

formance analysis of a regenerative solar desalination unit. Applied Thermal Engineering 2004. N24. pp.1061–1072. [3] Sanjeev Kumar., Tiwari G.N. Optimization of daily yield for an active double effect distillation with water flow. Energy Conversion and Management 1999. №40. pp.703–715. [4] Mink G., Horvath L., Evseev E.G., Kudish A.I. Design parameters, performance testing and analysis of a double-glazed, air-blown solar still with thermal energy recycle. Solar Energy 1998. V.64. N(4–6). pp.265–277. [5] Mahmoud Shatat I.M., Mahkamov K. Determination of rational design parameters of a multistage solar water desalination still using transient mathematical modeling. Renewable Energy. 2010. V.35. pp.52–61. [6] Vinoth Kumar K., Kasturibai R. Performance study on solar still with enhanced condensation. Desalination 2008. V.230. pp. 51–61. [7] Madhlopa A., Johnstone C. Numerical study of a passive solar still with separate condenser, Renew. Energy. 2009. V.34. pp.1430–1439. [8] Ахатов Ж., Разработка и исследование солнечных парниковых водоопреснителей с многоступенчатыми рекуперативными испарительно-конденсационными камерами, Авт. канд. дис. Физико-технический институт НПО "Физика-Солнце" АН РУз. 2007. [9] Комилов А. Гелиоопреснительная установка с отдельными камерами испарения и конденсации, рекуперацией и подогревом воздуха после конденсатора. Часть 1. Расчет производительности опреснителя. Гелиотехника. 2014. №1. С. 22-25. [10] Комилов А. Усовершенствование конструкции фотопреобразователя с теплоотводом с помощью математического моделирования. Гелиотехника. 2011. №3. С.71-76. [11] Комилов А. Разработка фотоэлектрических установок для использования в сельском хозяйстве, Авт. канд. дис. Физико-технический институт НПО "Физика-Солнце" АН РУз. 2012. [12] Шорин С. Н. Теплопередача. – М.: Высшая школа. 1964. С. 263-359.

Каршинский инженерно-экономический институт  
a\_g\_komilov@yahoo.com

Дата поступления  
11.04.2014

УДК 621.472

М.Н. ТУРСУНОВ, В.Г. ДЫСКИН, Б.М. ТУРДИЕВ, И.А. ЮЛДАШЕВ

## ВЛИЯНИЕ КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛООБМЕНА НА ТЕМПЕРАТУРУ СОЛНЕЧНОЙ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ БАТАРЕИ

*Рассмотрено влияние конвективного теплообмена на температуру фотоэлектрической батареи (ФЭБ). Показано, что температура ФЭБ сильно зависит от скорости ветра, если температура окружающей среды меньше 30 °С, при увеличении скорости ветра с 1 м/с до 10 м/с температура уменьшается на 40%. В этом случае использование фототеплопреобразовательной установки неэффективно. Если температура окружающей среды более 30 °С, то температура ФЭБ слабо зависит от скорости ветра и для эффективной работы ФЭБ ее необходимо охлаждать. При скорости ветра менее 2 м/с ФЭБ охлаждается как за счет конвективного, так и за счет радиационного теплообмена. При скорости ветра более 2 м/с конвективный теплообмен преобладает над радиационным.*

Известно, что фотоэлектрическая батарея (ФЭБ) преобразует в электрическую энергию только часть энергии солнечного излучения  $\eta$ , а остальная энергия рассеивается в окружающую среду и нагревает полупроводниковые солнечные элементы. Если температура окружающей среды такова, что величина радиационного обмена мала, то температура ФЭБ увеличивается за счет межзонного теплового и солнечного излучений, а эффективность преобразования уменьшается [1-3]. В этом случае эксплуатация ФЭБ экономически и технически невыгодна. Очевидное решение этой задачи – охлаждение ФЭБ до оптимальной температуры ( $\sim 25$  °С), обеспечивающей ее эффективную работу. Имеется много работ как экспериментальных, так и теоретических, в которых рассматриваются различные способы охлаждения СЭ без учета конвективного теплообмена [1-5].

