

# ОРГАНИЧЕСКАЯ ФОТОВОЛЬТАИКА

Иван БАЛАН

Координатор: Татьяна ВИЕРУ, доцент, к.ф.-м.н.

Технический Университет Молдовы

***Аннотация.** В статье рассмотрены конструкции и принцип действия органических солнечных элементов. Проанализированы современные материалы и перспективные области применения органической фотовольтаики. Приведена оценка стоимости инвестиций и эффективности различных типов солнечных элементов в кратко-, средне- и долго-срочной перспективе.*

***Ключевые слова:** органические солнечные элементы, эффективность фотоэлемента, тандемные солнечные элементы.*

## 1. Введение

Существуют различные типы солнечных батарей (СБ): аморфные, поли- и монокристаллические, но наиболее перспективными на сегодняшний день считаются СБ, при производстве которых используются органические материалы. Почему ученые выбирают именно этот тип солнечных панелей? Действительно ли органика станет материалом будущего? Вопросов много, есть и такие, на которые не смогут ответить даже сами разработчики. Можно лишь делать предположения и догадываться о том, что ждет нас в будущем.

Но уже сегодня есть ряд вопросов, ответы на которые получены в полном объеме. Существует ни один пример, который наглядно доказывает преимущества органических батарей перед другими их разновидностями. Рассмотрим эти примеры более наглядно и сделаем свои собственные выводы, опираясь на знания, а не домыслы.

## 2. Конструкция и принцип действия органических солнечных элементов

Основу всего производства органических СБ составляют органические материалы, в состав которых в основном входят углерод, кислород, водород и азот. Использование данных веществ позволяет минимизировать стоимость готовых фотоэлементов в несколько раз. Это заметно даже на фоне кремния, который пока является одним из основных материалов, применяемых при производстве СБ.

Коэффициент полезного действия органических СБ на данный момент значительно уступает КПД других типов солнечных батарей, но ученые продуктивно работают над этой проблемой. Если на 2007 год эта цифра составляла 6,5%, то сегодня уже перешагнули порог в 10%. На первый взгляд может показаться, что отрыв не очень большой, но для солнечной энергетики даже доля процента – уже следующий шаг к новым достижениям.

В многослойных (тандемных) солнечных элементах используется последовательность размещения слоев, из которых состоят органические солнечные батареи. Максимумы спектров поглощения органических веществ, приведенные на рис.1, находятся в видимой области вблизи максимума солнечного излучения и могут составить оптимальную пару для тандемного солнечного элемента. Под действием солнечного света происходит высвобождение электронов из молекул фоточувствительного слоя, которые затем переходят в слой оксида титана. В качестве подложки используется пластмассовая или стеклянная поверхность.

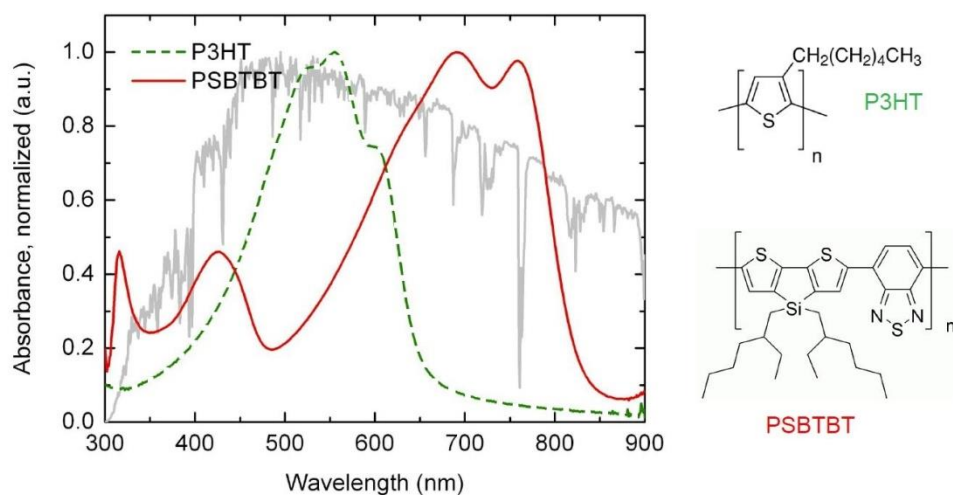


Рисунок 1. Спектры поглощения двух органических веществ.

