## ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

# АНАЛИЗ СИСТЕМ ПРОИЗВОДСТВА СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

***Бойназаров Бекзод Бахтиёрович***
*ассистент,*
*Ферганский политехнический институт,*
*Республики Узбекистан, г. Фергана*
*E-mail: bekzod.ferpi@gmail.com*

***Насретдинова Феруза Набиевна***
*ст. преподаватель,*
*Ферганский политехнический институт,*
*Республики Узбекистан, г. Фергана*

# ANALYSIS OF SOLAR POWER PRODUCTION SYSTEMS

***Bekzod Boynazarov***
*Assistant,*
*Fergana Polytechnic Institute,*
*Republic of Uzbekistan, Fergana*

***Feruza Nasretdinova***
*Senior Lecturer*
*Fergana Polytechnic Institute,*
*Republic of Uzbekistan, Fergana*

**АННОТАЦИЯ**

Основными распространенными методами использования солнечной энергии является производство электроэнергии с помощью фотоэлектрических электростанций, производство электроэнергии с использованием параболических и башенных тепловых электростанций и производство электроэнергии из солнечной энергии с помощью двигателей Sterling. Солнечная энергия - один из наиболее широко используемых сегодня методов.

**ABSTRACT**

The main common methods of using solar energy are the production of electricity using photovoltaic power plants, the production of electricity using parabolic and tower thermal power plants, and the production of electricity from solar energy using Sterling motors. Solar energy is one of the most widely used methods today.

**Ключевые слова:** солнечная энергия, солнечный коллектор, солнечные панели, солнечные башни, Стерлинговые двигатели, электрическая энергия.

**Keywords:** solar energy, solar collector, solar panels, solar towers, Sterling motors, electrical energy.

---

Спрос на энергию также резко вырос в последние годы в результате стремительного развития всех секторов. Для ученых, работающих в области энергетики, не было секретом, что растущий спрос на энергию привел к истощению запасов первичной энергии за короткий период времени, производимой из невозобновляемых источников энергии. Единственный способ решить эту глобальную проблему - развивать возобновляемые источники энергии. Среди возобновляемых источников энергии, экологически чистым, безопасным и обладающим большим потенциалом видом энергии является солнечная энергия. При использовании солнечной энергии широко развита система производства электроэнергии. Такие страны, как Германия, Китай, Италия, Япония, США, Испания, Франция, Англия, имеют большой опыт в этой области [8, с. 205], [9, с. 55], [10, с. 16], [11, с. 12], [12, с. 14], [13, с. 11], [14, с. 77], [15, с. 82], [16, с 64].

Солнечная энергия в основном используется для производства тепла и электроэнергии. Однако использование солнечной энергии для производства электроэнергии - один из приемлемых методов.

Распространены следующие методы получения электричества из солнечной энергии.

Библиографическое описание: Бойназаров Б.Б., Насретдинова Ф.Н. АНАЛИЗ СИСТЕМ ПРОИЗВОДСТВА СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2021. 11(92). URL: *https://7universum.com/ru/tech/archive/item/12526*

- Производство электроэнергии с помощью солнечных фотоэлектрических панелей;
- Получение электроэнергии из солнечной тепловой энергии;
- Получение электроэнергии из солнечной энергии с помощью двигателей внешнего сгорания [3, с. 14], [4, с. 13], [5, с. 14], [6, с. 31], [7, с. 40].

**Фотоэлектрическая энергия**

Как известно, солнечный свет можно рассматривать как электромагнитные волны. Согласно квантовой теории электромагнитные волны считаются элементарными частицами нулевой массы - фотонами. Электроны, созданные Герсом в 1887 году для преобразования солнечной энергии в фотоэлектрическую, обладают определенным количеством энергии в результате взаимодействия фотонов света с электронами некоторых металлов. Эту энергию можно использовать для выработки электричества непосредственно от солнца. Этот процесс называется феноменом фотоэффекта.