Целью работы является изучение влияния конвективного теплообмена на температуру ФЭБ.

Термодинамическая модель ФЭБ – это плоскопараллельная система, находящаяся в термодинамическом равновесии с окаймляющими ее элементами, которыми являются стекло и этиленвинилацетат (ЭВА). Считаем, что температуры стекла и ЭВА постоянны и равны  $T$ . Плотность потока солнечной энергии  $Q_s$  (с учетом отражения), падающей на поверхность ФЭБ, равна сумме плотностей потоков собственного теплового излучения  $Q_r$  и конвективного теплообмена  $Q_c$ :

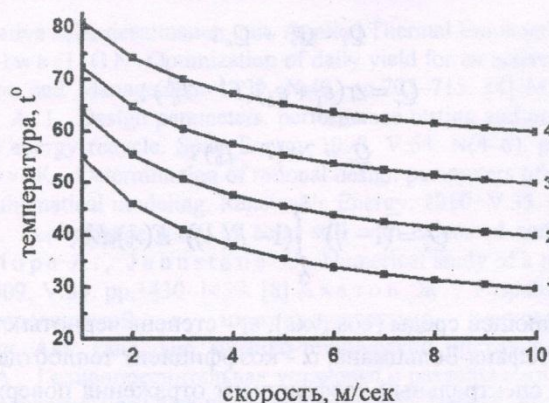


Рис. 1. Изменение температуры ФЭБ в зависимости от скорости ветра и температуры окружающей среды: 1 - 20 °C; 2 - 30 °C; 3 - 40 °C; 4 - 50 °C.

На рис. 2 представлены результаты расчетов зависимости потоков собственного теплового излучения  $Q_r$  и конвективного теплообмена  $Q_c$  от скорости ветра и температуры окружающей среды.

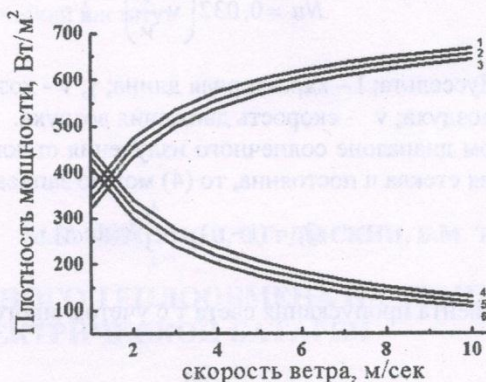


Рис. 2. Изменение собственного конвективного теплообмена (1,2,3) и теплового излучения (4,5,6) ФЭБ в зависимости от скорости ветра и температуры окружающей среды: 1, 4 - 30 °C; 2, 5 - 40 °C; 3, 6 - 50 °C.

При скорости ветра менее 2 м/с ФЭБ охлаждается, как за счет конвективного, так и за счет радиационного теплообмена. При скорости ветра более 2 м/с конвективный теплообмен преобладает над радиационным.

Таким образом, на основе полученных результатов можно сделать следующие выводы:

- если температура окружающей среды меньше 30 °C, температура ФЭБ сильно зависит от скорости ветра: при увеличении скорости ветра на порядок, температура уменьшается ~40%. В этом случае использование фототеплопреобразовательной установки неэффективно;
- если температура окружающей среды более 30 °C, то температура ФЭБ слабо зависит от скорости ветра и для эффективной работы ФЭБ ее необходимо охлаждать;
- при скорости ветра менее 2 м/с ФЭБ охлаждается как за счет конвективного, так и за счет радиационного теплообмена;
- при скорости ветра более 2 м/с конвективный теплообмен преобладает над радиационным.

