

## МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПАРАБОЛОЦИЛИНДРИЧЕСКИХ КОНЦЕНТРАТОРОВ

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10083082>

Юсупов Ё.А.

### Аннотация

*Параболоцилиндрические концентраторы (ПЦК) представляют собой важные компоненты солнечных энергетических систем, способные сосредотачивать солнечное излучение на приемники с высокой эффективностью. В данной статье мы представляем обзор современных методов измерения тепловых и энергетических характеристик ПЦК, обсуждаем их преимущества и недостатки, а также их роль в оптимизации и разработке более эффективных солнечных энергетических систем.*

### Ключевые слова

*методы и устройства, солнечная установка, эффективность, оптико-энергетические характеристики, параболоцилиндрические концентраторы*

### Annotatsiya

*Parabolasilindrik konsentratorlar quyosh energiyasi tizimlarining muhim tarkibiy qismlari bo'lib, quyosh nurlanishini yuqori samaradorlik bilan qabul qiluvchilarga qaratishga qodir. Ushbu maqolada parabolasilindrik konsentratorlarning issiqlik va energiya samaradorligini o'lchashning joriy usullari haqida umumiy ma'lumotni taqdim etilgan bo'lib, ularning afzalliklari va kamchiliklarini, shuningdek, yanada samarali quyosh energiyasining tizimlarini optimallashtirish va rivojlantirishdagi rolini muhokama qilingan.*

### Kalit so'zlar

*usullar va vositalar, quyosh jixози, optik-energetik tasnif parabolasilindrik konsentrator.*

### Abstract

*Parabolic-trough collectors (PTC) are important components of solar energy systems, capable of focusing solar radiation onto receivers with high efficiency. In this paper, we present an overview of current methods for measuring the thermal and energy performance of PTC, discuss their advantages and disadvantages, and their role in the optimization and development of more efficient solar energy systems.*

### Key words

*parabolic-trough collectors, methods and devices, solar installation, efficiency, optical-energy characteristics.*

## Введение

Солнечная энергия имеет огромный потенциал как возобновляемый источник энергии, и солнечные концентраторы являются одним из ключевых элементов для эффективного использования этого ресурса. Параболоцилиндрические концентраторы представляют собой форму концентраторов, которая позволяет сосредотачивать солнечное излучение на приемники, обеспечивая высокую концентрацию энергии. Для разработки и оптимизации таких концентраторов необходимо проводить точные измерения их тепловых и энергетических характеристик [1].

## Методы измерения тепловых характеристик

### Измерение температуры поверхности:

Измерение температуры поверхности приемника в системах параболоцилиндрических концентраторов (ПЦК) является критическим параметром, который влияет на эффективность преобразования солнечной энергии в тепло. Ниже представлены методы измерения температуры поверхности и их значимость в контексте ПЦК [2]:

### Инфракрасные термометры

Инфракрасные термометры измеряют температуру, исходя из инфракрасного излучения, испускаемого объектом. В контексте ПЦК они предоставляют следующие преимущества:

- бесконтактное измерение: инфракрасные термометры не требуют физического контакта с поверхностью ПЦК, что позволяет избежать повреждений.

- быстрота: они обеспечивают быстрое измерение температуры, что важно для мониторинга быстро меняющихся условий.

- точность: современные инфракрасные термометры предоставляют высокую точность измерений.

Однако они могут иметь ограничения при измерениях на металлических поверхностях, так как могут отражать инфракрасное излучение.

### Термопары

Термопары измеряют разницу в электропотенциале между двумя проводниками из разных материалов, которая зависит от температуры. Важные аспекты использования термопар в контексте ПЦК [3]:

- точность: термопары могут предоставить точные измерения температуры при условии, что они правильно калиброваны.

- позиционирование: термопары могут быть размещены в конкретных точках на поверхности ПЦК для локальных измерений.

- контактное измерение: они требуют контакта с поверхностью, что может потребовать осторожности, чтобы избежать повреждений.

Термокамеры (термографические камеры)

Термокамеры предоставляют возможность визуализации и измерения распределения температуры на поверхности ПЦК. Важные аспекты использования термокамер:

- картографирование температуры: они создают тепловые изображения, позволяя анализировать равномерность распределения температуры на приемнике.

