

Ю. Т. Власова, Т. Н. Романова

Пермский государственный национальный исследовательский
университет, г. Пермь
dantevlasova@yandex.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И АККУМУЛИРОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

В статье рассмотрены возобновляемый источник энергии – солнечная радиация и установки с эффективным способом сбора и хранения энергии.

Ключевые слова: солнечная энергия; возобновляемая энергия; «солнечная труба (башня)»; солнечный соляной пруд.

U. T. Vlasova, T. N. Romanova

Perm National Research Polytechnic University, Perm

USE AND STORAGE OF SOLAR ENERGY

The article deals with renewable energy source – solar radiation and installations with an effective way of collecting and storing energy.

Keywords: solar energy; renewable energy; solar updraft tower (SUT); solar salt pond.

Уже давно не секрет, что энергетическая ситуация в глобальном плане ухудшается, в основном, из-за сокращения добычи и поставок топлива, а также, вследствие этого, увеличения его стоимости. Тем не менее, спрос на энергию не только не ослабевает, но и продолжает расти за счет масштабного развития технологий в развивающихся странах и продолжающегося роста населения. Ископаемое топливо по-прежнему является основным источником энергии в мире, обеспечивая около 85 % потребности, в то время как возобновляемые источники энергии (ВИЭ) дают порядка 11 % (включая традиционную гидроэнергетику). Большинство технологий,

связанных с производством энергии, включая электроэнергию, произведенную из типичных видов топлива, атомной энергии или биотоплива, требуют постоянных поставок сырья. Соответственно, экологические проблемы, такие как глобальное потепление и загрязнение воздуха, водоемов и почвы, будут продолжать расти [1].

Солнечная энергия, вероятно, может стать энергией будущего, она «чиста», доступна для многих стран, которые имеют подходящие погодные и климатические условия или в которых существует острая необходимость в увеличении энергопотребления. Такие страны находятся на Ближнем Востоке, в Африке, в Азии и Южной Америке. Тем не менее, отсутствие передовых технологий и достаточного финансирования, а также наличие политических конфликтов в некоторых из этих стран может влиять на темпы освоения этой энергии.

Использование солнечной энергии имеет ограничения, связанные с ее непостоянством: солнечные установки, не работают ночью и малоэффективны в пасмурную погоду, кроме того, если для тропических и экваториальных территорий длительность дня слабо зависит от времени года, то на средней широте и приполярных областях России самый короткий день меньше самого длинного почти в 2,5 раза. Таким образом, солнечные установки должны сопровождаться решениями для хранения энергии или ее дублирования, поэтому большое внимание сегодня уделяется системам, которые не только преобразуют прямую солнечную энергию, но и способны ее аккумулировать [2].

Так, разновидностью солнечной аккумулирующей станции является «солнечная труба (башня)» (solar updraft tower (SUT)). Идея такой установки состоит в нагревании большого объема воздуха, находящегося под солнечным коллектором большой площади. Воздух по мере повышения температуры и уменьшения плотности начинает двигаться, поднимается и засасывается в трубу, где создается устойчивый воздушный поток, вращающий аэрогенератор. Под солнечным коллектором можно располагать гравий или битум, воду в мешках или трубках, коллекторы соленой воды, которые

добавят тепловую мощность и инерционность установке. Тепло накапливается внутри коллектора, что позволяет работать установке 24 часа в сутки.

Технология солнечного восходящего потока привлекает интерес в пустынных регионах по всему миру в Чили, США, Австралии, Китае и на Ближнем Востоке. Так, опытный образец станции, построенный в 1982 году в Испании, имел диаметр крыши-коллектора 240 м и высоту трубы 197 м, номинальную мощность 50 кВт и проработал 7 лет. На сегодняшний день, во всем мире работает только несколько маломасштабных исследовательских «солнечных труб». Все усилия по новому строительству сталкиваются с финансовыми проблемами: при низких эксплуатационных затратах, стоимость самой установки может достигать \$ 2 млрд.

Другим примером солнечных установок, в которых осуществляется аккумуляция тепловой энергии, являются «солнечные пруды». Например, солнечный пруд [3] с градиентом солености представляет собой водоем с глубиной от 2 до 5 м, в котором концентрация соли варьируется и служит для подавления конвекции.

Он состоит из трех отдельных зон: поверхностной зоны или верхней конвективной зоны (ВКЗ), средней зоны или, другими словами, неконвективной зоны (СКЗ) и нижней конвективной зоны (НКЗ). ВКЗ является приблизительно однородной и представляет собой относительно холодный слой пресной воды или рассол с низкой концентрацией соли. СКЗ имеет градиент солености, то есть соленость увеличивается от верха до низа этого слоя. Приземная зона (НКЗ) имеет высокую соленость, обычно близкую к насыщению и предназначена для хранения принятой солнечной радиации. Конвективные потери тепла от НКЗ через СКЗ подавляются благодаря градиенту солености и результирующему градиенту плотности.