#### 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. Оптика и метрология солнечных элементов. -М.: Наука. 1985. 279 с. [3] Малютенко В.К., Малозовский Ю.М. Междужонное тепловое излучение полупроводников. ФТП. 1988. т. 22. N 2, С. 345 - 347. [4] Собельман И.И. К проблеме солнечной энергетики. УФН. 1976. т. 120. N 1. С. 85-96. [5] Tripanagnostopoulos

Y., Nousia Th., Souliotis M., Yianoulis P. Solar Energy. 2002. V. 72. № 3. pp. 217–234. [6]  
 Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. -М.: Энергия. 1977. 344с. [6] Тепло- и мас-  
 сообмен. Теплотехнический эксперимент: Справочник/под. ред. В.А. Григорьева. -М.: Энергоатомиздат.  
 1982. 512 с.

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

Дата поступления  
 15.05.2013

ERICH SAETTONE

## DESIGN AND CONSTRUCTION OF A FRESNEL LINEAR DISTILLER

*It was designed a Fresnel linear distiller based on optical calculations obtained from taking into account Lima's latitude value, Earth inclination angle and heat absorber cavity's dimensions. The 5.6 m<sup>2</sup> reflective surface concentrator of the distiller was constructed with 32 plane rectangular mirrors; the heat absorber cavity was made with a rectangular blackened aluminum tube 1 m long and installed 2.5 m over the plane of mirrors. The Fresnel linear distiller was installed at the University of Lima and experimental tests were performed during no cloudy summer days. There were measured ambient temperature, heat absorber cavity temperature, radiant flux and fresh water volume. From this, it was obtained a production of 0.89 liters/hour and 0.79 liters/m<sup>2</sup>, and it was calculated a total performance of 34.5% in desalting sea water. Finally, it is presented a comparison between Fresnel linear distiller (FLD) and parabolic trough distiller (PTD) with similar dimensions and characteristics. It is obtained that the last one produced almost 32% more fresh water than the former, but at the same time, the FLD is almost 20% cheaper than PTD. However, water cost production with both distillers using is almost the same.*

### INTRODUCTION

A Fresnel linear concentrator (FLC) [1] presents several economic advantages when it is compared to a Parabolic trough concentrator (PTC) in solar power plants. In fact, it was demonstrated that a solar power plant costs 55% less by FLC's using than by PTC's using in spite of it covers a 36% higher area than a PTC one, to produce the same power [2]. There are three main differences: first, manufacturing reflective surfaces with a parabolic geometry is more expensive than manufacturing flat ones; second, parabolic surfaces must be supported by large mobile structures unlike those required by flat surfaces; third, the CFL heat absorber cavity is kept fixed, while in the PTC it must be mobile, therefore, there is greater pressure loss [3].

It is important to take into account optical and thermal annual efficiency to generate electricity in a solar power plant. Using a PTC these values are about 58% and 85%, respectively. In the FLC case, they are 43% and 76%, respectively. It was calculated a global efficiency of about 15% in a PTC power plant and about 9.3% in a FLC one [2]. The optical efficiency is less in a FLC than in a PTC one due to orientation of the reflective surface with respect to sunlight [4], as can be seen in fig.1. For this reason, some modifications are being investigated to improve optical efficiency as the use of curved surfaces (spherical or parabolic) instead of flat ones [5].

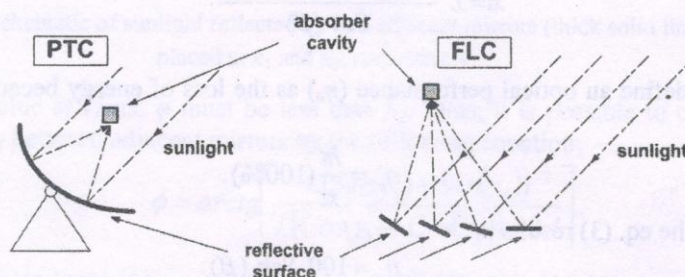


Fig. 1. Schematic diagram of a PTC (left) and FLC (right) with respect to sunlight.