

УДК 621.383.51

Изучение влияния спектра излучения на эффективность солнечных фотоэлектрических преобразователей в учебном процессе

Новик А. В.

Белорусский национальный технический университет

Аннотация: Получение более полной вольт-амперной характеристики фотоэлектрических преобразователей и исследования ее спектральной зависимости в учебном процессе, для оценки эффективности использования.

Текст доклада: В рамках изучения студентами специальности 1 – 43 01 06 «Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент» дисциплины «Возобновляемые источники энергии». При подготовке специалистов энергетиков и энергоменеджеров, достаточно большое внимание уделяется рассмотрению физических принципов работы, вариантов технической реализации и вопросам эксплуатации солнечных фотоэлектрических установок (СФЭУ) рис.1. На особенности эксплуатации СФЭУ влияют технические характеристики ее элементов – фотоэлектрических преобразователей (ФЭП) рис. 2.



Рис. 1. Солнечные фотоэлектрических установки

ФЭПы являются основным базовым элементом для создания солнечных батарей. В рамках лабораторного практикума, при исследовании фотоэлектрических явлений, с использованием имитатора солнечного излучения, как правило, определяются следующие параметры

При различных значениях плотности потока излучения измеряются: напряжения холостого хода (U_{xx}), тока короткого замыкания ($I_{кз}$), вольт-

амперная характеристика (ВАХ) и определение зависимости мощности от напряжения. Для понимания механизмов работы ФЭП этой информации не достаточно.

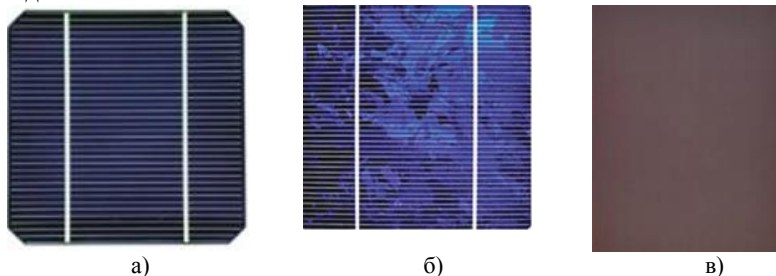


Рис. 2. Элементы фотоэлектрических преобразователей:

а) из монокристаллического кремния; б) из поликристаллического кремния; в) из аморфного кремния

Учитывая зонную энергетическую структуру полупроводников (в частности Si), а также отличающиеся свойства материала при взаимодействии с различными, в энергетическом плане, участками спектра возбуждающего излучения, более полную характеристику, возможно получить проведя исследования спектральной зависимости ВАХ.

Полученные, в ходе измерений данные, позволят рассчитать коэффициент заполнения ВАХ (или коэффициент формы), с помощью которого можно оценить качество солнечных элементов. Коэффициент заполнения рассчитывается по формуле:

$$\xi = \frac{P_{\max}}{U_{xx} \cdot I_{кз}}$$

где P_{\max} – максимальная мощность ФЭП (Вт);

U_{xx} – напряжение холостого хода (В);

$I_{кз}$ – ток короткого замыкания (А).

Таким образом, получив значение коэффициента заполнения, мы можем оценить насколько реально получаемые характеристики отличаются от идеальных теоретических.

Проведение измерений спектральных зависимостей, может быть реализовано двумя наиболее простыми путями:

1. Использование одного имитатора солнечного излучения, с попеременно используемыми светофильтрами, отсекающими определенную часть спектра возбуждающего светового потока.

В этом случае, характеристики спектра излучения, необходимо предварительно получить с помощью спектрофотометров. Также, необходимо

проводить оценку плотности светового потока для каждой конфигурации экспериментальной установки с последующей обязательной нормировкой на величину плотности исходного источника.

2. Применение различных источников света.

В качестве наиболее простого в реализации варианта, для формирования светового потока используются различные лампы, накаливания, люминесцентные и светодиодные лампы. Спектр излучения, в этом случае, определяется либо с помощью спектрофотометра, либо используются паспортные данные применяемых ламп. В этом варианте также необходима нормировка плотности светового потока.

Вне зависимости, от выбранного варианта реализации имитации солнечного света, после проведенных измерений рассчитывается коэффициент полезного действия ФЭП и определяется его взаимосвязь со спектральным составом возбуждающего излучения. Принимая во внимание, что существенное влияние на характеристики ФЭП оказывает, кроме физических свойств материала, спектральный состав излучения, можно провести приблизительный расчет количества фотонов в различных спектральных интервалах, а следовательно, и оценить их энергетический потенциал. Проводя оценку получаемых результатов, также следует учитывать влияние прямого нагрева исследуемых образцов в ходе облучения, особенно при использовании ламп накаливания. Электрическая мощность ФЭП зависит от температуры и уменьшение КПД, может быть связано именно с влиянием данного фактора.

Литература:

1. Патрин, А. А., Сулов В. А., Фань Тхань Дау. Спектральное распределение фото-ЭДС системы р-кремний электролит, Рук. Деп.ВИНИТИ, ред. Журн. Изв. АН СССР, сер.физ.-мат. Наук, деп. № 1806-В, 1988.

2. V. M. Andreev, V. A. Griliches, V. D. Rumiantzev. A photoelectric conversion of concentrated solar radiation. – L.: Science, 1989. – 310 p. [in Russian].

3. Исследование фотоэлектрического преобразователя энергии – солнечной батареи [Электронный ресурс]: лабораторный практикум для энергетических специальностей ВУЗа / БНТУ; сост. И. Н. Прокопеня [и др.]. – Минск : БНТУ, 2018.

4. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: методические указания к курсовой работе для студентов специальности 1-43 01 06 «Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент» / сост. Ю .К. Кривошеев, Н. Г. Хутская. – Минск : БНТУ, 2011. – 35 с. : ил.