Следовательно, потеря тепла происходит только за счет теплопроводности, а СКЗ эффективно работает как изолятор. Солнечные соляные пруды, как правило, являются открытыми

водоемами и, вследствие этого, значительным недостатком является испарение воды, особенно в жаркую погоду.

В прошлом, в 1982 г. компания *Ormat* построила два соляных пруда в Бет Ха-Арава (Израиль) с общей площадью поверхности 250 тыс. м² на берегу Мертвого моря. Там же создан экспериментальный солнечный пруд площадью 7,5 тыс. м² и глубиной 0,9 м с насыщенным раствором, состоящим из 95 % хлорида магния и 5 % хлорида кальция; в 1978 году получена электрическая мощность, равная 150 кВт, а летом 1984 года достигнута температура 98 °С. Хотя солнечный пруд удачно работал в течение нескольких лет, в 1989 году он был закрыт по экономическим причинам.

Солнечный пруд Бхудж (Индия) площадью 6 тыс. м² – это исследовательский и демонстрационный проект, строительство которого началось в 1987 году [4]. Солнечный пруд длиной 100 м, шириной 60 м и глубиной 3,5 м должен был производить горячую воду температурой 70 °С в количестве 80 м³ в сутки для снабжения горячей водой молочного завода. Чтобы предотвратить просачивание соленой воды, была принята специально разработанная схема футеровки. Был установлен градиент солености (4 тыс. тонн поваренной соли), а также были установлены сети для подавления волн, платформа для отбора проб, диффузоры для всасывания и разгрузки горячего рассола. Этот пруд успешно поставлял переработанное тепло на молочную фабрику и до 2001 г. являлся крупнейшим действующим солнечным прудом в мире.

В исследовании [5] представлены подробные материалы по работе экспериментального соляного пруда (диаметром 61 см, высотой 55 см) в течение 10 месяцев с 8 октября 2014 г. по 31 июля 2015 г., созданного на Ближнем Востоке.

Рост спроса на чистую и устойчивую энергию толкает исследователей по всему миру на поиск новых средств сбора, хранения и использования солнечной энергии. Рассмотренные технологии по использованию солнечной энергии, благодаря присущей им аккумулирующей способности, являются

перспективными по сравнению с другими, требующими включения в конструкцию установки промежуточного звена – накопителя (аккумулятора) энергии [2], при этом во всем мире ведутся исследования по разработке и совершенствованию различных систем накопления энергии [6, 7].

Радикальное удешевление – это ключевой элемент распространения подобных технологий производства энергии.

Список использованных источников

1. Ушаков В. Я. Основные проблемы энергетики и возможные способы их решения. // Известия Томского политехнического университета. 2011. Т. 319, № 4. С. 5–13.
2. Прогноз развития энергетики мира и России 2019 / под ред. А. А. Макарова, Т. А. Митровой, В. А. Кулагина; ИНЭИ РАН – ЦЭ МШУ СКОЛКОВО. Москва, 2019. 210 с. URL: <https://www.eriras.ru/data/994/rus> (дата обращения: 16.11.2019).
3. Трушин С. Г., Зенкова И. А. О проблемах создания электростанций на базе солнечных прудов // Энергетическое строительство. 1990. № 1. С. 19–22.
4. Asaad H. Sayer. An experimental and theoretical investigation of novel configurations of solar ponds for use in Iraq : A Thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy at the University of Surrey. Guildford, June 2017. 250 p. URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/2fe5/a0608b620cc4624430e8daffc80ac33e0188.pdf> (дата обращения: 16.11.2019).
5. Key factors impacting performance of a salinity gradient solar pond exposed to Mediterranean climate / Mehdi Torkmahalleh, Mohammad Askari, Soudabeh Gorjinezhad, Dilem Eroğlu, Madina Obaidullah, Abdullrahman Rajab Habib, Sevgi Godelek, Sultan Kadyrov, Orhun Kahraman, Negar Zare Pakzad, Goodarz Ahmadi // Solar energy. 2017. Vol. 142. P. 321–329. URL: https://www.researchgate.net/publication/311992056_Key_factors_impacting_performance_of_a_salinity_gradient_solar_pond_exposed_to_Mediterranean_climate (дата обращения: 16.11.2019).
6. Накопители энергии / Институт энергетики НИУ «Высшая школа экономики» [Электронный ресурс]. URL: <https://energy.hse.ru/accenergy> (дата обращения: 16.11.2019).
7. Накопители энергии для эффективной работы энергосистемы [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elec.ru/articles/nakopiteli-energii-dlya-effektivnoj-raboty-energос/> (дата обращения: 16.11.2019).