

квадратов). Множители & обеспечивают возможность дальнейшего прохода информации.

При непревышении каждым из слагаемых некоторого порогового числа дается ответ о $\sum_{i=1}^K |F_{\text{пр}1i} - F_{1i}|^2, \sum_{i=1}^K |F_{\text{пр}2i} - F_{2i}|^2, \dots, \sum_{i=1}^K |F_{\text{пр}mi} - F_{mi}|^2$ наличии именно этого типа неисправности.

Таким образом, предложен метод оценки работоспособности ЖРД путем создания векторов признаков аварийных ситуаций, используя статистический материал результатов стендовых, летных испытаний и результатов расчетов протекания переходных процессов, возникающих при появлении той или иной неисправности и сравнение их с векторами банка данных.

1. Луарсарбов К. А., Пронь Л. В., Сердюк А. В. Летные испытания ЖРД. — М., 1997.

2. Махин В. А., Миленко Н. П., Пронь Л. В. Теоретические основы экспериментальной обработки ЖРД. — М., 1973.
3. Фу К. Последовательные методы в распознавании образов и обучения машин. — М., 1971.
4. Гнедов Г. М., Росенбаум О. Б., Шумов Ю. А. Проектирование систем контроля ракет. — М., 1975.
5. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. — М., 1974.
6. Волков Е. Б., Судаков Р. С., Сырицын Т. А. Основы теории надежности ракетных двигателей. — М., 1974.

REASONS DETERMINATION OF LIQUID ROCKET ENGINE DAMAGE SITUATIONS USING ENGINE EXPERIMENT DATA

L. V. Pron', S. A. Samokhvalov

An attempt of the statistical determination of disrepair type on the basis of the disrepair localization using a vector of the special selected parameters has been done. this disrepair resulted from the damage situation.

УДК 62.092

РАСЧЕТ СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ С ФОКЛИНОВЫМ КОНЦЕНТРАТОРОМ ДЛЯ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ ФОКЛИНОВОГО ТИПА

© Г. Н. Пряхин, А. Я. Павлык, А. Г. Филатов

Науково-дослідний інститут енергетики Дніпропетровського національного університету

Розрахунок сонячної батареї з фокліновим концентратором містить у собі розрахунок концентратора на основі оптимального сполучення заданої ширини площини фотоелектричної панелі батареї прогнозованого коефіцієнта концентрації фоклінового концентратора і числа відбить сонячних променів від граней концентратора. Розраховується загальна площа фотоелектричної панелі і на основі її ширини визначається довжина панелі і відповідна довжина фоклінового концентратора, а також розраховується кількість фотоелектричних перетворювачів ФЕП у батареї.

В настоящее время внимание научной общественности направлено на использование энергии космоса. Одним из вариантов использования космической энергии является фотоэлектрический способ получения электрической энергии. Это единственный способ, который непосредственно преобразует солнечное излучение, являющееся практически неисчерпаемым источником энергии, в электрическую энергию. Реализуется фотоэлектрический способ получения электрической энергии через посредство фотоэлектрических станций (ФЭС) различных типов, в частности с фоклиновым концентратором (рис. 1).

Применение концентраторов солнечной энергии позволяет не только поднять энергетическую эффективность ФЭС, но и улучшить их энергоэкономические и эксплуатационные показатели.

В институте энергетики Днепропетровского национального университета был произведен расчет солнечной батареи с фоклиновым концентратором, входящим в состав ФЭС, и получены практические результаты.