### 3. Экспериментальные примеры

В 2012 году коллектив японских и австрийских физиков представил фотоэлемент, толщина которого составляет всего несколько микрон. Но самое необычное заключается в том, что сверхтонкий органический элемент можно несколько раз обернуть вокруг волоса и его производительность от этого не изменится. Этот элемент состоит из нескольких слоев сложных органических соединений, которые разместили между двумя пленками из лавсана (термопластика). Уникальный фотоэлемент можно растягивать, сжимать и при этом не беспокоиться о возможных механических повреждениях. Вот только КПД составляет всего 4%, но зато какие возможности показывает эта сверх-пластичная разработка.

В марте 2014 года заговорили о солнечной батарее на основе древесины. Технологический институт Джорджии решил не использовать стеклянную или пластмассовую подложки, а заменил ее целлюлозой, на поверхности которой и разместился фоточувствительный органический слой. Эффективность пока меньше 3%. Зато подобная солнечная батарея – первая абсолютно экологически чистая разработка, практически не требующая специальной утилизации.

Прозрачные солнечные батареи – вот что занимает инженеров-технологов по всему миру. Первые подобные образцы появились еще несколько лет назад. И практически каждая группа ученых старается внести свой вклад в их дальнейшее развитие, кто-то очень успешно, кто-то менее.

Меньше всего повезло ученым из Массачусетса. Они смогли добиться всего лишь 2% эффективности. А вот их коллегам из Калифорнии удача улыбнулась в большей степени. КПД в 7,3% при прозрачности до 70%. Конечно, непрозрачные органические батареи имеют более высокий КПД, но их прозрачная разновидность обладает другим не менее важным качеством – пропускает сквозь себя свет и может использоваться при остеклении зданий.

Лидером в этой сфере можно считать компанию Wysips. Она уже давно занимается подобными разработками, и с каждым разом улучшает свои показатели. Так в начале нынешнего года они представили солнечные батареи с прозрачностью 90%. Остается совсем немного до абсолютного значения в 100%.

### 4. Roll-to-Roll процесс

Одной из наиболее значимых характеристик солнечных элементов третьего поколения является то, что их можно печатать.

Для двух предыдущих поколений солнечных элементов, чтобы получить работающую панель необходимо создать, так или иначе, р-п-переход а это значит, что необходимо высоковакуумное оборудование, герметичность производственной линии и так далее по списку. При этом пластина едет по конвейеру от одного конца до другого, прирастая р-п-

переходами и контактами. Есть ещё и проблема совмещения масок, используемых для травления и создания 3D структуры (фактически, как в процессорах, только техпроцесс не нанометры, а микрометры и миллиметры).

Для организации процесса печати можно было бы, с небольшими модификациями, заменить чернила на определенные фотоактивные органические молекулы – полупроводники и проводники, а рисунок на барабане разбить на соответствующие отдельным фотоэлементам площадки. При этом можно существенно уменьшить как вес таких элементов, так и количество используемых материалов, ведь в кремниевой батарее кремний является и подложкой и активным компонентом, а сделать подложку бесконечно тонкой невозможно, она обязана эффективно поглощать свет и обладать хоть каким-то минимальным набором механических характеристик.

На рисунке 2 приведена эволюция эффективности и стоимости разных типов солнечных элементов в различной временной перспективе.

