

УДК 621.472

М. Н. ТУРСУНОВ<sup>1</sup>, В. Г. ДЫСКИН<sup>1</sup>, И. А. ЮЛДАШЕВ<sup>1</sup>,  
Х. СОБИРОВ<sup>1</sup>, PARK JEONG HWOAN<sup>2</sup>**КРИТЕРИЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ СТЕКЛА ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ БАТАРЕИ**

*В качестве критерия загрязненности поверхности фотоэлектрической батареи выбрано относительное изменение ее коэффициента полезного действия. С помощью полученной формулы обработаны результаты измерений коэффициента пропускания загрязненной стеклянной пластинки после ее экспозиции в центре на открытом воздухе в г. Ташкенте в течение 80÷110 дней. Показано, что загрязнение стеклянной пластинки уменьшает КПД ФЭБ на 50,0 %.*

Для получения максимальной энергии фотоэлектрические станции строят в полупустынях и пустынях. Из-за высокой температуры окружающей среды и пыли, оседающей на поверхность фотоэлектрической батареи (ФЭБ), эффективность преобразования солнечной энергии фотоэлектрическими элементами станций сильно уменьшается [1-3]. В зависимости от концентрации пыли на поверхности солнечных панелей или солнечных концентраторах потери эффективности составляют от 10% до 50% [3, 4]. Поиск эффективных и недорогих способов очистки поверхности солнечных панелей и концентраторов от различных загрязнений длится уже в течение многих лет [4].

В Узбекистане ветровая эрозия почвы, солончаки, высохшая часть дна Аральского моря, дно высохших сбросовых озер, пыльные и песчаные бури являются основными источниками выноса пыли и соли в атмосферу. Масса пыли, выпадающей на поверхность в пустынных районах, увеличилась до 9 т/га в год, а в районах орошаемого земледелия до 0,1-1,2 т/га в год [5]. В зависимости от климатических особенностей местности песчаные и пылевые бури длятся от 10 до 30 дней, а в некоторых районах 50 и более дней [6].

Принятая в метеорологии единица измерения количества осадков (масса осадков, выпавших на единицу площади) никоим образом не связана с основными характеристиками ФЭБ, и по этой причине не может быть использована в качестве критерия степени загрязнения поверхности ФЭБ.

Цель работы ввести критерий степени загрязнения поверхности стекла ФЭБ атмосферными осадками.

Так как основной технической и экономической характеристикой ФЭБ является эффективность ее работы, то в качестве критерия загрязненности поверхности стекла ФЭБ выберем относительное изменение ее коэффициента полезного действия:

$$\gamma = \left| 1 - \frac{\eta_1}{\eta_0} \right|, \quad (1)$$

где  $\eta_1$  – коэффициент полезного действия ФЭБ в некоторый момент времени эксплуатации (запыленное стекло);  $\eta_0$  – коэффициент полезного действия ФЭБ перед началом эксплуатации (чистое стекло). Если использовать выражение для коэффициента полезного действия СЭ

$$\eta = ff \frac{j_{sc} U_{oc}}{W}, \quad (2)$$

то (1) можно записать в виде

$$\gamma = \left| 1 - \frac{j_{sc,1}}{j_{sc,0}} \right|, \quad (3)$$

где  $j_{sc}$  – плотность тока короткого замыкания,  $U_{oc}$  – напряжение холостого хода,  $ff$  – коэффициент заполнения вольт-амперной характеристики,  $W$  – плотность потока мощности солнечного излучения. Зависимость плотности тока короткого замыкания от оптических свойств стекла, антиотражающего покрытия и СЭ имеет вид:

$$j_{sc} = \frac{q}{hc} \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \lambda \cdot T(\lambda) \cdot E(\lambda) \cdot Q(\lambda) \cdot (1 - R(\lambda)) d\lambda, \quad (4)$$

