

Рис. 3 – Зависимость средней арифметической шероховатости поверхности и среднего диаметра микрокапельной фракции пленок сплавов Al-1.0 ат. % Cr (а) и Al-1.5 ат. % Fe (б), формируемых на стеклянной подложке методом ОПАСИ от режима и времени осаждения покрытия

Авторы выражают признательность Яковенко Ю. С. (БГПУ) за помощь при выполнении исследования и обсуждение результатов.

Список использованных источников:

1. Пичугин В.Ф. Материаловедение поверхности и тонких пленок. Томск: Изд-во ТПУ, 2008. 173 с.
2. Ташлыков, И. С., Белый, И. М. Патент РБ №2324. 1С1 ВУ, С23 С4/12. С4/18, С14/16. Офиц. бюл. гос. пат.ведом. 1, 30 (1999).
3. Sigmund, P. Energy density and time constant of heavy-ion-induced elastic-collision spikes / P. Sigmund // Appl. Phys. Lett. - 1974. - Vol. 25. - P. 169–171.
4. Салтыков, С. А. Стереометрическая металлография / С. А. Салтыков. — М.: Металлургия, 1976. — 272 с.
5. Ташлыкова - Бушкевич, И.И. Свойства поверхности тыльных и лицевых контактов фотоэлектронных преобразователей, осаждаемых пассивно и при ионном ассистировании / И.И. Ташлыкова-Бушкевич, Ю.С. Яковенко, И.А. Бушкевич, О.Г. Бобрович, И.С. Ташлыков // Материалы и структуры современной электроники: сб. науч. тр. VII Междунар. науч. конф., посвящ. 50-летию каф. физики полупроводников и нанозлектроники, Минск, 12–13 окт. 2016 г. / редкол: В. Б. Оджаев (отв. ред.) [и др.]. — Минск: Изд. центр БГУ, 2016. — С. 123–126.

ОПТИМИЗАЦИЯ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ С ПОМОЩЬЮ РОБОТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ, УЧИТЫВАЮЩЕЙ ТРАЕКТОРИЮ ДВИЖЕНИЯ СОЛНЦА

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Петрушко Е.А.

Ташлыкова-Бушкевич И. И. - к. ф.-м. н., доцент.

Альтернативная энергетика развивается стремительными темпами. Наиболее популярными являются ветровая и солнечная энергетика. В данной статье будет рассмотрен один из способов модификации солнечных батарей.

Целью настоящего проекта является подтверждение опытным путём энергетической и экономической целесообразности использования роботизированных систем, учитывающих траекторию перемещения Солнца.

Солнечная энергия широко используется во многих областях: для естественного освещения помещений, при нагреве воды, сушке, иногда даже для приготовления пищи. Но наиболее значимое её использование – это производство электричества или тепла.

Классическая солнечная электростанция представляет собой совокупность солнечных батарей, установленных на неподвижной несущей конструкции. В течение светового дня Солнце перемещается по небесной сфере, в результате чего меняется угол падения солнечных лучей на поверхность солнечных батарей. Необходимым и обязательным условием получения максимальной мощности солнечной электростанции является угол падения солнечных лучей на поверхность солнечных батарей. В данном случае угол падения солнечных лучей должен быть максимально близок к 90°. Стационарно установленные солнечные батареи не позволяют отслеживать перемещение Солнца, в результате чего, солнечная электростанция теряет часть мощности, что увеличивает сроки окупаемости и ухудшает рентабельность подобных проектов. Поэтому было принято разработать роботизированную систему, учитывающую траекторию движения Солнца.

Для исследования и сравнения в работе была проведена оценка среднесуточной мощности стационарной батареи (Табл. 1). Контрольные значения напряжения, силы тока и мощности были зарегистрированы каждый час на протяжении светового дня.

Таблица 1. Оценка среднесуточной мощности стационарной батареи

Время t, ч	Сила тока I, А	Напряжение U, В	Мощность P, Вт
8 ⁰⁰	0,11	11,41	1,25
9 ⁰⁰	0,15	12,56	1,88
10 ⁰⁰	0,21	13,30	2,79
11 ⁰⁰	0,27	13,79	3,72
12 ⁰⁰	0,32	14,04	4,49
13 ⁰⁰	0,28	14,01	3,92
14 ⁰⁰	0,22	13,82	3,04
15 ⁰⁰	0,17	12,64	2,15
16 ⁰⁰	0,15	12,22	1,83
17 ⁰⁰	0,11	11,97	1,32
18 ⁰⁰	0,10	11,44	1,14

Теперь рассмотрим роботизированную систему, учитывающую траекторию движения Солнца. Внешний вид и схема вращения системы представлены на рисунках 1 и 2. Зеленой стрелкой указано вращение системы в горизонтальной плоскости, а бордовой в вертикальной плоскости.

Для реализации проекта были использованы следующие комплектующие: солнечные модули, шаговые двигатели, аппаратная платформа ArduinoNanoV3, кросс-плата расширения (shield) для аппаратной платформы с DuPont-коннекторами, аккумуляторы Li-ion формата 18650. Теперь следует объяснить назначение данных компонентов.

На кросс-плате были выполнены все соединения компонентов. К ней подключены Arduino (управляет вращением системы) и сервоприводы (обеспечивают данное вращение в двух плоскостях). Аккумуляторы накапливают часть энергии, которая обеспечит работу системы.

