

АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ СОНЯЧНИХ БАТАРЕЙ

О.А. Стрельцов, А.О. Шкарупа

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: oleksandr.streltsov@nure.ua, alona.shkarupa@nure.ua

Анотація: У даній статті проведено аналіз особливостей сонячних панелей: монокристалічних, полікристалічних та тонкоплівкових. В роботі розглянуто їх будову та матеріали. В результаті проведеного огляду, виявлені плюси та мінуси сонячних батарей.

Ключові слова: особливості, аналіз, сонячні батареї, сонячні панелі, кремній.

ANALYSIS OF FEATURES OF SOLAR BATTERIES

S. Streltsov, A. Shkarupa

Kharkiv Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av, 14

E-mail: oleksandr.streltsov@nure.ua, alona.shkarupa@nure.ua

Abstract: This article analyzes features of solar panels: monocrystalline, polycrystalline and thin-film. The paper considers their structure and materials. As result of inspection, pros and cons of solar panels were identified.

Key words: features, analysis, solar cells, solar panels, silicon.

На сьогодні наряду з найперспективнішим hi-tech [1-5], що включає і робототехніку, й електроніку, і багато іншого, розвивається та набуває актуальності альтернативна енергетика, бо навколишнє середовище під загрозою. Кількість вуглекислого газу в атмосфері зростає, та якщо ми серйозно хочемо уникнути найгірших змін клімату, надзвичайно важливо швидко скоротити викиди вуглецю. Для цього ідеально підходять сонячні панелі. Хоча сонячні батареї дійсно мають вуглецевий слід, він значно менший, ніж інші методи виробництва енергії. Сонячні панелі використовують фотоелементи для захоплення енергії сонця.

Сонячна енергетика може здатися дивною або футуристичною, але це вже досить звична справа, наприклад, кварцовий годинник або кишеньковий калькулятор із сонячною енергією. Або, як приклад, у багатьох людей в саду є ліхтарі на сонячних батареях. Космічні кораблі та супутники також зазвичай мають сонячні панелі. Американське космічне агентство NASA навіть розробило літак на сонячних батареях. Оскільки глобальне потепління продовжує загрожувати навколишньому середовищу, майже немає сумнівів у тому, що сонячна енергія стане ще більш важливою формою відновлюваної енергії в майбутньому [6].

Сонячна батарея – це електронний пристрій, який вловлює сонячне світло та перетворює його безпосередньо в електрику. Він розміром із долоню дорослої людини, має восьмикутну форму та забарвлений у синювато-чорний колір (рис. 1).

Сонячні батареї часто об'єднують разом, щоб створити більші блоки, які називаються сонячними модулями, а самі з'єднані в ще більші блоки, відомі як сонячні батареї (чорні або блакитні плити, які ви бачите на будинках людей – як правило, з кількома сотнями окремих сонячних елементів на дах) або нарізані на мікросхеми (для забезпечення живлення невеликих гаджетів, таких як кишенькові калькулятори та цифрові годинники) [6].

Так само, як елементи батареї, елементи сонячної батареї призначені для виробництва електроенергії; але там, де елементи батареї виробляють електроенергію з хімічних речовин, елементи сонячної панелі виробляють електроенергію, уловлюючи сонячне світло. Їх іноді

називають фотоелектричними (PV) елементами, оскільки вони використовують сонячне світло [7].

Робота сонячної панелі полягає в тому, щоб об'єднати енергію, вироблену багатьма комітками, для створення корисної кількості електричного струму та напруги. Практично всі сучасні сонячні батареї виготовляються зі шматочків кремнію.



Рисунок 1 – Приклад сонячних батарей

Сонячні панелі складаються з ряду шарів, як правило, зі скла, потім захисного шару та переднього контактного шару, що покриває окремі сонячні елементи, включені послідовно. Під ними є металеві задні контакти, які проводять електрику та ламіновані для водонепроникності клітин та ізоляції від надлишку тепла. Нарешті, є захисний задній шар зі скла, металу або пластику [8].

Існує три типи сонячних панелей: монокристалічні, полікристалічні та тонкоплівкові (рис. 2).

Монокристалічні сонячні панелі високоефективні та мають елегантний дизайн, але мають вищу ціну, ніж інші сонячні панелі.

Полікристалічні сонячні панелі дешевші, ніж монокристалічні панелі, однак вони менш ефективні та не такі естетичні.

Тонкоплівкові сонячні панелі є найдешевшими, але мають найнижчий рейтинг ефективності та вимагають багато місця для задоволення ваших потреб в енергії.