Расчет позволяет определить геометрию и массогабаритные показатели фоклинового концентратора на основе размеров фотоэлектрической панели и ее положения относительно направления потока сол-

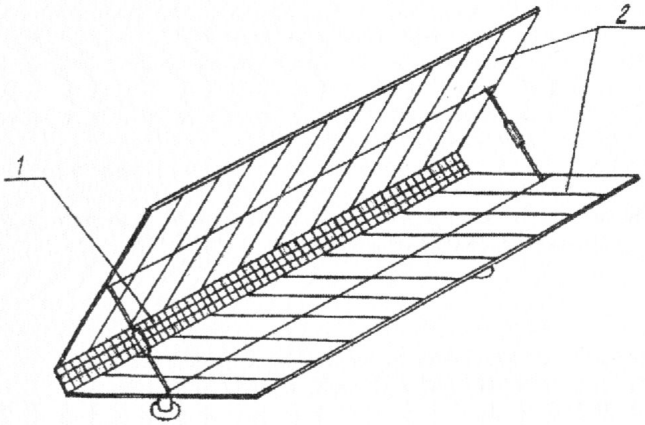


Рис. 1. Фотоэлектрическая станция фоклинового типа: 1 — панель фотоэлектрического преобразователя, 2 — фоклиновый концентратор

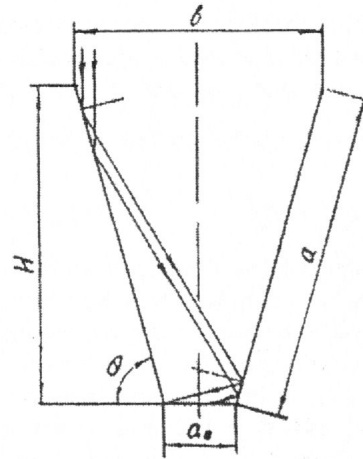


Рис. 2. Фоклиновый концентратор

Результаты расчета геометрии фоклинового концентратора

N	n_k	K_c	a_0 , м	θ_{kmin} , град	a , м	H , м	K_r	K_c	a/a_0
2	2	3	0.4	67.5	2.12	2.05	3.74	3.38	5.3
2	3	4	0.4	75	4.12	3.97	5.02	4.36	10.3

нечной радиации при обязательном условии, что выходные энергетические характеристики концентратора обеспечивают равномерное распределение плотности потока солнечной радиации на поверхности фотоэлектрической панели.

При расчетах солнечной батареи с фоклиновым концентратором необходимо рассмотреть несколько сочетаний конструктивных элементов, а именно, необходимо сочетать размеры ее планарной части, то есть размеры плоскости фотоэлектрической панели, в частности ее ширину, с геометрией и массогабаритными показателями фоклинового концентратора.

За основу расчета берем заданную в ТЗ выходную мощность ФЭС, в рассматриваемом случае она составляет $P_0 = 1$ кВт.

Затем определяем оптимальный вариант соответствия геометрического коэффициента концентрации K_c , числу отражений солнечных лучей, участвующих в процессе, и ширине a_0 светоприемной части фотоэлектрической панели, а это в свою очередь позволяет определить геометрию и массогабаритные показатели фоклинового концентратора.

Дело в том, что количество отражений солнечного луча и ширина a_0 плоскости фотоэлектрической панели определяют угол наклона отражающих гра-

ней фоклинового концентратора, ширину этих граней, высоту концентратора, что в свою очередь определяет геометрию фоклинового концентратора.

Из предшествующих расчетов фоклиновых концентраторов можно сделать некоторые обобщения. При двукратном отражении солнечных лучей от граней концентратора отношение ширины a отражающей грани концентратора к ширине a_0 плоскости фотоэлектрической панели составляет $a/a_0 = 5.3$ (таблица).

При трехкратном отражении солнечных лучей это отношение составляет $a/a_0 = 11$, т. е. ширина отражающей грани, а следовательно высота концентратора и его масса, увеличиваются почти в два раза по сравнению с массогабаритными показателями концентратора с двукратным отражением лучей. При этом его энергетический коэффициент концентрации K_c по сравнению с K_c для фоклина с двукратным отражением увеличивается только в $4.36/3.38 = 1.3$ раза. Поэтому в нашем случае рациональнее выбрать фоклин с двукратным отражением солнечных лучей.