Несущая конструкция представляет собой подвижную раму. В основании лежит горизонтальная платформа, которая вращает систему в горизонтальной плоскости относительно сторон света. На данную поворотную платформу крепится вертикальная металлическая рама, которая, в свою очередь, меняет угол наклона солнечной батареи в вертикальной плоскости относительно горизонта.

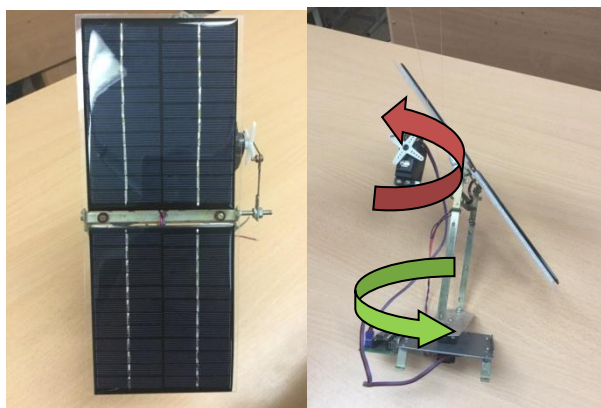


Рис.1 - Внешний вид системы

Рис. 2– Схема вращения системы

Контрольные значения напряжения, силы тока и мощности (Табл. 2) регистрировались каждый час на протяжении светового дня.

Таблица 2. Оценка среднесуточной мощности роботизированной системы

Время t, ч	Сила тока I, А	Напряжение U, В	Мощность P, Вт
8 ⁰⁰	0,26	13,11	3,41
9 ⁰⁰	0,28	13,43	3,76
10 ⁰⁰	0,29	13,57	3,94
11 ⁰⁰	0,31	14,04	4,35
12 ⁰⁰	0,33	14,10	4,65
13 ⁰⁰	0,32	14,05	4,50
14 ⁰⁰	0,30	14,02	4,20
15 ⁰⁰	0,29	13,98	4,05
16 ⁰⁰	0,28	13,72	3,84
17 ⁰⁰	0,25	13,37	3,34
18 ⁰⁰	0,23	13,14	3,02

Проведём сравнительную характеристику стационарной и роботизированной батарей (Табл. 3). Примем во внимание, что средняя рыночная стоимость стационарной системы составляет 8400 у.е., а

роботизированной, с учетом изготовления несущей конструкции, 10000 у.е.

Таблица 3. Сравнение стационарной батареи и роботизированной системы

Тип	Стационарная	Роботизированная
Стоимость, руб.	15960	19000
Номинальная мощность $P_{ном}$, Вт	5000	5000
Среднесуточная мощность ($P_{сут}$), Вт	3050	4800
Сроки окупаемости, лет	2,72	2,06

Анализируя данные, приведенные в таблице, можно сделать следующие выводы. Использование роботизированных систем, учитывающих траекторию движения Солнца, является экономически целесообразным методом оптимизации солнечных электростанций. Среднесуточная мощность роботизированной системы на 57% больше стационарной. Короткие сроки окупаемости говорят о высокой рентабельности проекта. Исходя из анализа опыта высокоразвитых стран, проект является высокоэффективным в том случае, когда сроки его окупаемости находятся в пределах 2-4 лет.

Список используемых источников:

1. Ермашкевич, В.Н. Возобновляемые источники энергии Беларуси: прогноз, механизмы реализации / В.Н. Ермашкевич, Ю.Н. Румянцева. // Учебное пособие. – Мн.: НО ООО «БИП-С», 2004. – 121 с.
2. Mukund, R. Ветровые и солнечные энергетические установки. Проектирование, анализ и эксплуатация / Mukund R. Patel // Учебное пособие. – CRC Press, 2005. – 472 с.
3. Раушенбах, Г. Справочник по проектированию солнечных батарей / Г. Раушенбах // Справочник по энергетике. - Энергоатомиздат, 1983. – 360 с.
4. Ландсберг, Г. С. Элементарный учебник физики. Том 2. Электричество и магнетизм / Г. С. Ландсберг // Учебник для студентов вузов. - Физматлит, 2001. – 480 с.
5. Официальный сайт Министерства энергетики Республики Беларусь. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.minenergo.gov.by>. – Дата доступа: 16.03.2018

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИФРАКЦИИ ФРЕНЕЛЯ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Королёв Д.Ф.

Григорьев А. А. — к.ф.-м.н., доцент

Дифракция электромагнитных волн — явление, проявляющееся в отклонении от геометрической оптики при неоднородностях среды, сравнимых с длиной волны. Рассмотрим источник света S рядом с которым находится экран с круглым отверстием, центром которого является точка O. В данной работе построена модель дифракции света в точке M, лежащей на прямой, соединяющей S и O.

Метод Френеля заключается в разбиении поверхности фронта волны на зоны с разностью равной половине длины волны. Тогда колебания в точке M, возбуждаемые двумя соседними зонами, противоположны по фазе и ослабляют друг друга. Амплитуда, возбуждаемая зоной Френеля, зависит от угла площади поверхности зоны и от угла между нормалью к поверхности зоны и прямой, направленной в точку M, потому наибольшую амплитуду возбуждают первые зоны Френеля. При открытой малой части первой зоны наблюдается дифракция Фраунгофера, при открытых нескольких зонах — дифракция Френеля, при большом количестве открытых зон, дифракцией, зачастую, можно пренебречь. Для демонстрации дифракции Френеля выберем параметры системы, при которых останутся открытыми три и четыре зоны Френеля. Изобразим дифракционные картины и построим графики интенсивности по их разрезам (см. рис. 1 - 2):