

Саттаров С.А.,

Доцент кафедры Джизакского политехнического института

Назирова Х.Б.

Заведующий кафедрой НИУ «МЭИ» филиал в г.Душанбе

КРИТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЛНЕЧНОЙ ЯЧЕЙКИ

Аннотация: Солнечная ячейка или фотоэлектрический элемент — это устройство, которое генерирует электричество непосредственно из видимого и инфракрасного света. Однако их эффективность достаточно низка. Несколько факторов влияют на эффективность солнечных ячеек. В данной статье представлены наиболее важные факторы, влияющие на эффективность солнечных элементов.

Ключевые слова: солнечный элемент, эффективность, коэффициент ячейки, температура ячейки.

Sattarov S.A.,

Associate Professor of the Department of Jizzakh Polytechnic Institute

Nazirov Kh.B.

Head of the department, National Research University "MPEI" branch in

Dushanbe

CRITICAL FACTORS AFFECTING SOLAR CELL EFFICIENCY

Abstract: A solar cell or photovoltaic cell is a device that generates electricity directly from visible and infrared light. However, their effectiveness is quite low. Several factors affect the efficiency of solar cells. This article presents the most important factors affecting the efficiency of solar cells.

Key words: solar cell, efficiency, cell coefficient, cell temperature.

Введение. В настоящее время большое внимание уделяется выработке электроэнергии с помощью системы солнечных элементов, поскольку она представляется одним из возможных решений экологической проблемы [1].

Энергия солнца в основном в видимом и инфракрасном диапазоне используется солнечными элементами, которые преобразуют солнечный свет в электричество постоянного тока. В данной статье рассматриваются факторы, влияющие на эффективность солнечных элементов.

Факторы эффективности солнечных ячеек

В большинстве полупроводниках ширина запрещенной зоны уменьшается с ростом температуры и напряжение холостого хода (V_{oc}) уменьшается при разных значениях напряжения р-п перехода и коэффициента диода. Энергия падающего света тогда имеет достаточно энергии, чтобы поднять носители заряда из валентной зоны в зону проводимости. Поэтому имеется более большой фототок, следовательно, I_{sc} увеличивается для данной степени инсоляции, а солнечные элементы имеют положительный температурный коэффициент $I_{sc}(\alpha)$ [2].

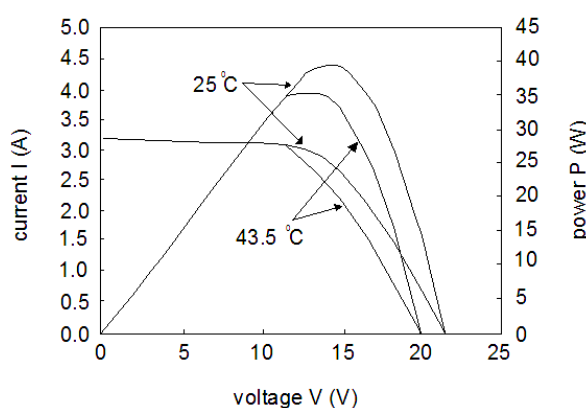


Рис.1 ВАХ и Р-В характеристики модуля солнечных панелей [3]

На рисунке 1 показаны ВАХ и Р-В характеристики при постоянной освещенности при изменении температуры [3]. Температурные эффекты являются результатом внутренней характеристики модулей на основе кристаллических кремниевых ячеек. Они имеют тенденцию производить более высокое напряжение при падении температуры и, наоборот, терять напряжение при высоких температурах [4]. Любой расчет снижения мощности солнечной панели или системы должен включать поправку на этот температурный эффект.

Эффективность преобразования энергии солнечного элемента (η , «эта») — это процент преобразованной энергии (из поглощенного света в

электрическую энергию) и определяется при подключении солнечного элемента в электрическую цепь. Значение рассчитывается используя отношение точки максимальной мощности P_m , разделенной на входную освещенность (E , Вт/м²) и на площадь поверхности солнечного элемента (A_c в м²), при условии стандартных испытаний.

$$\eta = \frac{P_m}{E \times A_c} \quad (1)$$

Эксперименты показали, что трансформация длины волны света может значительно улучшить чувствительность кремниевого фотодиода к глубокому УФ и преобразовывать в электрическую энергию большую часть видимой области [5]. Солнечный модуль имеет различную спектральную характеристику в зависимости от типа модуля.

В настоящее время эффективность преобразования электроэнергии солнечными элементами очень низкая и составляет для монокристаллических ячеек около 23%. Эффективность солнечных элементов следует повышать различными методами. Одним из них является работа солнечных элементов на максимальной точке мощности (Maximum Power Point Tracking -MPPT), который является важным методом. Максимальная мощность P , вырабатываемая преобразовательным устройством, достигается в одной точке характеристики. Это графически показано на рисунке 2, где положение MPPT соответствует наибольшей площади показанного прямоугольника. Обычно коэффициент заполнения (fill factor) определяется с помощью формулы:

$$ff = \frac{P_{max}}{V_{oc} I_l} = \frac{V_m I_m}{V_{oc} I_l} \quad (2)$$

где V_m и I_m - напряжение и ток при максимальной мощности.