На основе выбранных оптимальных значений числа отражений лучистого потока $n = 2$, энергетического коэффициента концентрации $K_c \approx 3$ и ширины светоприемной поверхности фотоэлектри-

ческой панели $a_0 = 0.4$ м рассчитываем геометрию фоклинового концентратора. В расчете применен графоаналитический синтез с использованием закона зеркального отражения, на основе чего получены следующие параметры (рис. 2):

1) угол наклона отражающих граней фоклинового концентратора

$$Q_{k\min} = \pi n_k - \frac{\pi/2}{2n_k};$$

2) ширина отражающей грани концентратора

$$a_0 = \frac{\sum_{n=1}^{n_k} (-1)^n \cos 2\pi\theta_k}{\cos\theta_k};$$

3) высота или глубина концентратора

$$H = a_0 \left[\sum_{n=1}^{n_k} (-1)^n \cos 2\pi\theta_k \right] \operatorname{tg}\theta_k;$$

4) геометрический коэффициент концентрации

$$K_r = 1 + N \frac{a}{a_0} \cos\theta_k,$$

где N — число граней концентратора.

Геометрический коэффициент концентрации в данном расчете составляет $K_r = 3.74$, и ему соответствует энергетический коэффициент $K_c = 3.38$ [1].

Мощность фотоэлектрической панели $P_{\text{фп}}$, обеспечивающей в комплекте с рассчитанным концентратором заданную выходную мощность P_6 , определяется

$$P_{\text{фп}} = P_6 / K_c.$$

Зная мощность фотоэлектрической панели, можно рассчитать площадь ее светоприемной поверхности, а также количество фотоэлектрических преобразователей (ФЭП), входящих в состав панели.

Площадь светоприемной поверхности фотоэлектрической панели, обеспечивающей заданную мощность P_6 , определяется по формуле

$$A_{\text{СП}} = P_6 / (S \cos \Gamma \eta F),$$

где P_6 — мощность фотоэлектрической панели; S — плотность потока солнечного излучения; Γ — суммарный угол между направлением на Солнце и нормалью к плоскости светоприемной поверхности; η — к. п. д. солнечного элемента; F — суммарный фактор, учитывающий возможную деградацию фотоэлектрического преобразователя.

Число ФЭП фотоэлектрической панели определяется по формуле

$$N_{\Sigma} = \frac{P_6}{S \cos \Gamma \eta F A_{\Sigma}},$$

где A_{Σ} — площадь одного ФЭП.

Исходя из площади светоприемной поверхности $A_{\text{СП}}$ и ее ширины a_0 , которая была задана в расчете, определяем длину светоприемной поверхности и длину отражающей грани фоклинового концентратора, т. е. длину концентратора.

$$L_{\text{СП}} = A_{\text{СП}} / a_0.$$

Если расстояние между ФЭП, из которых набрана фотоэлектрическая панель, обозначим d , а количество ФЭП, расположенных по длине L фотоэлектрической панели, равно N , то длина концентратора определится как $L_K = L_{\text{СП}} + d(N - 1)$.

Практические результаты расчета геометрии и габаритных размеров фоклинового концентратора на основе выбранных оптимальных значений n_k , K_c , N_k , a_0 , приведены в таблице.

Представленный расчет солнечной батареи с фоклиновым концентратором используется также при расчете электротеплогенерирующих модулей [4], на базе которых набираются солнечные батареи, входящие в состав энергетической системы. На последнюю сделана заявка на изобретение (Пряхин Г. Н., Стаценко И. Н. «Электростанция с солнечным бассейном», приоритетная дата 11.03.2000 г.)

Электростанция с солнечным бассейном состоит из бассейна 1, на водной поверхности которого расположены солнечные батареи 2, согласующего устройства 3, аккумулятора 4 и водяного насоса для прокачки воды 5 (рис. 3).

Солнечные батареи, расположенные на водной поверхности бассейна, составлены из электротеплогенерирующих модулей, соединенных в последовательную, параллельную или смешанную электрическую цепь.

Энергетическая система работает следующим образом. В фотоэлектрических преобразователях модулей происходит прямое преобразование солнечной энергии в электрическую и частично в тепловую энергию.

Выработанная в солнечных батареях электрическая энергия передается с помощью согласующего устройства на внешний потребитель и может быть использована для электроснабжения промышленных и аграрных предприятий, в фермерских хозяйствах, в частном секторе, для включения в промышленную электросеть.

