

Министерство образования Республики Беларусь
УО «Полоцкий государственный университет»

Кафедра химии и ТПНГ

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3

По дисциплине «Энергосбережение и энергетический менеджмент»

на тему: «Исследование работы солнечной батареи»

Выполнила

Студентка группы ХТ

Проверил

к.т.н., доцент
Васюков Александр Всеволодович

Новополоцк 2014 г.

СОДЕРЖАНИЕ

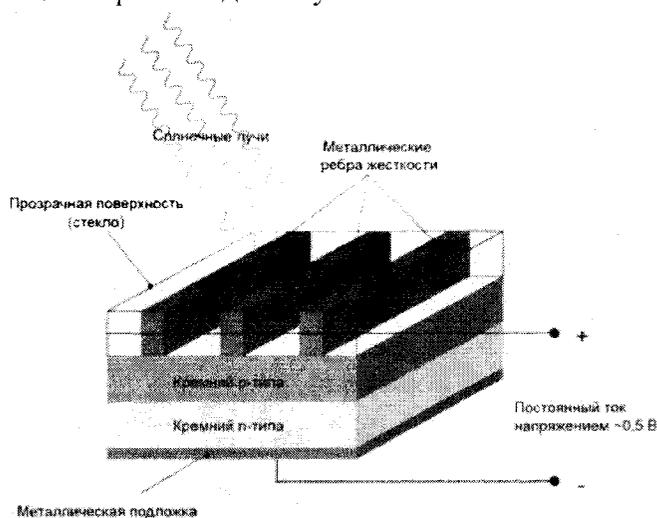
СОДЕРЖАНИЕ.....	2
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	3
ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	6
Вывод.....	8
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	9

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В профессиональных кругах панели, преобразующие солнечный свет в электроэнергию, называют фотоэлектрическими преобразователями, которые в разговорной речи или при написании понятных для широких масс статей принято называть солнечными батареями. Принцип работы этих устройств, первые рабочие экземпляры которых появились достаточно давно, на самом деле достаточно простой для понимания человеком, имеющим только знания со школьной скамьи.

Не секрет, что р-п переход может преобразовывать свет в электроэнергию. В школьных опытах нередко проводят эксперимент с транзистором со спиленной верхней крышкой, позволяющей свету падать на р-п переход. Подключив к нему вольтметр, можно зафиксировать, как при облучении светом такой транзистор выделяет мизерный электрический ток. А если увеличить площадь р-п перехода, что в таком случае произойдет? В ходе научных экспериментов прошлых лет, специалисты изготовили р-п переход с пластинами большой площади, вызвав тем самым появление на свет фотоэлектрических преобразователей, называемых солнечными батареями.

Принцип действия современных солнечных батарей сохранился, несмотря на многолетнюю историю их существования. Усовершенствованию подверглась лишь конструкция и материалы, используемые в производстве, благодаря которым производители постепенно увеличивают такой важный параметр, как коэффициент фотоэлектрического преобразования или КПД устройства. Стоит также сказать, что величина выходного тока и напряжения солнечной батареи напрямую зависит от уровня внешней освещенности, который воздействует на неё.



На картинке выше можно видеть, что верхний слой р-п перехода, который обладает избытком электронов, соединен с металлическими пластинами, выполняющими роль положительного электрода, пропускающими свет и придающими элементу дополнительную жесткость. Нижний слой в конструкции солнечной батареи имеет недостаток электронов и к нему приклеена сплошная металлическая пластина, выполняющая функцию отрицательного электрода.

Технология, по которой изготовлена солнечная батарея, влияет на её КПД

Считается, что в идеале солнечная батарея имеет близкий к 20 % КПД. Однако на практике и по данным специалистов сайта www.sun-battery.biz он примерно равен всего 10 %, при том, что для каких солнечных батарей больше, для каких то меньше. В основном это зависит от технологии, по которой выполнен р-п переход. Самыми ходовыми и имеющими наибольший процент КПД продолжают являться солнечные батареи, изготовленные на основе монокристалла или поликристалла кремния. Причем

вторые из-за относительной дешевизны становятся все распространеннее. К какому типу конструкции солнечная батарея относится можно определить невооруженным глазом. Монокристаллические светопреобразователи имеют исключительно чёрно-серый цвет, а модели на основе поликристалла кремния выделяют синюю поверхность. Поликристаллические солнечные батареи, изготавливаемые методом литья, оказались более дешевыми в производстве. Однако и у поли- и монокристаллических пластин есть один недостаток — конструкции солнечных батарей на их основе не обладают гибкостью, которая в некоторых случаях не помешает.

