«Целесообразность использования солнечных батарей»

Полина Покровская

# Устройство солнечных батарей

## Определение солнечных батарей

«Солнечные преобразователи (солнечные элементы) — фотодиоды, оптимизированные для прямого преобразования излучения солнца в электрическую энергию.» (*Самохвалов М.К. 2003 Элементы и устройства оптоэлектроники: учебное пособие, 2003*)

Фотодиод- это приёмник оптического излучения, который преобразует свет, попавший в его светочувствительную область, в электрический импульс за счёт процессов в p-n переходе.

Солнечная батарея – это панель из фотоэлементов, которые способны преобразовывать солнечную энергию в электрическую.

## P- n переход

«Полупроводниковым p- n- переходом называют тонкий слой, образующийся в месте контакта двух областей полупроводников акцепторного и донорного типов.» (*Винтайкин Б. Е. Физика твёрдого тела: учебное пособие, 2006*)

Сами по себе акцепторный (р – типа) и донорный (n – типа) полупроводники являются абсолютно электрически нейтральными. В p- области имеются свободно перемещающиеся положительно заряженные дырки и неподвижные отрицательно заряженные ионы акцепторной примеси, а в n- области - свободно перемещающиеся отрицательно заряженные электроны и неподвижные положительно заряженные ионы донорной примеси. Количества свободных носителей заряда и ионов примеси равны, поэтому суммарный заряд в легированных полупроводниках (и р- и n- типа) равен нулю. При соединении двух полупроводников акцепного и донорного типа, вследствие диффузии основные носители заряда (дырки в полупроводнике р- типа и электроны в n- полупроводнике) проникают в соседние области и там рекомбинируют. На границе раздела донорного и акцепторного полупроводников остаются ионы примесей, заряд которых теперь не скомпенсирован. Таким образом на границе между полупроводниками возникает двойной слой объемного заряда (отрицательный в р- области и положительный в n- области) и, следовательно, электрическое поле, которое создает потенциальный барьер для движения основных носителей заряда. Диффузионный поток основных носителей значительно уменьшится, так как преодолеть барьер смогут только те носители, которые имеют достаточное количество энергиии

В полупроводниках имеются ещё и неосновные носители заряда, которых во много раз меньше, чем основных, это свободные дырки в n- области и свободные электроны в p- области. Те из них, которые при своем хаотическом движении попадают в область электрического поля, перебрасываются им в другую область.

Если р-n переход находится в равновесном состоянии, то есть к нему не прикладывается напряжение, нет осещения или каких-либо еще внешних воздействий, токи основных и неосновных носителей равны и направлены в противоположные стороны, то есть общий ток равен нулю.

## Преобразование солнечной энергии в электрическую

Солнечное излучение представляет из себя электромагнитные волны оптического диапазона ( 380- 780нм). Энергия световых волн испускается и поглощается порциями (квантуется). Энергия такой порции называется фотоном и равна Eф= hƲ = hc/λ, где h – постоянная Планка, Ʋ- частота , λ- длина волны, с – скорость света.

Если на полупроводниковый р–n переход падают световые волны, энергия квантов которых достаточна, чтобы разорвать ковалентные связи электронов в полупроводниках, возникают дополнительные электрон-дырочные пары (неравновесные неосновные носители), которые и создают ток (фототок).

## Конструкция солнечной батареи

Солнечная батарея состоит из фотоэлементов которые могут быть соединены последовательно параллельно или смешанно. При параллельном соединении можно увеличить выходной ток, а при последовательном- напряжение. Но при последовательном соединении в результате частичного или полного затемнения фотоэлементов могут возникать обратные токи, поэтому обычно не используют последовательное соединение фотоэлементов. Сами фотоэлементы состоят из кремния с примесями донорного и акцептного типа. Получившаяся система фотоэлементов помещена в металлический каркас. Верхняя часть панели прозрачная и защищена специальным высокопрочным стеклом, который пропускает полный спектр солнечного излучения. К внутренней стороне корпуса прикреплён диодный блок, под крышкой которого размещены электрические контакты, предназначенные для подключения модуля.

