

*Краткие
сообщения*

УДК 621 472

М.Н. ТУРСУНОВ, В.Г. ДЫСКИН, Х.А. СОБИРОВ, Б.М. ТУРДИЕВ

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ
ФОТОТЕПЛОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ**

Приведены характеристики комбинированной фототеплопреобразовательной батареи (ФТПБ) с конструкцией коллекторной части, обеспечивающей увеличение площади контакта с тыльной поверхностью фотоэлектрической батареи (ФЭБ) до 30 %. За счет применения рифленого стекла и ламинации солнечных элементов пленкой этиленвинилацетата, уменьшена толщина ФТПБ. Зависимость напряжения холостого хода от скорости ветра для тонких ФЭБ, обусловлена дополнительным охлаждением установки.

Известно, что в условиях жаркого климата повышение температуры ФЭБ приводит к уменьшению напряжения холостого хода U_{xx} , вследствие этого эффективность преобразования энергии солнечного излучения уменьшается на 40%, и применение ФЭБ становится нецелесообразным [1,2]. Такие условия эксплуатации ФЭБ характерны для южных областей Узбекистана, а также Бухарской и Навоийской областей. Ясно, что принудительное охлаждение ФЭБ снизит рабочую температуру ФЭБ и увеличит эффективность преобразования солнечного излучения, это может быть реализовано созданием комбинированных установок, состоящих из ФЭБ, коллектора и/или термоэлектрических преобразователей, работающих как единая система. Такие установки более полно используют энергию солнечного излучения [3,4].

В работе [4] на основе анализа конструкций комбинированных установок, принцип действия которых основан на прямом тепловом контакте теплоносителя с тыльной стороной ФЭБ, была предложена усовершенствованная ФТПБ, натурные испытания которой, однако, выявили ряд конструктивных недостатков.

В данной работе описывается конструкция новой ФТПБ и приведены результаты измерения ее характеристик. В основу этой конструкции легла ранее разработанная нами ФЭБ, площадью $0,97 \text{ м}^2$, собранная из 40 последовательно соединенных СЭ на основе поликристаллического кремния с КПД $\sim 16,0\%$ и размерами $156 \times 156 \times 0,2 \text{ мм}^3$ (рис. 1 а). Ламинацию СЭ пленкой этиленвинилацетата выполняли на специальном оборудовании. В качестве механической основы и защитного покрытия использовано стекло с рифленой поверхностью толщиной 3,2 мм и интегральным коэффициентом пропускания 91 %. Уже на этом этапе применение рифленого стекла меньшей толщины увеличило ток короткого замыкания на 6 %, а изменение конструкций коллектора - уменьшило вес ФТПБ на 5 кг.

Коллектор (рис.1 б) представляет собой сварную конструкцию, состоящую из параллельно расположенных четырехугольных профилей (27 шт.) из нержавеющей стали размером $20 \times 25 \text{ мм}^2$ с толщиной стенок 1,0 мм, которые крепятся к двум, перпендикулярно расположенным, профилям размером $20 \times 30 \text{ мм}^2$. Такая конструкция коллектора имеет меньшее по сравнению с меандром гидравлическое сопротивление течению воды, а нержавеющая сталь увеличивает срок службы коллектора. Объем коллектора 5 л. Площадь контакта коллекторной части с тыльной поверхностью фотоэлектрической батареи составляет $\sim 30\%$ от площади батареи. Для уменьшения тепловых потерь по периметру коллектор покрыт отражающей алюминиевой фольгой. Толстый слой теплоизолирующего покрытия с тыльной стороны ФТПБ закреплен листом алюминия толщиной 2

мм. ФТПБ крепится на опорное устройство, с помощью которого ее можно ориентировать (вручную или автоматически) относительно Солнца.

