

Автор:

Галкин Артем Димитриевич

ученик 10 класса

МБОУ «Лицей №2»

г. Чебоксары, Чувашская Республика

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ГЕТЕРОСТРУКТУРНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Аннотация: на сегодняшний день человечество пользуется как монокристаллическими солнечными элементами (СЭ), у которых довольно высокий КПД, но малая степень световой деградации, так и тонкопленочными СЭ, которые имеют незначительное падение производительности при нагреве ячеек, но более высокая эффективность в улавливании рассеянного и отраженного света. Но, к сожалению, пока высока их стоимость и не высока производственная мощность. Таким образом, возникает проблема: в потребности общества в повышении мощности существующих солнечных элементов (СЭ) и уменьшению их стоимости. В данной работе автор исследовал свойства гетероструктурных кремневых солнечных элементов. Гетероструктурные солнечные элементы начали выпускаться с начала 2017 года российской компанией HEVEL («Хевел») (совместное предприятие ГК «Ренова» и ОАО «РОСНАНО»). В розничную продажу солнечные ячейки и элементы пока не поступили. Цель работы – экспериментальное исследование свойств двухсторонних гетероструктурных СЭ и поиск путей повышения эффективности их работы. Методы исследования: анализ литературы по теме исследования, эксперимент, анализ, сравнение и обобщение экспериментальных данных.

Ключевые слова: *солнечные элементы, гетероструктурные солнечные элементы.*

В ходе опытно-экспериментальной работы мы провели снятие вольт-амперной характеристики солнечного элемента с целью определения максимальной мощности и КПД солнечных элементов в реальных условиях работы и

сравнения с заводскими данными. Для определения максимальной мощности и КПД солнечных элементов мы построили вольт-амперную характеристику.

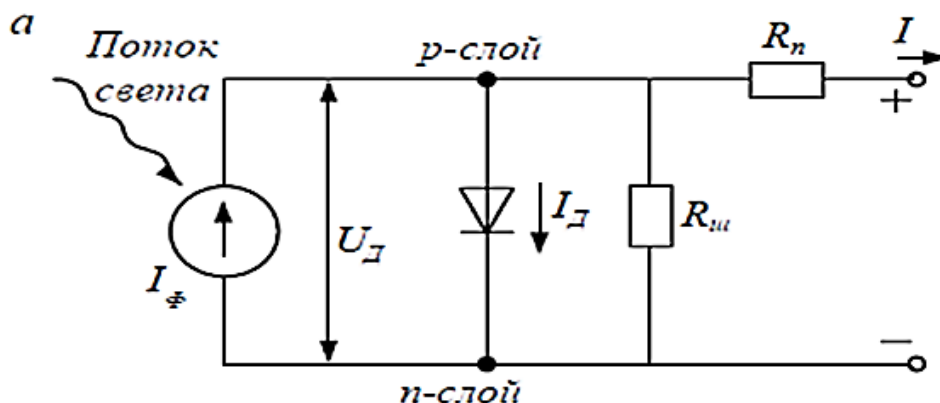


Рис. 1. Эквивалентная схема экспериментальной установки

В лаборатории лица определили напряжение холостого хода тока короткого замыкания при ясной погоде для всего модуля и отдельной батареи. Напряжение холостого хода U_{xx} – это максимальное напряжение, создаваемое СЭ, возникающее при нулевом токе.

Ток короткого замыкания $I_{кз}$ – это ток, протекающий через солнечный элемент, когда напряжение равно нулю (то есть когда СЭ замкнут накоротко). Ток короткого замыкания и напряжение холостого хода – это максимальные ток и напряжение, которые можно получить от СЭ. Однако, мощность солнечного элемента в обеих этих точках равна нулю.

Вольт-амперную характеристику снимали в условиях города Сочи в июле месяце. Условия соответствовали стандартным.

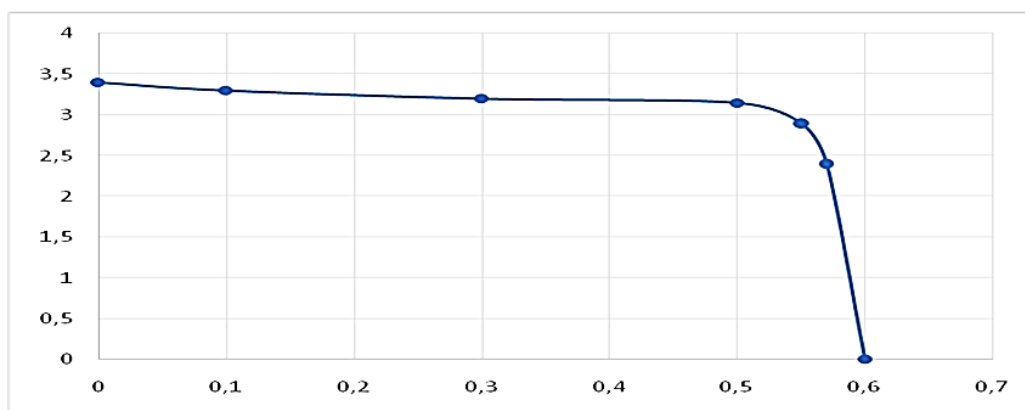


Рис. 2

По данным эксперимента построили вольт-амперную характеристику.
 $U_{xx} = 0,64В$ $I_{кз} = 3,5 А$.

