

*Туйчиева Махлиё Обидхон кизи*  
(Наманганского инженерно-строительного института, доктор  
технических наук (PhD))

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЛНЕЧНО-ТЕПЛОВЫХ  
ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ  
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕГРАЦИИ СОЛНЕЧНЫХ КОНЦЕНТРАТОРОВ  
В ТЕПЛОВУЮ СХЕМУ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЭС**

**Аннотация:** За последние годы в мировой практике в качестве источника тепла в энергоустановках апробированы возможности комбинированного использования солнечной энергии с применением параболоцилиндрических концентраторов излучения и путем создания гибридных солнечного - тепловых установок.

**Ключевые слова:** энергоэффективность, солнечные тепловые электростанции, солнечная энергетика, качество источника.

**Tuychieva Makhliyo Obidkhon kizi**  
(Namangan I Engineering-construction institute , Doctor of Technical  
Sciences (PhD))

**ENERGY EFFICIENCY OF SOLAR THERMAL POWER PLANTS  
CURRENT STATE OF RESEARCH TECHNOLOGY  
INTEGRATION OF SOLAR CONCENTRATORS INTO THE  
THERMAL CIRCUIT OF EXISTING TPPs**

**Abstract:** In recent years, in world practice, the possibilities of combined use of solar energy using parabolic-cylindrical radiation concentrators and by creating hybrid solar-thermal installations have been tested as a heat source in power plants.

























**Key words:** energy efficiency, solar thermal power plants, solar energy, source quality.














Исследования, проведенные в последние годы, и опыт по разработке и эксплуатации солнечных установок, в ряде стран, показали возможность и экономическую целесообразность более широкого и разнообразного использования солнечной энергии уже сейчас, на современном уровне технических возможностей.

Одним из масштабных применений солнечной энергии является преобразование ее среднепотенциального тепла и использование последнего в качестве источника для получения электроэнергии с помощью термодинамических преобразователей (табл. 1).

Таблица 1

Действующие солнечно-тепловые электростанции  
Тип технологии «Параболоцилиндрические концентрирующие системы»

Мощность (МВт)	Названия	Страна	Расположение
354	SolarEnergyGeneratingSystems	 США	MojaveDesert, California
280	SolanaGeneratingStation	 США	GilaBend, Arizona
250	GenesisSolarEnergyProject	 США	Blythe, California
200	SolabenSolarPowerStation	 Испания	Logrosán
150	SolnovaSolarPowerStation	 Испания	SanlúcarlaMayor
150	Andasolsolarpowerstation	 Испания	Guadix
150	ExtresolSolarPowerStation	 Испания	TorredeMiguelSesmero
100	Palma del Rio Solar Power Station	 Испания	PalmadelRío
100	ManchasolPowerStation	 Испания	AlcázardeSanJuan
100	ValleSolarPowerStation	 Испания	SanJosédelValle
100	HelioenergySolarPowerStation	 Испания	Écija
100	AsteSolarPowerStation	 Испания	AlcázardeSanJuan
100	SolacorSolarPowerStation	 Испания	ElCarpio
100	HeliosSolarPowerStation	 Испания	PuertoLápice
100	Shams	 ОАЭ	AbuDhabiMadinatZayad
100	TermosolSolarPowerStation	 Испания	NavalvillardePela
64	NevadaSolarOne	 США	BoulderCity, Nevada
50	Puertollano Solar Thermal Power Plant	 Испания	Puertollano, CiudadReal
50	Alvarado I	 Испания	Badajoz
50	LaFlorida	 Испания	Alvarado (Badajoz)
50	MajadasdeTiétar	 Испания	Caceres
50	LaDehesa	 Испания	LaGarrovilla (Badajoz)
50	Lebrija-1	 Испания	Lebrija
50	Astexol 2	 Испания	Badajoz

50	Morón	 Испания	Morón de la Frontera
50	La Africana	 Испания	Posada
50	Guzman	 Испания	Palm del Río
50	Olivenza 1	 Испания	Olivenza
50	Orellana	 Испания	Orellana Vieja
50	Godawari Green Energy Limited	 Индия	Nokh
50	Enerstar Villena Power Plant	 Испания	Villena
22.5	Termosolar Borges	 Испания	Borges Blanques
5	Archimedes solar power plant	 Италия	Syracuse, Sicily
5	Thai Solar Energy (TSE) 1	 Таиланд	Huaykrachao
2	Keahole Solar Power	 США	Hawaii
1	Saguaro Solar Power Station	 США	Red Rock, Arizona
0.5	Shiraz solar power plant	 Иран	Shiraz

