



СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПУТИ ДАЛЬНЕЙШЕГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМ СОЛНЕЧНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И ИХ ВНЕДРЕНИЯ В УСЛОВИЯХ РЕЗКОКОНТИНЕНТАЛЬНОГО КЛИМАТА УЗБЕКИСТАНА

Ю.К.Рашидов

Профессор, Ташкентский архитектурно-строительный
университет,
Узбекистан, Ташкент, e-mail: rashidov_yus@mail.ru

И.А Ахунов

Студент IV курса, Совместный Белорусско-Узбекский
межотраслевой институт прикладных технических квалификаций
в городе Ташкенте

Узбекистан, Ташкент, e-mail: ahunovi305@gmail.com
<https://doi.org/10.5281/zenodo.8431328>

Аннотация. Выполнен анализ современного состояния и намечены пути дальнейшего совершенствования систем солнечного теплоснабжения с целью обеспечения их широкомасштабного внедрения в условиях резкоконтинентального климата Узбекистана.

Ключевые слова: солнечное теплоснабжение, плоский коллектор, вакуумированный коллектор, аккумулятор, эффективность, внедрение.

Abstract. An analysis of the current state has been carried out and ways to further improve solar heating systems have been outlined in order to ensure their large-scale implementation in the conditions of the sharply continental climate of Uzbekistan.

Keywords: solar heat supply, flat collector, evacuated collector, battery, efficiency, implementation.

Введение. В Указе Президента Республики Узбекистан от 9 сентября 2022 года № УП-220 [1] предусмотрено: «...начиная с 1 января 2023 года при проектировании и введении в эксплуатацию всех строящихся новых и реконструируемых учреждений образования, здравоохранения, культуры и туризма, общественного питания, объектов оказания услуг, спортивных комплексов, многоквартирных жилых домов, подключаемых к локальным системам теплоснабжения, общая площадь которых превышает одну тысячу квадратных метров, вводится требование обеспечения покрытия не менее 25 процентов объема потребления горячей воды путем установки солнечных водонагревательных устройств...».

Широкомасштабное внедрения систем систем солнечного теплоснабжения (ССТ) в условиях резкоконтинентального климата Узбекистана требует решения ряда специфических задач, связанных с обеспечением надёжной, безаварийной и высокоэффективной работой гелиотехнического оборудования и в первую очередь солнечных водонагревательных коллекторов (СВК) и водяных стратификационных тепловых аккумуляторов [2-4]. К этим задачам, в частности, относятся такие как защита СВК от замораживания в них теплоносителя в зимний и от его закипания летний период года, удаления пыли с поверхности СВК, обеспечение хорошей и

устойчивой температурной стратификации горячей воды в аккумуляторных баках и другие.

Рекомендации по практическому решению данных задач при проектировании и строительстве ССТ в климатических условиях Узбекистана, в частности, установок солнечного горячего водоснабжения, приведены в КМК 2.04.16-18 [2-4], а также в «Пособии по проектированию новых энергосберегающих решений установок солнечного горячего водоснабжения» [5]. Однако, многие организации, занимающиеся в настоящее время в республике внедрением ССТ в практику, такие как ООО «ТЕХНОПАРК», ООО «MIR SOLAR», ООО «All Solar», ООО «Solar Nature», ООО «SUN-HIGHTECH» и др., осуществляют монтаж данных установок без предварительной разработки и утверждения соответствующей проектной документации на основе КМК 2.04.16-18 [2-4]. Объясняется это в основном стремлением многих учреждений, упомянутых в Указе Президента Республики Узбекистан № УП-220 [1], в быстром, но к сожалению, в большинстве случаев, формальному исполнению его требований.