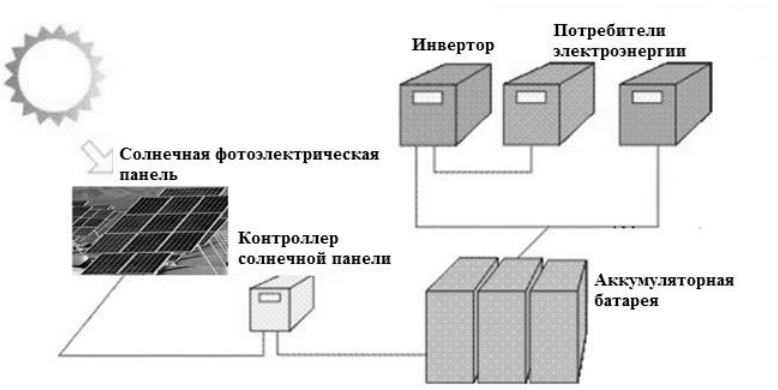


***Рисунок 1. Схема получения электричества от солнечного элемента***

Таким образом, в фотоэлементах лучистая энергия света преобразуется в электрическую. Моно или поликристаллический кремний был первым, кто использовали в производстве фотоэлектрических элементов. Сегодня элементы, изготовленные из этого элемента, составляют 80 процентов всех систем, установленных в мире. Их КПД составляет 11 ÷ 16%.

Совсем недавно фотоэлементы были изготовлены в виде тонких пленок аморфного кремния, теллурида кадмия или меди-индия-селена. Их КПД составляет около 8%, но они дешевле в изготовлении, чем фотоэлектрические элементы из моно- или поликристаллического кремния [1, с. 213], [2, с. 118].

В настоящее время проводятся исследования по повышению эффективности фотоэлементов на 30 ÷ 60%. Для этого нужно уложить пленки 4 ÷ 8 раз друг на друга. В результате этих исследований мощность устройства будет увеличена, а стоимость производства резко снизится.

Фотоэлектрическая система генерирует постоянный ток и преобразует постоянный ток в переменный с помощью инвертора.

Повышение эффективности фотоэлектрических солнечных панелей - это поддержание оптимальной температуры при их работе. Вам потребуется установить систему охлаждения. Частично эта проблема решается за счет установки коллекторов на заднюю часть панели и повышения эффективности датчиков.

Другой способ - повысить эффективность панели за счет чистого разделения полупроводниковых материалов.

Следующий метод - разместить полупроводники каскадно или использовать каскадные элементы.

Кроме того, достигается эффективность светофильтрации или выбранного светового диапазона.

Получение электроэнергии из солнечной тепловой энергии.

Первая солнечная тепловая электростанция была построена в 1906 году в США. Первая демонстрационная станция такого типа была построена и успешно испытана недалеко от Каира, Египет, который тогда был колонией США и Великобритании. Первая солнечная тепловая электростанция с параболическим коллектором, построенная для коммерческого использования, была построена в 1984 году. После нефтяного кризиса между 1984 и 1991 годами этот тип электростанции был построен в пустыне Мохаве, Калифорния, США, общей площадью 6 км$^2$ с параболическими коллекторами. Эта система станций называется системой солнечной энергетики - ССЭ (Рисунок 2). Общая установленная мощность этих станций составляет 354 МВт, на которых используется более миллиона отражающих стеклянных (поверхностных) элементов общей площадью 2300000 м$^2$. 800 млн. Вырабатывается кВтч электроэнергии. Чтобы обеспечить бесперебойную выработку электроэнергии в ночное время и в плохую погоду, было построено восемь станций ССЭ, работающих на ископаемом топливе. Однако доля ископаемого топлива (в данном случае природного газа) в первичном тепловом балансе этих станций установлена на уровне 25% и ограничена законом [1, с. 213], [2, с. 118], [3, с. 14], [4, с. 13], [5, с. 14], [6, с. 31], [7, с. 40 ], [8, с. 205].

