

# Использование возобновляемых энергоресурсов для теплоснабжения объектов и поселений в регионах РФ

Рецензия эксперта на статью получена 27.07.2023 [The expert review of the article was received on July 27, 2023]

## Введение

По оценке Международного энергетического агентства (МЭА), мировое производство тепла на базе ВИЭ будет устойчиво расти и в 2025 году превысит выработку возобновляемого тепла в 2019-м на 20 % [1]. Рост в строительном секторе составит по оценкам 24 %, в промышленности — 15 %, некоторый рост ожидается и в сельском хозяйстве. Ожидается, что к 2025 году доля возобновляемого тепла составит 12 % от общей выработки тепла в мире, а внедрение «зелёных» технологий в теплоснабжение приведёт к снижению углеродного следа в отрасли на 2 %.

Технический потенциал использования древесного топлива по оценкам составляет примерно 48,4 млн тонн условного топлива и сосредоточен главным образом в Северо-Западном, Приволжском и Сибирском федеральных округах [2]. Кроме того, для выработки тепла, в том числе совместно с производством электроэнергии, может использоваться биогаз, технический потенциал выработки которого в России составляет до 90 млрд м<sup>3</sup> в год, что примерно эквивалентно 60 млрд м<sup>3</sup> природного газа. Сюда же необходимо отнести и использование свалочного газа. Технический потенциал использования солнечной энергии для выработки тепла в России составляет 8,75 млрд т.т. (в развитии данных технологий существенным

**К 2025 году доля возобновляемого тепла составит 12 % от общей выработки тепла в мире, а внедрение «зелёных» технологий в теплоснабжение приведёт к снижению углеродного следа в отрасли на 2 %**

ограничением является экономический фактор), использования энергии грунтов и водоёмов — 13,2 млн т.т.

Функционирование теплоэнергетических предприятий с высокой долей солнечной энергии как источника тепла может быть особенно эффективным в регионах с высоким уровнем солнечной радиации в зимний период. Примеры — юг Приморского края, Северо-Кавказский федеральный округ, Алтайский край, юг Иркутской области, южные регионы Сибири, а в летний период — весь Южный федеральный округ и регионы Поволжья.

Далее в статье основное внимание будет уделено проектам солнечной теплоэнергетики.

## Солнечные коллекторы

Солнечные нагреватели, в зависимости от типа и конструкции, могут решать различные задачи в области теплоснабжения (табл. 1). Так, плоские, гибридные или вакуумные солнечные коллекторы могут

:: Назначение солнечных коллекторов

табл. 1

| Тип солнечного коллектора | Горячее водоснабжение | Отопление | Нагрев бассейна | Получение электроэнергии |
|---------------------------|-----------------------|-----------|-----------------|--------------------------|
| Плоский                   | +                     | +         | +               | —                        |
| Вакуумный                 | +                     | +         | —               | —                        |
| Воздушный                 | —                     | +         | —               | —                        |
| Гибридный                 | +                     | —         | +               | +                        |
| Концентратор              | +                     | +         | —               | +                        |

УДК 620.9. Научная специальность: 2.4.5 (05.14.02).

## Использование возобновляемых энергоресурсов для теплоснабжения объектов и поселений в регионах РФ

**В. А. Карасевич**, доцент, базовая кафедра ВИЭ, Российский государственный университет (РГУ) нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина (г. Москва); **А. В. Скоробатюк**, генеральный директор ООО «Новый Полюс»

В статье рассматривается возможность использования солнечной энергии для теплоснабжения объектов и поселений регионов России. В России, где в отдельных регионах отопительный сезон продолжается с сентября по май, а некоторые населённые пункты отапливаются круглогодично, сложно представить более важную энергетическую задачу, чем теплоснабжение промышленных объектов и поселений. В статье дана оценка текущего состояния и потенциала использования возобновляемой теплоэнергетики, приведены примеры тепло- и электроэнергетических систем на базе ВИЭ, вырабатывающих тепло и горячую воду. В статье также даётся оценка возможности использования низкопотенциального тепла солнечных коллекторов и охлаждаемых солнечных панелей для сезонного отопления и горячего водоснабжения объектов и поселений.