При оценке технического потенциала энергии солнечного излучения в электроэнергию посредством термодинамического цикла преобразования солнечного излучения распределенными параболоцилиндрическими приемниками-преобразователями и созданием на их основе солнечно-тепловых электростанций, принято, что на территории республики возможно создание солнечно-тепловых электростанций подобных, находящихся в коммерческой эксплуатации в ряде стран (США, Испания)

Таблица 2

#### Показатели солнечного излучения по регионам Узбекистана

	Регионы	$\Sigma q_{\perp}$ , кВт час./м <sup>2</sup>	n, час.
1	Север Республики (Республика Каракалпакстан, Хорезмский вилоят и север Навоийского вилоята)	1900-2100	2900-3000
2	Юг республики (Кашкадарьинский и Сурхандарьинский вилояты)	1900-1960	2950-3050
3	Ферганская долина (Ферганский, Андижанский и Наманганский вилояты)	1500-1550	2650-2700
4	Зеравшанская долина (Самаркандский, Джизакский, Бухарский вилояты и юг Навоийского вилоята)	1910-1980	2930-3000
5	г. Ташкент	1943	2852

При расчетах принято, что создаются модульные солнечно-тепловые электростанции с единичной мощностью 50 МВт. Единичный модуль может выработать 150 млн. кВтч электроэнергии в год, а под его

размещение этой электростанции необходима территория площадью 1,5км<sup>2</sup>.

Данные по оценкам значения технического потенциала энергии солнечного излучения при использовании термодинамического цикла его преобразования в электроэнергию с созданием модульных солнечно-тепловых электростанций с распределенными параболоцилиндрическими приемниками-преобразователями приведены в табл. 5

Анализ приведенных интегральных данных по техническому потенциалу солнечной энергии свидетельствует о значительных возможностях этого вида экологически чистой энергии. Вместе с тем следует отметить такие существенные факторы, которые необходимо учитывать при разработке технологий преобразования солнечного излучения в электрическую и тепловую энергии, а также при разработке проектов создания солнечных энергетических станций электросистемного назначения и для использования в системах электро-, теплоснабжения объектов различных отраслей экономики республики:

- возможность использования солнечной энергии в течение не более 2500÷3000 час. в году в зависимости от конкретной области, с среднесуточной длительностью до 11 час. в сутки в летний период и до 5 часов - в зимний период;

- существенную изменчивость поступления интенсивности солнечного излучения по сезонам года, орографии местности, влияния метеофакторов (облачности, запыленности и т.д.).

Таблица 3

Данные по оценкам значения технического потенциала энергии солнечного излучения при использовании термодинамического цикла преобразования с созданием модульных солнечно-тепловых электростанций с распределенными параболоцилиндрическими приемниками-преобразователя

Количество рекомендуемых к созданию модульных солнечно-тепловых электростанций	Общая установленная мощность, МВт	Выработка электроэнергии солнечной составляющей		Необходимая площадь для размещения электростанций всего, кв.км
		млрд.кВтч/год	млн.т.н.э./год	
Вариант 1 100 модулей	8000	15	1,29	155
Вариант 2 150 модулей	12000	22,5	1,94	238,5
Вариант 3 200 модулей	16000	30	2,58	310

Обобщенный анализ данных табл. 2 и 3 позволяет констатировать, что по ресурсному техническому потенциалу солнечная энергетика может быть одним из стратегических направлений развития энергетики в республике.

Случайные изменения характеристик атмосферного воздуха (давление, температура и влажность), а также изменчивость поступления солнечной радиации требует оптимизации режимов работы солнечно-тепловых электростанций, в т.ч. построенных на базе парогазовых установок (ПГУ).

Наименее исследованными в области использования солнечной энергии являются способы и технологии использования солнечных теплоприемников в составе ПГУ. Если, в современных солнечно-тепловых электростанций, солнечный теплоприемник используется как дополнительный генератор пара, который позволяет в периоды солнечного стояния полностью отключить или частично снизить мощность парового котла, сжигающего органическое топливо, то в ПГУ оказывается нецелесообразным использовать данный эффективный способ (схему подключения солнечного теплоприемника). Это утверждение справедливо для ПГУ, в которых, уходящие газы газотурбинной установки (ГТУ) используются в котле-утилизаторе (КУ) для получения пара в

необходимых объемах и с требуемыми параметрами для обеспечения оптимальной работы паросилового цикла ПГУ. В таких ПГУ остановка (полная или частичная) работы КУ приведет к полной или частичной остановке ГТУ. По сути ГТУ будет вынуждена работать в неэффективном режиме, без когенерационного цикла.