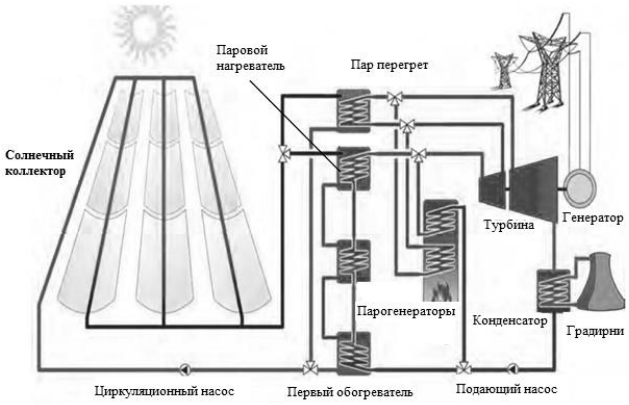


***Рисунок 2. Принципиальная схема станции ССЭ***

Общий объем инвестиций (затрат) на строительство станций ССЭ составил более 1,2 миллиарда долларов США. На сегодняшний день всего на этих станциях 12 миллиардов. Произведено и передано в сеть более кВтч электроэнергии. Цена на электроэнергию снижалась из года в год с 0,26 доллара за кВт·ч для первых станций ССЭ и 0,12-0,14 доллара за последние построенные станции. Производство электроэнергии на солнечных тепловых электростанциях намного дешевле, чем производство фотоэлектрических станций [2].

Понять принцип работы солнечных ТЭС с параболическим коллектором несложно. Большие отражатели в форме параболы направляют солнечный свет в трубки, по которым течет рабочая масса (жидкость), расположенные в фокусной точке. Несколько коллекторов соединены между собой в ряды длиной 300-600 м (Рисунок 3). Многие из этих параллельных рядов составляют общую площадь солнечных коллекторов. Отражатель каждого коллектора вращается вокруг оси трубы. Стеклянное покрытие вокруг трубы снижает потери тепла.

На солнечных тепловых электростанциях в Калифорнии используется специальное термостойкое масло, которое течет внутри коллекторных труб и нагревается до температуры $400^0$C в качестве рабочей массы, которая действует как теплоноситель [3].

a) b)

***Рисунок 3. Расположение параболических коллекторов на солнечной тепловой электростанции в Калифорнии, США: а) - общий вид; б) - взаимное расположение коллекторов***

Башенные солнечные электростанции Башенные солнечные тепловые электростанции преобразуют солнечную энергию в электричество в другом порядке. В этих системах вокруг центральной башни размещается от нескольких сотен до тысяч солнечных отражателей. Такой отражатель называют гелиостатом (рис. 4). Направление гелиостатов регулируется компьютерной системой управления, чтобы точно направлять падающий солнечный свет на центральный приемник в конце башни. Поглотитель солнечной энергии устанавливается в точке пересечения отраженных лучей с помощью гелиостатов. Концентрированная солнечная энергия нагревает поглотитель света до температуры выше 1000 $^0$C. Рабочая масса - воздух или жидкая соль - передает тепло в энергетический цикл - газовый или паровой. Там тепло преобразуется в электричество.

