

**Теплопроизводительность солнечных коллекторов
в условиях пустыни Каракумы**

Пенджиев А. М.

Туркменский государственный архитектурно-строительный институт
Ашхабад, Туркменистан

На основе проведенных исследований получены систематизированные, научно обоснованные солнечные теплоэнергетические ресурсные потенциалы от внедрения и использования солнечных теплоэнергетических технологий в условиях пустыни Каракум. Оценены технико-экономические, экологические потенциалы теплоэнергетических гелиоколлекторов по параметрам энергоэффективности, экономия топлива и снижения вредных веществ на окружающую среду.

Задачи устойчивого развития экономики Туркменистана основаны на использовании современных и инновационных энергетических технологий во всех отраслях промышленности [1; 2].

Восемьдесят процентов территорий Туркменистана занимает пустыня Каракумы и проблема борьбы с опустыниванием и освоения является одной важнейших проблемой страны [1; 3–5].

Решения проблемы теплоэнергообеспечение для освоения пустынной зоны могут сыграть энергетические технологии на основе солнечного излучения. Энергообеспечение линией электропередачи из-за низкой плотности населения экономический не выгодно [3–5].

Для разработки, создания, внедрения инновационных солнечных энергетических систем в обеспечении электроэнергией и теплом жителей пустыни Каракум необходимо комплекс теоретических, экспериментальных исследований и расчеты всех составляющих компонентов энергооборудования, их конструктивные особенности, начиная от оптимального угла наклона гелиоприемника, максимальную и минимальную энергопроизводительность системы. Для внедрения солнечных энергетических технологии необходимо составления проектно-сметную документацию. Существующие инженерные расчеты не достаточной точны при расчетах технико-экономического обосновании (ТЭО) в пустынной зоне Туркменистана, поэтому решение этих проблем, является весьма актуальной [3–5].

Туркменскими учеными проделаны и добились достигнуты большие успехи в научно-исследовательской работе по использованию солнечной энергии [3–5].

В настоящее время в мире возрастает требования к качеству энергетических технологий и систем, созданию новых приоритетных теплоэнергетически эффективных конструкций на основе солнечной энергии. Научной основой современного и перспективного солнечно-энергетических технологий является комплекс теоретических, расчетно-аналитических и экспериментальных исследований, они базируется на общих принципах фундаментальной науки и научных основах инновационной техники и технологии. Конечной целью и задачей является решения конкретных производственных условий при изготовлении солнечных энергоустановок и систем в суровых условиях пустыни Каракумы [3–5].

Для выполнения выше названных требований в работе рассмотрены и использованы инновационные методики, научно-обоснованы, систематизированы и теоретический, практический и экспериментально исследованы ресурсные валовые, технические, экономические и экологические потенциалы с учетом природно-климатических условий пустыни Каракумы [4–8].

В работе приведены теоретические и методические расчеты валовых, технических, экономических и экологических потенциалов солнечной энергии, определены теплоэнергетическая эффективность, определены оптимальный угол наклона по временам года солнечных коллектора в Центральных Каракумах.

При теоретических расчетах Центральные Каракумы представляется, как совокупность зоны, в которых интенсивность солнечного излучения, альbedo местности, географические, природно-климатические условия являются однородными по всей исследуемой площади [3–5].

Методика и методология определения. Для определения валового, технического, экономического и экологического ресурсного потенциала Центральных Каракум учтены следующие основные среднесезонные параметры на единицу поверхности площади солнечного приемника в течение i -й месяца, кВт·ч/(м²·год): поступления солнечного излучения на поверхность приемника; горизонтальной поверхности в год; приход прямого потока солнечного излучения горизонтальной поверхности; поступление рассеянного излучения при безоблачном небе; эмпирическая продолжительность солнечного сияния для данной зоны в течение i -го месяца, ч/год; астрономическая возможная продолжительность солнечного сияния для данной местности в i -й месяц, ч/год [3–8].

Методика оценка ресурсных энергетических потенциалов солнечного излучения.
Валовый потенциал – среднесезонная суммарная солнечная энергия, падающая на площадь Центральных Каракум (ЦК) в течение одного года [4–7].

Валовый энергетический потенциал определяется по формуле месячного прихода солнечного излучения на горизонтальную поверхность $E_{ор_i}$ ($i = 1, 2, \dots$,

12). Средний параметр угла наклона прямого солнечного излучения к нормали $\langle \cos \theta \rangle$ и месячное поступление прямого солнечного излучения на нормально ориентированную поверхность за 10 часов (с 7 до 17 ч) [3–5].

$$E_{\text{оп}i} = \frac{E_{\text{пл}}}{\langle \cos \theta \rangle} = \frac{(1 - \varepsilon) E_i}{\langle \cos \theta \rangle}, \quad (1)$$

где $E_{\text{оп}}$, кВт·ч/(м²·мес.) – среднемноголетний приход солнечного излучения на единицу горизонтальной поверхности в i -й месяц года при безоблачном небе; $E_{\text{пл}}$, кВт·ч/(м²·мес.) – среднемноголетний приход прямого потока солнечного излучения на единицу горизонтальной поверхности в i -й месяц года; E_i , кВт·ч/(м²·мес.) – среднемноголетний приход солнечной энергии на единицу горизонтальной поверхности в i -й месяц года; ε – коэффициент излучения [4; 6–8].

