

размеров // Тепло- и массообмен - 2018. Минск: Институт тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова НАН Беларуси, 2019. С. 219-224.

2. Sagaut, P. Large Eddy Simulation for Incompressible Flows, 3rd edition, Springer, 2006.

УДК 621.383.51

## **Изучение влияния спектра излучения на эффективность Si фотопреобразователей в учебном процессе.**

Новик А.В.

Белорусский национальный технический университет

В рамках учебной дисциплины «Возобновляемые источники энергии», при подготовке специалистов энергетиков и энергоменеджеров, достаточно большое внимание уделяется рассмотрению физических принципов работы, вариантов технической реализации и эксплуатационные характеристики фотоэлектрических преобразователей (ФЭП). 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 ( $J_{кз}$ ), вольт-амперная характеристика (ВАХ) и определение зависимости мощности от напряжения.

Для понимания механизмов работы ФЭП этой информации не достаточно.

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:

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

где  $P_{\max}$  – максимальная мощность ФЭП,  $U_{xx}$  –напряжение холостого хода,  $I_{кз}$ –ток короткого замыкания.

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 с помощью спектрофотометра, или 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., Суслов 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].

УДК 536.25:620.98

### Исследования конвективной теплоотдачи однорядных пучков из труб с круглыми алюминиевыми ребрами разной высоты в различных режимах свободной конвекции

Данильчик Е.С.<sup>1,2</sup>, Сухоцкий А.Б.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Белорусский государственный технологический университет

<sup>2</sup> Институт тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова НАН Беларуси

Воздухоохлаждаемые теплообменники (ВОТ) применяются в различных отраслях промышленности для охлаждения технологических продуктов и энергоносителей. Однорядные пучки нашли распространение в системах отопления в качестве калориферов и системах утилизации сбросного тепла и т.д. Одним из способов решения проблемы энергосбережения является перевод данных ВОТ в режим свободной конвекции без затрат электроэнергии на привод вентиляторов. Главным недостатком данных ВОТ является малые коэффициенты теплопередачи и существенные габаритно-массовые характеристики. Данный недостаток можно компенсировать при оснащении их дополнительными устройствами, позволяющими интенсифицировать свободную конвекцию без или с частичным потреблением электроэнергии приводом вентилятора. Одним из таких устройств является вытяжная шахта, установленная над ВОТ, для усиления тяги воздуха.

Увеличение высоты ребер труб теплообменника приводит к росту коэффициента оребрения, но при этом снижается средний коэффициент теплоотдачи за счет уменьшения скоростей потока воздуха в межреберном пространстве и снижения энергетической эффективности ребер. Таким образом, имеется оптимальная высота оребрения труб теплообменника для различных областей интенсивности конвективного теплообмена.