**Ключевые слова:** теплоснабжение, ВИЭ, солнечные коллекторы, охлаждаемая солнечная панель.

UDC 620.9. The number of scientific specialty: 2.4.5 (05.14.02).

## Using of renewable energy resources for heat supply of objects and settlements in regions of Russia

**V. A. Karasevich**, Assistant Professor, the Renewable Energy Department, Gubkin State Oil and Gas University (Moscow city); **A. V. Skorobatyuk**, general director, "New Polus" LLC

The article considers the possibility of using solar energy for heat supply of objects and settlements in the regions of Russia. In Russia, where in some regions the heating season lasts from September to May, and some settlements are heated all year round, it is difficult to imagine a more important energy task than heat supply to industrial facilities and settlements. The article provides an assessment of the current state and potential of renewable heat energy, provides examples of heat and electric power systems based on renewable energy sources that generate heat and hot water. The article also assesses the possibility of using low-potential heat from solar collectors and cooled solar panels for seasonal heating and hot water supply of facilities and settlements.

**Key words:** heat supply, renewable energy, solar collectors, cooling solar panel.

использоваться для нагрева горячей воды, бассейнов и выступать дополнительным источником энергии в системах отопления. Воздушные солнечные коллекторы нагревают только воздух для системы отопления или кондиционирования. Гелиоколлекторы подключаются к системе теплоснабжения зданий и сооружений и обеспечивают автономно или в комбинации с другими источниками тепла, например, тепловыми насосами и твердотельными котлами, приготовление горячей воды, нагрев бассейнов, отопление помещений. Например, пять плоских



• • Фото 1. Система отопления на базе солнечных коллекторов в городе Марсталь (Дания)



• • Фото 2. Котельная на солнечных коллекторах в городе Нариманов Архангельской области

солнечных коллекторов в летний период способны нагреть 1000 л горячей воды до 65°C или обеспечить комфортную температуру в бассейне объёмом 20–30 м<sup>3</sup>. С учётом подбора оптимальной площади солнечных коллекторов за сезон обеспечивается нагрев до 80% горячей воды и экономится до 30% на отоплении.

Солнечные коллекторы-концентраторы устроены по принципу фокусировки солнечного излучения на трубке с теплоносителем. Для оптимального функционирования они требуют сложной системы управления ориентацией и прямого солнечного излучения. Работа в температурных режимах 60–200°C позволяет использовать тепловую энергию также для выработки электричества.

В зависимости от места установки и солнечной инсоляции процентное соотношение замещения тепловой энергии может меняться. Также на выработку влияет ориентация относительно юга и угол наклона установки. Для круглогодичного использования угол наклона принимается равным углу широты местности. Однако в зависимости от выполняемых задач он меняется. Так, для обеспечения нагрева бассейна и ГВС в летний период необходимо устанавливать меньший угол для эффективного улавливания энергии в утренние и вечерние часы. Для задач отопления угол, наоборот, требует-

ся более крутой, вплоть до вертикального. Это связано с невысоким углом подъёма Солнца в зимние месяцы, предотвращением задержки снега на солнечном коллекторе и полезным отражением солнечного света от снежного покрова. Коллекторы могут устанавливаться на крышах зданий, на стенах или специальных креплениях на земле.

В городе Марсталь на острове Эрё (Дания) установлена крупнейшая в мире (площадь 33 тыс. м<sup>2</sup>) система отопления на базе солнечных коллекторов (фото 1). Данная система центрального отопления была запущена в эксплуатацию в 2013 году, её установленная мощность составляет 26,4 МВт. Использование солнечных коллекторов позволяет в летнее время обеспечить горячее водоснабжение для жителей города населением 2000 человек и вместе с другими технологиями проекта Sunstore 4 (включающей использование

биотопливо, тепловые насосы и хранение тепла) добиться существенного снижения углеродных выбросов [3].