Ситуация меняется с появлением в 1975 году солнечной батареи на основе аморфного кремния, активный элемент которых имеет толщину от 0,5 до 1 мкм, обеспечивая им гибкость. Толщина обычных кремниевых элементов достигает 300 мкм. Однако, несмотря на светопоглощаемость аморфного кремния, которая примерно в 20 раз выше, чем у обычного, эффективность солнечных батарей такого типа, а именно КПД не превышает 12 %. Для моно- и поликристаллических вариантов при всем этом он может достигать 17 % и 15 % соответственно.

Материал, из которого изготовлены пластины, влияет на характеристики солнечных батарей

Чистый кремний в производстве пластин для солнечных батарей практически не используется. Чаще всего в качестве примесей для изготовления пластины, вырабатывающей положительный заряд, используется бор, а для отрицательно заряженных пластин мышьяк. Кроме них при производстве солнечных батарей все чаще используются такие компоненты, как арсенид, галлий, медь, кадмий, теллурид, селен и другие. Благодаря им солнечные батареи становятся менее чувствительными к перепадам окружающих температур.

Большинство солнечных батарей могут накапливать энергию, представляя собой системы

В современном мире отдельно от других устройств солнечные батареи используются все реже, чаще представляя собой так называемые системы. Учитывая, что фотоэлектрические элементы вырабатывают электрический ток только при прямом воздействии солнечных лучей или света, ночью или в пасмурный день они становятся практически бесполезными. С системами на солнечных батареях всё иначе. Они оборудованы аккумулятором, способным накапливать электрический ток днем, когда солнечная батарея его вырабатывает, а ночью, накопленный заряд может отдавать потребителям.

Для увеличения мощности, выходного напряжения и тока на основе солнечных батарей создаются панели, где отдельные элементы соединяются последовательно или параллельно.

«Плюсы» и «минусы» солнечных батарей

Солнечные батареи являются источником электрического тока, который вырабатывается за счет использования фотоэлектрических преобразователей. Достоинство этого оборудования заключается в том, что в нем отсутствуют подвижные части. Кроме того, они характеризуются стабильностью и повышенной надежностью. Период эксплуатации солнечных батарей почти не ограничен. Что касается недостатков, то сюда следует отнести относительно высокую стоимость и низкий коэффициент полезного действия.

Модульная конструкция предоставляет возможность формировать установки с разнообразными степенями напряжения и мощности. В большинстве случаев солнечная

батарея функционирует вместе с аккумуляторными системами, соответственно, их ступени напряжения в обязательном порядке должны совпадать – 36, 24, 12 В и пр.

Выходная мощность установки приблизительно пропорциональна интенсивности солнечного излучения. Кроме того, на число получаемой энергии оказывают воздействие только прямые солнечные лучи. Стоит отметить, что номинальная мощность, которая задается в технических характеристиках, определяется в тестовых стандартных условиях. В качестве основы нормируемого показателя радиации Солнца используется значение, равное 1000 Вт/м². Ещё одним критерием, оказывающим влияние на мощность, считается температура ячеек батареи. Увеличение температуры приводит к увеличению тока и уменьшению напряжения.

