

АНАЛИЗ ВОЛЬТ-АМПЕРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОЛНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА

*Абдуллаев Элнур Ахматович,
 Джизакский политехнический институт
 Старший преподаватель кафедры энергетики
elnurabdullayev6229@gmail.ru
 Хамзаева Ирода Зиядулла кизи,
 Джизакский политехнический институт
 Студент кафедры энергетики
 Яздонов Ислон Вахоб угли,
 Джизакский политехнический институт
 Студент кафедры энергетики*

Аннотация: В этом тезисе рассматривается анализ вольт-амперная характеристика солнечного элемента.

Ключевые слова: солнечная энергия, вольт-амперная характеристика, мощность солнечного панеля, ток короткого замыкания.

Сегодня солнечное электричество широко используется в удаленных районах, где нет централизованного электроснабжения, или для электроснабжения домов, офисов и других зданий в местах, где есть централизованная сеть электроснабжения. В последние годы именно это применение обеспечивает около 90% рынка солнечных панелей. В подавляющем большинстве случаев солнечные панели работают параллельно с сетью и генерируют экологически чистое электричество для сетей централизованного электроснабжения. В настоящее время солнечная энергетика обеспечивает немногим более 1% генерации электричества в мире. Однако, в ряде европейских стран эта доля существенно выше. Так, например, в Германии эта цифра составляет около 6% [1-2].

Интенсивность солнечного излучения в свободном пространстве на удалении, равном среднему расстоянию между Землей и Солнцем, называется солнечной постоянной. Её величина 1353 Вт/м^2 [3]. При прохождении через атмосферу солнечный свет ослабляется, в основном, из-за поглощения инфракрасного излучения парами воды, ультрафиолетового – озоном, и рассеяния излучения частицами атмосферной пыли и аэрозолями. Показатель атмосферного влияния на интенсивность солнечного излучения, достигающего до земной поверхности, называется «воздушной массой» (AM).

На рисунке 1 показано спектральное распределение интенсивности солнечного излучения в различных условиях. Верхняя кривая (AM0) соответствует солнечному спектру за пределами земной атмосферы (например, на борту космического корабля), то есть при нулевой воздушной массе. Она аппроксимируется распределением интенсивности излучения абсолютно черного тела при температуре 5800 К. Кривые AM1 и AM2 иллюстрируют спектральное распределение солнечного излучения на поверхности Земли, когда Солнце в зените, и при угле между Солнцем и зенитом 60° , соответственно. При этом полная мощность излучения составляет порядка 925 и 691 Вт/м^2 .

Около поверхности Земли можно принять среднюю величину интенсивности солнечной радиации 635 Вт/м^2 , в очень ясный солнечный день эта величина колеблется от 950 Вт/м^2 до 1220 Вт/м^2 , а среднее значение составляет примерно 1000 Вт/м^2 [3].

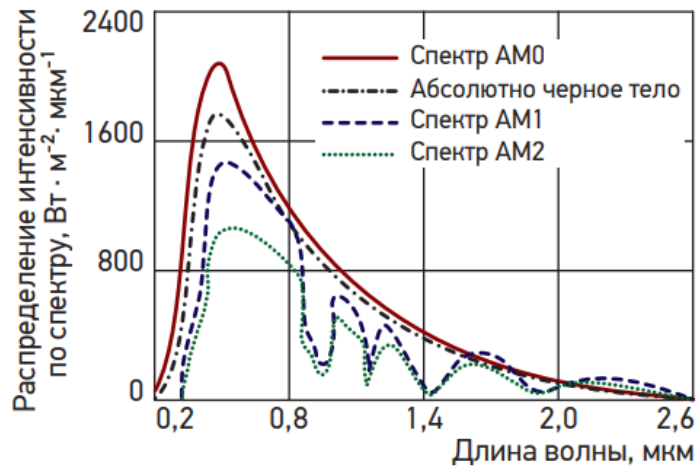


Рисунок 1. Спектральное распределение интенсивности солнечного излучения в различных условиях

Мощность солнечных модулей зависит от солнечной радиации в районе, температуры окружающей среды и конкретных характеристик модуля. Выходную активную мощность солнечного модуля можно рассчитать следующим образом[4]:

$$P_0(s) = N * k * U_y * I_y$$

где:

$$k = \frac{U_{max} * I_{max}}{U_{xx} * I_{кз}}$$

$$U_y = U_{xx} - k_v * T_{панел}$$

$$I_y = s * [I_{кз} + k_A * (T_{панел} - 25)]$$

$$T_{яч} = T_A + s \left(\frac{T_{яч,н} - 20}{0.8} \right)$$

N – количество модулей, s – солнечная радиация ($\text{кВт}/\text{м}^2$), $U_{сатт}$ – напряжения холостого хода (В), $I_{к.т}$ – напряжения короткого замыкания (А), k – коэффициент заполнения, k_v – коэффициент напряжения ($\text{В}/^\circ\text{C}$), k_A – коэффициент тока ($\text{А}/^\circ\text{C}$), $T_{панел}$ – температура панели ($^\circ\text{C}$), T_A – температура окружающей среды ($^\circ\text{C}$), $T_{яч}$ – температура ячейки ($^\circ\text{C}$), $T_{яч,н}$ – номинальная рабочая температура для каждой ячейки ($^\circ\text{C}$)

Характеристики солнечного элемента

Напряжение холостого хода – это максимальное напряжение, создаваемое солнечным элементом, возникающее при нулевом токе (рис 2). Оно равно прямому смещению, соответствующему изменению напряжения р–n-перехода при появлении светового тока. Напряжение холостого хода обычно обозначается U_{xx} . Напряжение холостого хода монокристаллических солнечных элементов высокого качества достигает 730 мВ при условии AM1.5. В коммерческих устройствах оно обычно находится на уровне 600 мВ.



