ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАРАБОЛИЧЕСКОГО КОНЦЕНТРАТОРА СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

IMPROVING THE EFFICIENCY OF A PARABOLIC SOLAR CONCENTRATOR

УДК 620

DOI: 10.24411/2658-4964-2020-10307

Пейль Александр Константинович

аспирант кафедры энергообеспечения сельского хозяйства

Государственный аграрный университет Северного Зауралья

Андреев Леонид Николаевич

кандидат технических наук, доцент кафедры энергообеспечения сельского хозяйства

Государственный аграрный университет Северного Зауралья

Басуматорова Екатерина Анатольевна

аспирант кафедры энергообеспечения сельского хозяйства

Государственный аграрный университет Северного Зауралья

e-mail: dir@rb-72.ru

Аннотация

В условиях постепенного, неминуемого истощения ископаемых ресурсов перед человечеством поставлена задача обеспечить производство энергии из возобновляемых источников. Наиболее перспективным направлением является получение электричества на основе энергии Солнца. В работе современных солнечных электростанций широкое применение нашли установки с параболическим концентратором. В статье рассматриваются разновидности концентраторов данного типа: с фотопреобразователем и с применением трубы, содержащей теплоноситель. Поднята проблема повышения эффективности параболических концентраторов. Описаны методы, способствующие повышению КПД.

Annotation

In the context of a gradual, inevitable depletion of fossil resources, humanity has been tasked with ensuring the production of energy from renewable sources. The most promising direction is the production of electricity from the energy of the Sun. In the operation of modern solar power plants, installations with a parabolic concentrator are widely used. The article discusses the varieties of concentrators of this type: with a photoconverter and with the use of a pipe containing a coolant. The problem of increasing the efficiency of parabolic concentrators is raised. Methods to improve efficiency are described.

Ключевые слова: параболический концентратор солнечной энергии, фотопреобразователь, энергия Солнца, возобновляемые источники энергии, двигатель Стирлинга, турбогенератор.

Keywords: parabolic concentrator of solar energy, photoconverter, solar energy, renewable energy sources, Stirling engine, turbine generator

Энергия солнца заложена в основу практически всех возобновляемых энергетических источников. Ее количество, поступающее на поверхность планеты за 7 дней, превышает энергию, которую можно получить от мировых запасов урановой руды, угля, газа и нефти. [1,2].

Энергия солнца одна из наиболее чистых, экологичных возобновляемых энергетических источников, роль которого уже оценена современниками. Еще Циолковский К.Э. заметил, что только лишь невежество вынуждает использовать ископаемые. [3].

И именно тот факт, что значительная доля энергии производится ТЭЦ, сопровождаясь истощением запаса ресурсов планеты, выбросом в окружающую среду вредных химических веществ и приводит к нарушению климата.

Лидирующие позиции по производству электричества на основе энергии солнца занимают США, Испания, Германия. На нашей же территории реализуются локальные, незначительные проекты.

Стоит упомянуть, что тезис о том, что солнечная установка, расположенная севернее 45 ° северной широты не окупаема на протяжении 30 лет, опровергает германский опыт. Ведь территория этой страны, являющейся мировым лидером в сфере применения энергии солнца для производства электричества, пролегает через 45 ° - 55° северной широты.

Южные территории нашей страны по уровню инсоляции не отличаются от центра Италии и юга Франции (до 4,5 кВт ч/м2 в день).

Параболический концентратор солнечной энергии

Параболический концентратор одна из наиболее применяемых конструкций на солнечных электростанциях. Длина концентратора, собранного из зеркал параболической формы, может достигать 50 метров. Зеркала аккумулируют поступающую энергию солнца и концентрируют ее переотражая в один уровень, который из точек выстраивается в линию, на которой уже и расположена труба с теплоносителем. Для уменьшения тепловых потерь труба помещена в стеклянную оболочку.

Труба нагревается до выработки пара теплоносителем. Энергия полученного пара расходуется на работу турбогенератора.

В турбогенераторе, используя энергию рабочего тела трубы, вращается катушка соответствующих размеров в магнитном поле. В течение всего времени вращения генератор производит переменный ток. Таким образом и вырабатывается электричество.

В конструкциях вместо трубы используется и фотопреобразователь, который сокращает рабочую поверхность системы, сохраняя энергоотдачу. Недостаток в том, что фотопреобразователь в данном случае подвержен перенагреву, что автоматически включает охладительную систему.

Концентраторы с фотопреобразователями имеют систему слежения и располагаются с учетом сторон света.

Следует заметить, что проблемой подобных установок является их эффективность, уступающая тарельчатым и башенным концентраторам. [4]

Повышение эффективности параболического концентратора

Главной проблемой внедрения в сферу производства электроэнергии солнечных электростанций на параболических концентраторах является их недостаточно высокий КПД.

Повышение характеристик параболического концентратора возможно при следующих условиях:

1. Проведение полного энергетического анализа, исследования, учитывающего точность производства поверхности отражателей; работу систем слежения за положением Солнца. Исследование должно дать утвердительный ответ на правильность расположения концентратора с учетом предоставляемых условий.

Одно из немногочисленных предложений в области слежения за движением Солнца – система Traxle. Данная разработка от производителя Poulek Solar Co. Ltd, расположенного в Чехии является относительно универсальной. В ней предусмотрена ручная настройка высотного угла. Устройство представляет собой одноосевую систему слежения по азимуту. С точностью ±10°.

В большинстве случаев системы отслеживания разрабатываются индивидуально, для каждой установки отдельно.

2. Форма концентратора должна обеспечивать засветку фотопреобразователя с обеих сторон. Коэффициент концентрации при данных условиях превышает 20 крат.