Суммарное поступление солнечного излучения (валовый в ЦК) на единицу горизонтальной поверхности в год за 10 часов в сутки (7–17 ч), равно 1844,6· S кВт·ч/год:

Технический потенциал представляет сумму солнечного излучения преобразованная в тепловую энергию приемником [4–6].

Технический потенциал тепловой энергии от солнечного излучения, рассчитанный с учетом продолжительности солнечного сияния в течение i -го месяца t_{Ci} , ч/мес., число ясных и полупасмурных часов, продолжительность рабочего времени t_{pi} , ч/мес.

Технический энергопотенциал, приходящихся на единицу отводимой площади в течение рабочего времени (с 7 до 17 ч) на один квадратный метр в Центральных Каракумах теплопроизводительность равно 1227,58 кВт·ч/год.

В осенне-зимние месяцы (октябрь–февраль) использование коллекторов с представленными техническими параметрами для получения горячей воды с температурой $T_{\Gamma} = 60$ °С, т. е. соответствующие W_{Ti} равны нулю.

Графическое изображения в виде гистограммы энергетических показателей, преобразованных в тепловую энергию в течение года в Центральных Каракумах приведены на рис. 1.

Экономический потенциал – величина годовой выработки тепловой энергии в регионе от солнечного излучения, получение которой экономически оправдано для региона в данном случае Центральных Каракумах при существующем уровне цен на энергии, получаемую от традиционных источников, и соблюдении экологических норм [3–6].

Оценка экономического энергопотенциала солнечного излучения преобразованная тепловым коллектором, ориентированный под углом наклона к горизонту β , при нормативных условиях соответствию эквивалентного расхода органического топлива. В результате теплопроизводительность

с одного метра квадратного гелиоколлектором эквивалентна расходу органического топлива соответствует 502,61 кг у. т./м²/год.

Экологический потенциал – часть технического энергопотенциала, преобразованная в полезную используемую энергию экологической целесообразно при данном уровне сокращения вредных выбросов в окружающую среду от ископаемого, органического топлива при преобразовании в тепловую, электрическую энергию и других видов энергии от оборудования, установок, станций, транспортных средств и других загрязнителей.

Экологический потенциал представляет сумму экономических потенциалов тепловой энергии, получаемых соответствующим преобразованием солнечного излучения [4; 5; 8].

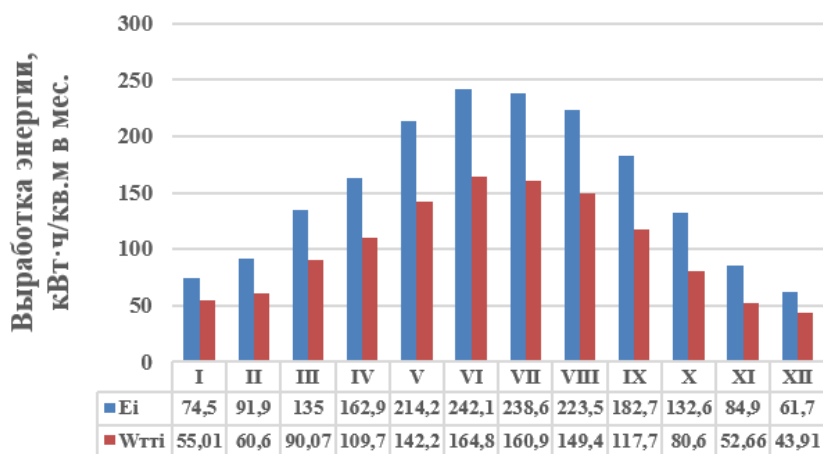


Рис. 1. Гистограмма энергетических показателей валового (E_i), технического потенциалов, преобразованных в тепловую ($W_{ти}$) энергию гелиоколлектором по месяцам в течение года

Возможности сокращения выбросов различных вредных веществ в окружающую среду в Центральных Каракумах при использовании солнечного теплового коллектора составляет: при годовой выработке с 1 кв. м тепловой – 1256,44 кВт·ч/год, экономия расхода топлива составляет 502,6 кг у. т./год, выбросы вредных веществ снижаются: диоксид серы SO_2 – 10,4; оксид азота NO_x – 5,62; оксид углерода CO – 0,72; метан CH_4 – 1,54; двуокись углерода CO_2 – 803,68; твердых веществ – 1,09 кг/год.