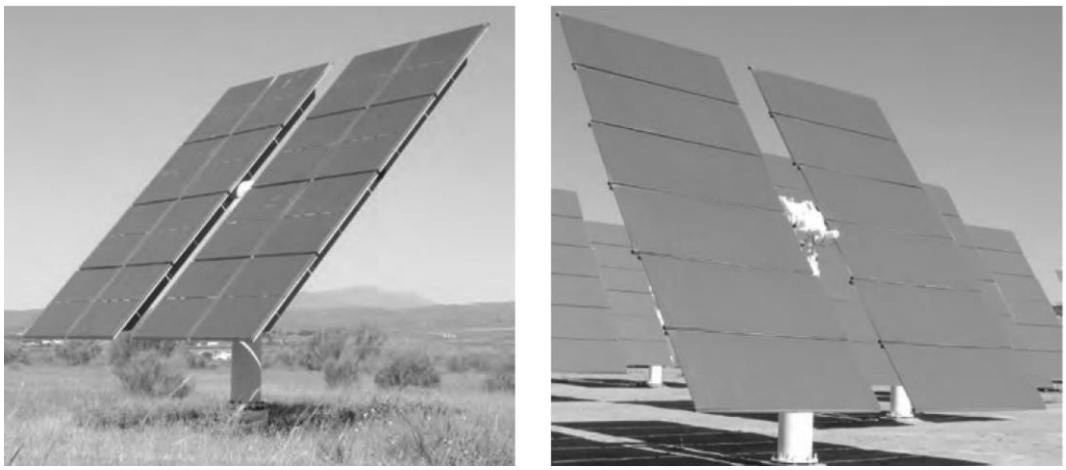

***Рисунок 4. Гелиостаты***

Наряду с солнечными станциями с параболическими коллекторами, в некоторых странах уже несколько лет используются башенные солнечные станции. Экспериментальные станции этого типа используются в Альмерии (Испания), Барстове (США) и Реховоте (Израиль), где проводится оптимизация систем конфигурации и тестирование новых компонентов. Кроме того, первая коммерческая башня солнечной электростанции является этапом высокого уровня планирования.

***Рисунок 5. Солнечная экспериментальная установка с башней в Альмерии (юг Испании)***

Принцип работы башенной солнечной электростанции с открытым приемником следующий (рисунок 6). Вентилятор поглощает наружный воздух от гелиостатов до приемника, фокусируемого возвращающимся солнечным светом. Приемные материалы - это, в основном, проволочные коробки, пенокерамика, металлические или керамические оболочки. Эта структура нагревается за счет энергии солнечных лучей и передает тепло воздушному потоку. Поступающий воздух охлаждает переднюю часть ресивера. Обычно внутри ресивера возникают очень высокие температуры. Таким образом, радиационные потери сводятся к минимуму. Здесь воздух, нагретый до температуры 650–850$^0$C, поступает в теплообменник, где вода испаряется и становится очень горячей. Перегретый водяной пар приводит в действие паровую турбину для выработки электроэнергии. Этот вариант солнечной электростанции позволяет использовать другие виды топлива. Например, можно использовать канальные печи, работающие на топливе.

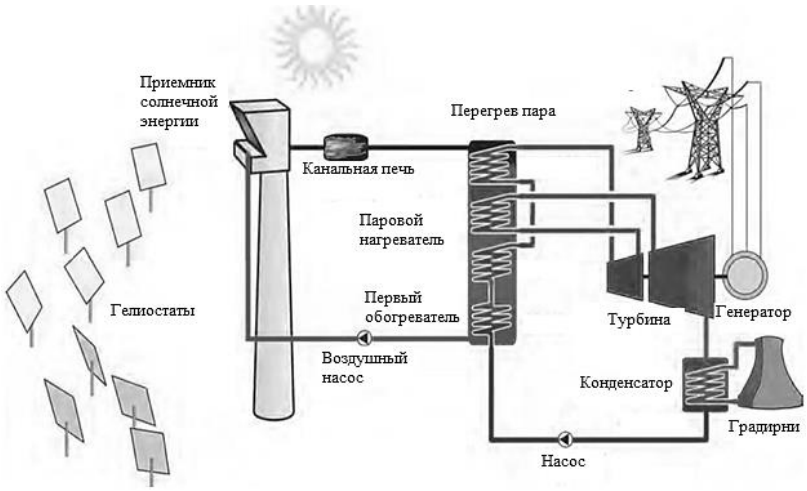


***Рисунок 6. Принципиальная схема башенной солнечной тепловой электростанции с открытым резонатором***

***Рисунок 7. Общий вид солнечных тепловых электростанций ПС-10 (10 МВт) и ПС-20 (20 МВт) с пароприемными башнями в районе Цивилиа (Испания)***

Получение электроэнергии из солнечной энергии с помощью двигателей внешнего сгорания.