При этом на объектах без проведения соответствующих расчётных и проектных работ устанавливаются, как правило, готовые дорогостоящие многоконтурные модули гелиоустановок с самостоятельными баками-аккумуляторами с термосифонной или насосной циркуляцией. Тепловая мощность таких систем обычно не соответствует необходимой требуемой мощности для потребителя и покрывается дополнительным электрическим или газовым дублирующим тепловым генератором. Не осуществляется поиск простых, надёжных, оригинальных, дешёвых и высокоэффективных технических решений ССТ, приемлемых для климатических условий республики. Не организован мониторинг возводимых в республике ССТ и обобщение опыта их строительства и эксплуатации.

Целью работы является анализ современного состояния строительства и монтажа ССТ и установок солнечного горячего водоснабжения, а также определение перспективных путей дальнейшего их совершенствования и внедрения в условиях резкоконтинентального климата Узбекистана.

Методика проведения исследований. Анализ современного состояния и определение путей дальнейшего совершенствования систем солнечного теплоснабжения и их внедрения в условиях резкоконтинентального климата Узбекистана было осуществлено на основе изучения результатов, законченных научно-исследовательских, опытно-конструкторских и экспериментальных работ, анализа и обобщения многолетнего отечественного и зарубежного опыта проектирования, строительства и эксплуатации ССТ и установок солнечного горячего водоснабжения. При этом были также учтены последние научные достижения, опубликованные в научно-технической литературе, посвященные вопросам повышения эффективности работы солнечных коллекторов в реальных условиях их эксплуатации и совершенствования режимных параметров гелиоустановок в различные периоды года.

Результаты. Солнечное теплоснабжение в мире является вторым по объемам использования видом возобновляемых источников энергии [6].

В 2022 г. по данным австрийского Института прикладных исследований АЕЕ ИНТЕС установленная мощность солнечных коллекторов в мире составила 542 ГВт (774 млн. м²) с годовой выработкой тепловой энергии 442 ТВт·ч [6] (рис.1.).

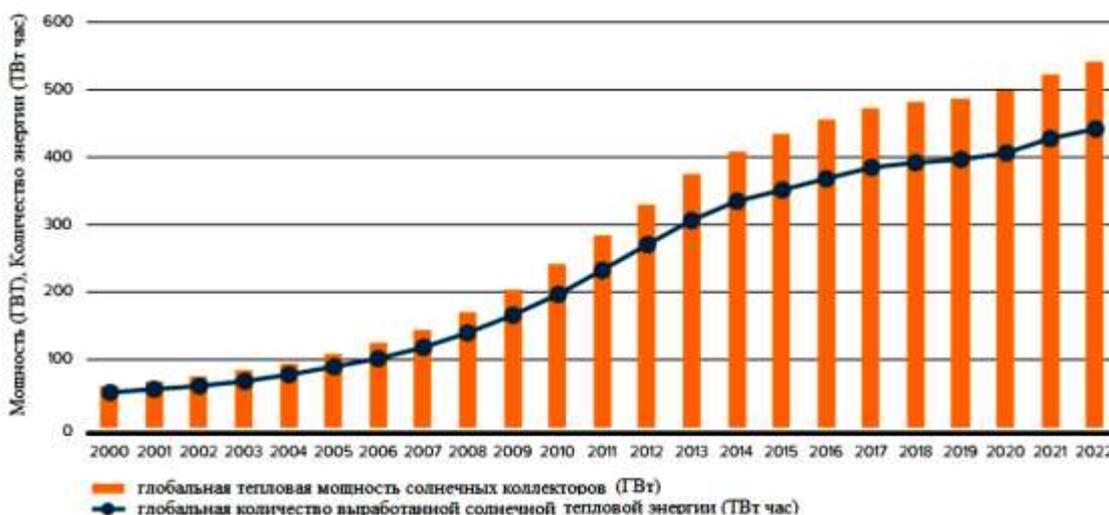


Рисунок 1. Общая установочная тепловая мощность (ГВт) эксплуатируемых солнечных коллекторов в мире и количество годовой выработки тепловой энергии (ГВт час) в 2000-2022 годах [6]

Следует отметить, что данным Институтом по заданию Международного энергетического агентства (МЭА), начиная с 2005 года [6], ежегодно публикуется статистика по различным солнечным системам стран мира. К сожалению, по Узбекистану такая статистика вообще отсутствует, хотя в последние годы в республике осуществлено строительство нескольких крупных солнечных электростанций (мощностью по 100 МВт), которые могли бы занять достойное место среди других солнечных объектов.

