

мания, LAP LAMBERT Academic Publishing RU, 2016, P 190. [3] Атабаев И.Г., Ахатов Ж.С, Мухамедиев Э.Д., Зиёвадинов Ж.. Модернизация автоматической системы управления гелиополем Большой солнечной печи. // Гелиотехника. 2016, №3, с 36-43. [4] Орлов С.А., Клычев Ш.И. Алгоритм компенсации погрешностей осей вращения концентраторов при программном слежении за Солнцем (см. наст. сборник). [5] Абдурахманов А. Саробаев А.С., Акбаров Р.Ю. Юлдашев А.К. Кинематическая и динамическая характеристика гелиостата большой солнечной печи «Возобновляемые источники энергии и гелиоматериаловедение». Тр. межд. конф. 29-30 сентября 2005, Ташкент. [6] Абдурахманов А.А., Орлов С.А., Саробаев А.С., Фазилов Х.К. Влияние невертичности азимутальной оси вращения концентратора (гелиостата) на точность программного слежения. // Гелиотехника, 2010, №4 с 80-82.

ГОМОГЕНИЗАТОР ДЛЯ МАТРИЦЫ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, РАБОТАЮЩИХ НА КОНЦЕНТРИРОВАННОМ СОЛНЕЧНОМ ИЗЛУЧЕНИИ

С.А.Бахрамов, А.А.Симонов, К.Е.Васильковский,
Ш.Д.Пайзиев, О.К.Махамаджонов

Институт Ионно-плазменных и лазерных технологий АН РУз
г.Ташкент, 100125, Узбекистан, bahramov@mail.ru, ул. Дурмон йули 33

Аннотация.

Целью представленной работы было исследование возможностей получения однородного распределения интенсивности солнечного излучения в фокальной плоскости солнечных концентраторов для улучшения эффективности преобразования солнечной энергии матрицей солнечных элементов. Предложен эффективный метод трансформирования колоколообразного распределения интенсивности солнечного излучения в фокусе концентратора в равномерное распределение с прямоугольным сечением.

Ключевые слова: солнечный концентратор, гомогенизатор, распределение интенсивности

1. Введение

Солнечные элементы, работающие на концентрированном потоке солнечного излучения (concentrating photovoltaic (CPV)) в последнее время становится многообещающим направлением для использования экологически чистой энергии благодаря достигнутой высокой эффективности (более 40%) в этих фотоэлектрических системах. В системах CPV основными элементами являются приемник (матрица солнечных элементов), фокусирующая оптика и система слежения. Фокусирующая оптика, как правило, линза Френеля или параболический концентратор концентрирует солнечную энергию на небольшую площадь матрицы солнечного элемента. Это концентрация может быть осуществлена на одну стадию, с помощью первичных концентраторов, или в два этапа, где кроме первичного концентратора используется и вторичная оптика.

Использование вторичной оптики обусловлено необходимостью получения равномерного распределения по всей площади матрицы солнечного элемента, а также для дополнительной концентрации излучения [1]. Известно, что неравномерность распределения интенсивности на поверхности матрицы солнечного элемента создает локализованные горячие точки, могущие привести к выходу элементов из строя. Кроме того, распределение интенсивности излучения в фокальном пятне солнечного концентратора близко к распределению Гаусса, что приводит к недостаточной эффективности работы элементов по краям и к перегрузке солнечных элементов в центре рабочей матрицы.

Поскольку технологически выгодно собирать солнечные элементы в строки в матрице, то важно чтобы все элементы были одинаково освещены, для того чтобы фототок в каждом из них не сильно отличался от фототока соседних элементов, иначе слабоосвещённые фотоэлементы будут являться нагрузкой для более освещённых, что приведёт к дополнительному перегреву матрицы, к уменьшению эффективности и может привести даже к выходу их строя некоторых элементов.

В связи с вышеназванными проблемами является актуальной разработка и изготовление гомогенизаторов для получения однородного распределения интенсивности солнечного излучения на поверхности матрицы элементов.

В данной работе предлагается использование прозрачного материала в виде параллелепипеда, изготовленного из кварца, в качестве гомогенизатора распределения интенсивности в фокальной плоскости солнечного концентратора. Для этого нами были проведены численные эксперименты.

менты, с помощью компьютерного моделирования концентрирующей системы с вышеописанным гомогенизатором.

2. Результаты численных экспериментов

Моделирование проводилось с использованием методов Монте-Карло и «прослеживания лучей». В качестве первичного концентратора рассматривался параболический концентратор с различными размерами и фокусным расстоянием. На рисунке 1 показан один из вариантов таких концентраторов, который был разработан нами для исследования возможности получения эффективного преобразования энергии концентрированного потока солнечного излучения в электрическую энергию с помощью матрицы солнечных элементов. Один из вариантов такой матрицы, состоящая из 15 ячеек, которая также была собрана нами показан на рисунке 2.

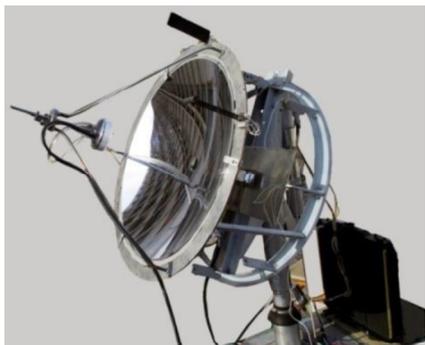


Рис.1. Параболический концентратор с системой слежения за солнцем



Рис.2. Матрица электрически связанных солнечных элементов с общей площадью $30 \times 24 \text{ мм}^2$ с водяным охлаждением

В качестве гомогенизатора рассматривались прямоугольные кварцевые пластины, представляющие собой световод, показанный на рисунке 3. Принцип работы световода, основан на эффекте полного внутреннего отражения, что позволяет уменьшение потерь при прохождении через него светового потока.

