

О ПРИМЕНЕНИИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ РЕГИОНОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ¹

Тарасенко А.Б., Фрид С.Е.
ОИВТ РАН, г. Москва

Современная отечественная и мировая энергетика характеризуется несколькими тенденциями в развитии. Первая связана с частичной децентрализацией энергосистем и расширением производства тепла и электроэнергии у потребителя, что снижает потери при транспортировке энергии, делает более прозрачным и предсказуемым ценообразование получаемой энергии, повышает надежность энергоснабжения. В ряде случаев география и климатические условия региона делают такое децентрализованное энергоснабжение единственным вариантом питания удаленных потребителей, расположенных в высокогорных районах, возле месторождений полезных ископаемых, а также рекреационных объектов сезонного использования. В Российской Федерации достаточно много мест, в которых прокладка централизованных сетей оптимальным вариантом не является, как по соображениям надежности, так и окупаемости. К таким зонам относятся многие районы Сибири, Крайнего Севера и Дальнего Востока. Вторая тенденция связана с расширением использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ), как в централизованных, так и в автономных энергосистемах. Одной из наиболее широко востребованных в мире технологий энергетического использования солнечной энергии является ее преобразование в низкопотенциальное тепло нагретой воды и других теплоносителей с помощью солнечных нагревателей. В 2015 году суммарная тепловая мощность действующих солнечных водонагревательных установок превысила 435 ГВт (более 620 млн. м² солнечных коллекторов) [1]. На мировом рынке работает более 6000 компаний, занимающихся производством и монтажом солнечных тепловых установок. Ведущими производителями солнечных коллекторов являются Китай и Турция. В качестве теплоносителя в солнечных коллекторах может использоваться как вода, так и другие жидкости с расширенным температурным диапазоном эксплуатации (антифризы). В этом случае, если речь идет не об отоплении, а о горячем водоснабжении, в систему добавляется теплообменник, обеспечивающий нагрев воды от теплоносителя [2]. Стремление сэкономить пространство и финансовые средства привело также к появлению гибридных систем на основе солнечных коллекторов и фотоэлектрических модулей, где коллектор физически расположен под модулем и попутно выполняет функцию охлаждения последнего, что благоприятно сказывается на отбираемой от модуля мощности.

В России солнечные водонагревательные установки широкого распространения не получили, несмотря на то, что многие российские регионы обладают значительными ресурсами солнечной энергии, по объемам и интенсивности не уступающими странам, где солнечная энергия уже нашла достаточно широкое применение, в первую очередь, для нагрева воды [3]. По разным оценкам суммарная площадь действующих солнечных коллекторов в стране не превышает 30 тыс. м², что соответствует установленной тепловой мощности около 20 МВт. Промышленное производство солнечных коллекторов и водонагревательных установок на их основе в России фактически отсутствует (годовой объем производства солнечных коллекторов российскими предпри-

¹ Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации НШ-8406.2016.8.

ятиями не превышает 3000 м²), а зарубежные образцы дороги. Тем не менее, именно для Российской Федерации и её климатических условий использование ВИЭ для нужд теплоснабжения и горячего водоснабжения играет особую роль – доля холодного времени года во многих регионах относительно велика, а доступ к горячей воде даже в летнее время существенно повышает качество жизни людей.

Хотя солнечное теплоснабжение, в частности, подогрев воды за счёт солнечной энергии, является на сегодняшний день одним из наиболее распространённых способов использования энергии возобновляемых источников, уже в течение нескольких лет на европейском гелиотехническом рынке наблюдается застой, сопровождающийся поисками путей снижения стоимости компонентов систем солнечного теплоснабжения, прежде всего солнечных коллекторов [4]. Уже к началу 2000-х гг. солнечные коллекторы практически достигли предела технологического совершенства и предела возможности снижения стоимости на уровне примерно 100 долларов США за квадратный метр [5]. Освоение китайскими предприятиями в середине двухтысячных годов производства трубчатых вакуумированных коллекторов привело к тому, что в настоящее время в Китае выпускается более 70% мирового производства солнечных коллекторов, и более 70% выпускаемых в мире коллекторов – трубчатые вакуумированные [1]. Вместе с тем, трубчатые вакуумированные коллекторы при использовании в водонагревательных установках с относительно низкими температурами теплоносителя существенными преимуществами по сравнению с традиционными плоскими солнечными коллекторами не обладают ни по эффективности, ни по стоимости [6]. В последние годы рост производства солнечных коллекторов остановился: мировой рынок коллекторов в 2014 г. сократился на 15%, прежде всего за счёт сокращения на 18% китайского и на 22% – австралийского рынков [1].

