

ПОВЫШЕНИЕ МОЩНОСТИ СОНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА В УСЛОВИЯХ ДВУСТОРОННЕГО ОСВЕЩЕНИЯ

Збышинская М.Е., магистрантка, Беляев А. В, магистрант,

Ермаков А.И., магистрант

Научный руководитель Василевич – В. П., к.т.н., профессор

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,

Беларусь, Минск

В автономных системах энергообеспечения мобильных устройств медицинского и иного назначения в условиях удаленности от бытовых электросетей возникает необходимость применения компактных и в тоже время достаточно мощных фотоэлектрических генераторов на солнечных батареях. В связи с этим большой интерес представляют многочисленные исследования и разработки в области солнечных элементов (СЭ) с двухсторонней светочувствительностью, обладающих повышенной вырабатываемой мощностью на единицу их площади. В то время, как прямая и рассеянная составляющие солнечного излучения поглощаются фронтальной стороной СЭ, тыльная сторона двухстороннего СЭ поглощает диффузный отраженный свет благодаря альбедо естественной или искусственно созданной подстилающей поверхности.

Целью настоящей работы является определение степени увеличения мощности СЭ оригинальной конструкции в режиме двухстороннего освещения.

1. Солнечные элементы с двухсторонней светочувствительностью

По экспертным оценкам [1] существует несколько структур СЭ, которые могут работать в условиях двухстороннего освещения. Для этого прежде всего необходимы прозрачный или сетчатый токосъемный контакт и снижение поверхностной рекомбинации на тыльной стороне СЭ. При сборке таких СЭ между двумя стеклянными панелями, полученные двухсторонние модули позволяют достичь высокого выхода энергии на единицу площади модуля.

История двухсторонних СЭ начинается с 1977 года. Первый СЭ представленный тогда на Первой Европейской конференции по фото-вольтаике в Люксембурге обладал эффективностью около 7% [2].

В дальнейшем в их разработке и производстве в разное время приняли участие следующие компании и институты:

- Isofoton (Франция) - разработала двухсторонние модули, но отказалась от их производства в пользу традиционных;

- Hitachi (Япония) – с 2003 по 2008 гг. производила двухсторонние СЭ и модули, но в 2008 году продала технологию и бизнес корпорации Space Energy;

- Sanyo (Япония) - производит двухсторонние СЭ и модули;

- Space Energy Corp. (SEC, Япония) – производит двухсторонние СЭ и модули;

- Солнечный ветер (Россия) – производит двухсторонние СЭ и модули;

- Prism Solar (USA) – американская компания, создана в 2009 году, производит двухсторонние модули с голографическими концентраторами.

- НИИ ядерной физики им. Д.В. Скобельцина при МГУ – разработал двухсторонний СЭ оригинальной конструкции LG Cell.

Положительный результат от использования двухсторонних СЭ достигается при особой

двусторонней конструкции модулей и особых условиях их инсталляции, что иллюстрируется на рисунке 1.

В перспективе, как следует из рекламного буклета Sanyo [3], для конструкции HIT Double модулей предполагается увеличить количество производимой электроэнергии на 30% по сравнению с односторонними HIT Power панелями Sanyo, в зависимости от конструкции системы, ее месторасположения и отражающих свойств подстилающей поверхности. С таким высоким выходом энергии, модель модуля HIT Double 200 watt является самой производительной по мощности из коммерчески доступных солнечных панелей в PV-индустрии, при этом эффективность такого модуля составляет 21,1%, мощность на 1 кв. фут - 19,6Вт (217Вт/1 кв. м.).



Рис. 1. Варианты инсталляции двухсторонних модулей Sanyo и увеличение годовой выработки электроэнергии при различной освещенности тыльной стороны

Двусторонние модули компании Prism Solar имеют голографические планарные концентраторы, рисунок 2.

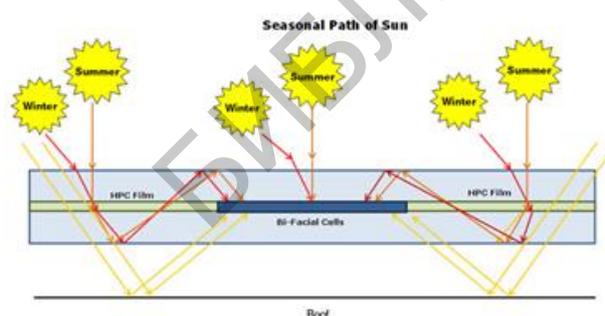


Рис. 2. Варианты поглощения света модулями типа HPC компании Prism Solar при разном направлении падения солнечных лучей на модуль в различные времена года.

