

УДК 621.315.592

А.Ю.Алябьев (5 курс, каф. ПФОТТ), М.З.Шварц, к.ф.-м.н, ФТИ им. А.Ф.Иоффе РАН

СОЛНЕЧНАЯ ТЕРМОФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА

ABSTRACT: Solar powered thermophotovoltaic (STPV) converters allow using the high-temperature ($>1600\text{K}$) vacuum emitters and photon recirculation process that insures promises for the system efficiency increase. Efficiencies exceeding 35% could be achieved in STPV systems based on PV cells characterized by the high efficiency of sub-bandgap photon recirculation. TPV cells with increased reflectance should be developed for advanced STPV converters.

Развитие технологий получения высокоэффективных узкозонных фотоэлектрических преобразователей возродило интерес к термофотоэлектрическим (ТФЭ) генераторам, идея которых была предложена более 30 лет назад. В ТФЭ системах тепловое излучение преобразуется в электрическую энергию с помощью фотоэлементов с малой шириной запрещенной зоны, фоточувствительных в инфракрасной области спектра [1].

В общем случае термофотоэлектрический генератор состоит из четырех основных частей: источника тепла, излучателя, спектрального фильтра и фотоэлементов. Излучение, образующееся в результате разогрева материала эмиттера до высокой температуры (с помощью концентрированного солнечного излучения, природного газа, пропана, бензина, водорода и т.п.), преобразуется в электричество фотоэлементом. При этом спектр излучения эмиттера и область спектральной чувствительности фотоэлемента должны быть согласованы. Согласования можно добиться, применяя либо селективный эмиттер, либо эмиттер с оптическим фильтром. Во втором случае длинноволновая часть излучения, которая не дает вклада в генерацию электричества, отражается обратно к эмиттеру.

Особое значение имеет вопрос о предельной эффективности ТФЭГ. Достигнутые значения КПД в случае применения селективных эмиттеров составляют 20-25% при рабочей температуре излучателя 1300-1500 С. Дальнейшее совершенствование и оптимизация как всей системы в целом, так и ее отдельных компонентов может идти по пути применения каскадных гетероструктур, использования тыльного зеркала, разработки новых типов эмиттеров и фильтров. Все это в совокупности позволит увеличить эффективность такого преобразования до 35-40%. [2]

Один из способов снижения потерь – оптический фильтр, отражающий неиспользованное излучение к радиатору, предотвращая перегрев элемента и уменьшая расход топлива на поддержание температуры эмиттера.

По сравнению с солнечными батареями ТФЭ установки обеспечивают возможность круглосуточной работы (при наличии сгораемого топлива), в то время как наземные солнечные батареи работают обычно менее 40% времени.

С другой стороны, солнечное излучение является экологически чистым, повсеместно доступным источником энергии, обладающим высоким потенциалом. Использование в ТФЭГ в качестве источника тепла концентрированного солнечного излучения перспективно для увеличения эффективности установки с сохранением всех преимуществ преобразователей солнечного излучения. Использование гибридных солнечно-топливных систем позволяет использовать ТФЭГ круглосуточно: ночью – топливный ТФЭГ, днем – систему с концентратором солнечного излучения.

Существует ряд общих черт фотоэлектрической и термофотоэлектрической систем. Одно из главных сходств состоит в том, что в обеих системах источник энергии характеризуется широким спектром. Следовательно, самый распространенный и очевидный

способ повышения КПД – применение каскадных фотопреобразователей с несколькими переходами. Узкозонные материалы со значением ширины запрещенной зоны 0.4–0.8 эВ являются наиболее подходящими для создания тандема из ТФЭ элементов. Этот диапазон может перекрываться фотоэлементами на основе GaSb(0.7), InGaAS(0.75), Ge(0.66), InGaAsSb(0.5–0.6) [3].

Можно выделить три основных типа возможных конструкций солнечных ТФЭ преобразователей:

- преобразователи с солнечной высокотемпературной вакуумной лампой–эмиттером;
- гибридная солнечно-топливная система;
- гибридные системы, в которых солнечный фотоэлемент преобразует видимую часть спектра, а ТФЭ преобразователь – ИК часть.

ЛИТЕРАТУРА:

1. P.A.Davies, A.Luque, “Solar thermophotovoltaics: Brief review and new look”, Solar Energy Materials & Solar Cells (1994).
2. Andreev V.M., Khvostikov V.P., Larionov V.R., Rummyantsev V.D., Sorokina S.V., Shvarts M.Z., Vasil’ev V.I., Vlasov A.S. 1997 Conference Record of 26th IEEE PVSC (Anaheim, 1997).
3. Andreev V.M., Grilikhes V.A., Rummyantsev V.D. 1997 Photovoltaic Conversion of Concentrated Sunlight, (Chichester: J. Wiley&Sons).