Определение оптимального угла наклона солнечных модулей в Центральных Каракумах. Результаты расчета для определения оптимального

угла наклона гелиоколлектора в Центральных Каракумах с учетом реального поступления солнечной энергии включает определение полного потока солнечной энергии на наклонную поверхность в течение определенного периода времени (например, за месяц в течение года) при различных углах наклона посредством интегрирования по времени. Расчеты показывают наиболее эффективное значение $\beta = 60^\circ$ для января, февраля, ноября, декабря; $\beta = 30^\circ$ с апреля по сентябрь; $\beta = 45^\circ$ – март, октябрь [4; 5; 8].

Таким образом, на основании теоретических исследований и методических расчетов солнечно – энергетических ресурсных потенциалов с учетом интенсивности солнечного излучения, альбедо, географических, климатических и неблагоприятных погодных условий получены энергетические потенциалы теплопроизводительности с одного квадратного метра в Центральных Каракумах составляет: валовый потенциал – 1844,6 кВт·ч/м²·год; техническая потенциал теплопроизводительность гелиоколлектора – 1256,44 кВт·ч/м²·год.

Технико-экономические и теоретические расчеты экономических потенциалов позволят составить технико-экономическое обоснования при строительстве солнечно-энергетических станции, установок, сооружений для внедрения дадут возможность экономии органического топлива от преобразования в тепловую – 1354,58 кВт·ч/год.

Экологический потенциал снижение антропогенных нагрузок в окружающую среду в Центральных Каракумах при использовании тепловых гелиоколлекторов составит: при годовой выработке с 1 кв. м – 1256,44 кВт·ч/год, экономия расхода органического топлива – 502,61 кг у. т./год, сокращение выбросов в окружающую среду: SO₂ – 10,44; NO_x – 5,62; CO-0,72; CH₄ – 1,54; CO₂ – 803,68; твердых веществ – 1,09 кг/год.

Литература

1. Бердымухамедов, Г. М. Туркменистан на пути достижения Целей устойчивого развития / Г. М. Бердымухамедов. – Ашгабад : Туркменская государственная издательская служба, 2018. – 465 с.
2. Бердымухамедов, Г. М. Электроэнергетическая мощь Туркменистана / Г. М. Бердымухамедов. – Ашгабад : Туркменская государственная издательская служба, 2022. – 130 с.
3. Использование солнечной энергии / под общ. ред. Л. Е. Рыбаковой. – Ашгабад : Ылым, 1985. – 280 с.
4. Пенджив, А. М. Экоэнергетические ресурсы возобновляемых источников энергии: монография / А. М. Пенджив. – М. : Русайнс, 2023. – 400 с.
5. Стребков, Д. С. Развитие солнечной энергетики в Туркменистане: монография / Д. С. Стребков, А. М. Пенджиев, Б. Д. Мамедсахатов. – М. : ГНУ ВИЭСХ, 2012. – 498 с.

6. Солнечная энергетика: учебное пособие для вузов / под ред. В. И. Виссарионова. – М. : Издательский дом МЭИ, 2008. – 276 с.

7. Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России / П. П. Безруких, Ю. Д. Арбузов, Г. А. Борисов [и др.]. – СПб. : Наука, 2002. – 314 с.

8. Пенджиев, А. М. Экологические проблемы освоение пустынь: монография / А. М. Пенджиев. – Германия : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. – 226 с.

УДК 504.064.4; 628.51

**Интеграционные системы очистки воздуха:
многофункциональная система очистки воздуха с плазменной
ионизацией, фотокатализом и замкнутым циклом переработки CO₂**

Золотарева И. М., Холодов А. С., Брановицкий Н. С.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

В статье предложена теоретическая модель комплексной модульной установки для очистки промышленных выбросов с многоступенчатой переработкой загрязнителей.

Современные промышленные предприятия остаются одним из основных источников загрязнения атмосферного воздуха, осуществляя выбросы вредных веществ, концентрации которых зачастую достигают, а иногда и превышают предельно допустимые концентрации (ПДК) (рис. 1). Например, в отличие от 2022 г., превышения норматива ДВ по формальдегиду в 2023 г. фиксировалось однократно на источнике выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух цеха пропитки и обработки тканей филиала «Завод Химволокно» ОАО «Гродно Азот» в 2,75 раза [1].

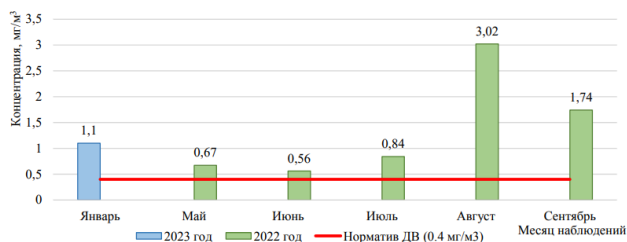


Рис. 1. Концентрация загрязняющих веществ по месяцам за 2022 и 2023 годы [1]