Крупнейшим проектом в Российской Федерации является работающая на солнечных коллекторах котельная в городе Нариманов в Астраханской области (фото 2). Тепловая мощность котельной составляет 3 МВт, котельная состоит из 2200 солнечных коллекторов и обслуживает 11,6 тыс. человек. В зимний период горячее водоснабжение частично закрывается природным газом.

В результате работы котельной экономия по природному газу составляет 8,4 млн м<sup>3</sup> в год, что позволяет говорить о снижении углеродного следа в 15,5 тыс. тонн эквивалента углекислого газа [4].

География проектов по солнечным коллекторам достаточно широка, в том числе и за Полярным кругом. Одним из примеров применения солнечных коллекторов в Заполярье является реализованный для АО «Алроса» компанией «Новый Полюс» проект солнечной водонагревательной системы в вахтовом посёлке Накын в Якутии (Республика Саха). Площадь поля солнечных коллекторов составляет 300 м<sup>2</sup>, мощность — 225 кВт (фото 3а). В летнее время система обеспечивает горячей водой вахтовый посёлок, что позволяет значительно сократить потребление привозного топлива. В 2016 году были поставлены две солнечных водонагревательных установки для ОАО «Сургутнефтегаз» также в Якутии на базе производственного обслуживания (БПО) в посёлке Витим (фото 3б).



• • Фото 3. Примеры применения солнечных коллекторов



Фото 4. Примеры применения солнечных коллекторов в южных регионах России



Фото 5. Комбинированная солнечная нагревательная установка с использованием модулей PVT (PhotoVoltaic Thermal) для нагрева бассейна и горячей воды

Установки позволили улучшить социально-бытовые условия сотрудников за счёт существенного увеличения запаса горячей воды, при этом экономический эффект от внедрения составил более 350 тыс. руб. за период с мая по сентябрь за счёт снижения затрат на электроэнергию.

В настоящий момент в России системы солнечного теплоснабжения наиболее распространены в Южном федеральном округе, Республике Крым и на Дальнем Востоке. Главная выполняемая ими задача — горячее водоснабжение. В качестве примера можно привести гелиоустановку в городе Туапсе для детского лагеря ОАО «РЖД» (фото 4а). Также солнечные коллекторы обеспечивают нагрев бассейнов и помощь системе отопления, как в одном из частных отелей в Анапе (фото 4б).

Эффективность улавливания солнечной энергии для систем солнечного теплоснабжения в три раза выше по сравнению с использованием для тех же целей вырабатываемой электроэнергии от солнечных фотоэлектрических модулей. Также перспективно использование современных гелиоустановок для задач отопления объектов в регионах с высокой солнечной инсоляцией в зимний период. Ежегодно в России, по оценкам авторов, вводятся в эксплуатацию порядка 9000 м<sup>2</sup> солнечных коллекторов с суммарной мощностью 10 МВт [5].

### Гибридные фотоэлектрические панели

Одним из решений по совместной выработке тепла и электроэнергии в летнее время может выступать гибридная солнечная тепло- и электростанция на базе охлаждаемых фотоэлектрических панелей. Суммарная эффективность такого решения по-прежнему остаётся в три раза выше, чем у обычной фотоэлектрической панели, но распределяется между теплом и электроэнергией. Проведённые испытания показали, что одна панель вырабатывает 0,46 кВт электрической энергии и обладает тепловой мощностью 1,2 кВт.



Гибридный PVT-модуль на крыше дома

Гибридный модуль PVT (PhotoVoltaic Thermal) в условиях Московского региона способен выдавать низкотемпературное тепло с температурой до 60°C. В условиях жаркого климата также увеличивается выработка электроэнергии на 10–15% за счёт уменьшения воздействия температурного коэффициента.