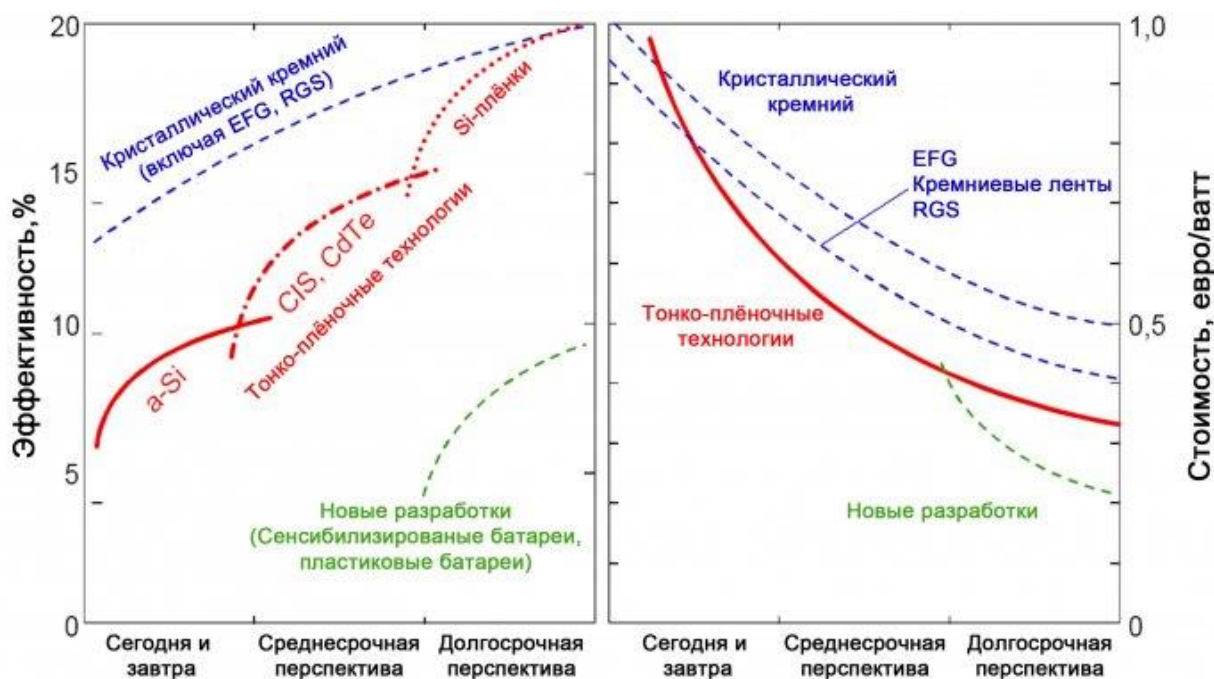


Рисунок 2. Оценки эффективности и стоимости инвестиций для различных типов солнечных элементов в кратко-, средне- и долго-срочной перспективе.

На практике существует специальный центр передачи технологий, который работает в три этапа:

1. Исследования, направленные на улучшение характеристик батарей, при этом существует прямая обратная связь с учёными и инженерами, разрабатывающими технологии;
2. Участок прототипирования, который обрабатывает принципиальную масштабируемость технологии;
3. Полупромышленный участок, где за пару минут можно сделать погонные метры и сотни метров солнечных элементов.

### 5. Применение прозрачных фотоэлементов

Сегодня рассматривают как минимум две различные области, в которых прозрачные солнечные батареи могли бы использоваться очень успешно.

1. Остекление зданий.
2. Электронные устройства, такие как планшеты, мобильные телефоны, смартфоны и т.д.

Для обычных окон достаточно 55-90% прозрачности, современные образцы как раз вписываются в этот интервал. Речь не идет о замене кремниевых батарей, потому что низкая эффективность прозрачных панелей пока является сложным препятствием на пути к полному автономному энергообеспечению. Но учитывая, что площадь самого здания гораздо больше площади его крыши, установка подобных панелей может добавить значительное количество бесплатных киловатт к тому, что уже получаете от альтернативных источников. Эту идею подхватила компания Sharp, представившая прозрачные панели толщиной 0,37 дюйма и с КПД 6,8%. Отличный вариант для тех, кто хочет, чтобы его окна не только пропускали свет, но и генерировали электроэнергию.

И второй вариант использования – пленки на экраны электронных устройств. Те, кто активно пользуются подобными гаджетами согласятся, что, зачастую, даже самая емкая аккумуляторная батарея может подвести. А если на экране Вашего мобильного телефона будет размещаться прозрачная солнечная батарея, проблема будет решена. Без зарядного устройства, конечно, не обойтись, но в случае разрядки аккумулятора, энергии, генерируемой СБ, на один звонок точно хватит.

#### **6. Литература:**

1. <http://habrahabr.ru/post/202836/>
2. <http://altenergiya.ru/sun/fotoelementy-byvayut-raznye-belye-chernye-krasnye.html>
3. А. Фаренбрух, Р. Бьюб «Солнечные батареи. Теория и эксперимент»
4. И. К. Верещагин «Введение в оптоэлектронику»