

О ВЫБОРЕ ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ ФОТОЭЛЕКТРОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

© Л. В. Накашидзе, Г. И. Заривняк, С. А. Митрохов

НДІ енергетики Дніпропетровського державного університету

Розглянуто проблему оптимального використання фотоелектроперетворювачів у складі сонячних енергетичних установок, що мають різні конструктивні рішення. Висновки про раціональний склад сонячних енергетичних установок зроблено на основі експериментальних даних.

Среди большого числа различных энергетических проектов значимое место занимает фотоэнергетика, характеризующаяся экологической чистотой и возможностью применения как в космосе, так и на Земле.

Для широкомасштабного применения солнечных энергетических установок, предназначенных для преобразования солнечного излучения в наземных условиях, снижение их стоимости осуществляется усовершенствованием отдельных составляющих узлов. С целью повышения эффективности преобразования солнечной энергии в электрическую используются концентраторы солнечной энергии, системы ориентации всей солнечной энергетической установки (СЭУ), системы согласования ее выходных параметров с потребителями и т. п.

В НИИ энергетики проводятся работы, связанные с оптимальным использованием фотоэлектрореобразователей (ФЭП) в составе СЭУ; функционирование ФЭП в комплексе с системами ориентации, охлаждения и концентрации.

Рассмотрено четыре возможных варианта конструктивного решения солнечной энергетической установки, в которых ФЭП находится в различных условиях эксплуатации:

- установка с ориентацией ФЭП без концентрации солнечного излучения (ОП);
- установка с ориентацией ФЭП и концентрацией солнечного излучения (ОК);
- установка без ориентации ФЭП (стационарная) и без концентрации солнечного излучения (СП);
- установка без ориентации ФЭП (стационарная) с концентрацией солнечного излучения (СК).

Для выбора оптимального режима работы ФЭП была создана экспериментальная установка, позволяющая воспроизводить вышеперечисленные варианты условий его эксплуатации в составе СЭУ.

Измерения проводились на протяжении светового дня с 8 ч до 17 ч в солнечную безоблачную погоду. Максимальный поток солнечного излучения при проведении эксперимента достигал 810 Вт/м^2 .

Объектом исследований был фотоэлектрореобразователь диаметром 100 мм, изготовленный на основе монокристаллического кремния. В качестве концентратора солнечного излучения применялся усеченный конус с геометрическим коэффициентом концентрации 2.31. Для повышения коэффициента отражения внутренняя поверхность концентратора покрыта слоем алюминия высокой чистоты методом вакуумной металлизации.

Так как ФЭП испытывался без принудительного охлаждения, то для исключения перегрева измерения его энергетических характеристик проводились в режиме кратковременной освещенности.

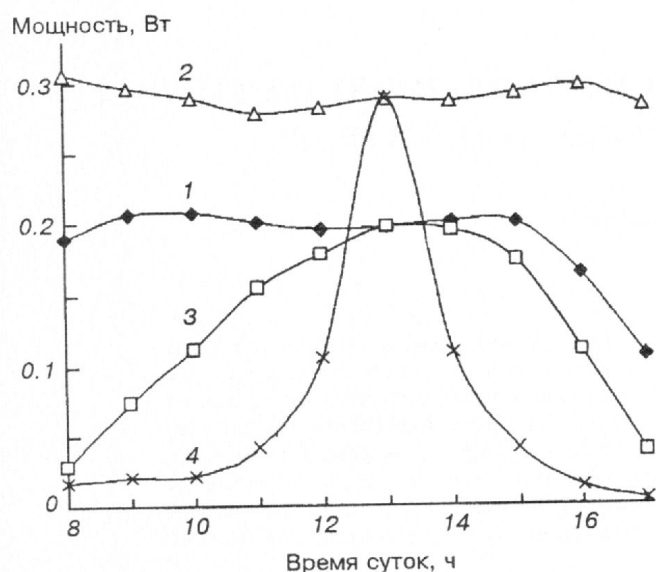
Величина эффективной мощности, отдаваемой ФЭП для каждого из рассмотренных вариантов, приведена на рисунке.