При повышении температуры в любом фотоэлектрическом модуле создаётся внутреннее сопротивление, что снижает его эффективность. По оценкам авторов такие панели, с точки зрения выработки тепла, могут быть интересным сезонным решением по теплу и электроэнергии даже в условиях северных широт (по аналогии с рассмотренными ранее проектами с солнечными коллекторами за Полярным кругом). В условиях снежной зимы данные комбинированные PVT-панели позволяют производить таяние снега при помощи обратной подачи горячего теплоносителя на несколько минут.

Летом 2023 года сотрудниками компании «Новый Полус» была спроектирована и введена в эксплуатацию первая и крупнейшая в России система нагрева бассейна с PVT-модулями (фото 5). Солнечные гибридные модули совместно с плоскими коллекторами и воздушным тепловым насосом обеспечивают нагрев бассейна и приготовление горячей воды в физкультурно-оздоровительном комплексе на юге Саратовской области в период отключения центрального теплоснабжения.

В настоящий момент авторы разрабатывают пилотную установку из трёх охлаждаемых и трёх обычных фотоэлектрических панелей с одинаковыми электрическими характеристиками. Эти две группы будут подключены к двум сетевым инверторам, что позволит исследовать влияние системы охлаждения фотоэлектрических панелей на их производительность (КПД панели) в долгосрочном периоде. С помощью установленного теплосчётчика будет измеряться параметры получаемого отводимого тепла. ●

1. Renewables 2020. Analysis and forecast to 2025. IEA. Paris, France. May 2020. 172 p.
2. Справочник по ресурсам возобновляемых источников энергии России и местных видов топлива (показатели по территориям) / П.П. Безруких [и др.]; под ред. П.П. Безруких. — М.: ИАЦ «Энергия», 2007. 272 с.
3. Summary technical description of the Sunstore 4 plant in Marstal [Краткое техническое описание установки Sunstore 4 в городе Марсталь]. Marstal Fjernvarme. Режим доступа: solarmarstal.dk. Дата обращ.: 12.07.2023.
4. Карасевич В.А. Перспективы использования ВИЭ для нужд теплоснабжения в регионах РФ // Журнал СОК. 2021. №5. С. 56–58.
5. Бутузов В.А. Солнечное теплоснабжение: статистика мирового рынка и особенности российского опыта // Теплоэнергетика, 2018. №10. С. 78–88.

References — see page 79.

Using of renewable energy resources for heat supply of objects and settlements in regions of Russia. Pp. 69–71.

**Vladislav A. Karasevich**, Assistant Professor, the Renewable Energy Department, Gubkin State Oil and Gas University; **Aleksey V. Skorobatyuk**, general director, "New Polus" LLC

1. Renewables 2020. Analysis and forecast to 2025. IEA. Paris, France. May 2020. 172 p.
2. P.P. Bezrukikh et al. *Spravochnik po resursam vozobnovljaemykh istochnikov jenerгии Ros-sii i mestnykh vidov topliva (pokazateli po territorijam)* [Directory of renewable energy re-sources in Russia and local fuels]. Edited by P.P. Bezrukikh. Moscow. IATs "Jenergiya" ["En-ergy" Publishing and Analytical Center]. 2007. 272 p. [In Russian].
3. Summary technical description of the Sunstore 4 plant in Marstal. Marstal Fjernvarme. Web-source: solarmarstal.dk. Access date: July 12, 2023.
4. [V.A. Karasevich. Perspektivy ispol'zovanija VIIe dlja nuzhd teplosnabzhenija v regionakh RF \[Prospects for the use of renewable energy sources for heat supply needs in the regions of the Russian Federation\]. Zhurnal Santechnika, otoplenie, konditsionirovanie \(SOK\) \[Journal of Plumbing, Heating, Ventilation\]. 2021. No. 5. Pp. 56–58. \[In Russian\]](#)
5. V.A. Butuzov. *Solnechnoe teplosnabzhenie: statistika mirovogo rynka i osobennosti rossijsk-ogo opyta* [Solar heat supply: statistics of the world market and features of Russian experi-ence]. *Teploenergetika* ["Thermal power engineering" Magazine]. 2018. No. 10. Pp. 78–88. [In Russian]