ПЛЕНОЧНЫЕ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАНЕЛИ

Кузнецов Максим Александрович, магистрант кафедры «Химическая техника и инженерная экология», e-mail: makson536@mail.ru

Научный руководитель – Сеселкин Игорь Владимирович, к.т.н., доцент,

e-mail: ivseselkin@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,

г. Барнаул, Россия

*Работа посвящена одной из наиболее актуальных тем современности – солнечной энергетике. Автором рассматриваются вопросы, связанные с преимуществами и недостатками тонкопленочных фотоэлектрических панелей. Выполнен обзор выпускаемых в настоящее время тонкопленочных панелей и их эффективность. А также работе затрагивается тема развития тонкопленочных фотоэлектрических панелей.*

***Ключевые слова:*** *солнечная энергетика, тонкоплёночные панели, фотовольтаика, тонкопленочная солнечная энергетика.*

Фотоэлектрические устройства основаны на явлении фотоэффекта, когда электроны вырываются из одного органического полупроводника (стержня) под воздействием квантов света и переходят в другой (акцептор). Там, где электроны исчезают, остается положительный заряд - "дыра", и когда такой фотоэлемент помещается в электрическую цепь, электроны движутся к положительному электроду, а ток течет к отрицательному электроду.

В настоящее время имеются следующие типы тонкопленочных панелей:

1. Аморфные панели (аморфные кремниевые элементы).

В аморфных гибких солнечных панелях используются аморфные кремниевые элементы. (a-Si). Так называют аморфный кремний, который образуется в результате разложения силана (SiH4) под воздействием электрического разряда. В настоящее время существует три поколения аморфных солнечных модулей:

- первое поколение было создано вскоре после разработки технологии. Такие панели имели низкий коэффициент преобразования – менее 5% и срок службы около3-5 лет;

- второе поколение является наиболее распространенным, на него приходится более 70% продаваемых аморфных панелей. Их коэффициент преобразования солнечной радиации вырос до 8-9%, а срок службы достиг до 10 лет;

- третье поколение - это самые совершенные аморфные аккумуляторы. Значительные инвестиции в разработку привели к 15-летнему сроку службы и коэффициенту конверсии 12%, что всего на 20-30% ниже, чем у поликристаллических батарей стандартного производства.

2. Микроморфные (полиморфные) панели.

Тенденцией к развитию технологии аморфных солнечных элементов является производство полиморфных (также называемых микроморфными) модулей. Они представляют собой многослойные структуры, каждый из слоев a-Si по-своему уникален. Например, изделия компании Solar Electro, имеют основной слой из наноструктурированного аморфного кремния, а дополнительные слои панели получены по традиционной технологии [1].

3. Гибкие солнечные элементы на основе арсенид-галлия.

Арсенид галлия (GaAs) это самый наилучший на сегодняшний день компонент для фотовольтатики. Солнечные элементы из этого материала имеют самый высокий из достигнутых на настоящий момент коэффициент конверсии – до 44% (в массовом производстве - около 30%), значительно превышая лучшие показатели кремниевых образцов [1].Он используется для производства солнечных модулей для космических приложений и мощных концентрирующих электростанций.

4. Кадмий-теллуридные тонкопленочные аккумуляторы.

Полупроводниковая структура на основе тонких пленок CdTe – CdS (общая толщина 2-8 мкм). Это однопереходный полупроводник с шириной запрещенной зоны 1,46 эВ, который теоретически способен обеспечить эффективность преобразования около 29%. Фактическая эффективность преобразования фотоэлектрических элементов, доступных в настоящее время на рынке, составляет 15-17%.5. Солнечные элементы CIGS.

Элементы на основе селенида меди-галлия-индия Cu(InGa)Se2 являются перспективной альтернативой панелям из аморфного кремния. Этот материал имеет самый высокий коэффициент поглощения среди всех полупроводников, используемых в фотоэлектрической промышленности, и может быть достигнут высокий коэффициент преобразования, поскольку пленки могут быть выращены толщиной всего несколько сотен нанометров.

6. Органические (полимерные) гибкие солнечные элементы.

Полимерные гибкие солнечные панели основаны на тонких пленках (менее 100 нм) фуллеренов, которые образуют так называемые «полимерный полупроводник». Это позволяет производить ультратонкие и недорогие солнечные модули, удельная стоимость генерации которых, по прогнозам, составит около 0,16 – 0,2 доллара за 1 Вт к 2023-2025 годам [1].