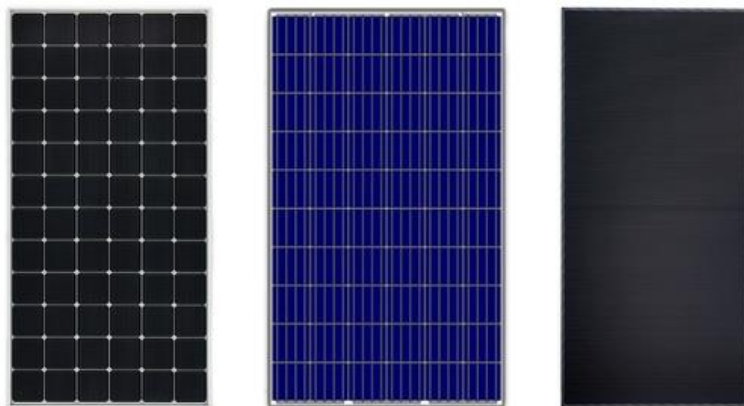


Рисунок 2 – Типи сонячних панелей

Далі детально розглянемо як працює сонячна панель.

Сонячна батарея складається з шару кремнію р-типу, розміщеного поруч із шаром кремнію n-типу (рис. 3). У шарі n-типу є надлишок електронів, а в шарі р-типу – надлишок позитивно заряджених дірок (які є вакансією через відсутність валентних електронів). Поруч із з'єднанням двох шарів електрони з одного боку з'єднання (шар n-типу) переміщуються в дірки з іншого боку з'єднання (шар р-типу). Це створює область навколо переходу, яка називається зоною виснаження, у якій електрони заповнюють дірки [8, 9].

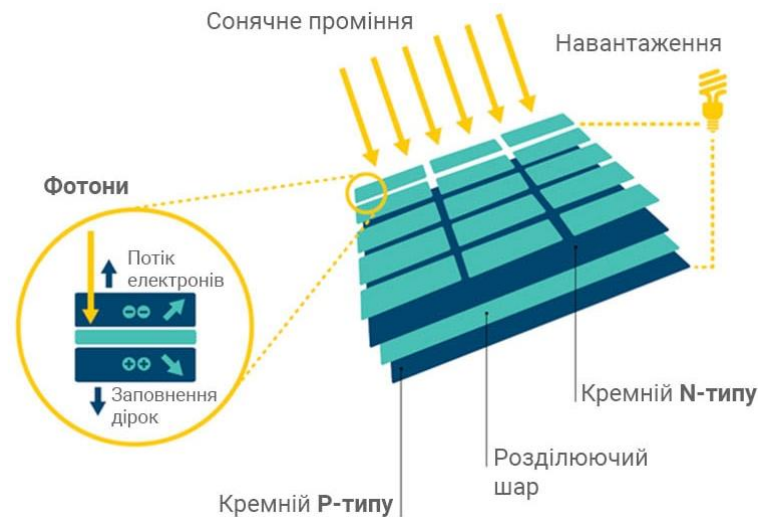


Рисунок 3 – Схематичне зображення сонячної батареї, що показує шари n-типу та р-типу

Коли всі дірки заповнюються електронами в зоні виснаження, сторона р-типу зони виснаження (де спочатку були присутні дірки) тепер містить негативно заряджені іони, а сторона n-типу зони виснаження (де присутні електрони) тепер містить позитивно заряджені іони. Присутність цих протилежно заряджених іонів створює внутрішнє електричне поле, яке перешкоджає електронам у шарі n-типу заповнювати дірки в шарі р-типу [9].

Коли сонячне світло потрапляє на сонячний елемент, електрони в кремнії викидаються, що призводить до утворення «дірок» – вакансій, залишених електронами, що витікають. Якщо це станеться в електричному полі, поле перемістить електрони до шару n-типу, а дірки – до шару р-типу. Якщо ви з'єднаєте шари n-типу та р-типу металевим дротом, електрони рухатимуться від шару n-типу до шару р-типу, перетинаючи зону виснаження, а потім проходять через зовнішній дріт позаду n-типу шару, що створює потік електрики [9].

Як було вище розглянуто, сонячні батареї виготовляють із кремнію.

Кристалічний кремній є найпоширенішим матеріалом, який використовується в сонячних елементах. Термін служби кристалічних кремнієвих елементів становить понад 25 років без погіршення, що робить їх ідеальними для промислового виробництва сонячної енергії. Він забезпечує ефективність перетворення енергії до 22 %, що є найвищим серед усіх панелей, що випускаються масово [10-14].