При строительстве ССТ применяются жидкостные и воздушные солнечные коллекторы (СК) [6]. В странах с резкоконтинентальным климатом, к которым относится Узбекистан, недостатком жидкостных СК считается их подверженность механическому повреждению и выходу из строя вследствие замерзания в них теплоносителя зимой или его закипания летом в режиме стагнации (при остановке циркуляционного насоса во время аварийного отключения подачи электричества), когда происходит чрезмерное повышение давления в гелиоконтуре как за счёт кипения теплоносителя, так и за счёт гидравлических ударов [7, 8].

В мировой практике наибольшее применение получили плоские (ПСК) и трубчатые вакуумированные солнечные коллекторы (рис.2.) [9-12].

В 2017 г. в мире было установлено 71,8% солнечных коллекторов – трубчатого вакуумированного типа (рис.2, а) [9, 10]. При этом ПСК в 2017 г занимали второе место по применению в мире – 23,7%.

В 2021 году вакуумные трубчатые коллекторы в мире составляли 59% от вновь установленной мощности, за которой следует ПСК с долей 34%. [6].

Таким образом, следует отметить, что доля вакуумных трубчатых коллекторов во всем мире за 10 лет сократилось примерно с 82% в 2011 г. до 59% в 2021 г., и в то же время ПСК увеличили свою долю почти с 15% до 34% [6].

а)

б)

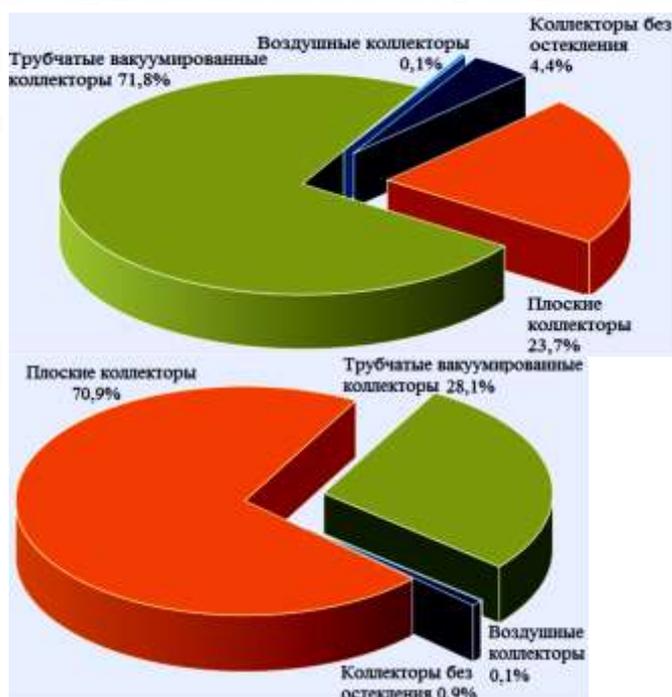


Рисунок 2. Распределение установленных солнечных коллекторов по их типам в мире (а) и в Европе (б) [9-12]

В Европе ситуация почти обратная: доля ПСК сократилось с 81% в 2011 году до 72% в 2021 году. Напротив, доля вакуумных трубчатых коллекторов в Европе увеличились в период с 2011 по 2021 год с 16% до 28% [6]. Таким образом в будущем можно ожидать равную степень практического применения как плоских, так и трубчатых вакуумные СК.