Метод производства электроэнергии с помощью двигателей внешнего сгорания был впервые изобретен в 1816 году шотландским инженером Робертом Стерлингом. Принцип работы двигателей внешнего сгорания основан на увеличении объема газов под действием тепла и уменьшении объема в результате охлаждения.

На сегодняшний день разработано несколько типов двигателей Sterling:

Двигатели Alpha Sterling;

Двигатели Beta Sterling;

Доступны двигатель Gamma Sterling и другие типы.

На сегодняшний день КПД двигателя Sterling превысил 40%. Это означает, что он более эффективен, чем некоторые системы выработки электроэнергии. Поэтому в последние годы система получения электроэнергии из солнечной энергии с помощью двигателей внешнего сгорания получила значительное развитие. Потенциал такой системы - очень низкая стоимость и надежность.

Система получения электричества из солнечной энергии с помощью двигателя Sterling во многих отношениях очень похожа на структуру солнечной тепловой электростанции.

Двигатель Sterling имеет следующие преимущества

- Имеет очень простую структуру;
- Риск взрыва очень низкий;
- Не выбирает топливо;
- Низкий уровень шума;
- Им не нужна постоянная подача воздуха;
- Низкий уровень вибрации;
- Может работать долго.

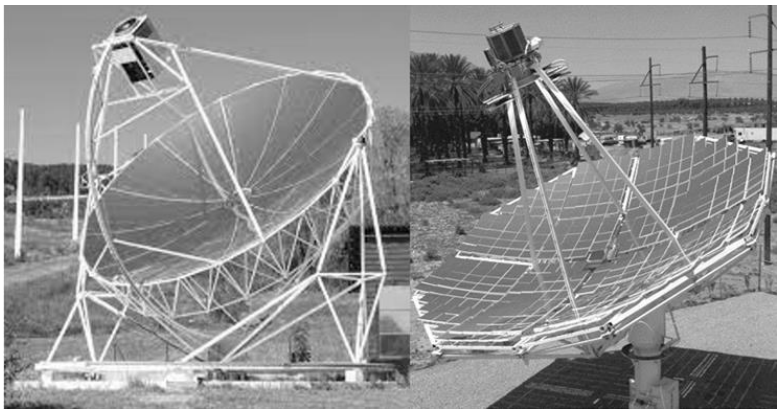

***Рисунок 8. Устройство для выработки электроэнергии с помощью штатного мотора***

Система питания двигателя Sterling на солнечной энергии имеет очень простую конструкцию, которая может использоваться в качестве альтернативного источника энергии в домах. Кроме того, из-за большого потенциала солнечной энергии летом одним из наиболее эффективных способов охлаждения зданий и сооружений является использование электричества [4-5].