Щоб ще більше підвищити ефективність шляхом зменшення відбитого світла, кристалічний кремній покривають такими хімічними речовинами, як нітрид кремнію або діоксид титану. Аморфний кремній – це кремній без кристалічної структури. Він використовується для створення тонкоплівкової сонячної батареї та зазвичай зустрічається в менших сонячних панелях, таких як на калькуляторах або для живлення приватних будинків.

Комірки виготовляються шляхом нанесення кремнію з парової фази у вигляді дуже тонкої плівки (приблизно 1 мкм) на металеву або скляну раму [15-17]. Сонячні панелі з аморфного кремнію досягають ефективності лише близько 7 % через деградацію матеріалу під час першого впливу сонячних променів [14].

В ході проведеного аналізу виявлені плюси і мінуси сонячних батарей. До плюсів віднесемо:

1. Відновлюване джерело енергії. Серед усіх переваг сонячних панелей найважливішим є те, що сонячна енергія є справді відновлюваним джерелом енергії. Його можна використовувати в усіх регіонах світу, і він доступний щодня. Ми не можемо залишитися без сонячної енергії, на відміну від деяких інших джерел енергії.

Сонячна енергія буде доступною до тих пір, поки у нас є сонце, тому сонячне світло буде доступним для нас щонайменше 5 мільярдів років, коли, за словами вчених, сонце помре.

2. Зменшує рахунки за електроенергію. Оскільки ви задовольнятимете частину своїх потреб в енергії за рахунок електроенергії, яку виробляє ваша сонячна система, ваші рахунки за електроенергію зменшаться. Скільки ви заощадите на рахунку, залежатиме від розміру сонячної системи та споживання електроенергії чи тепла.

Наприклад, якщо ваш бізнес використовує комерційні сонячні панелі, цей комутатор може мати величезні переваги, оскільки великий розмір системи може покрити великі частини ваших рахунків за електроенергію.

3. Різноманітність бо сонячну енергію можна використовувати для різних цілей, наприклад, можна виробляти електроенергію або тепло (сонячна теплова енергія). Сонячну енергію можна використовувати для виробництва електроенергії в районах без доступу до енергетичної мережі, для дистиляції води в регіонах з обмеженими запасами чистої води та для живлення супутників у космосі. Сонячну енергію також можна інтегрувати в матеріали, що використовуються для будівель.

4. Низькі витрати на технічне обслуговування бо система сонячної енергії, як правило, не вимагає багато обслуговування. Сонячні батареї потрібно тримати чистими, тому необхідно пару разів на рік проводити чистку.

Крім того, оскільки немає рухомих частин, то немає зносу. Зазвичай інвертор є єдиною частиною, яку потрібно міняти через 5-10 років, оскільки він постійно працює над перетворенням сонячної енергії в електрику та тепло. А взагалі-то, більшість надійних виробників сонячних панелей дають гарантію 20-25 років. Окрім інвертора, кабелі також потребують обслуговування, щоб забезпечити максимальну ефективність роботи вашої сонячної енергетичної системи.

Таким чином, після покриття початкової вартості сонячної системи, можна розраховувати на дуже невеликі витрати на обслуговування та ремонтні роботи.

5. Розвиток технологій в галузі сонячної енергетики постійно вдосконалюються, і вдосконалення будуть інтенсивнішими в майбутньому. Інновації в квантовій фізиці та нанотехнологіях потенційно можуть підвищити ефективність сонячних панелей і подвоїти або навіть потроїти електричне споживання сонячних енергосистем.

До мінусів сонячних батарей можна віднести:

1. Сонячні батареї дорогі оскільки початкова вартість придбання сонячної системи досить висока; в ціну включається оплата сонячних панелей, інвертора, акумуляторів, електропроводки та монтажу.

2. Сонячні батареї залежать від погоди, хоча сонячну енергію все ще можна збирати в хмарні та дощові дні, ефективність сонячної системи падає. Сонячні панелі залежать від сонячного світла для ефективного збору сонячної енергії. Тому кілька похмурих дощових днів можуть мати помітний вплив на енергетичну систему. Слід також враховувати, що сонячну енергію не можна збирати вночі.

3. Сонячні батареї займають багато місця. Чим більше електроенергії необхідно виробляти, тим більше сонячних панелей знадобиться, оскільки треба зібрати якомога більше сонячного світла. Сонячні фотоелектричні панелі вимагають багато місця, а деякі дахи недостатньо великі, щоб вмістити ту кількість сонячних панелей, яку необхідно мати.