По принципу действия жидкостные гелиоустановки подразделяют на термосифонные, работающие без насоса за счет разности плотностей воды в СК и в баке-аккумуляторе, а также на насосные. На насосные системы установленные в мире в 2021 году приходится 62%, а на термосифонные гелиоустановки только 38 % [6]. Следует заметить, что 10 лет назад, т.е. 2011 году во всем мире более трех четвертей (75%) всех установленных гелиоустановок являлись термосифонными системами, а остальные (25%) насосными [13]. Таким образом в будущем можно ожидать равную степень применения как насосных и термосифонных гелиоустановок.

Необходимо отметить, что в настоящее время в мире обнаружилась тенденция к росту количества крупных систем централизованного солнечного теплоснабжения [14]. Если раньше основную массу солнечных водонагревателей составляли установки горячего водоснабжения индивидуальных домов, то в 2017 году в мире насчитывалось 300 установок с площадью солнечных коллекторов более 500 м² (мощностью >350 кВт) общая площадь коллекторов в них – 1648 тыс. м². В 2022 году было построено 41 новая крупномасштабная система солнечного отопления с общей мощностью 178 МВт. К концу 2022 года 571 крупномасштабная солнечная тепловые системы работали по всему миру. Общая установленная мощность этих систем составила 2 148 МВт, что соответствует площади коллектора 3,1 млн м² [6].

В крупных системах централизованного солнечного теплоснабжения при наличии обслуживающего персонала значительно проще и эффективнее, по сравнению с многочисленными мелкими индивидуальными установками, решаются вопросы

эксплуатации, в частности защита СК от замерзания теплоносителя зимой и закипания летом, удаление пыли и т.д.

Положительный опыт проектирования и строительства крупномасштабных систем централизованного солнечного теплоснабжения в республике имеется давно [15, 16]. В апреле 1986 г. на массиве Водник (г. Ташкент) была запущена в эксплуатацию солнечно-топливная котельная, разработанная институтом ТашЗНИИЭП, с общей площадью солнечных коллекторы 902,7 м², которая после реконструкции и замены СК в 2002 г. рамках проекта Tasis находится в эксплуатации до настоящего времени. Эта установка предназначена для обслуживания жилого микрорайона с населением около 5 тыс. человек. Однако в дальнейшем этот опыт не получил должного развития и распространения вследствие своей не востребованности и определенных экономических трудностей, которые имели место в республике в конце прошлого века. Возводимые в настоящее время в республике ССТ имеют небольшие (менее 500 м²) общие площади устанавливаемых СК.

Заключение. Для дальнейшего совершенствования ССТ и их внедрения в условиях резкоконтинентального климата Узбекистана можно наметить следующие пути:

1. Организовать статистический мониторинг возводимых в республике объектов ССТ с составлением их энергетического паспорта (единого образца), включающего его проектные, а также реальные эксплуатационные характеристики, определяемые инструментальными замерами.

2. Обязать все организации, занимающиеся внедрением ССТ в практику приступать к строительно-монтажным работам только при наличии проектной документации, разработанной в соответствии с требованиями КМК 2.04.16-18, а также энергетического паспорта ССТ.

3. Для обеспечения широкомасштабного внедрения крупных систем централизованного солнечного теплоснабжения с площадью солнечных коллекторов более 500 м² (мощностью >350 кВт) следует разработать и внести соответствующие изменения и дополнения в КМК 2.04.16-18.

Необходимо организовать изучение и обобщение опыта проектирования, строительства и эксплуатации ССТ в климатических условиях Узбекистана.

Список цитированных источников:

1. Указ Президента Республики Узбекистан от 9 сентября 2022 года № УП-220 «О дополнительных мерах по внедрению энергосберегающих технологий и развитию возобновляемых источников энергии малой мощности». <https://lex.uz/ru/pdfs/6189043>.

2. Рашидов Ю.К., Асанова С.К. Пути совершенствования строительных норм и правил «Установки солнечного горячего водоснабжения» Республики Узбекистан. The scientific heritage. 2022, №98, pp. 75-85.