- бесконтактность: как и инфракрасные термометры, они не требуют физического контакта.

- анализ данных: термокамеры позволяют записывать данные и проводить более детальный анализ температурных изменений.

Измерение температуры поверхности приемника ПЦК имеет решающее значение:

- оптимизация эффективности: позволяет настраивать управление ПЦК, чтобы максимизировать преобразование солнечной энергии в тепло.

- предотвращение перегрева: помогает предотвращать повреждения и потерю эффективности из-за перегрева.

- сравнение различных ПЦК: позволяет сравнивать разные модели ПЦК и разрабатывать более эффективные конструкции.

- обнаружение проблем: позволяет быстро обнаруживать аномалии и неисправности, улучшая обслуживание и регулировку системы.

Измерение температуры поверхности является ключевой составляющей обеспечения стабильной и эффективной работы системы ПЦК и способствует оптимизации солнечных энергетических систем. Выбор метода измерения зависит от конкретных условий эксплуатации и требований к точности измерений.

Измерение тепловой мощности:

Измерение тепловой мощности, генерируемой параболическими концентраторами, является важным этапом для оценки их эффективности и производительности в солнечных энергетических системах. Ниже мы рассмотрим методы измерения тепловой мощности ПЦК и их значимость в данном контексте [4].

Тепловые датчики

Тепловые датчики представляют собой устройства, способные измерять количество тепла, передаваемого через приемник ПЦК. Они могут быть

размещены непосредственно на приемнике или в его близи. Основные преимущества их использования:

- точность измерений: тепловые датчики обычно предоставляют точные данные о тепловой мощности.
- быстрые измерения: они способны предоставить данные в режиме реального времени, что важно для мониторинга и управления процессом.
- долгосрочное использование: многие тепловые датчики могут работать в течение длительных периодов времени без существенного снижения точности.

### Калориметры

Калориметры - это устройства, которые измеряют количество тепла, поглощаемого приемником ПЦК. Они могут быть использованы для точного измерения тепловой мощности. Особенности их применения:

- высокая точность: калориметры предоставляют высокую точность измерений, что полезно для научных исследований и испытаний.
- измерение потока тепла: они позволяют измерять не только общую тепловую мощность, но и тепловой поток, что может быть важным для анализа процессов.
- специализированные модели: существуют специализированные калориметры, разработанные специально для работы с солнечными концентраторами.

### Значимость измерения тепловой мощности

Измерение тепловой мощности ПЦК имеет решающее значение:

- оценка эффективности: позволяет определить, насколько эффективно ПЦК преобразует солнечную энергию в тепло. Это помогает в оптимизации работы системы.
- контроль работы: измерения тепловой мощности позволяют обнаруживать аномалии и проблемы в работе ПЦК, что может быть важным для обслуживания и регулировки системы.
- сравнение различных концентраторов: позволяет сравнивать производительность разных моделей и типов ПЦК, что может быть полезным при выборе наиболее подходящего варианта.
- научные исследования: измерения тепловой мощности могут быть важными для научных исследований и разработки новых технологий солнечной энергии.

Итак, измерение тепловой мощности играет ключевую роль в оценке и улучшении производительности параболоцилиндрических концентраторов.

Эти методы измерения предоставляют ценные данные для инженеров и исследователей, что способствует развитию солнечной энергии как чистого и устойчивого источника энергии [5].

Методы измерения энергетических характеристик

Для измерения энергетических характеристик параболоцилиндрических концентраторов можно использовать следующие методы [6]:

Измерение интенсивности светового потока: Данный метод основан на измерении интенсивности света, которую генерирует концентратор. Измерение может проводиться с помощью фотодетекторов или специальной оптической аппаратуры.

Измерение температуры: Для концентраторов, которые используются для генерации тепла, можно провести измерение его тепловой мощности или температуры поверхности. Используются термопары или инфракрасные термометры.

Спектральный анализ: Этот метод позволяет изучить спектры излучаемого света или теплового излучения, что позволяет определить энергетический спектр, ширину полосы пропускания и эффективность концентратора в различных диапазонах длин волн.

