

# СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗНОВИДНОСТЕЙ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Гурский С. В.

Чигирь Г. Г. – канд.техн.наук, доцент

Рассмотрены основные виды солнечных элементов. Проведено детальное рассмотрение каждого типа. Произведен сравнительный анализ основных преимуществ и недостатков существующих солнечных преобразователей.

Солнце обеспечивает Землю огромным количеством энергии, которое многократно превышает потребности человечества. Оно может обеспечить растущие потребности в энергии в течение многих сотен лет. Общее количество солнечной энергии, поступающей на Землю в течение часа, превышает количество потребляемой человечеством энергии в течение года. Согласно прогнозам, в XXI веке развитие солнечной энергетики будет оставаться основным среди всех альтернативных источников. По оценкам к концу XXI века солнечная энергетика должна стать доминирующим источником энергии с долей, достигающей 60 % [1]. Для обеспечения высоких темпов роста развития солнечной энергетики важно знать, какие типы солнечных преобразователей являются наиболее перспективными, для чего следует провести их сравнительный анализ.

Все солнечные элементы (СЭ) в зависимости от технологии их производства, а также используемого при изготовлении материала делятся группы, представленные на рисунке 1 [2].

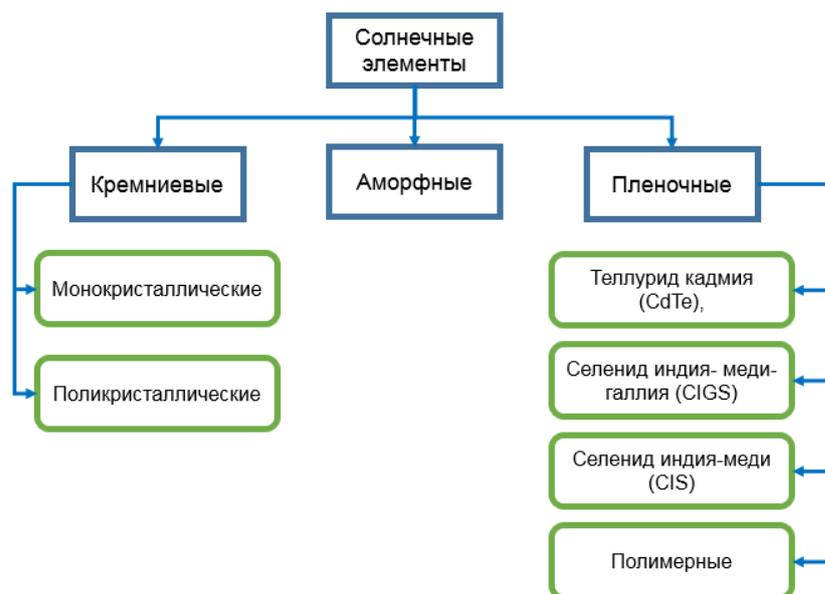


Рисунок 1 – Виды солнечных элементов

Кремниевые солнечные элементы на данный момент являются самыми популярными батареями на рынке. Это связано с тем, что кремний сравнительно легкодоступный материал, он недорогой и при этом обладает хорошими показателями производительности, по сравнению с конкурентными видами солнечных модулей. Кремниевые солнечные батареи в свою очередь делятся на [3]:

– Монокристаллические. Для их производства используется наиболее чистый кремний. Монокристаллические фотоэлементы среди всех кремниевых пластин имеют самую высокую цену, но обеспечивают и наилучший КПД. Высокая стоимость производства обусловлена сложностью ориентации всех кристаллов кремния в одном направлении. Из-за таких физических свойств рабочего слоя максимальный КПД обеспечивается только лишь при перпендикулярном падении солнечных лучей на поверхность пластины. К преимуществам монокристаллических СЭ относятся: высокий КПД (17-25%), компактность (меньшая площадь размещения оборудования из расчета на единицу мощности, в сравнении с другими панелями) и долговечность. Недостатков всего два – высокая стоимость и чувствительность к загрязнению, поскольку монокристаллические СЭ хуже себя демонстрируют при рассеянном свете.