3. Рашидов Ю.К., Суръатов Х.Т. Основные пути дальнейшего совершенствования КМК «Установки солнечного горячего водоснабжения» Архитектура, строительство. Дизайн. ТАСИ, 2022, №3. С.167-177.

4. Рашидов Ю.К. Основные пути дальнейшего совершенствования строительных норм и правил «Установки солнечного горячего водоснабжения» с целью широкомасштабного



- внедрения инновационных решений для повышения энергоэффективности проектируемых гелиоустановок в климатических условиях Узбекистана. Энергия ва ресурс тежаш муаммолари. Махсус сон. 2022 й. №82, 86-103 бет.
- 5.Рашидов Ю.К. “Пособие по проектированию новых энергосберегающих решений установок солнечного горячего водоснабжения”. Международная конференция «Фундаментальные и прикладные вопросы физики» 22–23 сентября 2020 г. Ташкент, ФТИ НПО «Физика-Солнце», Секция III. стр.124–129, 2020.
- 6.Weiss W., Spörk – Dür M. “Solar Heat Worldwide. Global Market Development and Trends in 2022. Detailed Market Figures 2021. 2023 edition”. Available: <https://www.iea-shc.org/Data/Sites/1/publications/Solar-Heat-Worldwide-2023.pdf>.
- 7.Rashidov Yu.K., Sultanova Sh. Yu., Sur’atov Kh.T. Increase in Dependability and Efficiency of Self-Draining Water Systems of Solar Heat Supply// Applied solar energy (Geliotekhnika). – Allerton Press. Inc. – New York (USA), 2017. – vol. 53, No. 1, pp. 16–22.
- 8.Рашидов Ю.К. Самодренируемые гелиоустановки атмосферного типа: способы защиты от гидравлических ударов// Гелиотехника.- 2017, Том 56, №12, с.128-140.
- 9.Rashidov Y. K., Volkova K.V. Energy-Efficient Solar Heat Supply Systems Buildings Based on Vacuum Collectors. Cite as: AIP Conference Proceedings 2762, 020009 (2022).
- 10.Рашидов Ю.К., Волкова К.В. Энергоэффективные системы солнечного теплоснабжения жилых и общественных зданий на основе вакуумных коллекторов/ Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность – 2020: сборник статей по материалам международной научно-практической конференции 14 – 17 сентября 2020 г. – Севастополь: СевГУ, 2020. с.485-490.
- 11.Рашидов Ю.К., Волкова К.В. Энергоэффективные системы солнечного теплоснабжения на основе вакуумных коллекторов. Meʼmorichilik va qurilishmuammolari (ilmiy-texnik jurnal). СамДАҚИ, 2020, №3, с.51-54.
- 12.Rashidov Y. K., Volkova K.V. Energy-efficient solar heat supply systems buildings based on vacuum collectors. Meʼmorichilik va qurilish muammolari (ilmiy-texnik jurnal)”. Самарканд, СамГАСИ 2022 год, 24 мая.- с.69-71.
- 13.Franz Mauthner and Werner Weiss. Solar Heat Worldwide Markets and Contribution to the Energy Supply 2011. EDITION 2013. <https://www.aee-intec.at/0uploads/dateien932.pdf>.
- 14.Фрид С.Е. Современные солнечные коллекторы: типичные параметры и тенденции их изменения/ С.Е. Фрид, Н.В. Лисицкая// Гелиотехника. – 2018. – №2. – С.27-37.
- 15.Насонов Е.А., Крюкова Т.И., Авезов Р.Р., Рузимурадов Б. Результаты испытаний солнечно-топливной котельной// Гелиотехника.- 1988, №3, с.69-75.
- 16.Zakhidov R.A., Rashidov Yu.K. and Tadzhev U.A. “Design Practice and Utilization of Solar Heat Supply Systems in Uzbekistan,” Applied Solar Energy, vol. 30, no. 5, pp. 46–52, 1994..