Математическое моделирование: С помощью специальных программных средств можно создать математическую модель концентратора, которая позволяет симулировать его работу и вычислить энергетические характеристики [7].

Испытания в реальных условиях: Проведение испытаний на работу концентраторов в реальных условиях, таких как солнечная электростанция, позволяет определить их энергетические характеристики на практике.

Каждый из этих методов имеет свои преимущества и ограничения, и выбор метода зависит от конкретной задачи и типа концентратора.

Заключение:

В заключение, методы измерения тепловых и энергетических характеристик параболоцилиндрических концентраторов представляют собой важный аспект исследования и оптимизации солнечных энергетических систем, использующих эту технологию.

Измерение температуры поверхности приемника с помощью инфракрасных термометров, термопар, и термокамер позволяет контролировать и управлять процессами преобразования солнечной энергии в тепло, предотвращая перегрев и обеспечивая максимальную эффективность работы концентраторов.

Измерение тепловой мощности через тепловые датчики и калориметры позволяет количественно оценивать количество тепла, генерируемого приемником, что является ключевым параметром для определения производительности и эффективности параболоцилиндрических концентраторов [8].

Эти методы измерения, в сочетании с современными технологическими разработками, позволяют разрабатывать более эффективные солнечные энергетические системы, увеличивать их производительность и внедрять их в различные области, такие как производство электроэнергии, теплоснабжение и промышленные процессы.

Данные методы измерения также имеют важное значение для научных исследований в области возобновляемых источников энергии и способствуют развитию более устойчивых и экологически чистых энергетических решений. Их применение и постоянное совершенствование будут продолжать играть ключевую роль в развитии солнечной энергии и сокращении зависимости от источников энергии, основанных на ископаемых топливах.

### ЛИТЕРАТУРА:

1. С.Ф. Эргашев, О.Х. Отакулов, С.М. Абдурахмонов, Ё.А. Юсупов, Автоматизированный стенд для измерений, регистрации и обработки результатов энергетических характеристик солнечных параболоцилиндрических установок. Материалы V международной конференции "Оптические и фотоэлектрические явления в полупроводниковых микро- и наноструктурах", Фергана, 2020, стр. 363-366.

2. O.N. Otaqulov, S.F. Ergashev, Y.A. Yusupov. Analysis of the optical and thermal characteristics of a solar parabolic cylindrical collector. Scientific-technical journal (STJ FerPI), Vol 24, No. 3, 2020, pp. 144-153.

3. О.Х. Отакулов, С.Ф. Эргашев, Ё.А. Юсупов, Программа расчета распределения плотности потока концентрированного солнечного излучения в фокальной плоскости параболоцилиндрического концентратора. Научно-технический журнал ФерПИ, Том 24, № 6, 2020, стр. 209-211.

4. Y.A. Yusupov, et al. Automated Stand for Measuring Thermal and Energy Characteristics of Solar Parabolic Trough Concentrators. Appl. Sol. Energy, 57, pp. 216-222 (2021). doi: 10.3103/S0003701X21030117

5. Yo.A.Yusupov, at al. Development of an automated stand for measuring the thermal characteristics of solar parabolic trough collectors - International Journal of

Sustainable and Green Energy. Vol. 10, No. 1, 2021, pp. 28-31. doi: 10.11648/j.ijrse.20211001.15

6. Ё.А. Юсупов, О.Х. Отакулов, Математическая модель расчета тепловой эффективности параболоцилиндрического концентратора. Известия КГТУ №2 (62), 2023, стр. 1075-1087. doi: 10.56634/16948335.2023.2.1075-1087

7. Ё.А. Юсупов, Анализ современного состояния и перспективы развития солнечных энергосистем. International Journal of Education, Social Science & Humanities. Finland Academic Research Science Publishers, 2023, стр. 1045-1051.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10037989>

8. Ё.А. Юсупов, Классификация факторов влияющих на оптические характеристики солнечных параболоцилиндрических концентраторов. Spanish international scientific online conference PROSPECTS AND MAIN TRENDS IN MODERN SCIENCE, 2023, стр. 117-123. <https://fer-teach.uz/index.php/codimpas/article/view/1025>