

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ СОЛНЕЧНЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ В СИБИРИ

Лефлер Д.С.

**Научный руководитель – член-корр. МАНЭБ, к.т.н., доцент Смольников Г.В.
Сибирский федеральный университет**

Системы солнечного теплоснабжения (ССТ) становятся все более популярными во многих странах мира. Особенно впечатляют успехи солнечной теплоэнергетики в Европе, где ежегодный прирост оборота отрасли в течение последних десяти лет составлял 11–12%.

Общая площадь солнечных коллекторов (СК), установленных к настоящему времени в европейских странах, составляет более 11 млн м², а в среднем по странам Европейского сообщества – 26 м² на 1000 жителей.

Мировой опыт применения СК показывает, что солнечные системы теплоснабжения могут быть эффективными и надежными для обеспечения горячего водоснабжения и отопления жилых и общественных зданий, подогрева воды в бассейнах и даже солнечного кондиционирования и опреснения воды.

Под солнечным теплоснабжением понимается использование солнечной энергии для обеспечения горячего водоснабжения и отопления в жилищно-коммунальной, бытовой или производственной сферах.

Режимы работы солнечных установок следующие:

- участие в покрытии нагрузки отопления и ГВС (режим теплоснабжения);
- участие в покрытии нагрузки только ГВС в течение всего года (режим круглогодичного горячего водоснабжения);
- участие в покрытии нагрузки только ГВС и только в неотапительный период (режим сезонного горячего водоснабжения).

Первые два режима требуют исполнения установки по двухконтурной схеме, когда в первом коллекторном контуре теплоносителем является антифриз, а тепло к потребителю в бак-аккумулятор (БА) отводится через теплообменник. Сезонные установки могут быть и одноконтурными, заполненными водой.

Как же обстоят дела с созданием систем солнечного теплоснабжения в России в настоящее время? Перед тем как рассматривать конкретные схемы солнечных систем, необходимо уточнить, пригодны ли вообще климатические условия России для их создания и развития и какие комплексы наиболее перспективны в наших условиях.

Анализ расчетных результатов, позволяет сделать следующие выводы по применению солнечных установок в России.

При использовании солнечной установки в режиме теплоснабжения, то есть при участии ее в покрытии нагрузки отопления и ГВС, площадь СК должна составлять не менее 0,4 от отапливаемой площади для достижения коэффициента замещения годовой тепловой нагрузки по большинству пунктов 0,25–0,40. В этом режиме удельная среднегодовая теплопроизводительность установки невелика вследствие недоиспользования ее тепловой мощности в летнее время. Поэтому применение солнечных установок в данном режиме в большинстве районов России (ее европейской части, Западной и Средней Сибири) нецелесообразно.

Использование солнечной установки в режиме круглогодичного ГВС обеспечивает высокие значения удельной теплопроизводительности, следовательно, и удельной годовой экономии топлива, так как в этом режиме тепловая мощность установки используется наиболее полно. Естественно, что более высокая годовая

теплопроизводительность достигается в климатически наиболее благоприятных районах, таких как южная часть европейской территории РФ (южнее Самары), южная часть Западной и Средней Сибири, Забайкалья и Дальнего Востока. В целом использование солнечных установок в данном режиме с той или иной степенью эффективности может быть рекомендовано повсеместно южнее 60° с. ш. как в европейской, так и в азиатской части России. Рекомендуемая площадь СК составляет при этом 1,0– 1,5 м² на одного человека.

Использование солнечных установок в режиме сезонного ГВС имеет существенное преимущество с точки зрения простоты схемы (используется одноконтурная схема без промежуточного теплообменника, нет необходимости в применении антифриза и т. п.), но связано со снижением удельной теплопроизводительности в сравнении с режимом круглогодичного ГВС. Это снижение, естественно, тем больше, чем короче неотапительный период, то есть время использования установки в годичном цикле. Применение солнечных установок в режиме сезонного ГВС нецелесообразно там, где неотапительный период составляет менее пяти месяцев. Рекомендуемая площадь СК в данном режиме составляет 1 м² на одного человека.

На основании анализа материалов, можно сделать вывод, что наиболее применимой в условиях России является солнечная установка, действующая в режиме сезонного или круглогодичного горячего водоснабжения.

Традиционной схемой большинства ССТ является схема с использованием солнечных коллекторов (СК) с аккумуляцией полученной энергии в баке-накопителе.

Обычно такие солнечные системы представляют собой комплект, состоящий из следующих основных элементов:

- солнечный коллектор;
- система опор для крепления СК на крышах (наклонных или плоских) или стенах;
- бак-аккумулятор со встроенными теплообменниками;
- циркуляционный насос с комплектом измерительных приборов и клапанов;
- мембранный бак для компенсации теплового расширения теплоносителя коллекторного контура;
- блок управления работой насоса с датчиками температуры;
- трубопроводы с теплоизоляцией;
- запорно-регулирующая и предохранительная арматура;
- фитинги;
- теплообменники (для использования в комплекте с БА больших объемов).

По техническому решению системы солнечного теплоснабжения могут быть одноконтурными и двухконтурными.

