

УДК 551.662.03

**ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТИ
ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ БАТАРЕЙ**

Х. Сабиров, Э.Т. Абдуллаев, М.К. Абдухалилов, Ш.Б. Шомуродов

В работе исследуется влияние загрязнений (пыли) на параметры фотоэлектрических батарей (ФЭБ) и параметры разработанного устройства очистки поверхности батарей от загрязнений. Приведены результаты испытаний устройства очистки в натуральных условиях. Показано, что эффективность очистки поверхности батарей зависит от геометрии сопла. Установлено, что эффективность сопла плоского сечения существенно больше, чем сопла круглого сечения.

**ФОТОЭЛЕКТРИК БАТАРЕЯЛАР ЮЗАСИНИ САМАРАЛИ
ТОЗАЛАШ УСУЛИ.**

Х. Сабиров, Э.Т. Абдуллаев, М.К. Абдухалилов, Ш.Б. Шомуродов

Мақолада фотоэлектрик батареялар параметрларига чангланшининг таъсири ва батареялар юзасини тозалаш қурилмасининг синов натижалари ўрганилган. Батареялар юзасини тозалаш самарадорлиги қурилма туйнугининг геометриясига боғлиқлиги кўрсатилган. Ясси кесимли туйнукнинг самарадорлиги айланма кесимли туйнукдан афзаллиги такидланган.

**EFFECTIVE SURFACE CLEANING METHOD OF
PHOTOVOLTAIC BATTERIES.**

X. Sabirov, E.T. Abdullaev, M.K. Abdukhalilov, Sh.B. Shomurodov

In the article investigated the effect of impurities (dust) on the parameters of photovoltaic cells (PHC) and parameters of the developed device for cleaning the surface of batteries from pollution. The results of testing the cleaning device in natural conditions are given. It is shown that the efficiency of cleaning the battery surface depends on the geometry of the nozzle. It is established that the efficiency of the flat-section nozzle is much larger than the nozzles of the circular section.

В условиях постоянного спроса на тепловую и электрическую энергии и роста цен на энергоносители, задача повышения энергетической эффективности действующих и строящихся энергоустановок приобретают особую остроту. В нашей стране одной из приоритетных задач является экономии топливно-энергетических ресурсов. Во всем мире объем энергии, производимой тепловыми и фотоэлектрическими станциями (ФЭС), увеличивается из года в год. ФЭС строят в местах не пригодных для земледелия, с высокой годовой инсоляцией и, как следствие, высокой дневной температурой и сильной запыленностью воздуха [1-2]. Пыль, оседая на поверхность гелиотехнического устройства, уменьшает ее эффективность преобразования солнечного излучения в полезную энергию – тепловую или электрическую. В случае

ФЭС значение потерь от проектной мощности может составлять 30 и более процентов.

Поиск эффективных и недорогих способов очистки поверхности ФЭБ от различных загрязнений длится уже в течение многих лет. Поверхность ФЭБ чаще всего чистят с помощью щеток с водой или моющим средством. Иногда для уменьшения адгезии загрязнения с поверхностью на нее наносят гидрофобные, гидрофильные или специальные покрытия. Такие покрытия уменьшают количество воды, необходимой для очистки ФЭБ. Нанесение любого дополнительного покрытия на поверхность ФЭБ приводит к потере солнечного излучения, что уменьшает эффективность преобразования энергии излучения. Имеется другой более рациональный путь, очистку стекла ФЭБ можно осуществлять с помощью воздушной струи. В работе [3] для определения оптимального режима очистки воздушной струей, определены скорости воздуха, сечение сопла и число сопел для устройства, использующий сжатый воздух для очистки.

На простой модели сферической частицы, расположенной на поверхности твердого тела, можно оценить величину скорости воздушного потока необходимого для очистки поверхности. Слой пыли удерживается на поверхности ФЭБ силой тяжести и силой адгезии, которая является суммой сил Ван-дер-Ваальса и электрического изображения [3]. Если вдоль загрязненной поверхности ФЭБ движется воздушный поток, то на частицу пыли, радиус которой равен r , действует сила $F = 4\pi r^2 P$, в результате действия которой частицы отрываются от поверхности и увлекаются потоком, т.е. происходит очистка. Из условия равенства сил, действующих на частицу, определим динамическое давление потока воздуха P необходимого для очистки поверхности ФЭБ от пыли:

$$P = \frac{A}{24\pi z^2 r} + \frac{q^2}{16\pi^2 \varepsilon_0 \varepsilon z^2 r^2} + \frac{1}{3} \rho_m g r$$

g – Ускорение свободного падения.