В отличие от производства солнечных коллекторов, в фотоэнергетике, где основными факторами, влияющими на себестоимость производства являются стоимость труда и исходного кремния солнечного качества, снижение стоимости фотоэлектрических преобразователей и модулей на их основе достигалось за счёт резкого роста объёмов производства (более 50 ГВт в год, что позволяло автоматизировать технологические процессы), вызванного стимулированием внедрения ВИЭ, и за счёт введения новых мощностей по производству поликристаллического кремния солнечного качества китайскими производителями. Если первый ресурс практически полностью исчерпан, то второй сулит дальнейшее снижение цен за счёт внедрения энергосберегающих процессов производства поликремния и уменьшения толщины самих кремниевых пластин, используемых при производстве преобразователей с нынешних 180-200 мкм до 80-100 мкм. Можно ожидать и дальнейшего роста КПД и снижения стоимости фотоэлектрических преобразователей.

За рубежом интерес к использованию фотоэлектрических модулей для нужд теплоснабжения и горячего водоснабжения проявлялся достаточно давно [7], однако это стало возможным лишь после кратного снижения (до менее 400 долларов США за установленный киловатт) стоимости фотоэнергетической продукции и само по себе открыло для нее новые рынки. С точки зрения потребителя подобная система гораздо проще в обслуживании, чем система с солнечными коллекторами: она не требует обслуживания, более универсальна с точки зрения встраивания в здания и сооружения (требуется кабельная, а не гидравлическая система), позволяет достигать любых требуемых пользователем температур (у солнечных коллекторов ограничения задаются потерями тепла в окружающую среду), менее чувствительна к холодным периодам года. Более того, в морозную и солнечную погоду выработка тепла такой системой может расти. В летние периоды также возможно использование обычных фотоэлектрических установок для получения тепловой энергии – в том случае, когда имеется спад нагрузки у потребителя и полностью заряжен накопитель электрической энергии. Работа солнечной батареи на тепловую нагрузку с возможным по-

следующим аккумулярованием тепла позволит повысить коэффициент использования установленной мощности фотоэлектрической станции, однако аппаратными и программными средствами системы управления при этом должна быть исключена разрядка накопителя на тепловую нагрузку. На настоящий момент за рубежом начаты исследования и разработки фотоэлектрических систем теплоснабжения, направленные в основном на создание систем контроля и управления подобными системами теплоснабжения [8-10].

Наиболее экономически эффективными системы солнечного теплоснабжения являются в регионах, удалённых от энергосистем и систем централизованного теплоснабжения, поэтому именно автономные и децентрализованные системы представляют наибольший практический интерес, особенно в условиях России с большим количеством территорий, лежащих вне зоны действия централизованных энергетических, газовых и транспортных коммуникаций. На большинстве таких территорий велика продолжительность холодного периода года, в который эффективность солнечных коллекторов и водонагревателей на их основе невелика, в отличие от фотоэлектрических установок, эффективность которых при понижении температуры наоборот повышается.

Литература

1. Solar Heat Worldwide Report 2014. Edition 2016 // <http://www.iea-shc.org/data/sites/1/publications/Solar-Heat-Worldwide-2016.pdf>.
2. Даффи Дж., Бекман У. Основы солнечной теплоэнергетики / Перевод с английского под ред. О.С. Попеля – Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2013.
3. Попель О.С., Фрид С.Е., Коломиец Ю.Г., Киселева С.В., Терехова Е.Н. Атлас ресурсов солнечной энергии на территории России. – М.: ОИВТ РАН. 2010. 84 с.
4. Meyer J-P. Market overview collectors. Working on details. Sun & Wind Energy. 2013. No. 7-8. P. 34-45.
5. Попель О.С., Фрид С.Е., Щеглов В.Н., Сулейманов М.Ж., Коломиец Ю.Г., Прокопченко И.В. Сравнительный анализ показателей конструкций солнечных коллекторов зарубежных и отечественных производителей и новые технические решения // Теплоэнергетика. 2006. № 3. С. 11-16.
6. Yohanis Y.G., Popel O.S., Frid S.E., Kolomiets Y.G. Detailed comparison of the performance of flat-plate and vacuum tube solar collectors for domestic hot water heating // International Journal of Sustainable Energy. 2012. V. 31. No. 5. P. 347-364.
7. Morrison G.L. Wood B.D. Packaged solar water heating technology: twenty years of progress // Proceedings of ISES solar world congress. Jerusalem. Israel. 1999.
8. Ellison B. Hot PV – solar PV hot water and much more // Solar progress. 2014. No. 1. P. 26-27.
9. Morris G. Heating water, not as simple as it use to be // Solar progress. 2014. No. 2. P. 30-32.
10. Meyer J.-P. A question of priorities // Sun & Wind Energy. 2015. No. 2. P. 48-53.