

РАЗРАБОТКА КОНЦЕНТРАТОРОВ ДЛЯ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И КОМБИНИРОВАННЫХ СОЛНЕЧНЫХ УСТАНОВОК НА ОСНОВЕ БОКОВЫХ ОТРАЖАЮЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

С.Ф.Эргашев, М.Тожибоева, Х.Тухтасинов

Ферганский Политехнический Институт

Ограничением для массового использования фотоэлектрических модулей является, в первую очередь, их высокая себестоимость за единицу вырабатываемой мощности. Одним из направлений снижения себестоимости солнечных батарей может являться использование для увеличения плотности светового потока на рабочую поверхность гелиоустановок плоских концентраторов.

Основным элементом плоского концентратора, представляющего собой линейную конструкцию (фоклин), являются плоские зеркала с селективным или неселективным покрытием, расположенные под определенным углом к нормали (рис. 1). Себестоимость зеркал на порядок ниже себестоимости фотоэлектрических элементов. Увеличение освещенности в 2-3 раза не требует дополнительного отвода тепла от рабочей поверхности солнечного модуля. Все это позволяет в целом уменьшить себестоимость солнечных установок при использовании предложенных авторами статьи плоских концентраторов, в отличие от концентрирующих систем, предлагаемых ранее различными исследователями.

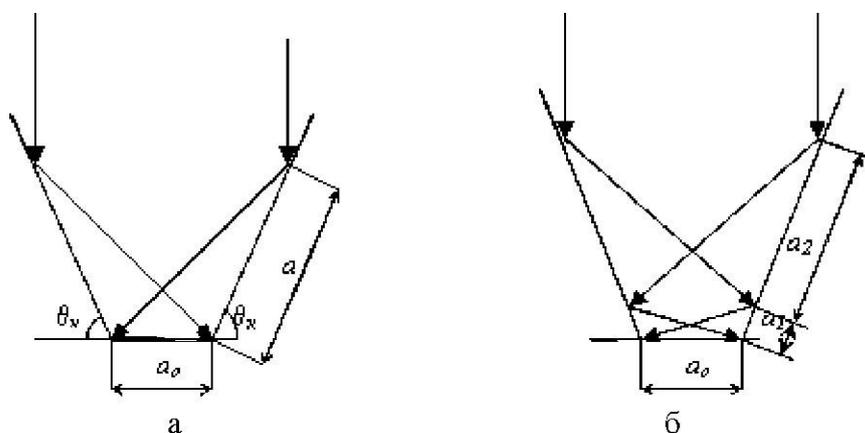


Рис. 1. Схема распространения лучей в плоском концентраторе с однократным (а) и многократным (б)

Все кремниевые солнечные элементы, выпускаемые промышленностью, имеют плоскую (планарную) конфигурацию, соответственно все фотоэлектрические модули имеют плоскую форму. Конструкция модулей и определяет дальнейшую разработку эффективных солнечных концентраторов. Для увеличения мощностных характеристик и нормальной работы фотоэлектрического модуля необходимо использовать

концентраторы, равномерно распределяющие солнечные лучи по всей рабочей поверхности. Из всех типов солнечных концентраторов, описанных в работе [4], для соответствия вышеописанным требованиям можно выбрать только фоклины с однократным переотражением (см. рис. 1) и плоской отражающей поверхностью.

Задачей описанной работы являлось усовершенствование конструкции плоского концентратора с учетом простоты изготовления и применимости его для работы с серийными фотоэлектрическими модулями.

Поставленная задача решается тем, что с боков под определенными углами к плоской панели фотоэлектрического модуля, учитывающими необходимость равномерного распределения солнечных лучей по приемной панели, установлены две плоские отражающие поверхности.

Принцип действия солнечного концентратора основан на отражении потока солнечного излучения от отражающих поверхностей на рабочую поверхность фотоэлектрического модуля. Солнечные элементы батареи преобразуют в электрическую энергию диапазон длин волн солнечного спектра как прямого, так и отраженного излучения. Как следствие происходит усиление освещенности приемной панели электрического модуля и увеличение его мощностных характеристик.

Освещенность панели фотоэлектрического модуля и, как следствие, значение его выходной мощности прямо пропорциональны косинусу угла падения солнечных лучей на приемную поверхность. Также освещенность отражающих поверхностей и соответственно поток отраженных лучей на рабочую поверхность модуля напрямую зависят от интенсивности солнечного излучения и косинуса угла падения лучей на боковые панели концентратора.

Запишем формулу для освещенности боковой отражающей панели концентратора:

$$E_{\text{бок. панели}} = I_0 \cos \beta, \quad (1)$$

где I_0 - интенсивность солнечного излучения;

β - угол падения лучей на боковую поверхность концентратора. Формула для освещенности приемной рабочей панели фотоэлектрического модуля, полученной за счет солнечных лучей, отраженных от боковой поверхности концентратора, запишется следующим образом:

$$E_{\text{раб. панели}} = \eta E_{\text{бок. панели}} \cos \beta_1 \quad (2)$$

где η - коэффициент отражения от боковой зеркальной панели;
 $E_{\text{бок. панели}}$ - освещенность боковой отражающей панели концентратора;

β_1 - угол падения лучей, отраженных от боковой поверхности концентратора, на приемную поверхность фотоэлектрического модуля. Рассмотрим ход лучей в плоском концентраторе для фотоэлектрического модуля.

Обобщая все вышеизложенное, можно записать, что при условии установки оптимального значения угла α для одной отражающей поверхности концентратора угол установки для второй отражающей поверхности может меняться не более чем на 5° , что может привести к изменению мощности фотоэлектрического модуля не более чем 5 %.

То есть справедливо условие $\alpha = 60^\circ \pm 5^\circ$.

При условии отклонения от оптимального угла установки на равную величину обеих боковых поверхностей концентратора угол установки может меняться не более чем на $2,5^\circ$ для каждой грани, что приведет к изменению мощности фотоэлектрического модуля с концентратором также не более чем 5 %.

То есть для отклонения угла установки концентратора для каждой из его граней справедливо условие $\alpha = 60^\circ \pm 2,5^\circ$.

С учетом простоты исполнения плоского солнечного концентратора с боковыми поверхностями, сделанными из светоотражающей фольги, использование предлагаемого изобретения позволяет снизить себестоимость серийно выпускаемых фотоэлектрических модулей за единицу вырабатываемой мощности. Это ведет к снижению стоимости солнечных электрических установок, необходимых для обеспечения потребителей.

Использование в качестве боковых граней концентратора зеркал с поверхностью из дешевой отражающей фольги может значительно сэкономить средства на выработку тепловой и в значительной мере электрической энергии солнечными установками.

По результатам экспериментов можно сделать заключение об эффективности работы плоских солнечных концентраторов для установок с комбинированной выработкой тепловой и электрической энергии.

Список литературы:

1. М.М. Мухитдинов, С.Ф. Эргашев. «Солнечные параболоцилиндрические установки». Изд. Фан. 1995 г.
2. Сафонов В.А. Применение плоских концентраторов солнечного излучения для увеличения энерговыработки фотоэлектрических модулей. Изд. Энергетика. - 2006.
3. Кузнецов К.В. Исследование характеристик солнечного воздушного гибридного коллектора. Труды 6-й Международ. науч.-техн. конф., 13-14 мая 2008 г.