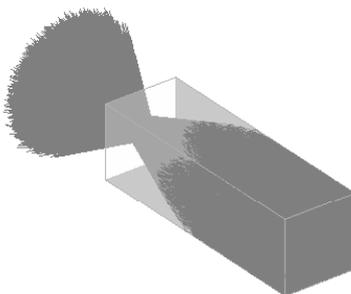


Рис.3. Гомогенизатор в фокальной плоскости солнечного концентратора

Для нахождения оптимальных вариантов решений исследование проводилось для различных размеров кварцевого световода (гомогенизатора), установленного в фокусе солнечного концентратора, где интенсивность распределения является сильно неоднородной как это показано на рисунке 4.

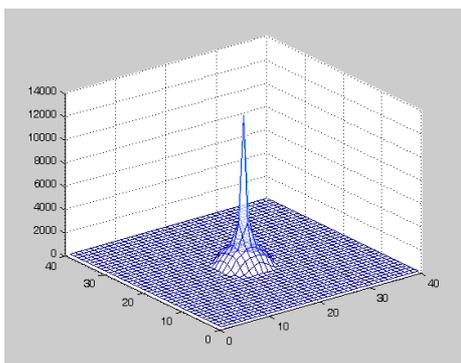


Рис.4. Распределение интенсивности в фокусе солнечного концентратора

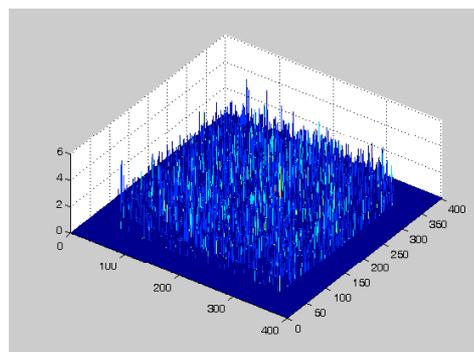


Рис.5. Распределение интенсивности на выходе гомогенизатора

Проведенное исследование показало, что предложенный метод для преобразования неоднородного распределения в фокальной плоскости концентратора в равномерное распределение интенсивности для обеспечения эффективной работы матрицы солнечных элементов является работоспособным и даёт превосходные результаты. На рисунке 5 показан один из таких результатов, где представлено распределение интенсивности на выходе гомогенизатора.

В принципе, как показали проведенные исследования, подбором размеров гомогенизатора можно получить равномерное распределение интенсивности на участках с различной площадью. Важной особенностью таких гомогенизаторов является возможность трансформирования пучков круглого сечения в пучки прямоугольного сечения, что позволяет эффективно применять более технологичные прямоугольные матрицы.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] S. El-Yahyaoui, S. El Himer, A. Mechagrane and A. Ahaitouf, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 186 (2017) 012037

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РЕГИСТРАЦИИ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СОЛНЕЧНОЙ КОНЦЕНТРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Н.С.Филиппченкова¹, А.В.Харченко²

¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

РФ, Москва, 109456 1-й Вешняковский пр-д, д.2. natalja.filippchenkova@yandex.ru

²Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования «Волгоградский государственный университет» (ФГОУ ВПО ВолГУ)

РФ, Волгоград, 400062 пр-т Университетский, д.100. Ralf2234@mail.ru

Аннотация

Разработана система автоматической системы регистрации основных параметров солнечной концентраторной установки на базе микроконтроллера Arduino, позволяющая не только экономить время при обработке информации, но и получать более достоверную информацию о динамике протекающих процессов. Такой комплекс обеспечивает возможность получать более точную информацию о поведении солнечной концентраторной установки в процессе работы и на качественно новом уровне проводить оценку её параметров.

Ключевые слова: Arduino, микроконтроллеры, солнечная концентраторная установка, автоматическая система регистрации параметров.

1. Введение

При проведении экспериментальных исследований солнечных концентраторных установок большое значение имеет источник излучения. Использование искусственных источников света при эксперименте позволяет проводить его в помещении и в любое время суток. Но при этом такие источники в разной степени соответствуют естественному спектру солнечного излучения [1]. Натурные эксперименты позволяют более качественно исследовать работу солнечной концентраторной установки, а также схему ее функционирования, выявить проблемы и решить их на этапе научно-исследовательской работы, и тем самым подтвердить обоснованность теоретических положений.

При проведении натурных испытаний экспериментального образца солнечной концентраторной установки необходимо обеспечить точность и сопоставимость получаемых результатов, а также адекватную их интерпретацию, для чего желательно отслеживать процессы в динамике. Поток солнечного излучения, поступающий к поверхности приемника непостоянен из-за воздействия ряда факторов (облачность, запыленность и загазованность атмосферы и др.), что приводит к тому, что основные узлы установки в течение дня работают в разных температурных условиях. Поэтому особое значение приобретает сбор данных по температуре этих узлов в динамике.

В связи с этим была создана система автоматической регистрации основных параметров солнечной концентраторной установки в процессе натурных исследований. Поскольку в солнечных концентраторных установках могут быть использованы различные типы приемников в зави-