

Повышение эффективности солнечных батарей с помощью солнечного трекера и акрилового концентратора

Среди возобновляемых источников энергии солнечная энергетика по масштабам ресурсов, экологической чистоте и повсеместной распространенности одна из наиболее перспективных. Но на нынешний момент солнечные батареи имеют два весомых недостатка – высокую цену и низкую эффективность.

Данный проект направлен на то, чтобы решить, в зависимости от нужд, каждую из этих **проблем**. Высокая цена солнечных батарей определяется, в первую очередь, высокой ценой фотоэлементов. Увеличение собственного КПД фотоэлементов в разы увеличивает стоимость. Поэтому единственный способ снизить цену на солнечные батареи – это увеличить мощность солнечного потока, падающего на единицу площади фотоэлемента.

Мы предлагаем оборудовать готовые солнечные панели и модернизировать новые с помощью устройств ориентации солнечной батареи на солнце (использовать солнечный трекер) и концентрации солнечной энергии (использовать концентратор).

Акриловый концентратор

Концентратор – устройство, которое позволяет собирать солнечную энергию с большей площадью и направлять её на меньшую площадь. Сейчас концентраторы представлены в основном параболическими зеркалами и линзами Френеля. Есть также другие различные сложные и не очень системы зеркал с различной степенью концентрации, но они не получили широко распространения из-за различных недостатков. Есть также значительные минусы и у указанных концентраторов. Параболические зеркала очень большие и тяжёлые из-за своей конструкции, не позволяющей сделать их

меньше, а значит, подвергают систему повышенному риску поломки. Также они требуют очень точного ориентирования на солнце и систем охлаждения, иначе их эффективность крайне снижается. Линзы Френеля имеют меньшую, но всё же значительную толщину, а также требуют ещё более точного наведения и более мощного охлаждения, стоят дороже.

В связи с этим мы предлагаем уникальный акриловый концентратор, который решает эти проблемы.

Он представляет собой лист, большая часть состава которого оргстекло, толщиной около 1 сантиметра, состоящий из специальной светоотражающей поверхности, а также 2 клиньев, направленных наклонными плоскостями друг к другу и имеющими между собой зазор, заполненный специальным клеем. Благодаря рассчитанным характеристикам, выполненный концентратор позволяет собирать солнечную энергию со всей приёмной поверхности и направлять её в торцы, на которых расположены фотоэлементы, размер которых в разы меньше приёмной поверхности устройства. Концентратор позволяет достигать 7ми кратной концентрации с КПД 75%. КПД посчитан теоретически и подтверждён экспериментально. Концентратор имеет маленький вес и объём, имеет большую диаграмму направленности на солнце и не требует мощных систем охлаждения, позволяя обойтись пассивными радиаторами. Созданы рабочие опытные образцы концентратора (рис.1). Получен патент. Заканчивается работа над введением готовых полномасштабных панелей для солнечных установок.

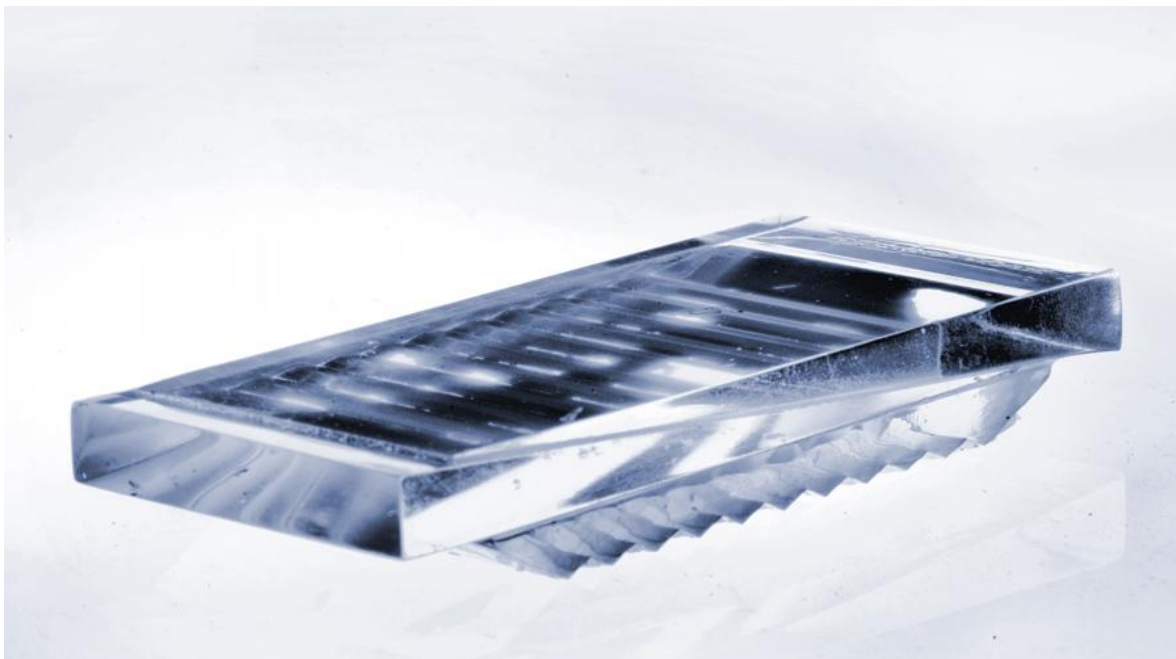


Рисунок 1. Внешний вид акрилового концентратора

Проведены расчёты зависимости работы концентратора от наклона.