Достигается данный результат проведением анализа с помощью компьютерного моделирования.

Расчет производится путем операций:

- Поток света, проходящий сквозь апертуру концентратора, подменяется на массив направленных точечных источников, угол расхождения лучей которых 32', Лучи равномерно распределяются по всей апертуре, по всей ее площади.

- Каждый источник дает один луч, условное значение энергии которого равняется единице. Угол попадания потока в концентратор находится в пределах заданного выше углового расхождения.
- Производится расчет хода каждого отдельного луча в концентраторе. Учитываются потери при отражении внутри поверхности. Значение энергии луча рассчитывается с учетом потерь при поглощении или отражении.
- Рассчитываются координаты выхода лучей от отражающей поверхности и их приход на фотопреобразователь или выход за пределы зоны отслеживания. Энергия исчисляется в долях единицы. Отняв получившийся результат от единицы (изначального значения энергии луча) получаем потери. Информация по каждому лучу собирается в единый массив.
- Поверхность фотопреобразователя с учетом масштаба разбивается на равные по площади участки. Энергия участка исчисляется суммой энергий лучей, прошедших сквозь данный участок. Коэффициент же концентрации в каждом исследуемом участке приемника вычисляется путем суммирования энергии пришедших на него лучей.

Однако, следует помнить, что при расчете формы концентратора с учетом данного алгоритма принимаются идеальные условия. В условиях натурных исследований расчет обязательно выявит погрешность.

Так, испытание при различных условиях охлаждения и освещения на открытом воздухе показывает, что модуль на основе концентратора параболического типа при учете оптических потерь увеличивает КПД. Концентрация по боковой поверхности составляет порядка 7 крат, по торцевой поверхности около 20-25крат.

При этом оптимальный расход воды модуля на основе параболического концентратора составил 0,5 литра в минуту, при температуре воды 38 °С.

3. Установка высоковольтного фотопреобразователя с применением вертикального р-п перехода. Главной отличительной особенностью преобразователей данного типа является возможность их применения в

условиях более высокой концентрации солнечного излучения, наблюдая при этом увеличение КПД. Кроме того, высоковольтные преобразователи имеют две световоспринимающие стороны. Обладают более низкими токовыми потерями и высоким коэффициентом теплоотдачи. Двухсторонняя засветка концентраторов и система слежения за траекторией Солнца делают данный способ максимально эффективным.

Установки данного вида позволяют разработать систему добычи не только электрической, но и тепловой энергии.

Параболические концентраторы с двигателем Стирлинга

Исследования эффективности совмещения параболического концентратора с двигателем Стерлинга показывают, что при испытаниях на натурных условиях при равномерном освещении и торцевой, и боковой поверхности концентратора двигатель прогревается равномерно, снижение начальной температуры работы может быть с 400 °С до 200 °С. При этом прогревается максимальная площадь двигателя, работа наиболее эффективна. Температура воды из радиатора всего 37 - 40 °С.

Двигатель Стирлинга

Двигатель Стирлинга представляет собой машину, во внутреннем объеме которой находится газ или жидкость. Энергия вырабатывается с помощью цикличного изменения температуры содержимого машины. Работает устройство от любого температурного источника.

Максимальная эффективность работы установки достигается путем оптимизации формы отражающей поверхности, настройки работы системы слежения.

Установка данного типа с одним параболическим зеркалом может быть размещена в частном хозяйстве. При отсутствии системы слежения для максимального эффекта необходимо корректировать положение концентратора вручную, поворачивая зеркало вслед за солнцем таким образом, чтобы поверхность была освещена максимально. [5]

Заключение

Доля потерь солнечных электростанций, связанных с устройством концентратора не редко достигает отметки 50%. Поэтому главной, базовой задачей при обустройстве солнечной электростанции является оптимизация формы поверхности концентратора, гарантирующую наименьшие потери. Приведение в полное соответствие системы слежения, достижение при настройках наименьшего показателя погрешности.

В случае выбора конструкции с применением трубы с теплоносителем установка концентратора должна производиться по сторонам света, таким образом, чтобы обеспечить максимально равномерное освещение всей его поверхности. Уменьшить потери позволяет дополнительная изоляция трубы стеклянной оболочкой большего диаметра. Максимальный эффект в работе системы достигается именно путем правильной установки.

Литература

1. Башмакова И. А. Энергетика мира: уроки будущего. - М.: МТЭА, 1992. С. 355-380.
2. Стребков Д.С., Муругов В.П. Энергосбережение и возобновляемые источники энергии // Вестник сельскохозяйственных наук. - М.: Агропромиздат, 1991. № 2. С. 117-125.
3. Циолковский К.Э. Будущее Земли и человечества. Издание автора. - Калуга, 1928. 28
4. Прямое преобразование энергии. / под. ред. Тимашева С.В., Янтовского Е. И., пер. с англ. — М.: «Мир», 1969. — 414 с.
5. Харченко Н. В. Индивидуальные солнечные установки. — М.:Энергоатомиздат, 1991.-208с.

Literature

1. Bashmakova IA Energy of the world: lessons of the future. - M .: MTEA, 1992.S. 355-380.

2. Strebkov D.S., Murugov V.P. Energy saving and renewable energy sources // Bulletin of agricultural sciences. - M .: Agropromizdat, 1991. No. 2. S. 117-125.

3. Tsiolkovsky K.E. The future of the Earth and humanity. Edition of the author. - Kaluga, 1928.28

4. Direct energy conversion. / under. ed. Timasheva S.V., Yantovsky E.I., trans. from English - M .: "Mir", 1969. - 414 p.

5. Kharchenko NV Individual solar installations. - M.: Energoatomizdat, 1991.-208s.