В 1970–80-х годах большинство солнечных водонагревательных систем как в нашей стране, так и за рубежом, были одноконтурными, то есть системами прямого нагрева водопроводной (сетевой) воды. Опыт эксплуатации показал, что при всей простоте и кажущейся дешевизне эти системы достаточно проблематичны в эксплуатации и имеют меньший срок службы в сравнении с двухконтурными системами, включающими промежуточный теплообменник между СК и БА.

По мере расширения применения солнечных систем также произошел постепенный переход от повсеместного применения «моноблоков» и небольших водонагревателей (с термосифонным движением теплоносителя через СК) к двухконтурным системам с принудительной насосной циркуляцией. Такая схема системы позволяет размещать БА в любом удобном месте здания. В настоящее время большая часть солнечных систем в Европе устроена по этому принципу.

Учитывая климатические условия России, ясно, что это должна быть двухконтурная система, где в коллекторном контуре циркулирует незамерзающий теплоноситель (рис. 1).

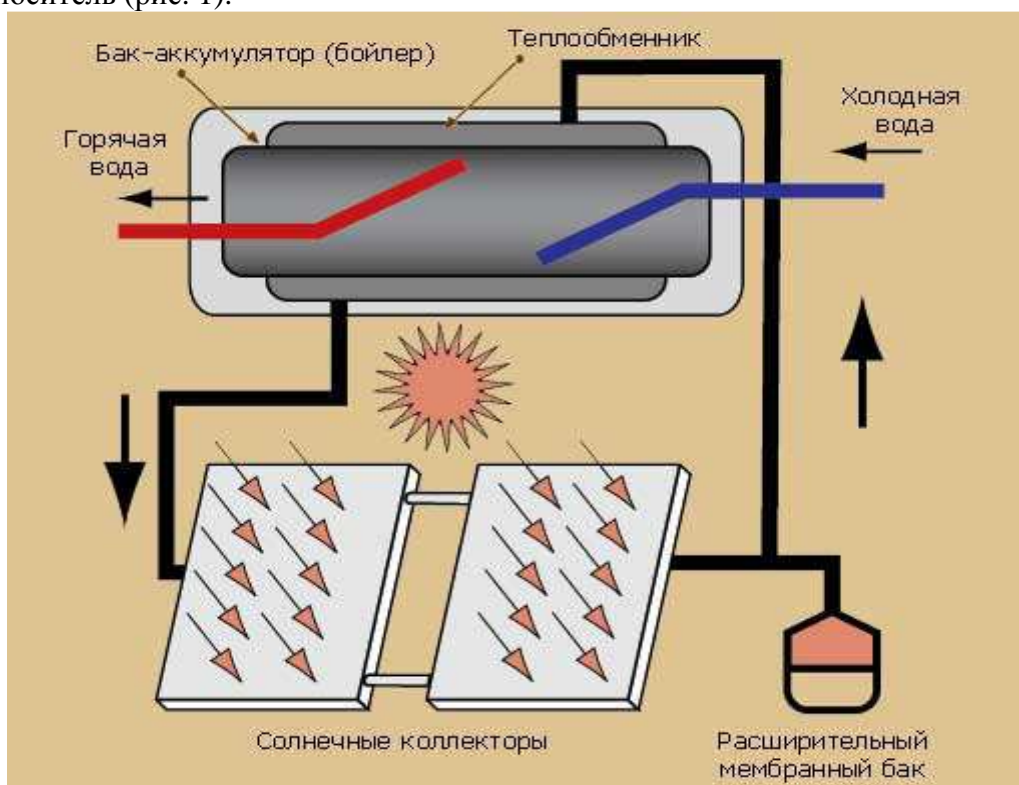


Рисунок 1- Принципиальная схема двухконтурного термосифонного солнечного водонагревателя

Наиболее распространенной в Европе системой, применяемой сегодня для ГВС индивидуальных жилых зданий (коттеджей), является двухконтурная система с принудительной циркуляцией в коллекторном контуре теплоносителя-антифриза.

. Принципиальная схема такой системы не зависит от ее производительности и места установки.

За рубежом для односемейных домов обычно используются БА объемом от 300 до 700 л, а площадь СК выбирается в зависимости от климатических условий пропорциональной требуемому объему БА и экономически обоснованной длительности сезона работы системы.

Рассмотрим подробнее принципиальную схему двухконтурной системы солнечного теплоснабжения (рис. 2).

Коллекторный контур системы является замкнутым и заполняется каким-либо незамерзающим и нетоксичным теплоносителем. Коллекторы устанавливаются, как правило, на кровле здания.

Нагретый в СК теплоноситель проходит через опускной трубопровод и поступает в нижний теплообменник БА, где охлаждается, передавая тепло расходной воде бака. После выхода из бака теплоноситель по трубопроводу поступает через насос в нижнюю часть СК.

Верхний теплообменник БА подключен к отопительному котлу, соединенному с отопительной системой здания. Циркуляция горячей воды из котла для нагрева БА осуществляется с помощью отдельного насоса.

