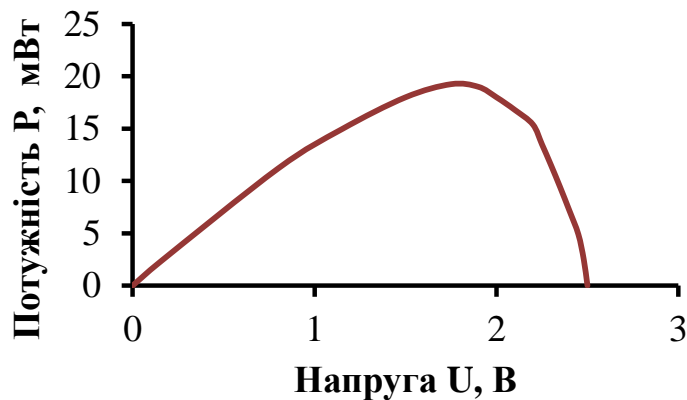


Рис. 3. Експериментально виміряна вольт-ватна характеристика досліджуваної сонячної комірки.

Точність отриманих результатів розрахуємо за формулою:

$$\frac{P'_{max}}{P_{max}} = \frac{19,25}{26,25} \cdot 100\% = 73\%.$$

Дана похибка пояснюється тим, що при розрахунку реальної потужності сонячної батареї, потрібно враховувати також джерела втрат енергії, в які входять зниження відпрацювання з ростом температури фотоелементів (7-12%), втрати в дротах (1%), інверторі (1,5-5%), втрати, пов'язані із затінюванням і забрудненням поверхні батареї (1-3%).

**Висновки та перспективи подальших пошуків у напрямі дослідження.** Експериментально досліджено параметри полікристалічного кремнієвого сонячного елемента. Отриманий струм короткого замикання становить  $I_{кз}=15$  мА, напруга холостого ходу –  $U_{хх}=2,5$  В. Теоретично розраховано максимальне значення потужності  $P_{max}=26,25$  мВт. Максимальна потужність за ВАХ склала  $P'_{max}=19,25$  мВт. Похибка отриманих значень становить 27%.

Наведена методика розрахунку параметрів сонячних батарей може бути використана як при виконанні науково-дослідних проєктів здобувачами вищої освіти, так і під час проведення лабораторних робіт із загального курсу фізики. У подальшому представляє інтерес безпосередньо виготовлення комірок СЕ на основі напівпровідникових гетероструктур та дослідження їх параметрів [5]. Оскільки напруга холостого ходу модуля мало залежить від освітленості, в той час як струм короткого замикання, а відповідно і робочий струм, прямо пропорційні освітленості, подальші дослідження сонячних батарей будуть спрямовані на визначення залежності параметрів СЕ від освітленості та температури.

#### Список літератури

1. Дубровська В. В., Шкляр В. І., Задвернюк В. В. Дослідження роботи фотоелектричного модуля : Метод. вказівки до виконання лабораторної роботи для студентів спеціальності «Теплоенергетика». Київ : НТУУ «КПІ», 2017. 32 с.
2. Вдовіченко К. В. Вплив оптичного випромінювання на вихідні характеристики сонячних елементів: атестаційна робота здобувача вищої освіти на другому (магістерському) рівні, спеціальність 153 Мікро- та наносистемна техніка. Харків : ХНУРЕ. 2019. 57 с.
3. Бессель В. В., Кучеров В. Г., Мингалеева Р. Д. Изучение солнечных фотоэлектрических элементов : Учебно-методическое пособие. М. : Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2016. 90 с.
4. Саврасов Ф. В. Исследование параметров сложной солнечной батареи при искусственном освещении. Доклады ТУСУР. 2012. № 2-1 (26). С. 74-77.
5. Дяденчук А. Ф., Кідалов В. В. Гетероструктури n-ZnO:Al/porous-CdTe/p-CdTe в якості фотоелектричних перетворювачів. Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології. 2017. Т. 15, № 3. С. 487-494.