

ДОСЛІДЖЕННЯ МОНОКРИСТАЛІЧНИХ ТА ПОЛІКРИСТАЛІЧНИХ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ ДЛЯ ЖИВЛЕННЯ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація.

В даній роботі проводиться дослідження полікристалічних та монокристалічних сонячних панелей. Було проаналізовано, які види сонячних панелей існують. Визначено переваги та недоліки при використанні. Було розглянуто принцип роботи сонячних панелей, полікристалічні та монокристалічні панелі та їх порівняння, показані фото будови сонячних панелей, як працюють сонячні панелі взимку.

Ключові слова: сонячна панель, полікристал, монокристал, фотоефект.

Abstract.

In this work, a study of polycrystal and monocrystal solar panels is carried out. It was analyzed what types of solar cells are there. Advantages and disadvantages of use are determined. The principle of operation of solar panels, polycrystalline and monocrystalline panels and their comparison were considered, photos of the structure of solar panels were shown, how solar panels work in winter.

Keywords: solar panel, polycrystal, monocrystal, photo effect.

Вступ

Починаючи з середини ХІХ століття, люди розуміли, що світло може бути перетворене на електричну енергію, але лише через століття вченим вдалося перетворити цю теорію на практику зі створенням перших фотоелектричних кремнієвих панелей. Сонячна енергія стає все більш важливим джерелом електроенергії для побутових, комерційних та промислових потреб, забезпечуючи ефективно та екологічно чисте виробництво електрики. Сучасні сонячні панелі, які працюють як надійні джерела електроенергії, використовуються для заряджання пристроїв, освітлення будинків, живлення побутової техніки та транспортних засобів. Існує два основних типи сонячних панелей: монокристалічні та полікристалічні. [1]

Розуміння будови та принципів роботи сонячних панелей є ключовим для розвитку та впровадження нових технологій у цій сфері. Дослідження конструкцій сонячних панелей сприяє вдосконаленню їхньої ефективності, зниженню вартості виробництва та підвищенню їхньої доступності для широкого кола споживачів. [2] Таким чином, вивчення побудови сонячних панелей відіграє важливу роль у впровадженні стійких та енергоефективних технологій, спрямованих на забезпечення сталого розвитку нашого суспільства.

Результати дослідження

Фотоелектричні модулі, незалежно від внутрішньої конструкції, складаються з фотоелементів. Фотоелементи будуються на двошаровій структурі кремнію або іншого напівпровідника, матеріалу, який може проводити струм при певних умовах. Один шар має негативний заряд, а інший – позитивний. Під дією світла на фотоелементи відбувається переміщення електронів, що призводить до генерації електричного струму. Схемотехнічно, поперчний переріз фотоелементу наведений на рис. 1. Більшість вироблених кремнієвих фотоелементів є монокристалічними або полікристалічними. [3]

Сировиною для виробництва технічного кремнію високої чистоти є кварцовий пісок певних порід, який піддається процесу плавлення при високих температурах та синтезу з додаванням хімічних речовин для очищення кремнію від домішок. Для виготовлення сонячних елементів кремній має масовий вміст не менше 99,9%. Існують два види кремнію, які використовуються для виробництва обладнання для отримання енергії: мультикристалічний та монокристалічний. [3]