Показано, что для удаления пыли размером 1000 нм зарядами $10e$ $20e$ и $30e$, необходимая скорость воздушного потока составляет менее 7м/сек. Основной фактор загрязнения поверхности ФЭБ - частицы с малым радиусом поперечного сечения. Полученные величины скорости обдува нужно будет учитывать при создании устройства для очистки поверхности ФЭБ от загрязнения. Отметим, что при обдуве поверхность ФЭБ не только очищается, но и охлаждается за счет увеличения конвективного теплообмена [4].

Эксперименты по очистке загрязнения направленной струей воздуха поверхности ФЭБ мощностью 50 Вт проводили на полигоне Физико – технического института АН РУз. Источником струи воздуха

служил компрессор сжатого воздуха. ФЭБ ориентировали перпендикулярно солнечному излучению, измеряли вольт-амперную характеристику (ВАХ) батареи и интенсивность солнечного излучения (880 Вт/м^2). Равномерно насыпали измельченный грунт, измеряли ВАХ «грязной» поверхности ФЭБ и интенсивность солнечного излучения (790 Вт/м^2). Затем включали компрессор и с помощью сопла круглого сечения очищали ФЭБ от загрязнения, снова измеряли ВАХ и интенсивность солнечного излучения (730 Вт/м^2). Скорость струи воздуха, измеренная анемометрами, составляла $24,0 \text{ м/с}$. Результаты измерения ВАХ представлены на (рис.1). Так как интенсивность солнечного излучения изменялась, то для сравнения результатов измерений построили относительную зависимость мощности от напряжения, нормированные на интенсивность солнечного излучения (рис. 2).

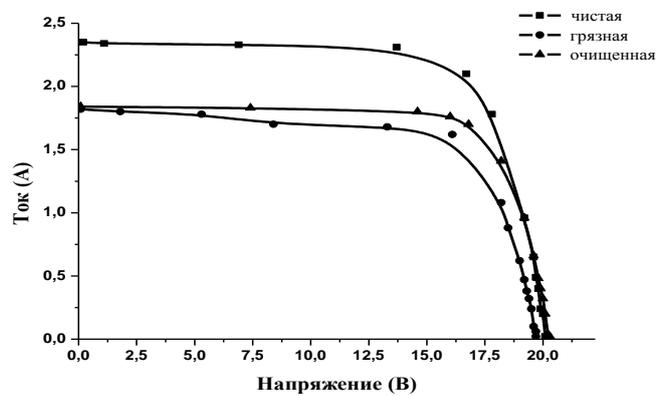


Рис.1 Вольтамперные характеристики ФЭБ. Очистка круглым соплом.

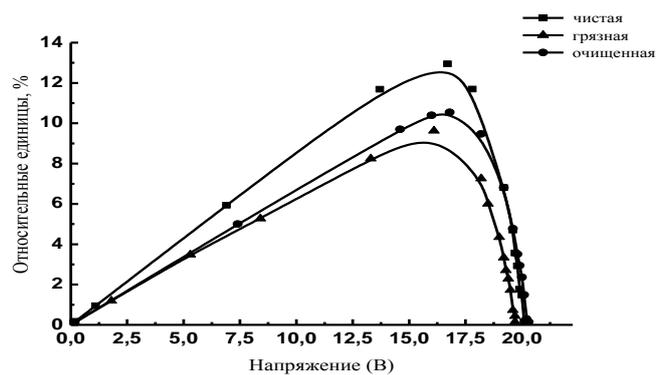


Рис.2 Относительная зависимость мощности ФЭБ. Очистка круглым соплом.

По результатам измерений определили пиковую мощность ФЭБ, она составила соответственно 35.1, 26.1 и 28.6 Вт. Оказалось, что при искусственном загрязнении мощность уменьшилась на 25.6 %, а после очистки потери мощности относительно первоначального значения составили 18.5 %. Следовательно, поверхность ФЭБ не была полностью очищена, а сопло круглого сечения не является оптимальным.

Была изменена конструкция сопла. Сопло представляло собой длинную полимерную трубку в виде цилиндра вдоль образующей, которого была прорезана узкая щель шириной 2 мм. Торцы цилиндра были заглушены пробками. Воздуховод от компрессора крепился в серединной части сопла. Были выполнены эксперименты с помощью сопла плоского сечения. Источником струи воздуха служил компрессор сжатого воздуха. Интенсивность солнечного излучения составляла 830 Вт/м^2 и во время экспериментов не изменялась. Равномерно насыпали измельченный грунт массой 110 г, измеряли ВАХ «грязной» поверхности ФЭБ, интенсивность солнечного излучения оставалась постоянной. Затем включали компрессор и очищали ФЭБ от загрязнения и измеряли ВАХ. Скорость струи воздуха, измеренная анемометрами, составляла 12,4 м/с. Результаты измерения ВАХ представлены на (рис. 3).