– Поликристаллические. Для того чтобы получить поликристаллы, кремниевую субстанцию медленно охлаждают. Такой подход к технологии производства значительно дешевле чем в предыдущем типе СЭ, поэтому и стоит этот вид дешевле. Поликристаллические кремниевые панели имеют неравномерный по интенсивности синий окрас из-за разносторонней ориентированности кристаллов. Чистота кремния, используемого при их производстве, несколько ниже, чем у монокристаллических аналогов. Разнонаправленность кристаллов обеспечивает высокий КПД при рассеянном свете – 12-18%. Он ниже, чем в

однонаправленных кристаллах, но в условиях пасмурной погоды такие панели оказываются более эффективны. К преимуществам данных СЭ можно отнести: высокую эффективность при рассеянном свете, меньшую стоимость по сравнению с монокристаллическими СЭ. Недостатки: пониженный КПД (12-18%) и относительная громоздкость (требуется больше пространства для установки из расчета на единицу мощности в сравнении с монокристаллическими аналогами).

Кремниевые СЭ имеют также такие недостатки, как возможность нанесения лишь на жесткую подложку, а также понижение эффективности при нагреве. Базовая температура для измерения электрогенерации составляет 25°C. При её повышении на один градус эффективность панелей снижается на 0,45-0,5%.

Аморфные солнечные элементы можно отнести как к кремниевым, так и к пленочным, поскольку изготовлены они по принципу производства плёночных батарей. Механизм производства солнечных панелей из аморфного кремния принципиально отличается от изготовления кристаллических фотоэлектрических элементов. Здесь используется не чистый неметалл, а его гидрид, горячие пары которого осаждаются на подложку. В результате такой технологии классические кристаллы не образуются, а затраты на производство резко снижаются. На данный момент существует уже три поколения панелей из аморфного кремния, в каждом из которых заметно повышается КПД. Если первые фотоэлектрические модули имели эффективность 4-5%, то сейчас на рынке массово продаются модели второго поколения с КПД 8-9% [4]. К преимуществам аморфных СЭ можно отнести: высокий КПД при рассеянном свете, универсальность (возможность изготовления гибких и тонких панелей), стабильная работа при высоких температурах. Из минусов низкий КПД, а также потребность в больших площадях для размещения солнечных панелей.

Пленочные СЭ – это следующий шаг развития источников питания на солнечной энергии. Шаг, который продиктован в первую очередь необходимостью снижения цен на производство батарей и стремлением к повышению энергоэффективности.

На данный момент основными сплавами, применяемыми для изготовления тонкопленочных фотоэлектрических элементов, являются теллурид кадмия (CdTe), селенид индия- меди-галлия (CIGS) и селенид индия-меди (CIS) [5]. Кадмий – токсичный металл, а индий, галлий и теллур являются довольно редкими и дорогостоящими, поэтому массовое производство солнечных панелей на их основе даже теоретически невозможно. КПД таких панелей находится на уровне 25-35%, хотя в исключительных случаях может достигать до 40%. Ранее их применяли в основном в космической отрасли, а сейчас появилось новое перспективное направление.

Полимерные СЭ начали разрабатывать только в последнем десятилетии, но исследователи уже добились значительных успехов. При производстве полимерных панелей используются такие вещества, как углеродные фуллерены, фталоцианин меди, полифенилен и другие. КПД таких фотоэлементов уже достигает 14-15%, а стоимость производства в разы меньше, чем кристаллических солнечных панелей. Остро стоит вопрос срока деградации органического рабочего слоя. Пока что достоверно подтвердить уровень его КПД через несколько лет эксплуатации не представляется возможным. Достоинствами полимерных и органических СЭ являются: возможность экологически безопасной утилизации, дешевизна производства, гибкая конструкция. К недостаткам таких фотоэлементов можно отнести относительно низкий КПД и отсутствие достоверной информации о сроках стабильной работы панелей.

Тонкопленочные фотопреобразователи имеют целый ряд преимуществ, которые делают данную разновидность СЭ наиболее перспективной. В частности, такие батареи гибкие, чувствительные к рассеянному свету, что позволяет им эффективно функционировать при неблагоприятных погодных условиях, ударопрочные, а также, что немаловажно, более дешевые. Невзирая на это, в сравнении с кремниевыми данный тип СЭ обладает меньшим КПД, однако проблема эффективности преобразования солнечного света может быть решена путем усовершенствования технологии производства тонкопленочных преобразователей, а также использованием многослойной структуры.

**Список использованных источников:**

1. Тонкопленочные солнечные элементы на основе кремния [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/1626015/>.
2. Виды солнечных батарей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.solnpanels.com/vidy-solnechnyh-batarej/>
3. Виды солнечных батарей: сравнительный обзор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sovet-ingenera.com/eco-energy/sun/vidy-solnechnyx-batarej.html>
4. Тонкопленочные солнечные батареи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://electricalschool.info/energy/1744-tonkoplenochnye-solnechnye-batarei.html>
5. Тонкопленочные солнечные элементы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.twirpx.com/file/70438/>.