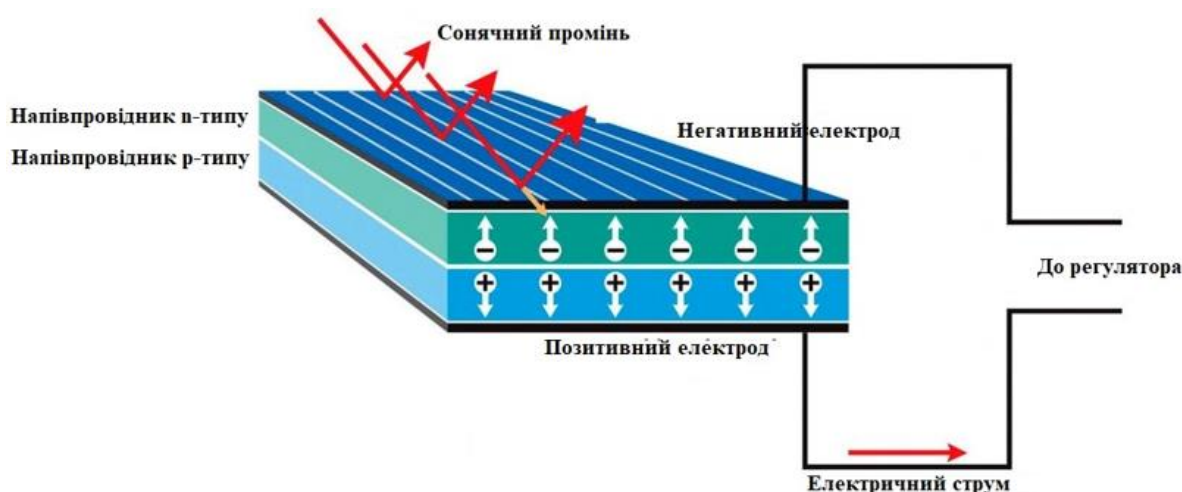


Рис. 1. Поперечний переріз фотоелементу

Монокристалічну сировину отримують шляхом вирощування злитків у спеціальних печах при постійному обертанні. Для виробництва мультикристалічного кремнію кристали твердіють після процесу хімічного осадження пари, а їх орієнтація є довільною.

Монокристалічний матеріал має злитки круглої форми, які після механічної обробки нарізають на тонкі пластини за допомогою алмазних пил. Пластини мульти- і монокристалічного кремнію використовуються як основа для створення сонячних батарей, які сполучаються за допомогою провідників. [4]

Сполучені модулі утворюють сонячний або фотоелектричний модуль, який може бути підключений послідовно для збільшення напруги або паралельно для збільшення сили струму. Ця конфігурація дозволяє отримувати певні електричні параметри модуля, що можуть живити акумулятори або прилади напряму.

Проведемо аналіз сонячних панелей на основі цих двох типів фотоелементів, які зображені на рис. 2.

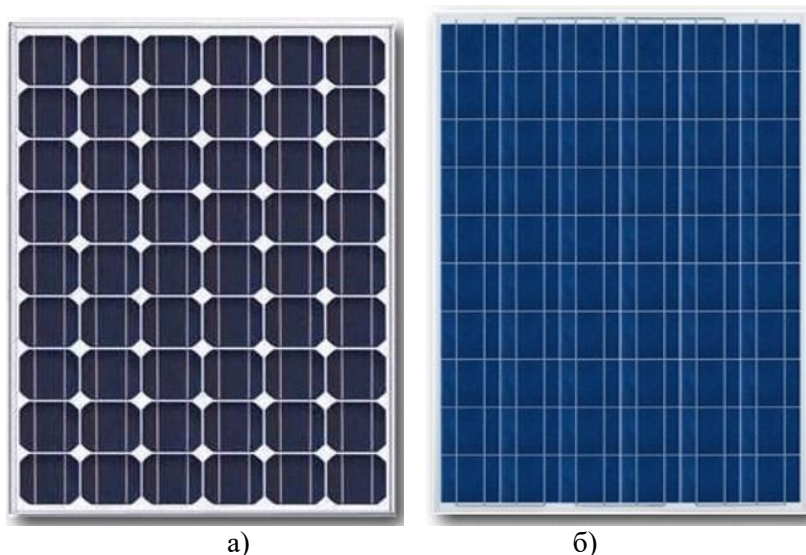


Рис. 2. Монокристалічна (а) та полікристалічна (б) сонячна панель

При порівнянні монокристалічних та полікристалічних сонячних панелей, основними критеріями є температурний коефіцієнт, вартість, деградація під час експлуатації, фоточутливість.

Температурний коефіцієнт: Коли сонячне світло потрапляє на поверхню панелі, вона нагрівається, що може призвести до зниження її продуктивності. Монокристалічні панелі, які зазвичай темнішого кольору, сильніше нагріваються, тому полікристалічні панелі можуть бути менш чутливими до високих температур. [5]

Деградація під час експлуатації LID: Монокристалічні панелі зазвичай мають меншу деградацію під час експлуатації, порівняно з полікристалічними. Це означає, що їхня продуктивність знижується повільніше з часом.

Вартість: Монокристалічні панелі зазвичай дорожчі, ніж полікристалічні, але вони можуть бути ефективнішими у довгостроковій перспективі.

Фоточутливість: Полікристалічні панелі можуть бути ефективнішими в умовах похмурої погоди, оскільки вони краще захоплюють «блакитне світло», а монокристалічні панелі активніше використовують пряме сонячне світло. [6]

Сумарне вироблення на рік: Монокристалічні панелі можуть мати більше сумарне вироблення енергії за рік, особливо в умовах достатньої сонячної радіації. [7]

При виборі між монокристалічними та полікристалічними сонячними панелями залежно від конкретних умов та вимог необхідно враховувати вищенаведені критерії. Але, однозначної відповіді, які краще, немає.