Этот коэффициент является одним из основных параметров, по которому можно судить о качестве фотоэлектрического преобразователя. Типичные качественные серийно выпускаемые солнечные элементы имеют коэффициент заполнения $BAH > 0.70$. На основе формулы (2) можно сделать датчик

максимальной мощности.

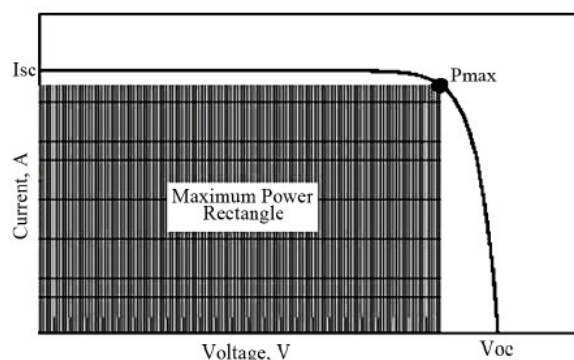


Рис 2. Вольтамперная характеристика идеального солнечного элемента.

Фактор наполнения - отношение площади характеристической кривой (плотность тока - напряжение к площади прямоугольника, ограниченного этими же координатами, т.е. плотностью тока и напряжением). Коэффициент полезного действия рассчитывают при максимальной мощности солнечной панели P_{mrr} , которая определяется текущими значениями V_{rmax} , I_{rmax} для данных условий.

Параметр	Значение
Ток короткого замыкания, I_{sc}	14,7 А
Напряжение холостого режима, U_{oc}	49,5 В
Пиковая мощность панели, P_m	555 Вт
Сила тока на максимуме мощности, I_{pm}	13,9 А
Напряжение на максимуме мощности U_{pm}	39,9 В

Таблица №1 Электрические параметры панели фирмы ootech.com

При слабой освещенности либо (и) высокой температуре элемента, больше сказываются паразитные потери, возникающие в солнечном элементе.

Теоретическая мощность $P_t = U_{oc} * I_{sc} = 727,65$ Вт, реальная мощность $P_r = I_{pm} * U_{pm} = 554,61$, итого фактор ff равен $ff = 554,61 / 727,65 = 0,762$. Данный фактор подтверждает высокое качество собираемой фотовольтаической панели.

Температурный коэффициент (Т.К.)	Значение
НОСТ* ($\pm 2^\circ\text{C}$)	$47 \pm 2^\circ\text{C}$
Т.К. по мощности (P_{max})	$0,45 \text{ \%}/^\circ\text{C}$
Т.К. по напряжению (U_{oc})	$0,35 \text{ \%}/^\circ\text{C}$
Т.К. по току (I_{sc})	$0,04 \text{ \%}/^\circ\text{C}$

Таблица №2 Температурные коэффициенты солнечной панели.

Кроме этого, нужно учесть такие потери: в проводах – 1%;
инверторе – 1,5-5%;

шунтирующих диодах – 0,5%-2%
потери, связанные с затенением и загрязнением солнечных батарей – 1-3%.

Фактор заполняемости может меняться, так как для каждой составляющей имеется свой температурный коэффициент (см. Табл. 2)

Заключение

В данной статье рассмотрены факторы, влияющие на эффективность солнечных элементов. К ним относятся изменение температуры элемента, использование МРРТ с солнечным элементом и эффективность преобразования энергии для солнечного элемента. Температурные эффекты являются результатом присущих солнечным элементам характеристик. Для условий Узбекистана, где температура воздуха в году меняется от -20 до +60, такой температурный разрыв может сильно повлиять на все температурные коэффициенты, в том числе и на рассмотренные в данной статье. Поэтому в качестве отбраковки рекомендуем проверять значение фактора заполняемости ff при максимально высоких температурах.

Литература

1. Саттаров, С. А., & Омонов, С. Р. У. (2022). ИЗМЕРЕНИЯ ШУМОПОДОБНЫХ СИГНАЛОВ С ПОМОЩЬЮ АНАЛИЗАТОРА СПЕКТРА FRC1500. *Universum: технические науки*, (11-3 (104)), 17-20.
2. Игамкулов, З. А., Саттаров, С. А., & Уринов, Ш. С. (2021). Применение полупроводникового детектора для определения относительной светимости на внутренней мишени нуклотрона. *Интернаука*, (20-3), 93-96.
3. Эмиль, М. (2023). ОБЛАСТИ ЗНАНИЙ ДЛЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ. *Mexatronika va robototexnika: muammolar va rivojlantirish istiqbollari*, 1(1), 18-20.
4. Мустофокулов, Ж. А., & Чориев, С. С. (2024). ИНВЕРТОР ҚУРИЛМАСИНИ “PROTEUS” ДАСТУРИДА ЛОЙИХАЛАШ. *Ilm-fan va ta'lim*, 2(1 (16)).

5. Якименко, И. В., Каршибоев, Ш. А., & Муртазин, Э. Р. (2023). СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ ДЛЯ РАДИОЧАСТОТ. *Экономика и социум*, (11 (114)-1), 1196-1199.