Для оценки эффективности использования возможных вариантов конструктивного решения СЭУ за базовые были взяты энергетические характеристики ОП. Они наиболее объективно отражают величину потока лучистой энергии Солнца, поступающую на единицу поверхности плоского приемника (энергетическую облученность, создаваемую Солнцем при нормальном падении лучей).

Однако необходимо учесть, что ФЭП, изготовленные по другим технологиям, в подобных условиях могут вести себя несколько иначе.

При сопоставлении полученных энергетических характеристик наибольшую мощность показал ФЭП в режиме ОК (таблица).

Интересно сравнить энергетические характеристики ФЭП, работающего в условиях СП и ОК. На первый взгляд, отдача по энергии в ОК относительно СП равна 2.29, и можно было бы рассчитывать



Мощность в рабочей точке для каждого из рассмотренных вариантов конструктивного решения СЭУ: 1 — установка с ориентацией ФЭП без концентрации солнечного излучения; 2 — установка с ориентацией ФЭП и концентрацией солнечного излучения; 3 — установка без ориентации ФЭП (стационарная) и без концентрации солнечного излучения; 4 — установка без ориентации ФЭП (стационарная) с концентрацией солнечного излучения

Энергия полученная с ФЭП,
(в условных энергетических единицах)

Мощность, у. е.	Вариант			
	ОП	СП	ОК	СК
С единицы площади ФЭП	1	0.67	1.54	0.37
С единицы площади СЭУ	1	0.67	0.67	0.16

на создание дешевых СЭУ с концентраторами солнечной энергии. Однако количество энергии, получаемое с единицы площади СЭУ, у них одинаково.

В отличие от варианта ОК в СП отсутствует система ориентации, система охлаждения, конструктив СЭУ проще, он испытывает значительно меньшие ветровые нагрузки. Потому предположение о том, что уменьшение количества ФЭП в составе СЭУ с введением концентрации солнечного излучения приведет к экономии удельной стоимости полученной электрической энергии, является спорным.

Из таблицы и рисунка следует, что любые системы СК изначально нецелесообразны, поскольку в

этом случае оптимальная освещенность ФЭП наблюдается только в течение небольшого периода светового дня (от одного часа до нескольких минут, в зависимости от типа концентратора).

При рассмотрении различных вариантов исполнения СЭУ нельзя не учитывать тот факт, что при изменении спектра солнечного излучения, освещенности, температуры окружающей среды, рабочая точка ФЭП (точка с максимальной энергетической отдачей) в силу неидеальности вольт-амперной характеристики очень смещается. Эта проблема может быть устранена введением в СЭУ системы согласования, позволяющей согласовывать сопротивление нагрузки с внутренним сопротивлением ФЭП. Авторами статьи предварительно рассматривалась идеология построения такого устройства. В его основу заложен принцип дискретного забора энергии с ФЭП через интегрированный в нагрузку перестраиваемый резонансный контур.

При любом варианте исполнения СЭУ нельзя игнорировать напряженный тепловой режим работы ФЭП. Для уменьшения тепловых нагрузок необходима система охлаждения, позволяющая поддерживать его температуру не более 45—55 °С. Конструктивное исполнение системы охлаждения в вариантах ОП и ОК представляет собой сложную инженерную задачу, тогда как в варианте СП эта задача решается гораздо проще; величина производственных и эксплуатационных затрат в этом случае существенно ниже.

Предварительная обработка данных показала, что при рассмотрении вопроса оптимального использования ФЭП в составе СЭУ необходимо учитывать не только получаемое количество энергии, но также энергетические и экономические затраты на ее изготовление и обслуживание. Только при комплексном подходе можно говорить о выборе оптимального режима работы ФЭП.

ON USE OF OPTIMUM OPERATION MODE OF SOLAR CELL

L. V. Nakashidze, G. L. Zarivnyak, S. A. Mitrokhov

A problem of optimum application of solar cells in a structure of solar power plants using the various design decisions is considered. Conclusions are made about the rational structure of solar power plants on the basis of experimental data.