Рисунок 2. Вольт-амперная характеристика солнечного элемента и напряжение холостого хода

Ток короткого замыкания – это ток, протекающий через солнечный элемент, когда напряжение равно нулю (то есть когда солнечный элемент замкнут накоротко) (рис 3). Ток короткого замыкания обычно обозначается $I_{кз}$. Он возникает в результате генерации и разделения сгенерированных светом носителей. В идеальном солнечном элементе при условии умеренных резистивных потерь он равен световому току. Поэтому ток короткого замыкания можно считать максимальным током, который способен создать солнечный элемент. Кроме того, он прямо пропорционально зависит от интенсивности света.

На практике солнечный элемент работает при комбинации тока и напряжения, когда вырабатывается достаточная мощность. Лучшее их сочетание называется точкой максимальной мощности (ТММ), соответствующие напряжение и ток обозначаются $U_{ТММ}$ и $I_{ТММ}$.

Коэффициент заполнения вольт-амперной характеристики (ВАХ) солнечного элемента. Ток короткого замыкания и напряжение холостого хода – это максимальные ток и напряжение, которые можно получить от солнечного элемента. Однако, при напряжении холостого хода и токе короткого замыкания мощность солнечного элемента равна 0.

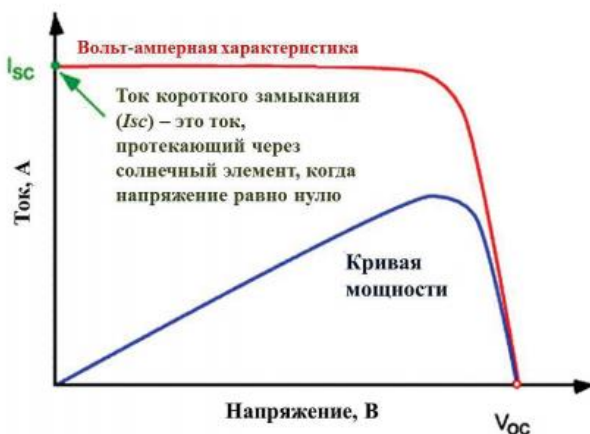


Рисунок 3. Вольт-амперная характеристика солнечного элемента и ток короткого замыкания

Графически коэффициент заполнения представляет собой меру квадратичности солнечного элемента и равен максимальной площади прямоугольника, который можно вписать в вольт-амперную кривую (рис 4).

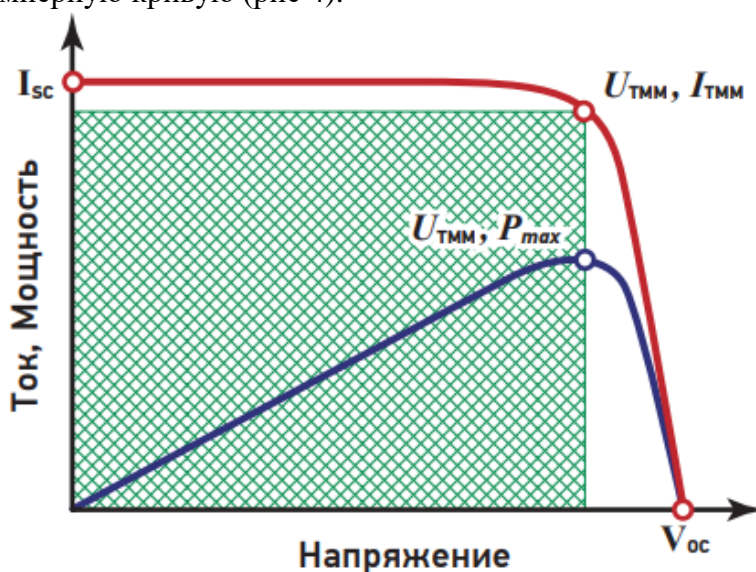


Рисунок 3. Графическое представление коэффициента заполнения вольт-амперной характеристики (ВАХ) солнечного элемента

Так как коэффициент заполнения является мерой квадратичности вольт-амперной кривой, солнечный элемент с более высоким напряжением будет иметь и более высокий возможный коэффициент заполнения, поскольку закругленная часть кривой занимает меньше места

Список литературы

1. Лукутин Б.В., Суржикова О.А., Шандарова Е.Б. Возобновляемая энергетика в децентрализованном электроснабжении.– М.: Энергоатомиздат, 2008. – 231 с.
2. Germany's electricity generation mix 2015. STROM-Report Renewable energy Germany, 2015. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://stromreport.de/renewable-energy/>
3. Городов Р.В, Губин В.Е., Матвеев А.С. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политех. ун-та, 2009. – 294 с.
4. В.В Бессель, В.Г. Кучеров, Р.Д. Мингалеева. Изучение солнечных фотоэлектрических элементов. Учебно-методическое пособие. – М.: Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2016. – 90 с.
5. Абдуллаев, Э. А. "ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕТРОГЕНЕРАТОРОВ ПРИ СНАБЖЕНИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЕЙ В ГОРНЫХ И ПЕРЕДГОРНЫХ РАЙОНАХ." //Редакция научного электронного журнала «Академическая публицистика»: 450077, г. Уфа, а/я «Аэтерна»| Телефон:+ 7 347 266 60 68| Web: <http://aeterna-ufa. ru>| E-mail: info@aeterna-ufa. ru Верстка/корректурa: Зырянова МА Подписано для публикации на сайте 27.04. 2017 г.: 27.