где  $q$  – заряд электрона,  $h$  – постоянная Планка,  $c$  – скорость света,  $\lambda$  – длина волны солнечного излучения,  $E(\lambda)$  – спектральное распределение потока энергии солнечного излучения,  $T(\lambda)$  – коэффициент пропускания стекла,  $Q(\lambda)$  – коэффициент сбора;  $R(\lambda)$  – коэффициент отражения системы стекло – антиотражающее покрытие – СЭ;  $\lambda_1, \lambda_2$  – границы области спектральной чувствительности СЭ. Так как в солнечной области спектра (0.4 – 2.55 мкм) дисперсия показателя преломления стекол незначительна, то коэффициент пропускания в (4) можно заменить средним значением и вынести за знак интеграла, тогда (3) запишется в виде:

$$\gamma = \left| 1 - \frac{T_1}{T_0} \right|, \quad (5)$$

где  $T_0, T_1$  – средние значения коэффициентов пропускания чистого и загрязненного стекла. Если измерять коэффициент пропускания  $T_{ot}$  загрязненной поверхности стекла ФЭБ относительно чистой поверхности, то (5) можно записать в виде:

$$\gamma = 1 - T_{ot}. \quad (6)$$

Используя (6), легко определить степень загрязнения стеклянной поверхности ФЭБ с помощью устройства, конструкция и результаты тестирования которого будут опубликованы позже.

На спектрофотометре Lambda EZ 150 были измерены коэффициенты пропускания стеклянных пластинок, которые в течение времени с 4.06.2014 г. по 24.09.2014 г. находились на открытом воздухе в центре г. Ташкента. Результаты измерений представлены на рис. 1.

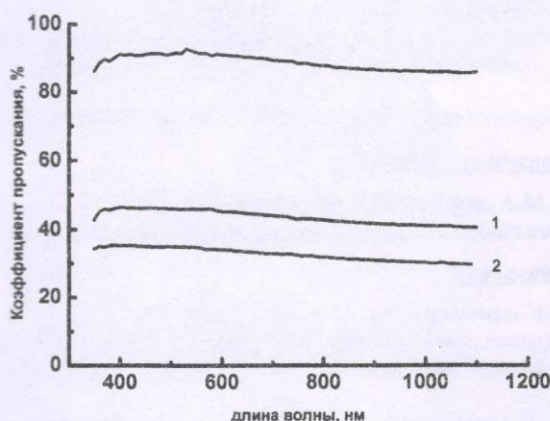


Рис. 1. Измеренные спектры пропускания чистой фотопластинки (без номера) и фотопластинок после экспозиции на открытом воздухе в течение: 80 дней (1), 110 дней (2).

Результаты вычисления по (5) приведены в таб. 1. Среднее значение коэффициентов пропускания чистой пластинки 88,6 %.

Таблица 1

Номер спектра	$T, \%$	$\gamma, \%$
1	43,6	50,8
2	32,7	63,1

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что без очистки поверхности стекла уже за 80 дней мощность ФЭБ уменьшилась на ~ 50 %. Отметим, что за данный период

времени в г. Ташкенте осадки не выпадали, а ночные и дневные температуры воздуха были близки максимальным.

Таким образом, для разработки рекомендаций по техническому обслуживанию ФЭБ необходимо по всей территории Узбекистана провести комплексные исследования степени загрязнения ФЭБ. При этом необходимо учитывать не только количество, но и состав осадков дождя и снега.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Tursunov M. N., Dyskin V.G., Sobirov kh. A., Turdiev B.M. Applied Solar Energy. 2014. V. 50. N4. pp. 278-288. [2] Tursunov M. N., Dyskin V.G., Turdiev B.M., Yuldashev I.A Applied Solar Energy. 2014. V. 50. N4. pp. 236-237. [3] Mazumder M., Horenstein M. N., Stark J. W, et. al., //IEEE transactions on industry applications. 2013. V. 49. № 4. pp. 1793 – 1800. [4] Mani M, Pillai R. //Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2010. V. 14. pp. 3124–3131. [5] Шардакова Л.Ю., Ковалевская Ю.И., Верещагина Н.Г. «Последствие изменения климата: эрозия почв и как с ней бороться» (НИГМИ Узгидромета), «Адаптация к изменению климата: примеры из Узбекистана и Казахстана». Ташкент. 2012. - С. 5-6. [6] Анарбаев А.И, Захидов Р.А, Орлова Н.И, Таджиев У.А. Гелиотехника. 2008. № 2. - С 62-73.

<sup>1</sup>Физико - технический институт НПО «Физика-Солнце» АН РУз

Дата поступления

<sup>2</sup>Ulsan Technopark

21.10.2014

dyskin@uzsci.net