Получено, что он эффективно работает в пределах -3 до 0 градусов по одной оси и от -30 до $+30$ градусов по другой оси, поэтому возможна ориентация даже только в одной плоскости.

Конкурентные преимущества:

- имеет маленький вес и объём, сравнимый с обычными солнечными панелями, в отличие от тяжёлых и массивных параболических зеркал
- Благодаря плоской форме и углу наклона на концентраторе не собирается конденсат летом и снег зимой, что позволяет практически не обслуживать его
- имеет большую диаграмму направленности на солнце (возможны отклонения до 30 градусов по одной оси, тогда как у других концентраторов не более $0,5$ градуса)
- не требует мощных систем охлаждения, что снижает стоимость системы и увеличивает её надёжность
- Себестоимость концентратора выходит дешевле аналогов

Но даже при таких параметрах необходим солнечный трекер, осуществляющий движение, по крайней мере, по одной оси.

Солнечный трекер

Солнечный трекер – это устройство, направляющее солнечную батарею или концентратор на солнечные лучи, позволяя выработать им в течение дня большее количество энергии. Трекеры бывают активные, пассивные и с ручной наводкой. Наиболее универсальные активные системы ориентирования. Также системы могут ориентироваться либо по одной, либо по 2м осям. Хотя двухосевая даёт небольшой выигрыш по сравнению с одноосевой системой, она сложнее и дороже, из-за чего не всегда оправдывает себя. Поэтому в условиях нашего географического положения мы предлагаем уникальный одноосевой активный солнечный трекер. Принцип его действия основан на аналогово-цифровом сигнале платы управления, которая позволяет отказаться от использования микроконтроллеров и шаговых двигателей, позволяя снизить цену системы и упростить её, сохраняя качество и надёжность. Также для неё созданы оптические концевики и датчик света, которые позволяют установке эффективно ориентироваться на солнце, отключаться ночью и возвращаться на следующий день в исходное положение.

Была выведена формула, которая была подтверждена практически, о зависимости мощности, достигающей фотоэлементов, от угла падения на солнечную батарею лучей. Получено, что без трекера солнечная батарея теряет около 40% энергии. Собраны рабочие опытные образцы установки (рис.2). Дорабатывается большой образец для установки на крышу института (рис.3), ведётся работа над патентованием.



Рисунок 2. Опытный образец трекера



Рисунок 3. Образец рабочего трекера для института

Основные преимущества нашего трекера в сравнении с ближайшими аналогами в России и странах СНГ представлены в таблице 1. Как можно заметить, мы выгодно отличаемся по цене, углу ориентации на солнце, увеличению мощности, возможности регулировки вручную и сервисному обслуживанию.

	Угол поворота	Цена для батарей установленной мощностью 3,5 КВт	Увеличение мощности (в августе)	Регулировка вручную	Сервисное обслуживание
Наша продукция	Более 200 градусов	\$3,5 тыс.	32%	имеется	Дешёвое, доступное, раз в 2 года

«Энергия Дисижн» (Челябинск, Омск), ED1500	150 градусов	\$7,8 тыс.	28%	отсутствует	Дорогое, раз в 2 года
«flagma» (Санкт- Петербургу),HS -1000	150 градусов	\$9,5 тыс.	28%	отсутствует	Дорогое, раз в 2 года
«Байкал- Энергия (Иркутск)	120 градусов	\$9,4 тыс.	26%	отсутствует	Дорогое, раз в 2 года
«Солнечные батареи» (Украина)	180 градусов	\$7,2 тыс.	30%	отсутствует	Дорогое, ежегодно
«SAT Control» (Словения), ST40M2V3P	100 градусов	\$4 тыс.	20%	имеется	Дорогое, Раз в 2 года

Таблица 1. Сравнение нашей продукции с ближайшими аналогами

Трекер состоит из самой солнечной панели, платы управления, регулирующей поворот системы, аккумулятора, который питается от солнечной панели и от которого работает мотор, вращающий систему, и нагрузка, а также оптических концевиков, не позволяющих вращаться батарее более чем на 200 градусов, предотвращая наматывание и излом проводов.

Главной частью установки является плата управления. Её принцип действия основан на 2х светодиодах, разведённых под углом около 40 градусов. Когда солнечное излучение падает больше на один из светодиодов, то формируется сигнал, который обрабатывают микросхемы, замыкающие противоположные по знаку полюса, начинает течь ток и работать мотор. Плата позволяет регулировать шаг системы. Изменяя сопротивление на реостате, можно добиться изменения времени между включениями солнечного трекера. Это необходимо потому, что солнце движется на небосводе довольно медленно, а при ориентации потребляется электроэнергия. Поэтому выгоднее включать установку через определённые промежутки времени. Были произведены расчёты и выведена формула для зависимости мощности системы от шага ориентирования. Они показали, что наибольшей эффективности система достигает при шаге в 1 час для солнечных батарей и в 8 минут для концентраторов.

Заключение

На данный момент имеются опытные образцы как концентратора, так и трекера, патент концентратора. Ведутся работы по созданию полномасштабных образцов и патентованию трекера.

Использование одноосевого трекера позволяет увеличить эффективность работы на 30-35% для солнечных батарей и в несколько раз для концентратора. Применение же концентратора и трекера одновременно позволяет снизить стоимость солнечной энергии в несколько раз, вплоть до 0,9\$ за ватт солнечных установок с 17% КПД и сроком службы не менее 20 лет. Причём основными потребителями могут являться как частные владельцы, такие как жители посёлков, дачей, коттеджей, так и более крупные структуры. Начиная от предприятий и заканчивая солнечными электростанциями и интеграторами солнечных энергоустановок.