Сотрудники Московского университета совместно с китайскими коллегами из Уханьского университета решили проблему поглощения света в узком спектральном диапазоне, где потери энергии при передаче заряда между компонентами возрастают, и разработали высокоэффективные органические солнечные батареи на основе тройных смесей органических полупроводников. Кроме того, был разработан и добавлен еще один компонент — сложная органическая молекула, которую легко синтезировать. Эти молекулы поглощают солнечный свет в промежуточном диапазоне спектра между донором и акцептором. В результате фотоэффект возникает во всех трех полупроводниках, но носители заряда легче переносятся: дополнительный компонент действует как мостики, позволяя «перейти» электронам легче, чем перепрыгнуть с одного «берега» (донора) на другой (акцептор). В результате потери энергии снижаются, а эффективность преобразования солнечного света увеличивается до 18% (по сравнению с первоначальными 16%), достигая мирового уровня для устройств такого типа [2].

Современные фотоэлектрические панели имеют ограниченный коэффициент преобразования солнечной радиации и для его повышения необходимы новые решения. В 2022 году основные достижения в этой области были связаны с перовскитом.

Прорывом в области солнечной энергетики стал фотоэлектрический элемент с добавлением перовскита. Полупроводники из перовскита для фотоэлементов могут быть изготовлены при комнатной температуре и с меньшими затратами, чем кремний. Фотоэлементы из перовскита, поскольку они могут быть изготовлены гибкими и полупрозрачными, что расширяет сферу их применения. Исследователи из Сингапурского университета успешно разработали инновационный внутрисхемный слой, который снижает потери напряжения, оптические и электрические потери. Эта инновация позволила увеличить производительность перовскитово-органических тандемных солнечных элементов до 23,6% [3].

Тонкопленочный фотоэлектрические панели также имеют такие недостатки, как низкий уровень преобразования солнечной радиации и короткий срок службы (обычно 3 – 4 года). Кроме того, тонкопленочные панели сильно нагреваются в жаркое время года, что приводит к снижению всех характеристик [4].

Тонкопленочные гибкие солнечные батареи, интегрируемые в здания, являются быстрорастущим сегментом рынка солнечной энергетики и ключевым элементом концепции дома с нулевым выбросом углерода. Они могут вырабатывать электроэнергию не только на крыше, но и на поверхностях здания и архитектурных элементах ,таких как фасады, навесы, в перспективе, окна. Компания Solartek группы Техноспарк (входит в инвестиционную сеть Фонда инфраструктурных и образовательных программ) изготовила герметичную часть солнечной крыши на основе гибкой фотоэлектрической панели площадью 6,8 м2, самой большой гибкой солнечной панели, производимой в России. Ранее в этом году Solartek использовала технологию склеивания тонких пленок собственной разработки, разработанную Solartek. Эта технология позволяет производить цельные гибкие модули любых размеров, которые ускоряют и удешевляют установку системы на крыше. В герметичный фрагмент солнечной кровли интегрированы 248 гибких тонкопленочных ячеек, которые преобразуют солнечный свет в электроэнергию. Панели продолжают вырабатывать электричество даже при частичном затмении, при этом отключаются только те ячейки, которые попали в тень [5].

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гибкие солнечные панели. Выбор из 6 лучших вариантов // [Электронный ресурс] // URL: https://smarthomegadget.ru/gibkie-solnechnye-paneli/ (дата обращения 23.03.2023)

2. Дополнительный светопоглощающий компонент сделал органические солнечные батареи более эффективными и долговечными // [Электронный ресурс] // URL: https://scientificrussia.ru/articles/dopolnitelnyj-svetopoglosausij-komponent-sdelal-organiceskie-solnecnye-batarei-bolee-effektivnymi-i-dolgovecnymi (дата обращения 23.03.2023)

3. Ключевые прорывы в солнечной энергетике в 2022 году // [Электронный ресурс] // URL: https://eenergy.media/archives/25087 (дата обращения 25.03.2023)

4. Отличия гибких солнечных панелей от жестких, их плюсы и минусы // [Электронный ресурс] // URL: https://batteryk.com/gibkie-solnechnye-paneli (дата обращения 23.03.2023)

5. Solartek изготовил первый в России фрагмент солнечной кровли сверхбольшого размера // [Электронный ресурс] // URL: https://www.rusnano.com/news/20220316-fiop-solartek-izgotovil-perviy-v-rossii-fragment-solnechnoy-krovli-sverkhbolshogo-razmera/ (дата обращения 01.04.2023)