Поэтому стоит задача выбора оптимальных схем и способов организации совместной работы солнечных теплоприемников и ПГУ. Приведем некоторые из них, которые могут найти применение в республике:

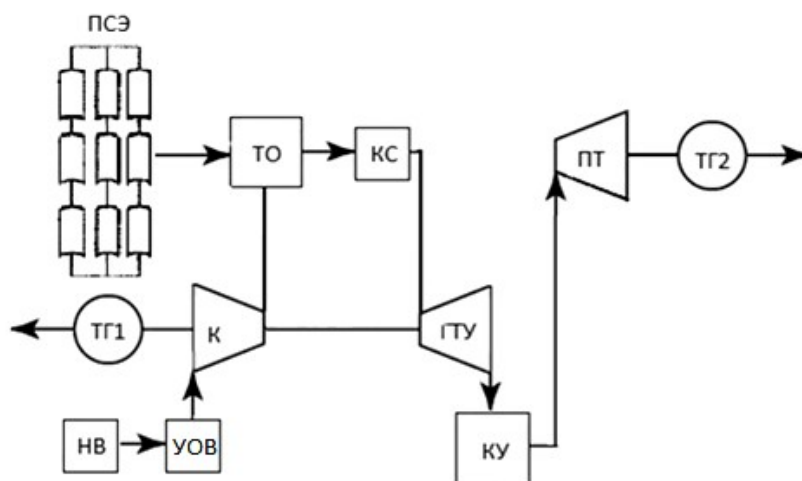
1. Солнечный теплоприемник может быть использован в ПГУ, в состав которых включается дополнительный паровой котел, обеспечивающий доведение параметров пара до требуемых значений (солнечный теплоприемник устанавливается между котлом-утилизатором и паровым котлом);

2. Солнечный теплоприемник может быть использован для подогрева питательной воды парового котла.

Возможны другие способы и схемы создания ПГУ с солнечными теплоприемниками. В настоящей работе предлагается способ, который практически не исследован. Его сущность заключается в том, что солнечный теплоприемник служит для получения горячей воды с температурой близкой к температуре кипения (85-95)°С, которую подают на вход в АБХМ для получения холода, в последующем используемого для охлаждения воздуха, подаваемого на вход в компрессор ГТУ. Данный способ может быть внедрен во всех ПГУ, в которых не представляется возможным разделить уходящие газы ГТУ на два потока, т.е. в ПГУ, где теплота уходящих газов ГТУ полностью используется в КУ, а выработанный в нем пар покрывает потребности всего парового цикла ПГУ. При комбинированном производстве электрической и тепловой энергии на ПГУ тепло сжигаемого топлива сначала используется в газовой

турбине для выработки электрической энергии (газовый цикл), затем выхлопные газы газовой турбины используются в КУ или в обычном энергетическом или промышленном котле (паровой цикл) для выработки либо тепловой и электрической энергии одновременно, либо только тепловой энергии.

Вследствие двойного использования тепла сжигаемого топлива при комбинированном производстве тепловой и электрической энергии удельные расходы топлива на выработку 1 кВт.ч. электроэнергии и тепла резко снижаются. Однако, выбросы вредных веществ (оксидов азота, серы, и углерода) в ПГУ в 10 раз ниже, чем в паротурбинной установке (ПТУ) в виду качественной организации процесса горения топлива в ГТУ. Поэтому в районах с ухудшенной экологической обстановкой и в случае замены устаревшего или отработавшего свой ресурс паротурбинного оборудования стараются внедрить ГТУ и ПГУ, которые обладают лучшими технико-экономическими и экологическими характеристиками. Однако, сжигаемое в газовой турбине топливо, а также всасываемый компрессором атмосферный воздух по качеству должны удовлетворять требованиям соответствующих стандартов, чтобы ликвидировать коррозию и загрязнение дорогостоящего оборудования. При соблюдении этих условий увеличивается срок службы, улучшаются экономические и экологические характеристики энергооборудования.