4. Встановлення сонячних батарей може бути складним

Встановлення сонячних панелей – справа непроста. Швидше за все, для встановлення панелей вам знадобиться послуга інсталятора або підрядника. Є також кілька перешкод, через які вам доведеться пройти, щоб отримати міські або місцеві дозволи та підключити вашу систему до енергетичної мережі.

Орієнтація сонячних панелей здійснюється за допомогою приладів, при цьому враховуючи, що «півкуля» опромінюється з південного напрямку. Найчастіше, розміщують сонячну батарею перпендикулярно південній стороні під кутом до горизонту, яка встановлюється для роботи круглий рік, або змінюється зі зміною сезонів.

Таким чином, у даній статті проведено аналіз особливостей сонячних батарей. До головної особливості належить те, що сонячна енергія є безкоштовна та невичерпна. Друга головна особливість – сонячні батареї зовсім нешкідливі як для природи, так і для людей. В роботі розглянуто три основних типи панелей: монокристалічні, полікристалічні та тонко плівкові; їх будову та матеріали, в результаті виявлено плюси та мінуси сонячних батарей. Також прийшли до висновку, що марка сонячних панелей та обраний монтажник набагато важливіші, ніж тип сонячної панелі, яку планується встановити.

ЛІТЕРАТУРА

1. Sotnik, S. Modern Integrated Software Development Environments / S. Sotnik, V. Lyashenko, T. Schakurova // *International Journal of Academic and Applied Research (IJAAR)*. – Vol. 5, Issue 10. – 2021. – P. 157-161.
2. Sotnik, S; Prospects for Introduction of Robotics in Service / S. Sotnik, V. Lyashenko // *International Journal of Academic Engineering Research (IJAER)*. – Vol. 6(5). – 2022. – P. 4-9.
3. Sotnik, S. Overview of Modern Accelerometers / S. Sotnik, V. Lyashenko // *International Journal of Engineering and Information Systems (IJEAIS)*. – Vol. 6(1). – 2022. – P. 57-64.
4. Sotnik, S. Agricultural Robotic Platforms / S. Sotnik, V. Lyashenko // *International Journal of Academic Engineering Research (IJEAIS)*. – Vol. 6(4). – 2022. – P. 14-21.
5. Sotnik, S. Modern Industrial Robotics Industry / S. Sotnik, V. Lyashenko // *International Journal of Academic Engineering Research (IJAER)*. – 2022. – Vol. 6(1). – P. 37-46
6. Kumar, M. Integration of silicon nanowires in solar cell structure for efficiency enhancement: A review. / M. Kumar, P. Kale // *Journal of Materiomics* – 2019 – 34-48 p.
7. Stephen. F. Solar cell device physics. / F. Stephen // Elsevier, – 2012.
8. Laurentiu, F. Advanced solar cell materials, technology, modeling, and simulation. / F. Laurentiu // IGI Global, – 2012.
9. Santhi, D. Recent developments and future advancements in solar panels technology. / D. Santhi // *Journal of Physics: Conference Series*. Vol. 1495. No. 1. IOP Publishing, 2020.
10. Dewalque, F. Mechanical behaviour of tape springs used in the deployment of reflectors around a solar panel. / F. Dewalque, C. Jean-Paul, B. Olivier // *Acta Astronautica*. – 2016 – 271 - 282 p.
11. Kabir, E. Solar energy: Potential and future prospects. / E. Kabir // *Renewable and Sustainable Energy Reviews* – 2018 – 894-900 p.
12. Kumar, S. Solar powered water pumping systems for irrigation: A comprehensive review on developments and prospects towards a green energy approach. / S. Kumar // *Materials Today: Proceedings* – 2020 – 303-307 p.
13. Jabeen, M. Socio-economic prospects of solar technology utilization in Abbottabad, Pakistan / M. Jabeen // *Renewable and Sustainable Energy Reviews* – 2014 – 1164-1172 p.
14. Mekhilef, S. Solar energy in Malaysia: Current state and prospects. / S. Mekhilef // *Renewable and Sustainable Energy Reviews* – 2012 – 386-396 p.
15. Thomas, I. The Pros and cons of solar power. / I. Thomas // The Rosen Publishing Group, Inc – 2007.

16. Kádár, P. Pros and cons of the renewable energy application. / P. Kádár // Acta Polytechnica Hungarica – 2014 – 211-224 p.
17. Subramanian, R. The current status of roadways solar power technology: a review. / R. Subramanian // Environmental Sustainability in Transportation Infrastructure – 2015 – 177-187 p.