Как и любой электрический генератор, солнечные батареи, цена которых ещё не позволяет использовать их повсеместно, обладает выходной вольт-амперной характеристикой. В том случае, если отключается ток нагрузки, то напряжение на установке достигнет своего предела. Наибольшая выходная мощность может быть достигнута даже при номинальном напряжении и токе. Временной промежуток, при котором солнечные батареи будут работать максимально эффективно, находится в пределах между 8-30 и 16-00 часами. В иное время число получаемой энергии несущественно. Без значительных проблем можно эксплуатировать солнечные батареи, если они будут в вечерние и утренние часы закрываться тенью от сооружений и деревьев. Стоит заметить, что производительность этого оборудования является наивысшей, если падающие лучи будут перпендикулярны в отношении плоскости панели. Для того чтобы добиться максимального эффекта, нужно панели ориентировать на юг. Поскольку наибольшая высота Солнца на протяжении года изменяется, то рекомендуется предусмотреть сезонную корректировку. На зиму угол монтажа в отношении горизонтали должен располагаться как сумма широты региона плюс 16 градусов. Летом угол определяется как разность между широтой и 16 градусами.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Для выполнения лабораторной работы по измерению напряжения холостого хода – $U_{ХХ}$ и тока короткого замыкания – $I_{КЗ}$ солнечной батареи собираются схемы, представленные на рис. 1

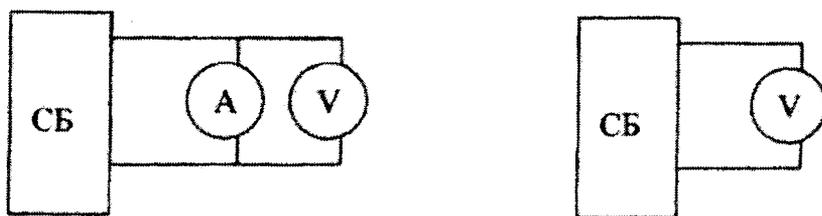


Рис. 1 Схемы измерения напряжения холостого хода – $U_{ХХ}$ и тока короткого замыкания – $I_{КЗ}$ солнечной батареи

Измерения напряжения холостого хода – $U_{ХХ}$ проводят прямым подключением вольтметра к контактам солнечной батареи.

Измерения тока короткого замыкания – $I_{КЗ}$ солнечной батареи также проводят прямым подключением, но только амперметра к контактам солнечной батареи.

Исследование вольт-амперных характеристик (ВАХ) производится по электрической схеме (рис. 2) с помощью вольтметра и амперметра.

Ток и напряжение на солнечной батарее изменяются с помощью высокоомного переменного сопротивления R_1 .

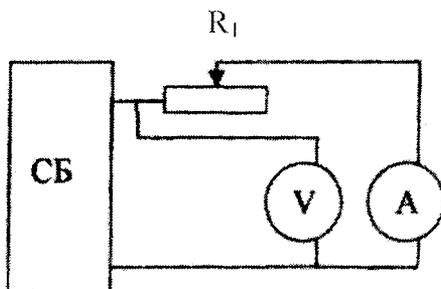


Рис. 2 Схема измерения напряжения ВАХ солнечной батареи

Используя электрические лампочки разной мощности измеряем ток и напряжение, вырабатываемые солнечной батареей (СБ). Расстояние электрических лампочек до поверхности СБ должно быть постоянным.

Результаты полученных измерений заносятся в лабораторный журнал виде таблицы 1:

Таблица 1. Ток и напряжение, вырабатываемые солнечной батареей при разном освещении

Мощность, Вт	U, В	I, мА
20	9,0	8,5
40	11,0	14,5
75	13,0	25
125	14,0	40,0
200	16,0	70,0

По полученным результатам строим график зависимости тока, вырабатываемой СБ в зависимости от освещенности (рис. 3)