Тепловая энергия получается от разогретых солнечным излучением фотопреобразователей путем отбора ее теплоносителем — водой, которая прокачивается с помощью водяных насосов через каналы

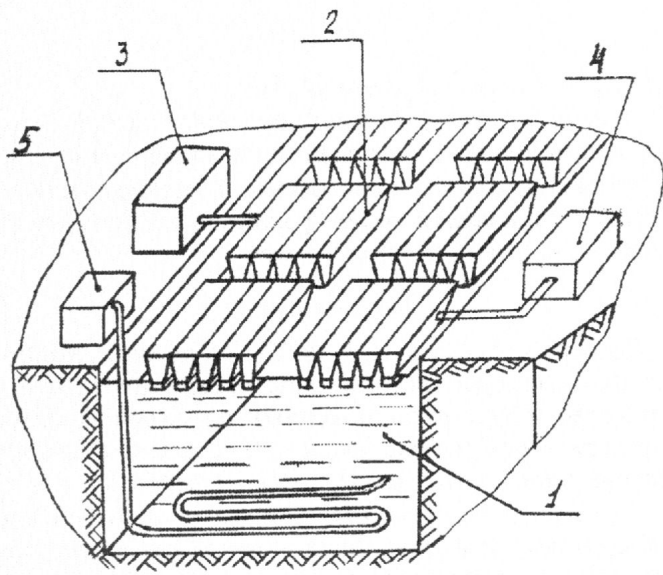


Рис. 3. Электростанция с солнечным бассейном

прокачки модулей и отбирает тепло от установленных на верхней плоскости канала кремниевых фотоэлектрических преобразователей, облучаемых сконцентрированным солнечным излучением.

Нагретая в результате прокачивания через модули вода, по системе теплоснабжения подается потребителям и может быть использована в технологических процессах на предприятиях, а также для отопления, горячего водоснабжения, аккумулирования тепла и т. д.

В данном расчете солнечной батареи с фоклиновым концентратором представлены полученные расчетные соотношения, необходимые для оптимального согласования параметров фоклинового концентратора и фотоэлектрической панели.

Таким образом, решается задача усиления плот-

ности лучистого потока и равномерности его распределения на светоприемной поверхности фотоэлектрической панели. А это в свою очередь позволяет значительно уменьшить требуемую для получения заданной электрической мощности светоприемную площадь фотоэлектрической панели, т. е. позволяет уменьшить число ФЭП в панели, повысить их устойчивость к действию внешних факторов и в результате значительно снизить стоимость получаемой электроэнергии.

Применение расчета солнечной батареи с фоклиновым концентратором при проектировании энергетических систем «Электростанция с солнечным бассейном» и практическая реализация этих систем дают возможность увеличить эффективность использования солнечной энергии и удешевить преобразование ее в электрическую и тепловую, т. е. открывает возможность увеличения коэффициента полезного действия и экономичности солнечных энергетических систем.

1. Андреев В. М., Грилихес В. А., Румянцев В. Д. Фотоэлектрическое преобразование концентрированного солнечного излучения. — Л: Наука, 1989.—308 с.
2. Раушенбах Г. С. Справочник по проектированию солнечных батарей. — М: Энергоатомиздат, 1983.—360 с.
3. Захидов Р. А. Анализ и классификация методов расчета концентрирующих систем // Гелиотехника.—1977.— Вып 24.—С. 3—13.
4. Пат. № 96020579. Сояный электротеплогенерующий модуль для сояных энергетических установок / Г. М. Прякин, И. М. Стаценко та ін. — Опубл. 16.02.96.

CALCULATION OF SOLAR ARRAY WITH A FOCLINE CONCENTRATOR FOR PHOTOVOLTAIC POWER PLANT OF THE FOCLINE TYPE

G. N. Priakhin, A. Y. Pavlyk, A. G. Philatov

The calculation of a solar array with a focline concentrator includes the geometrical calculation of the concentrator, the estimation of the general area of the photovoltaic panel and of the quantity of photovoltaic converters (solar cells).