Построили график зависимости мощности от напряжения и определили эффективную мощность, оптимальное напряжение $U_{ном} = 0,55 В$, $I_{ном} = 3 А$ и мощность одного элемента 1,5Вт. Определим коэффициент заполнения ff для нашего эксперимента:

$$ff = (U_{ном} * I_{ном}) / (U_{xx} * I_{кз}) = 0,74.$$

Коэффициент заполнения позволяет вычислить максимальную мощность при измерении напряжении холостого хода и тока короткого замыкания. Определяем КПД солнечного элемента = 20%. Заводские данные 22,6%.

Выбор угла наклона солнечного модуля. При использовании солнечных панелей их фиксируют в определенном статическом положении. На следующем этапе нам предстояло определить угол наклона нашего СЭ на нашей широте. Из эксперимента определили, что солнечные панели наиболее эффективно работают, когда они направлены на солнце и их поверхность перпендикулярна солнечным лучам. Экспериментально определили: для июля в Сочи этот угол равен 69° , а для Чебоксар в январе 11° от вертикали. Вследствие движения солнца солнечные панели не находятся под оптимальным углом (90 градусов) в течение всего дня. Используя формулы из астрономии $h = 90 - \varphi + \delta$ можно доказать, что угол наклона разные времена года разный. Весной δ приблизительно 0° , летом 23° , а зимой – 23° для широты 53 градуса. Результаты указаны на графике (рис. 3).

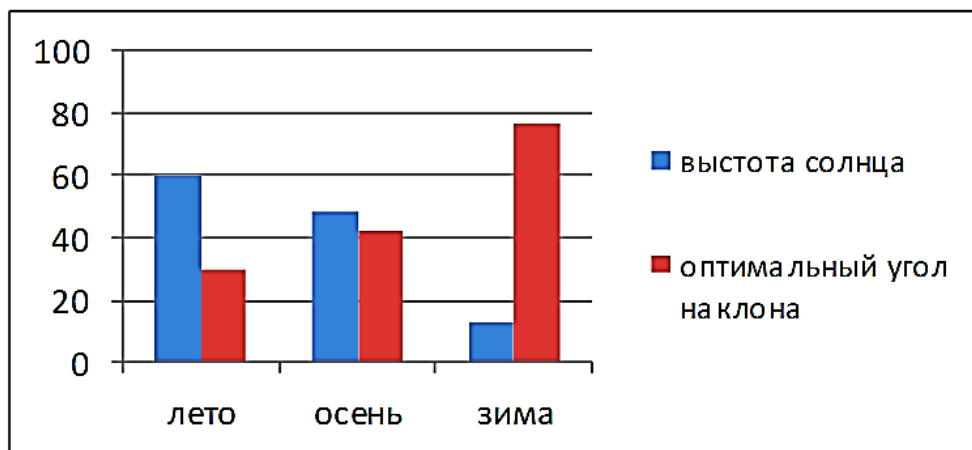


Рис. 3

Но солнечные панели в основном устанавливаются стационарно на все время года. Какой поставить оптимальный угол? Побывав в лаборатории солнечной энергетики в ЧГУ, мы увидели, что солнечные модули смотрят строго на юг и угол наклона солнечных модулей там составляет 60° . Это позволяет более эффективно потреблять солнечную энергию в течение года.

Если модуль мобилен, то угол наклона можно корректировать. Анализы экспериментов, проведенных в течении года показали, что на угол наклона влияет состояние погоды.

В марте в ясную и в пасмурную погоду при наличии снежного покрова получена зависимость напряжения холостого хода от углового положения панелей для отдельного модуля.