Получаемая электрическая энергия накапливается в аккумуляторах, далее, если использовать постоянный электрический ток, то эта электрическая энергия идёт в нагрузку, а если использовать переменный ток, то она поступает в инвертор (преобразователь тока) и только потом в нагрузку, тогда в результате получается источник альтернативного питания с сетевым напряжением 220 В.

## Условия работы солнечной батареи :

* При атмосферном давлении 84-106,7 кПа;
* При относительной влажности до 100%;
* При дожде относительной влажности до 5 мм/мин;
* При снеговой или гололедно- ветровой нагрузке до 2000 Па;
* В диапазоне температур от -50 ̊C до +70 ̊С

## Факторы влияющие на КПД солнечной батареи

КПД подразумевается отношение максимальной мощности которую возможно получить с единицы площади преобразователя к общей мощности солнечного излучения падающего на единицу рабочей поверхности преобразователя под углом 90 градусов, выражается в процентах.

Для создания в полупроводнике пары электрон- дырка фотону требуется определённая энергия, которая в кремнии равна 1,2 эВ, что соответствует длине волны 1488 нм. Фотоны большей длины волны (меньшей энергии) не имеют достаточного количества энергии и бесполезны, а фотоны меньшей длины волны способны создавать пары электрон- дырка, но в этом случае уменьшается КПД, так как избыток энергии фотона рассеивается в виде тепла. Теоретически, КПД солнечной батареи должен составлять примерно 22-23%, но при этом считается, что используют все пары электрон- дырка, образовавшиеся в материале под действием света. Однако, реальные преобразователи имеют гораздо меньший КПД, это связано с факторами, обусловленными несовершенством приборов, и с факторами, обусловленными условиями эксплуатации.

### 3.6.1. Факторы связанные с несовершенством приборов

Энергия фотонов, которая внутри полупроводника преобразуется в потенциальную энергию, является полезной, однако часть энергии бесполезно рассеивается в пространстве в виде тепла.

Какие бывают потери в фотоэлектрическом преобразователе:

Световые потери происходят из- за: 1) отражения падающего излучения о поверхности преобразователя; 2) фотоэлектрически неактивного поглощения фотонов, то есть поглощения фотонов без образования пары электрон- дырка; 3)прохождения некоторого количества фотонов до заднего электрода и поглощения в нем.

Потери энергии электронов и дырок при движении в преобразователе происходят из-за: 1) рекомбинации некоторых пар электрон-дырка, тогда энергия переходит в кристаллическую решётку; 2) утечки фотоэлектронов и фотодырок через шунтирующее сопротивление; 3) потери энергии при столкновении с атомами решётки; 4) прохождение фотоэлектронов и фотодырок через последовательное сопротивление преобразователя).

### 3.6.2. Факторы связанные с условиями использования

1.Угол наклона

Высота и угол наклона солнечных батарей влияет на количество полученного света за день, за год.

2.Температура

Большинство солнечных батарей нагреваются при эксплуатации, что влияет на их КПД, поэтому солнечным батареям необходимо охлаждение.

3.Тень

Даже небольшое количество тени на одной панели может закрыть производство электроэнергии на всех других элементах.

## Типы солнечных батарей

Существуют три типа солнечных батарей:

### Из монокрисаллического кремния

Технология: кремний очищают от различных примесей, потом выращивают кремниевый кристалл, далее разрезают на тонкие пластинки и легируют их примесями акцептного и донорного типа.

+) Создаются из высокосортного (чистого) кремния, обладают строгой кристаллографической структурой, поэтому имеют наибольший срок службы (30 лет и более) и КПД 17-22%.

-) Являются самыми дорогими

### 3.7.2. Из поликристаллического кремния

Технология: кремний очищают от различных примесей, а потом разрезают на тонкие пластинки, в которые легируют примесями акцептного и донорного типа.

+) Являются более дешёвыми чем из монокристаллического кремния, срок службы 20 лет и более.

-) КПД ниже чем у монокристалличесих солнечных батарей 14-18%

### 3.7.3. На основе аморфного кремния

Технология: на материал подложки тонким слоем наносится силан или кремневодород.

+) Низкая стоимость, повышенная гибкость, срок службы 20 лет

-) Низкий КПД (5-6%)