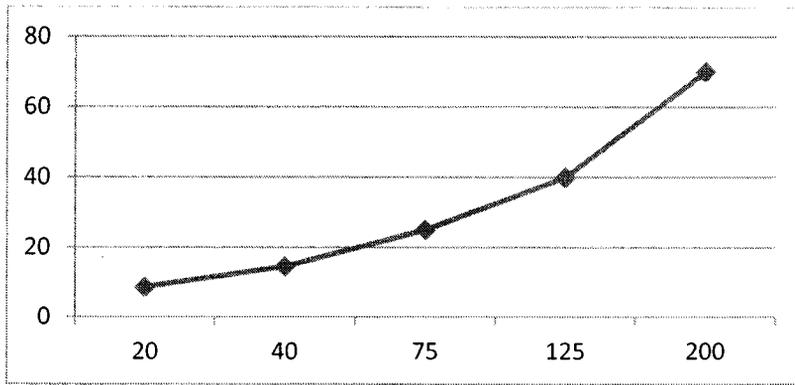


Рис. 3. Зависимости тока СБ от освещенности

Исследуем работу солнечной батареи под нагрузкой (изменяя сопротивление). $I, U = f(R)$.

Данные измерений отобразили в таблице 2 и на графике (Рис. 4)

Таблица 2

Сопротивление нагрузки $R, \text{ Ом}$	Сила тока $I, \text{ mA}$	Напряжение $U, \text{ В}$
7,1	70	0,5
150	60	9
220	50	11
312,5	40	12,5
450	30	13,5
690	20	13,8
1400	10	14
2820	5	14,1

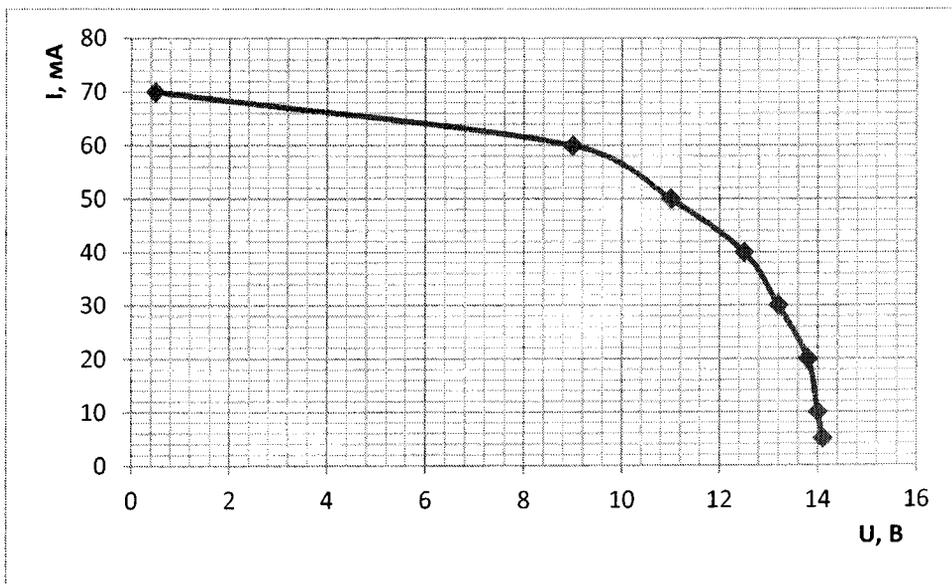


Рис.4. Вольт-амперная характеристика солнечной батареи

Вывод

Во время проведения лабораторной работы исследовали электрические характеристики солнечной батареи:

– определили напряжение холостого хода – $U_{ХХ}$ и ток короткого замыкания – $I_{кз}$;

– ток и напряжение, вырабатываемые солнечной батареей при разном освещении. Построили график зависимости ;

– выяснили значительную зависимость характеристик работы солнечной батареи от освещенности;

– определили ВАХ солнечной батареи. Построили график зависимости $U = f(I)$.

Установили, что солнечные батареи могут применяться, как альтернативного источника электрической энергии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Принцип работы и устройство солнечной батареи [Электронный ресурс] – Режим доступа:
http://www.sun-battery.biz/stat/princip_raboty_i_ustrojstvo_solnechnoj_batarei.php
2. Солнечные батареи. Всё «плюсы» и «минусы» [Электронный ресурс] – Режим доступа:
<http://molodechno.net/articles/solnechnie-batarei-vs-pliusi-i-minusi.html>
3. Основы энергосбережения : учеб.-метод. комплекс для студентов экономических и машиностроительных специальностей / А.В.Васюков. – Новополюцк : ПГУ, 2011. – 348 с.