**Список литературы:**


1. Аллаев К.Р. Энергетика мира и Узбекистана. Аналитический обзор. – Т.: Издательство «Молия», 2007.
2. Raja A.K., Amit Prakash Srivastava, Manish Dwivedi. Power Plant Engineering. New Delhi: New Age Publishers, 2006.
3. Бойназаров Б.Б., Рахимов Д.В., Журабоев Н.И., Мелибоев А.А., Бобуржон Мухиддин Угли Усмонов Б.М. Конфигурации двигателя Стирлинга // Вестник науки и образования, 2020. № 1-2 (79). Ст. 13-16.
4. Бойназаров Б.Б., Шерматов Б.А., Бокиев О.О., Нематов Т.Т. Этапы разработки двигателя Стирлинга // Проблемы современной науки и образования, 2020. № 2 (147). Ст. 13-16.
5. Бойназаров Бекзод Бахтиёрович, Шерматов Баходиржон Алижон Угли, Бокиев Отабек Ойбек Угли, Нематов Тохиржон Тулкинжон Угли Этапы разработки двигателя Стирлинга // Проблемы Науки. 2020. № 2 (147). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/etapy-razrabotki-dvigatelya-stirlinga (дата обращения: 16.10.2021).
6. Узбеков М.О., Туйчиев З.З, Бойназаров Б.Б., Турсунов Д.А., Халилова Ф.А. Исследование термического сопротивления солнечного воздухонагревателя с металлической стружкой // Научно–технический журнал «Энергосбережение и водоподготовка», 2019 г. № 4. С. 29-33 (05.00.00 № 97. РИНЦ 2018, IF:0,32).
7. Бойназаров Б.Б., Турсунов И.М., Рахмонов М.Д., Умаров И.А., Махкамов А.Б. Generating electricity using sterling engines at condensing heat stations // «International scientific review of the problems and prospects of modern science and education» (Boston. USA. October 22-23, 2019). P. 39-42.
8. Б.Б. Бойназаров. Ўзбекистонда стерлинг двигателидан фойдаланиш истиқболлари // Scientific-technical journal (STJ FerPI, ФарПИ ИТЖ, НТЖ ФерПИ, 2020, Т.24, №2) Ст. 204-207.
9. Исмоилов И.К., Туйчиев З.З., Байназаров Б.Б., Турсунов Д.А., Эралиев Х.А., Аппаков Д.Ш. Повышение коэффициента полезного действия в результате изменения магнитодвижущей силы обмоток машин переменного тока // «Проблемы современной науки и образования», 2019. № 11 (144). Часть 1. Ст. 54-58.
10. Туйчиев З.З., Исмоилов И.К., Турсунов Д.А., Бойназаров Б.Б. Проблемы качества электроэнергии в системах электроснабжения // Проблемы науки. Москва. № 10 (46), 2019. Ст. 15-18.
11. Халилова Ф.А., Бойназаров Б.Б. Характеристика дугогасящих реакторов, применяемых для компенсации емкостных токов замыкания // Проблемы науки. Москва. № 10 (46), 2019. Ст. 11-15.
12. Жабборов Т.К., Насретдинова Ф.Н., Назиржонова Ш.С., Хомиджонов З.М., Рахимов М.Ф., Бойназаров Б.Б. Использование системы аскуэ для повышения энергетической эффективности процессов анализа потребления электроэнергии // Вестник науки и образования, 2019. № 19 (73). Часть 2. С. 13-16.
13. Жабборов Т.К., Насретдинова Ф.Н., Бойназаров Б.Б., Эргашев К.Р. Электрические цепи содержащие нелинейные элементы и методы их расчёта // Вестник науки и образования, 2019. № 19 (73).Часть 2. С. 10-13.
14. Бойназаров Б.Б., Шерматов Б.А., Неъматов Ш.М. Методы расчета потерь мощности в электрических сетях // Проблемы современной науки и образования, 2019. № 12 (145). Часть 2. Ст. 76-80.
15. Эралиев Х.А., Латипова М.И., Бойназаров Б.Б., Абдуллаев А.А., Ахмаджонов А.Э. Восстановление разреженного состояния в сравнении с обобщенной оценкой максимального правдоподобия энергосистемы // Проблемы современной науки и образования, 2019. № 12 (145). Часть 2. Ст. 80-85.
16. Мухайё Ибрагимжановна Латипова, Якуб Усмонов, Махмуд Базарович Набиев. Технология получения низкотемпературных термоэлектрических материалов на основе bitese-bisbte под давлением инертного газа // Universum: технические науки, 2020. № 10-3 (79). Ст. 63-65.