

УДК 621.311.25

## **ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Раков А.Ю., студент гр. ЭТ-231, II курс, Петрунин Н.О., студент гр. ЭТ-231, II курс, Тарасов С.Р., студент гр. ЭТ-231, II курс  
Научный руководитель: Губарев А.В., старший преподаватель  
Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова  
г. Белгород

С древних времен человечество использовало энергию различных источников для совершения работы и получения теплоты. Наиболее очевидными примерами такого использования являются использование биомассы – дров – для отопления жилых помещений, а также использование кинетической энергии текущей воды или ветра для измельчения твердых материалов в водяных и ветряных мельницах. Изобретение теплового двигателя и электричества обусловили активное использование для указанных выше нужд химически связанной энергии, содержащейся в органической части ископаемых топлив: углей, продуктов нефтепереработки, природного газа. Впоследствии также весьма активно стала использоваться энергия деления ядер атомов радиоактивного топлива, получаемого из сырьевых материалов. Таким образом, в настоящее время доминирующую роль в получении энергии для различных сфер деятельности человека являются тепловые и атомные электрические станции, технологические процессы на которых достаточно эффективны, хорошо организованы и отлажены.

При этом весьма серьезными проблемами, связанными с «традиционной энергетикой», является исчерпаемость используемых на энергетических объектах топливно-энергетических ресурсов, загрязнение окружающей среды токсичными и парниковообразующими компонентами продуктов сгорания органических топлив, а также тепловое ее загрязнение. Это обуславливает необходимость поиска альтернативных источников энергии и разработки иных способов преобразования энергии первичных источников в электрическую энергию и работу [1].

К таким иным способам преобразования энергии первичных источников относятся, например, использование кинетической энергии ветра для получения электрической энергии с помощью ветроэнергетических установок, использование биомассы: биогаза [2], твердых бытовых отходов [3–4] для получения водяного пара заданных параметров, тепловой и электрической энергии и т.п.

В последние десятилетия активно исследуются возможности преобразования в теплоту и электричество энергии солнечного излучения.

В настоящее время используются два основных способа преобразования солнечной энергии в электрическую: фотоэлектрический и термодинамический (последний может использоваться и для получения теплоты).

Фотоэлектрический способ основан на использовании фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии – панелей, выполненных из полупроводников, чаще всего из кремния. Фотоны света попадают на фотоэлектрические панели и взаимодействуют с электронами полупроводника. В результате взаимодействия фотонов света с полупроводником от атомов кремния высвобождаются электроны, создающие постоянный электрический ток, который после преобразования в переменный может быть использован в сети. Солнечные электростанции, использующие фотоэлектрические преобразователи (рис. 1), являются самым распространенным типом СЭС. Такие электростанции чаще всего используются для энергообеспечения объектов любых размеров, как малых, так и крупных. Например, для обеспечения электроэнергией частных коттеджей или малых предприятий [5]. Фотоэлектрические преобразователи также часто используются для энергообеспечения локальных объектов, таких, например, как фонари уличного освещения.



Рис. 1. Фотоэлектрическая солнечная электростанция

К достоинствам установок и станций с фотоэлектрическими преобразователями можно отнести отсутствие газовых выбросов в окружающую среду, ее теплового загрязнения, их бесшумность, большой срок службы, простота обслуживания. Однако, рассматриваемые фотопреобразователи обладают весьма низкой эффективностью, а для их изготовления требуется использовать весьма дорогостоящие материалы. Удельная стоимость выработки электроэнергии на таких электростанциях в десятки раз превышает аналогичный показатель для тепловых электростанций, хотя в последние годы наблюдается устойчивая тенденция к ее существенному снижению. При этом отмечается, что конкурентоспособные цены на модули с фотоэлектрическими преобразователями могут быть достигнуты благодаря увеличению объемов их производств до 1 ГВт в год и более [6]. Но для размещения модулей с установленной мощностью энергоустановок, позволяющей играть существенную роль в энергетическом балансе, потребуется отторжение огромных площадей территорий.

Для Белгородской области, которая является регионом с высокой долей территорий, задействованных в сельском хозяйстве и горнодобывающей промышленности, такое отторжение представляется нецелесообразным. Также необходимо отметить, что фотоэлектрические солнечные электростанции характеризуются большим сроком окупаемости, что увеличивает риски проекта по их строительству и вводу в эксплуатацию.

В основе термодинамического способа лежит использование тепловой энергии излучения солнца для нагрева теплоносителя. В качестве теплоносителя чаще всего используется вода, однако иногда могут использоваться воздух или другие газы [7].

В системах теплоснабжения часто используются солнечные коллекторы – теплообменники, непосредственно поглощающие солнечное излучение и использующие полученную тепловую энергию для нагрева протекающего по их трубкам теплоносителя. Однако температура теплоносителя в таких коллекторах редко превышает 100 °С.

Для генерации электрической энергии требуется теплоноситель, например, водяной пар, имеющий более высокую температуру. Достижение нагрева теплоносителя до необходимых температур возможно с использованием концентраторов солнечной энергии. Такие концентраторы представляют собой плоские, параболоцилиндрические или параболические (тарельчатые) зеркальные панели, которые отражают солнечный свет и направляют его на теплообменную поверхность, внутри которой протекает теплоноситель. Если теплоносителем является вода, то она, нагреваясь в парогенераторе сконцентрированным солнечным теплом, превращается в пар и с избыточным давлением поступает в турбину, служащую для привода электрогенератора.