Двусторонние модули японской корпорации Space Energy имеют КПД 14,75% на лицевой стороне и 12,25 % - на тыльной. Цена таких модулей пока не сообщается., но себесто-

имость производства на 30% выше, чем для традиционных ФЭП [5].

Исследование оригинального солнечного элемента с двухсторонней светочувствительностью

Нами изготовлен оригинальный планарный трехвыводной солнечный элемент диаметром 100мм с двухсторонней светочувствительностью на основе монокристаллического кремния р-типа с симметричной относительно базовой области биполярной структурой $n^+ - p - n^+$. СЭ был смонтирован на зеркальном пьедестале с помощью подвижного карданного устройства, позволяющего менять ориентацию СЭ относительно пьедестала в различных плоскостях, рисунок 3

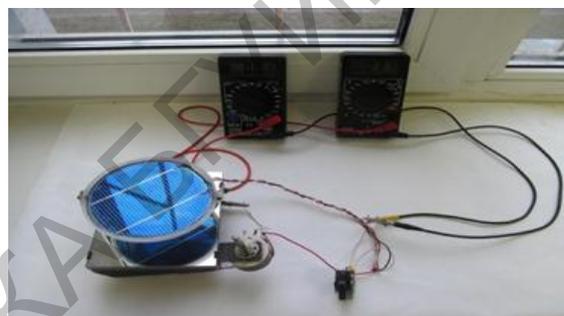


Рис. 3. Вид двухстороннего солнечного элемента, смонтированного на зеркальном пьедестале

Для проведения исследований был собран лабораторный макет по электрической схеме, изображенной на рисунке 4.

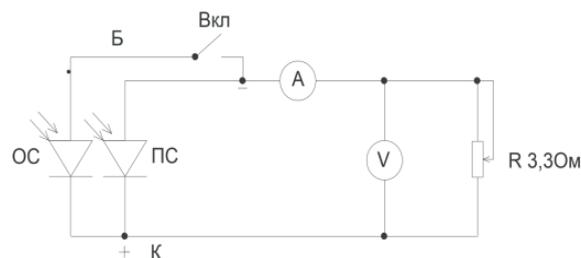


Рис. 4. Электрическая схема лабораторного макета

Трехвыводная конструкция СЭ на электрической схеме представлена эквивалентным электрическим соединением базовых областей двух идентичных СЭ с одинаковыми факторами, находящимися в различных условиях освещенности ПС (прямой свет) и ОС (отраженный свет).

Электрическая схема макета позволяла измерять электрические параметры СЭ: ток короткого замыкания $I_{кз}$ и напряжение холостого

хода U_{xx} фронтальной стороны и обеих сторон СЭ при солнечном освещении с незначительным расхождением во времени, что снижало ошибку их сравнения. Результаты этих измере-

Параметр СЭ	Фронтальная сторона	Обе стороны
$I_{кз}$, А	1,9	2,3
U_{xx} , В	0,558	0,56

ний приведены в таблице 1.

Исходя из полученных данных, рассчитаем и сравним получаемую мощность, а также рассчитаем коэффициент повышения мощности:

$$P_1 = U_{xx1} * I_{кз1} * FF = 2,3 * 0,56 * FF = 1,288 * FF \text{ Вт}$$

$$P_2 = U_{xx2} * I_{кз2} * FF = 1,9 * 0,588 * FF = 1,060 * FF \text{ Вт}$$

Таблица 1 – Результаты измерений электрических параметров СЭ

Коэффициент повышения мощности рассчитывается следующим образом :

$$K = P_1 - P_2 / P_2 = 1,288 - 1,060 / 1,288 = 0,215 = 21,5 \%$$

Заключение

Повышение мощности на 21,5% доказывает, что предложенная оригинальная конструкция СЭ с двухсторонней светочувствительностью может значительно увеличить продуктивность выработки электроэнергии по сравнению с СЭ с одной активной стороной.

Список используемой литературы

[1] Handbook Edited of Photovoltaic Science and Engineering by A.Luque and S.Hegedus, 2003 John Wiley&Sons, chapter 7 “Crystalline silicon solar cells and modules”, p.294.

[2] THE EARLY HISTORY OF BIFACIAL SOLAR CELLS. Andrés Cuevas. Faculty of Engineering and IT, The Australian National University, Canberra, ACT 0200, Austral

[3] © SANYO Energy (U.S.A.) Corp. All Rights Reserved. 9/1/2008)

[4] Generation II Dual Aperture HPC Solar Modules. <http://www.prismsolar.com/?p=aperature>

[5] PHOTON International 2008-05 May, page 83