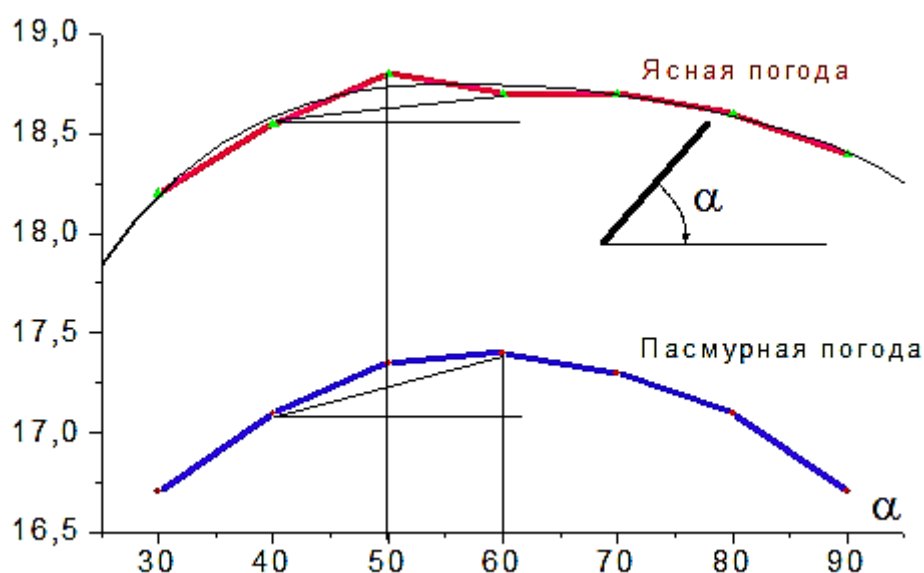


Рис. 4

Для ясной погоды угол наклона для максимального напряжения совпадает с расчетными для времени весна и осень. Но в пасмурную погоду угол наклона на 10 градусов больше. Это можно объяснить, скорее всего, тем, что влияет отражающая способность снега. В пасмурную погоду это влияние белого снега более существенно.

Решение задачи 3. Определить влияние температуры и среды на эффективность работы СЭ. На эффективность солнечных элементов влияет температура

среды. Об этом можно судить из экспериментальных данных. Измерения проводили с одиночным фотоэлементом, так как его удобнее было нагревать. Измеряли напряжение холостого хода и силы тока короткого замыкания. Для сравнения приведены данные других солнечных элементов.

Таблица 1

<i>Температурный коэффициент</i>		
	U_{xx}	$I_{кз}$
монокристаллический	-0,005	0,002
поликристаллический	-0,006	0,002
микроморфный	-0,008	0,003
гетероструктурный	-0,004	0,003

Мы изучили работу СЭ в течение суток.

Таблица 2

t	Ориентация СЭ			
	на солнце		на юг	
	U,В	I,А	U,В	I,А
8:30	0,6	2,48	0,6	2,48
10:30	0,63	2,85	0,62	2,25
12:00	0,64	3,15	0,64	3,15
14:30	0,61	2,82	0,61	2,62
17:00	0,59	0,88	0,56	0,34

Мы изучить работу СЭ в условиях рассеянного света. Падение мощности меньше чем падение освещённости. Это доказывает, что гетероструктурные солнечные элементы эффективно работают с рассеянным и отраженным светом.

Таблица 3

Результаты эксперимента влияния угла наклона солнечного элемента
в летних и зимних условиях

Угол	Летние условия (освещенность 100000 лк)				Зимние условия (освещенность 14500 лк)			
	$I_{кз}(A)$	$U_{xx}(Вт)$	P	%	$I_{кз}(A)$	$U_{xx}(Вт)$	P	%
0	2,31	0,63	1,07	100,00	0,85	0,63	0,08	100,00
15	2,22	0,62	1,02	95,33	0,16	0,62	0,07	87,50
30	2,24	0,62	1,02	95,33	0,16	0,62	0,07	87,50
45	2,16	0,62	0,99	92,52	0,15	0,62	0,06	75,00
60	2,08	0,62	0,95	88,79	0,13	0,62	0,05	62,50

Сборка солнечного трекера с гетероструктурным СЭ. На сервопривод закрепили СЭ. Трекер автоматически ориентирует объект перпендикулярно на солнце с помощью датчиков света. Для этого к плате прикрепили ардуино-уно, сервопривод, два датчика света и два резистора. Создали программу для введение в действие трекера. Данная программа автоматически оптимизирует угол поворота солнечного элемента к источнику света. На ардуино-уно загрузили данную программу. В отличии от традиционных трекеров, наш мы собрали вместе с алюминиевым отражателем, т.к. наш СЭ является двухсторонним.

Выводы:

1. Определили КПД СЭ- 20%, при том, что заводские данные – 22,6%.
2. Гетероструктурные СЭ обладают следующими свойствами: эффективная работа при рассеянном свете; температурная стабильность.
3. Солнечный трекер с гетероструктурным СЭ позволяет более эффективно использовать суточную энергию солнца.

Список литературы

1. Гуртов В.А. Твердотельная электроника: Учеб. пособие – 3-е изд. – М.: Техносфера, 2008. – 512 с.
2. Фалеев Д.С. Основные характеристики солнечных модулей: Метод. указания / Д.С. Фалеев. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2013. – 28 с.