

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ С ПОМОЩЬЮ ОДНООСНОГО ТРЕКЕРА И АКРИЛОВОГО КОНЦЕНТРАТОРА

Петрусёв А.С.

Научный руководитель: Сарсикеев Е.Ж., к.т.н.

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: science-alex@mail.ru

Сейчас солнечная энергетика растёт бурными темпами – на 30% в год. В 2013 году было введено 30ГВт солнечных мощностей, тогда как общее количество в 2012 составляло 102 ГВт. К тому же по чистоте, распространённости и масштабу ресурсов из возобновляемых источников энергии она наиболее перспективна. 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, любую из этих проблем. Высокая цена солнечных батарей определяется, в первую очередь, высокой ценой фотоэлементов за единицу вырабатываемой электроэнергии. Увеличение собственного КПД фотоэлементов в разы увеличивает их стоимость. Поэтому единственный способ снизить цену на солнечные батареи – это увеличить мощность солнечного потока, падающего на единицу площади фотоэлемента. Есть 2 способа сделать это – ориентировать солнечную батарею на солнце (использовать солнечный трекер) или концентрировать солнечную энергию (использовать 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 широкого распространения из-за различных весомых 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 оргстекла толщиной всего 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 и точно подобранным характеристикам коэффициентов преломления сред в концентраторе, а также углов клиньев и рёбер светоотражающей поверхности, выполненный концентратор позволяет собирать солнечную энергию со всей приёмной поверхности и направлять её в торцы, на которых расположены фотоэлементы. Благодаря отношению площади приёмной поверхности концентратора к одному торцу как 1 к 14, достигается 7ми кратная концентрация 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.

Проведены расчёты зависимости работы концентратора от наклона в программе ZEMAX. Получено, что он эффективно работает в пределах -3 до -0,1 градусов по одной оси и от -30 до +30 градусов по другой оси, поэтому возможна ориентация даже только в одной плоскости. Но даже при таких условиях необходим солнечный трекер, осуществляющий движение, по крайней мере, по одной оси.

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 универсальны активные системы ориентирования, т.к. они способны работать в автоматическом режиме без оператора, а также находить наиболее активно излучающий источник света, а не опираться на заранее заготовленный механизм движения. Также системы могут ориентироваться, двигаясь либо по одной, либо по 2м осям. Хотя двухосевая даёт небольшой выигрыш по сравнению с одноосевой системой, она сложнее и дороже, поэтому не всегда оправдывает себя[1]. 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.

Была выведена формула о зависимости мощности, доходящей до фотоэлементов, в зависимости от угла падения на солнечную батарею лучей. Были произведены практические подтверждения.

Ход опыта: солнечная батарея была установлена в начальное положение перпендикулярно линии падения лучей с помощью трубки, в которой имелось продольное сквозное отверстие (ориентация происходила до появления яркой светящейся точки под трубкой). Затем с помощью аналогично установленного пиранометра было измерено количество суммарной солнечной радиации, падающей на 1 квадратный метр, перпендикулярный линии падения лучей.

После этого была вычислена мощность батареи путём измерения её силы тока и напряжения при разных углах между нормалью к фотоэлектрическому модулю и линией падения лучей. Угол наклона регулировался с помощью специально сооружённой стойки, на которой ранее произведённый фотоэлектрический модуль мог принимать устойчивые положения с шагом в 15 градусов (Рисунок 1). Количество измерений для каждого угла равнялось трём. Среднее арифметическое измерений заносилось в таблицу и отмечалось на графике зависимости мощности батареи от угла падения лучей. В результате было получено, что точки и график практически совпадали. Небольшие отклонения объясняются тем, что измерения проводились не мгновенно, а в течение десятиминутного промежутка времени, за который мощность излучения изменилась, а также погрешностью ориентации на солнце и измерительных приборов.

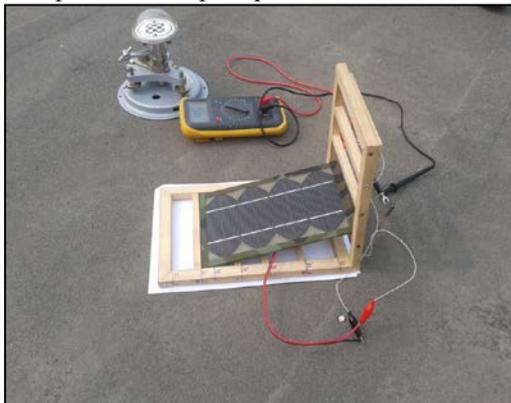


Рис. 1. Измерение мощности модуля

С помощью дальнейших вычислений получено, что без трекера солнечная батарея теряет около 40% выработки электроэнергии в течение дня[2].

Установка 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 позволяющие 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 40 градусов. Датчиками для платы управления служат именно светодиоды, а не фотодиоды. Вследствие того, что принцип действия у них во многом схож, можно использовать более доступные светодиоды вместо более дорогих фотодиодов.

При попадании фотонов света на светодиоды электроны n- слоя выбиваются из дырок, но в большинстве своём рекомбинируют, вследствие того, что не способны преодолеть гораздо более широкий p-n переход, нежели у фотодиодов. Тем не менее, небольшое число электронов всё же преодолевают его. Создаётся разность потенциалов и начинает течь ток, который усиливается установленным в плате транзистором.

Когда солнечное излучение падает больше на один из диодов, 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 – от нескольких секунд до нескольких часов. Это необходимо в связи с тем, что солнце движется относительно отдельно взятой солнечной панели медленно, а постоянно включённый трекер потребляет лишнее количество энергии. 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.

Использование 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 более чем в 2 раза.

Созданы лабораторные рабочие образцы концентратора (1Вт) и трекер (10Вт). Ведётся работа над масштабированием образцов, а также над возможностью замены в концентраторе акрила на структуру из полиэстера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Юрченко А.В. и др. Система слежения за солнцем для солнечной энергоустановки / А.В Юрченко, М.В Китаева. А.В. Охорзина // Ресурсоэффективные технологии для будущих поколений, 2010. – С. 210-221.

2. Вавилова О.С. Формулы Френеля – теория отражения / О.С. Вавилова, Ю.П. Яшин –СПб.: СПбГПУ 2003 – 9 с.