### **Рис.1. Принципиальная схема солнечно-тепловых электростанции с ПГУ.**

ПСЭ-преобразователь солнечной энергии, ТО- теплообменник высокого давления и температуры, К- компрессор, УОВ-устройства охлаждения наружного воздуха, КС- камера сгорания газовой турбины, ГТУ-газотурбинная установка, КУ- котел-утилизатор, ПГУ-парогазовая установка, ПТ- паровая турбина, ТГ1- и ТГ2 турбогенераторы.

В предлагаемой схеме ПГУ дополнительно требуется создание автоматических систем регулирования для поддержания номинальной мощности и обеспечения надежной и экономичной работы компрессора в условиях отклонения характеристик атмосферного воздуха от расчетных значений. Включение солнечного теплообменника в воздушный тракт высокого давления компрессора с целью экономии природного газа при изменении интенсивности солнечной радиации приводит также к изменению мощности ГТУ и ПГУ, требуется модернизация существующих типовых систем автоматического регулирования режимных параметров ГТУ и КУ.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Туйчиева, М. (2022). МЕТОДЫ И СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ. PEDAGOGS journali, 6(1), 429-433.
2. Kizi, T. M. O. (2021). Aluminum Oxychloride For Coagulation More Effective Coagulant For Water Purification. The American Journal of Interdisciplinary Innovations Research, 3(05), 192-201.
3. Туляганова, В. С., Абдуллаева, Р. И., Туйчиева, М. О., Умирова, Н. О., & Аззамова, Ш. А. (2021). ПЕТРОГРАФИЧЕСКОЕ И РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ. Universum: технические науки, (8-2), 79-83.



4. Туляганова, В. С., Абдуллаева, Р. И., Негматов, С. С., Туйчиева, М. О. К., Шарипов, Ф. Ф., & Валиева, Г. Ф. (2021). Исследование процесса спекаемости электрокерамических композиций. *Universum: технические науки*, (10-4 (91)), 43-46.
5. Тўйчиева, М. О., Солиев, Р. Х., Кахарова, М. А., & Маннонов, Ж. А. (2022). СТЕАТИТЛИ ЭЛЕКТРОКЕРАМИКА МАТЕРИАЛЛАРИНИ ОЛИШ УЧУН МАҲАЛЛИЙ ХОМАШЁЛАРИНИНГ КИМЁВИЙ ВА МИНЕРАЛОГИК ТАРКИБИ ВА ХОССАЛАРИНИ ЎРГАНИШ. *Academic research in educational sciences*, 3(4), 45-50.
6. Туляганова, В. С., Абдуллаева, Р. И., Туйчиева, М. О., Умирова, Н. О., & Аззамова, Ш. А. (2021). Разработка и исследование керамико-технологических и диэлектрических свойств композиционных электрокерамических материалов. *Universum: технические науки*, (8-2), 84-88.
7. Toychiyeva, M. O. (2022). Development of Effective Compositions and Studies of the Properties of Magnesium-Steatite Electro ceramic Composite Materials Based on Local Raw Materials. *Telematique*, 7799-7806.
8. Qizi, T. M. O. (2023). GIDROELEKTR STANSIYALARNING ISHLASH PRINSPI. *Ta'lim fidoyilari*, 21, 97-101.
9. qizi To'ychiyeva, M. O. (2024). BUGUNGI KUNDA ENERGIYA TEJAMKOR MUQOBIL ENERGIYA MANBALARIDAN FOYDALANISH ISTIQBOLLARI VA UNING ZARURATI.
10. Qizi, T. M. O., Akmaljon o'g'li, E. A., Odiljon o'g'li, J. O., Qosimjon o'g'li, Q. I., Tojiddin o'g'li, Y. A., & Abdug'Affaor o'g, A. A. (2023). Technical Problems and Solutions of Energy Saving In the Electrical Supply System in Industry. *Telematique*, 22(01), 3296-3301.
11. Qizi, T. M. O. (2023). MUQOBIL ENERGIYA MANBALARIDAN QO 'SHIMCHA ELEKTR ENERGIYA Olish. *Tafakkur manzili*, 4, 156-159.

12. To'ychieva, M. O. (2023). Selection of the Object and Methodology for Obtaining Studies of the Physical and Mechanical Properties of Ceramic Composite Materials. *Telematique*, 22(01), 3131-3134.
13. Tulyaganova, V. S., Abdullaeva, R. I., Tychieva, M. O., Umirova, N. O., & Azzamova, S. A. (2022). Study of the Influence of Temperature on the Dielectric Properties of Electroceramic Composition. *Journal of Optoelectronics Laser*, 41(6), 800-805.