Плоские концентраторы на подвижных опорах – гелиостаты – используются на солнечных электростанциях башенного типа (рис. 2). Гелиостаты имеют систему слежения за Солнцем и направляют солнечные лучи на центральный приемник, по трубам которого движется теплоноситель [8]. С помощью гелиостатов достигается высокая концентрация солнечных лучей. В очень жаркие дни, температура теплоносителя может достигать 500 °С.



Рис. 2. Солнечная электростанция башенного типа

Солнечные электростанции с параболоцилиндрическими концентраторами (рис. 3) чаще всего являются двухконтурными. Конструктивно такие СЭС устроены следующим образом. На бетонных или металлических опорах установлены зеркала параболоцилиндрической формы. В фокусе этих зеркал расположена трубка с циркулирующим теплоносителем.



Рис. 3. Солнечная электростанция с параболоцилиндрическими концентраторами

Рабочим телом в первом контуре таких электростанций является термостойкое кремнийорганическое масло, которое нагревается за счет поглощения концентрированного солнечного излучения, а во втором контуре рабочим телом является водяной пар, генерируемый и нагреваемый до рабочей температуры за счет получения теплоты от рабочего тела первого контура. Во втором контуре обычно реализуется цикл Ренкина.

Параболические концентраторы, имеющие две степени свободы, позволяют получить теплоноситель с максимально высокой для солнечных электростанций температурой. В рассматриваемых концентраторах зеркало представляет собой параболоид вращения (рис. 4).



Рис. 4. Солнечная электростанция с параболическими концентраторами



Такая форма позволяет сосредоточить отражаемые солнечные лучи в одной точке, в которой находится теплоприемник (двигатель Стирлинга) с нагреваемым внутри него рабочим телом. Двигатель используется в качестве привода электрогенератора.

Основным достоинством термодинамических солнечных электростанций является то, что здесь имеется возможность использования серийного, отработанного в энергетике оборудования и известных схемных решений тепловых электрических станций. Во-многом благодаря этому, эффективность таких электростанций близка к показателям ТЭС [6]. При этом необходимо отметить, что экономически обосновано применение термодинамических солнечных электростанций в районах земного шара, лежащих между  $40^\circ$  северной и южной широт [9]. Белгородская область находится между  $49^\circ 41'$  и  $51^\circ 26'$  северной широты, то есть расположена на значительном удалении от обозначенных выше широт.

Таким образом, разработка проектов термодинамических солнечных электростанций, так же, как и фотоэлектрических СЭС при современном уровне техники и технологий преобразования энергии солнечного излучения в электрическую и тепловую энергию на территории Белгородской области не представляется целесообразной. В будущем, в условиях сохранения тенденций к удешевлению фотоэлектрических преобразователей и постепенного истощения ископаемых топливно-энергетических ресурсов, оценка актуальности применения фотоэлектрических солнечных электростанций в регионе может быть пересмотрена.

### Список литературы

1. Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент: Справочник / Под общ. ред. чл.-корр. РАН А.В. Клименко и проф. В.М. Зорина. – 3-е изд., перераб и доп. – М.: Издательство МЭИ, 2001. – 564 с. – (Теплоэнергетика и теплотехника; Кн. 2).
2. Леонов, Е.С. Влияние теплофизических свойств продуктов сгорания биогаза на тепловые параметры водогрейных котлов / Е.С. Леонов, П.А. Трубаев // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2024. – № 10. – С. 63–71.
3. Ahmed, A.A. Use of granulated wood waste and municipal solid waste as fuel: review / A.A. Ahmed, P.A. Trubaev // BIO Web of Conferences. – 2024. – Т. 103. – Р. 00038.
4. Корнилова, Н.В. Теплотехнические испытания твердотопливных отопительных котлов малой мощности при сжигании брикетированных RDF-топлив / Н.В. Корнилова, П.А. Трубаев // Энергетические системы. – 2018. – № 1. – С. 224–233.
5. Питкин, В. А. Фотоэлектрические солнечные электростанции / В. А. Питкин, А. С. Стрельникова // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2021. – № 4. – С. 161–163.

6. Попель, О.С. Современные тенденции развития фотоэлектрической энергетики (обзор) / О.С. Попель, А.Б. Тарасенко // Теплоэнергетика. – 2021. – № 11. – С. 5–25.

7. Рубанов, Н. В. Функционирующие разновидности солнечных электростанций / Н. В. Рубанов, М. С. Матвеева, С. Н. Проскураков // Аллея науки. – 2018. – Т. 5, № 9 (25). – С. 363–367.

8. Ходжадурдыев, Х. Солнечная электростанция башенного типа / Х. Ходжадурдыев, А. Гурбанов, Д.И. Баймухаммедов, Ы.М. Тыллануров // Молодой ученый. – 2023. – № 15 (462). – С. 79–81.

9. Рычков, В.В. Определение оптимального размещения солнечных панелей на территории Белгородской области / В.В. Рычков, Е.И. Солдатенкова // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород, 01–20 мая 2017 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2017. – С. 5073–5077.