

ОЦІНКА ПОТЕНЦІАЛУ ГЕТЕРОСТРУКТУРИ CuO/Si ДЛЯ СОНЯЧНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ

Карпиєнко О.В., здобувач вищої освіти СВО «Бакалавр»

Макаров А.С., здобувач вищої освіти СВО «Бакалавр»

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна

Забезпечення стійкості та ефективності сільського господарства потребує не лише новітніх технологій, а й інтеграції енергетичних інновацій, які сприяють оптимізації виробництва та збільшенню врожайності. Розуміння, що енергетика та сільське господарство є взаємопов'язаними галузями, відкриває шлях до впровадження технологій, спрямованих на підвищення продуктивності та стійкості агропромислових процесів. Використання сонячних панелей для генерації електроенергії дозволяє зменшити залежність від традиційних джерел енергії, знижує витрати на електроенергію та сприяє зменшенню викидів шкідливих речовин в атмосферу [1-2]. Крім того, сонячні системи можуть бути використані для забезпечення енергією автоматизованих систем поливу, освітлення та контролю клімату в теплицях, що підвищує продуктивність та якість вирощуваних культур. Наразі широкого застосування набули кремнієві сонячні панелі з ККД ~15%, однак і надалі продовжуються дослідження нових фотовольтаїчних матеріалів для підвищення їх ефективності.

Високий ККД у порівнянні з кремнієвими панелями може мати гетероструктура CuO/Si, оскільки оксид міді CuO володіє хорошими фотоелектричними властивостями та високою поглинальною здатністю світла в широкому діапазоні довжин хвиль, а кристалічна структура Si дозволяє ефективно захоплювати та перетворювати фотони в електричний струм [3]. Такі гетероструктури можуть бути ефективними у використанні сонячної енергії та мати перспективи для покращення продуктивності сонячних панелей.

Метою статті є дослідження фотовольтаїчних характеристик сонячних елементів на основі гетероструктури CuO/Si задля оцінки її потенціалу для використання в сонячних енергетичних системах.

Моделювання та аналіз характеристик фотоперетворювачів сонячних елементів CuO/Si відбувалося за допомогою популярного інструменту – програми PC1D (Personal Computer One Dimensional) [4]. Дана програма дозволяє врахувати різноманітні параметри матеріалів, геометрію структури та умови роботи, що дозволяє прогнозувати ефективність та оптимізувати дизайн сонячних елементів без необхідності фізичного виготовлення та тестування прототипів [5].

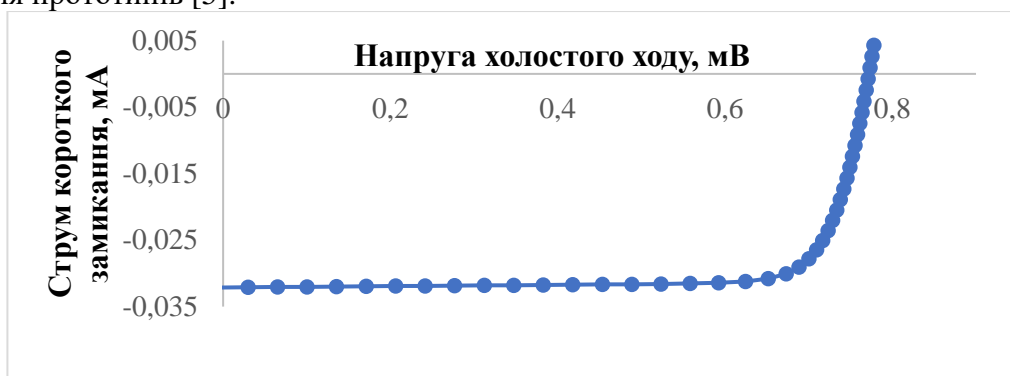


Рис. 1. Вольт-амперна характеристика фотоперетворювача CuO/Si

За отриманими даними теоретично розрахований ККД фотоперетворювача CuO/Si становить 20,2%.

Оптимальна товщина плівки може бути ключовим фактором для досягнення

максимальної ефективності сонячного елемента. Зменшення або збільшення товщини плівки може призвести до зниження ефективності через збільшення рекомбінації носіїв заряду, недостатнє поглинання світла або збільшення опору шару. Таким чином, оптимізація товщини плівки є важливим кроком у розробці сонячних елементів з високою ефективністю [6]. В таблиці 1 наведено значення фотовольтаїчних параметрів структури CuO/Si при різних значеннях товщини плівки CuO.

Таблиця 1.

Значення фотовольтаїчних параметрів структури CuO/Si при різних значеннях товщини плівки CuO

Параметр	Значення										
	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1
Товщина, мкм	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1
Сила струму, мА	30,3	30,6	30,8	31,0	31,2	31,4	31,6	31,7	31,9	32,1	32,2
Напруга, мВ	798,3	792,9	788,6	785,3	782,6	780,0	778	776,2	774,5	773,0	771,5
ККД, %	20,1	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,1	20,1	20,2	20,2	20,2

Оптимальна товщина плівки CuO лежить в межах 1,7-1,9 мкм, ефективність становить 20,2%. Таким чином, товщина плівки CuO може впливати на оптичні характеристики, такі як пропускання світла, поглинання та розсіювання. Оптимальна товщина може забезпечити максимальний захват світла та мінімальні втрати, оптимальне розподілення електронів та зменшити рекомбінацію, найкращу взаємодію з іншими шарами структури.

Таким чином, у результаті моделювання та аналізу фотоперетворювачів сонячних елементів CuO/Si за допомогою програми PC1D, було теоретично розраховано коефіцієнт конверсії енергії сонячного випромінювання на рівні 20,2%. Виявлено, що оптимальна товщина плівки CuO для досягнення максимальної ефективності становить 1,7-1,9 мкм, де ефективність складає 20,2%. Ці результати свідчать про важливість оптимізації товщини плівки для забезпечення оптимальних оптичних та електронних характеристик, що впливають на загальну ефективність сонячного елемента.

Список використаних джерел.

1. Шкурко Є. Л., Безклубна Н. Л. (2023). Екологічна стійкість портової інфраструктури: впровадження зелених технологій та енергоефективних рішень. *Вчені записки*. 2023. Т. 34 (73), № 5. С. 391-399.
2. Кизима, М. Енергоефективність. Формування культури споживання електроенергії. *Збірник тез науково-практичної конференції ВСП Немішаївський фаховий коледж НУБіП України (електронне видання)(Немішаєве, 15 березня 2023 р.)*. 2023. С. 138-142.
3. Dyadenchuk A., Domina N., Oleksenko R. Simulation of Solar Element Characteristics Based on Porous Silicon. In *2022 IEEE 4th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES)*. 2022. Pp. 1-4.
4. Honsberg C. B., Bowden S. G. Photovoltaics Education Website. 2019. URL: www.pveducation.org. (accessed 02.14.2024).
5. Dyadenchuk A. F., Oleksenko R. I. Simulation photoconverters of porous-Si/Si with different anti-reflective coatings. *International Journal of Mathematics and Physics*. 2023. V. 14(2). Pp. 89-94.
6. Singh Bhim, Vivek Gupta. Modelling and simulation of silicon solar cells using PC1D. *Materials Today: Proceedings*. 2022. V. 54. Pp. 810-813.

Науковий керівник: Дяденчук А.Ф., к.т.н., доц.