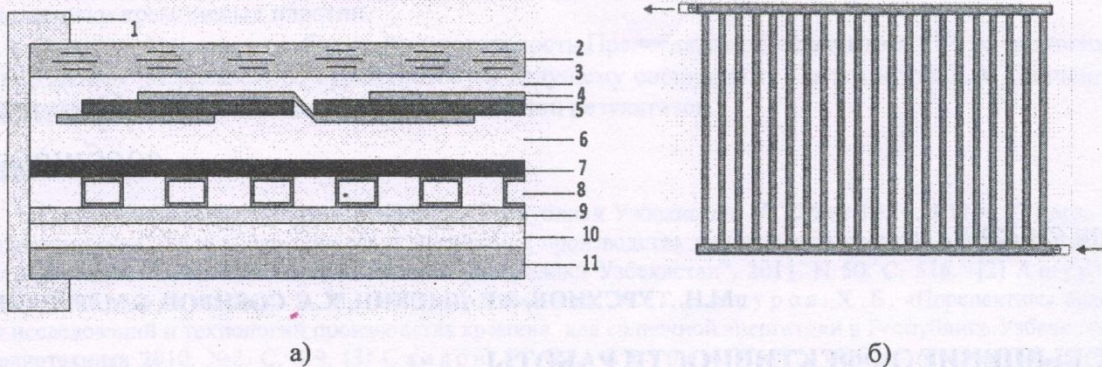


Рис. 1. а) Конструкция комбинированной ФТПБ установки: 1 – корпус, 2 – каленое стекло с рифленой поверхностью, 3 и 6 – слой из этиленвинилацетата, 4 – коммутационная шина, 5 – СЭ, 7 – полимерная пленка, 8 – коллектор, 9 – отражающая фольга, 10 – теплоизоляционный слой из пенопласта, 11 – защитная стенка из алюминия; б) конструкция коллекторной части ФТПБ.

Следует отметить, что технология изготовления и сборки коллекторной части данной конструкции гораздо проще, чем в [4]. По сравнению с ранее применяемой технологией ламинации с использованием силиконовых смол ламинация СЭ пленкой этиленвинилацетата уменьшает толщину ФЭБ, исключает образование пузырьков и улучшает теплопередачу между ФЭБ и коллектором, в результате чего напряжение холостого хода U_{xx} начинает зависеть от скорости ветра. Действительно, на полигоне в ходе натурных испытаний двух вариантов ФЭБ было установлено, что напряжение холостого хода тонких ФЭБ увеличивается при ветреной погоде, что объясняется охлаждением тонкой ФЭБ вследствие конвективного теплообмена.

В ясный, безоблачный день измерялись плотность потока солнечного излучения E_s , температура окружающей среды t_0 , температура горячей и холодной воды t_h, t_c ; ток короткого замыкания I_{sc} , напряжение холостого хода U_{xx} . Измерения показали, что для скорости ветра более 10 м/сек U_{xx} почти не зависит от температуры, для скорости ветра менее 10 м/сек - U_{xx} изменяется на $\approx 4-6\%$, а при скоростях ветра менее 3 м/сек - изменение U_{xx} от температуры становится существенным.

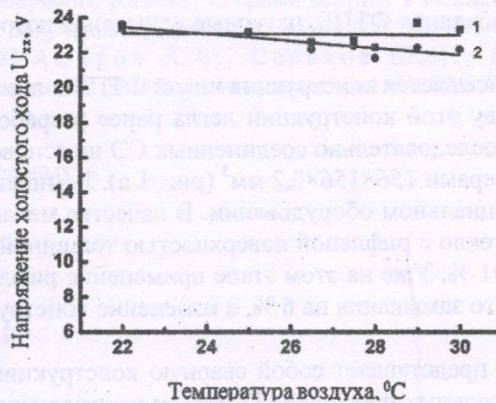


Рис. 2. Зависимость U_{xx} от температуры воздуха: 1 – ФТПБ (■); 2 – ФЭБ (●).

На рис. 2. приведены зависимости напряжения холостого хода ФТПБ и ФЭБ от температуры воздуха. По результатам измерений были определены аппроксимационные зависимости U_{xx} от температуры воздуха. Для ФЭБ зависимость имеет вид

$$U_{xx}(t) = 27,08 - 0,173 \cdot t, \quad (1)$$

а для ФТПБ усредненное напряжение холостого хода постоянно $U_{xx} = 22,6$ В и не зависит от температуры воздуха вследствие охлаждения водой. По результатам измерений по формуле (2) была выполнена оценка тепловой эффективности коллектора η_k :

$$\eta_{kn} = \frac{mc\Delta t}{SE_s\Delta\tau}, \quad (2)$$

где m , – масса и c – теплоемкость воды; Δt – изменение температуры, $\Delta\tau$ – интервал времени, в течение которого температура изменилась на Δt , S – площадь ФТПБ, E_s – плотность потока солнечного излучения. Среднее значение тепловой эффективности коллектора составило $\eta_k = 5,4$ %. Ежечасно за время с 10 час. утра до 12 час. дня дополнительно к электрической энергии было получено в среднем 256,6 кДж тепла.

Таким образом, результаты натурных испытаний подтвердили улучшение, по сравнению с [4], эксплуатационных характеристик новой установки.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Андреев В.М, Грилихес В.А., Румянцев В.Д. Фотоэлектрическое преобразование концентрированного солнечного излучения. –Л.: Наука. 1989. 310 с. [2] Колтун М.М. Солнечные элементы –М.: Наука. 1987. 120 с. [3] Tripanagnostopoulos Y., Nousia Th., Souliotis M., Yianoulis P. Solar Energy. 2002. V. 72. № 3. pp. 217–234. [4] Турсунов М.Н., Муминов Р.А., Тукфатуллин О.Ф. и др. Гелиотехника. 2011. № 1. С.72–75.

Физико-технический институт
НПО «Физика-Солнце» АН РУз
dyskin@uzsci.net

Дата поступления
12.06.2013