Отбор расходной горячей воды из БА выполняется в верхней точке бака подачей снизу в бак холодной воды (то есть всегда расходуется самая горячая вода, имеющаяся в баке). Эта вода по магистрали подается к точкам отбора. Для обеспечения

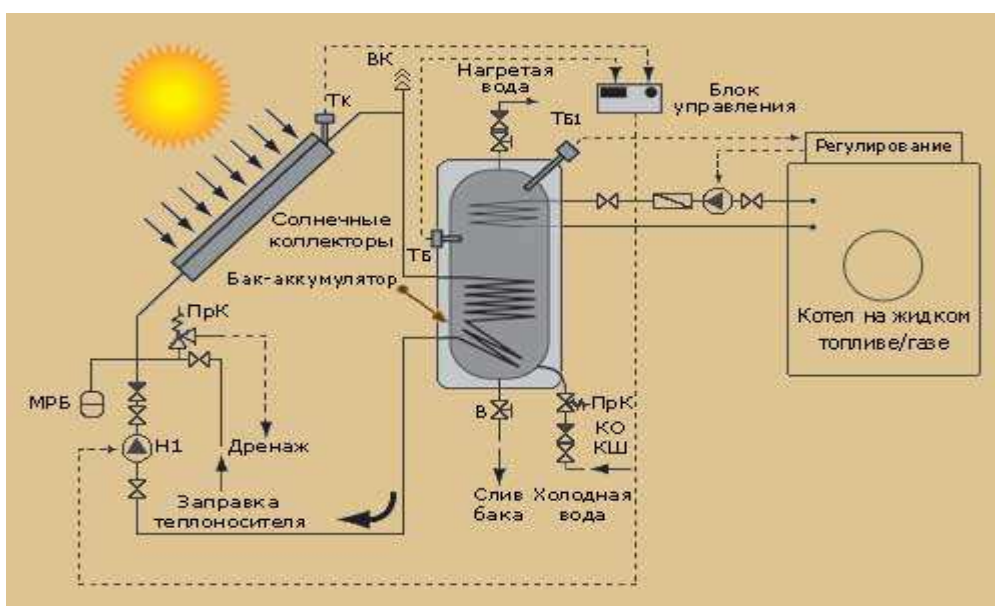


Рисунок 2- Принципиальная схема системы солнечного водоснабжения

постоянного наличия в точках отбора горячей воды в систему может быть включена циркуляционная магистраль со своим насосом. Фактически БА всегда находится под давлением водопроводной сети.

Включение циркуляционного насоса коллекторного контура производится блоком управления, который по своей функции является дифференциальным реле, сравнивающим показания двух датчиков температуры: датчика, установленного на выходе теплоносителя из СК, и датчика, установленного в БА. Если температура теплоносителя на выходе из СК выше, чем температура воды в баке, то включается циркуляционный насос и тепло передается воде в баке.

Многие зарубежные блоки управления имеют функции защиты установки от перегрева. Так, если температура СК превышает установленный уровень, то блок управления принудительно включает насос, пока температура коллекторов не понизится на 10°C, несмотря на то что сам бак будет разогреваться выше установленной предельной температуры. Но при достижении в баке максимальной температуры 95°C насос выключается обязательно.

Для того, чтобы приблизительно оценить эффективность солнечных водонагревателей или коллекторов в зависимости от места установки и времени года необходимо выполнить определенные расчеты.

В результате расчетов установлено, что для г. Красноярск в январе солнечный водонагреватель НМ-16х21/58 стоимостью 25000 рублей позволяет нагреть 100 литров воды до температуры 42 °С. Экономия электроэнергии составляет 2399 кВт в год (3910 рублей).

Пример: Солнечный водонагреватель НМ-16х21/58.

Январская месячная сумма солнечной энергии в г. Красноярске (широта 56°С.Ш.) при угле установки 45град. – 72,2 кВт*ч/кв.м

Рабочая площадь солнечного водонагревателя модели НМ-16х21/58 –
 $(58*2100*16*1,3)/1000000=2,4\text{кв.м.}$

Средняя дневная энергия $72,2/30*(2,4*0,8)=4,62\text{кВт*ч}$

Таким образом, 100 литров воды нагреются за день на $4,62/(0.0011*100)=42$ градуса.

Т.е. в г. Красноярске эксплуатация солнечного водонагревателя круглый год не возможна.

Схожим образом можно оценить срок окупаемости солнечного водонагревателя:

$1160,2(\text{суммарная годовая энергия})*2,4(\text{рабочая площадь})*0,8(\text{КПД}) = 2227 \text{ кВт*ч}$

При стоимости кВт*ч - 1,65 руб. , экономия составит 3674 руб. в год. Значит, солнечный водонагреватель стоимостью 25000руб. окупится за 7 лет.

Выводы

Применение систем солнечного теплоснабжения в условиях г. Красноярска возможно в основном в системах горячего теплоснабжения. Применять данные системы можно круглый год, но при условии наличия дополнительного источника энергии в случае пиковой нагрузки или недостаточности солнечной энергии.