В результаті аналізу, було встановлено:

- у монокристалічних чистіша сировина, а значить, вони довше прослужать і у них вища продуктивність;
- монокристалічні видають однакову потужність, але з меншою площею;
- у монокристалічних менший відсоток деградації після тривалого терміну експлуатації;
- полікристалічні показують найкращий результат у похмурі дні і менше втрачають потужності за критично високих температур.

На перший погляд, найкращим варіантом здаються монокристалічні сонячні панелі. Але не можна не врахувати такий фактор, як ціна. Полікристалічні можуть бути дешевшими до 15-20%, що є суттєвою різницею, якщо ви купуєте відразу 10 або більше панелей.

Крім того, незважаючи на те, що полікристалічні виготовляються з вторинної переробленої сировини, вони не сильно поступаються деградацією (всього 2-3%) і сумарною ефективністю. На противагу монокристалічним панелям доведено, що при низькій освітленості полікристалічні краще працюють, тобто вироблення вище. Тому варто виходити із фінансових можливостей, тому що в окремих випадках цей фактор є визначальним.

Висновки

Таким чином, монокристалічні сонячні батареї вирізняються найвищою ефективністю фотоелектричного перетворення серед комерційно доступних модулів, завдяки використанню максимально чистого вихідного матеріалу - монокристалічного кремнію.

Полікристалічні сонячні батареї є більш доступними за ціною, оскільки використовують менш дорогий вихідний матеріал - мультикристалічні пластини. Проте їхня ефективність трохи нижча. Вони ефективно працюють у випадках, коли не потрібно максимально використовувати потужність з установленної площі панелей, а також у місцях з стабільним освітленням.

Монокристалічні панелі мають як переваги, так і недоліки. До переваг цього типу панелей можна віднести наступне:

- високі робочі показники, завдяки високому ступеню очищення кремнію;
- великий рівень продуктивності, що досягає 18-23%, що забезпечує популярність серед користувачів;
- здатність до забезпечення високої продуктивності в умовах недостатнього освітлення та значної хмарності;
- компактність, забезпечуючи високу продуктивність при малій площі встановлення;
- довгий термін служби, який може складати від 25 до 30 років.

Однак основним недоліком монокристалічних панелей є їхня вартість, яка значно вища, ніж у полікристалічних. Тому їх установка вимагає значних вкладень.

На відміну від монокристалічних, полікристалічні сонячні панелі вирізняються доступною вартістю, оскільки виробництво використовує абсолютно невитратний метод.

Проте вони мають кілька недоліків:

- низька продуктивність, яка становить 14-18% через низький рівень чистоти кремнію;
- потребують більше простору для встановлення, оскільки їхній низький рівень продуктивності вимагає більше панелей;
- чутливість до перепадів температури, що може вплинути на їхній термін експлуатації через хіміко-фізичні реакції, що відбуваються при досягненні певного порогу температурного режиму.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Kumar M., Kale P. Integration of silicon nanowires in solar cell structure for efficiency enhancement. *Journal of Materiomics*. 2019. 34-48 p.
2. Monocrystalline Solar Panels [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.sharp.eu/solar-energy/learn-about-solar-panels/monocrystalline-solar-panels>
3. Comprehensive Guide to Monocrystalline Solar Panel [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://chintglobal.com/blog/monocrystalline-solar-panel/>
4. Sugianto Sugianto. Comparative Analysis of Solar Cell Efficiency between Monocrystalline and Polycrystalline. *INTEK Jurnal Penelitian*. 2020. Volume 7 (2): 92-100 p. Doi:10.31963/intek.v7i2.2625
5. Santhi, D. Recent developments and future advancements in solar panels technology. *Journal of Physics: Conference Series*. Vol. 1495. N1. IOP Publishing. 2020. 124-136 p.
6. Nallapaneni M. K., Shauhrat S. C., Kirsten A.V., Hamsa A., Shima V., Uzoma E. M. Solar PV module technologies. *Photovoltaic Solar Energy Conversion*. Academic press. 2020. 51-78 p. Doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819610-6.00003-X>
7. Monocrystalline vs Polycrystalline Solar Panels [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://ases.org/monocrystalline-vs-polycrystalline-solar-panels/>

Прутула Максим Олександрович – к.т.н., старший викладач кафедри інформаційних радіоелектронних технологій і систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: pritulamo@ukr.net

Загребельний Максим Олегович - студент групи ТКР-22б, факультет інформаційних електронних систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: makslaym1904@gmail.com

Prytula Maksym Oleksandrovysh - Ph.D., Senior Lecturer of the Department of Information Radioelectronic Technologies and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: pritulamo@ukr.net

Zahrebelnyi Maksym Olegovych - student group TKR-22b, Faculty of Information Electronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: makslaym1904@gmail.com