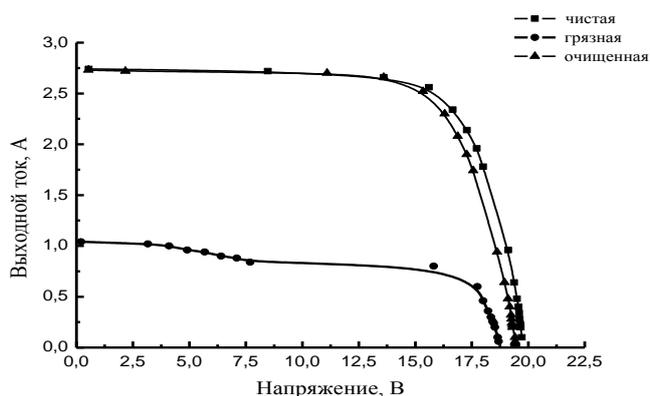


Рис.3 Вольтамперные характеристики ФЭБ, очистка плоским соплом.

По результатам измерений определили пиковую мощность ФЭБ, она составила соответственно 39.9, 12.7 и 38.7 Вт. Искусственное загрязнение поверхности ФЭБ уменьшило ее мощность на 68.0 %, а после очистки поверхности с помощью плоского сопла потери мощности по сравнению с первоначальным значением составили 3.0 %, т.е. мощность практически была восстановлена. На основании этого можно сделать вывод, что плоское сечение сопла более эффективно очищает поверхность ФЭБ. Очевидно, что полученные результаты не являются окончательными, т.е. плоское сечение сопла и скорость потока воздуха не являются оптимальными, и следует продолжить исследования.

В дальнейшем на основе проведенных исследований будет разработано мобильный комплекс по очистки поверхности ФЭБ от загрязнений гелиотехнических устройств.

Литература

1. M. Mazumder, M. N. Horenstein, J. W. Stark, P. Girouard, R. Sumner, B. Henderson, O. Sadler, I. Hidetaka, A. S. Biris, R. Sharma//IEEE transactions on industry applications. 2013. v. 49. № 4, P 1793 – 1800.
2. M. Mani, R. Pillai//Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2010., v. 14, P 3124–3131.
3. В.Г.Дыскин, Х.Сабилов, И.М. Комолов, Э.Т.Абдуллаев, Очистка загрязнения поверхности фотоэлектрической батареи струёй воздуха, Гелиотехника 2017, №3, с.19-22
4. М.Н.Турсунов, В.Г.Дыскин , Б.М.Турдиев, И.А.Юлдошев, Влияние конвективного теплообмена на температуру солнечной фотоэлектрической батареи, Гелиотехника , 2014, №4, с.34-37

КАРТА УЧАСТИЯ

Фамилия, имя, отчество	Сабиров Хабибулла
Ученая степень	к.т.н
Ученое звание	к.т.н с.н.с.
Организация	Ф.Т.И НПО “Физика солнца”
Должность	с.н.с
Адрес	г.Ташкент 105 ул. Баяутская 19
Телефон	235-35-70
E- mail	-----
Фамилия, имя, отчество	Абдуллаев Эльмурод Тохирмирзаевич
Ученая степень	Докторант
Ученое звание	-----
Организация	Ф.Т.И НПО “Физика солнца”
Должность	-----
Адрес	г. Ташкент., ул. Бобур 67/8 дом, 33 кв.
Телефон	+998(90)322-06-03
E- mail	solarpanels@bk.ru
Фамилия, имя, отчество	Абдухалилов Маъмуржон Комилжон угли
Ученая степень	магистрант
Ученое звание	-----
Организация	ТашГТУ
Должность	-----
Адрес	Ташкент обл. Бустанликский р-н, г. Газалкент ул. Чирчикская 9/2
Телефон	(93) 701-58-75
E- mail	mamur_2110@mail.ru
Фамилия, имя, отчество	Шомуродов Шохрух Баходир угли
Ученая степень	магистрант
Ученое звание	-----
Организация	ТашГТУ
Должность	-----
Адрес	Кашкадаринская обл. Муборакский р-н, ул. Б.Саидов дом №79
Телефон	(90) 912-34-34
E- mail	-----