

К вопросу окупаемости гелиосистем для ГВС

С. Зотов, к. т. н.

Продавцы гелиотермических систем обычно рассуждают о том, что солнечное тепло дается нам даром, и не распорядиться им по-хозяйски неразумно. Но посмотрев на хмурое северное небо, начинаешь сомневаться в щедрости матушки-природы. Да и оборудование, которое требуется для устройства гелиосистемы, довольно дорогостоящее. Окупится ли оно в климатических условиях России? Попробуем разобраться в этом вопросе.



дование не зависят от него. Монтаж и пусконаладку оценим, применив коэффициент 1,25 к инвестициям в оборудование.

Вырабатывая тепло для ГВС, гелиосистема позволяет снизить расход топлива для котель-

ной. Таким образом, затраты на гелиосистему окупятся тогда, когда с ними сравнивается стоимость сэкономленного топлива, в нашем случае – дизельного. Для того чтобы инфляция не обесценивала выкладки, поделим величину затрат в денежном выражении на удельную стоимость тепла, получаемого при сжигании топлива, и получим энергетический эквивалент стоимости гелиосистемы.

«Премиум» (вся западноевропейская продукция) и «Эконом» (отечественные изделия).
Главный вопрос, возникающий при проектировании гелиосистемы, – какой должна быть площадь коллекторного поля? От этого показателя зависит соотношение затрат на создание гелиосистемы и экономического эффекта от ее использования.

Предположим, что накопительный бак гелиосистемы способен аккумулировать такое количество тепла, какое необходимо для покрытия суточной потребности объекта в горячей воде. Тогда в расчетах можно соотносить эту суточную потребность в тепле для ГВС с дневной производительностью гелиосистемы.

Рассмотрим гелиосистему с принудительной циркуляцией, которая предназначена для нагрева санитарной воды и является дополнением к котельной, работающей на дизельном топливе. Затраты, связанные с ее установкой, включают стоимость коллекторов (с материалами для монтажа), сопутствующего оборудования и материалов (насос, расширительный бак, трубы, арматура, система управления и теплоноситель), монтажных и пусконаладочных работ. Кроме того, нужно принять во внимание разницу в стоимости бивалентного и обычного баков-водонагревателей. Для простоты будем считать, что только стоимость коллекторов растет с их количеством, а затраты на остальное оборудо-

вание не зависят от него. Монтаж и пусконаладку оценим, применив коэффициент 1,25 к инвестициям в оборудование. Вырабатывая тепло для ГВС, гелиосистема позволяет снизить расход топлива для котель-

ной. Таким образом, затраты на гелиосистему окупятся тогда, когда с ними сравнивается стоимость сэкономленного топлива, в нашем случае – дизельного. Для того чтобы инфляция не обесценивала выкладки, поделим величину затрат в денежном выражении на удельную стоимость тепла, получаемого при сжигании топлива, и получим энергетический эквивалент стоимости гелиосистемы.
Удельную стоимость тепла от сжигания дизтоплива при КПД котла 90 % примем равной 2 руб./кВт·ч. Зависимость энергетического эквивалента стоимости гелиосистемы от площади коллекторного поля показана на рис. 1. Она рассчитана для плоских коллекторов двух ценовых групп:

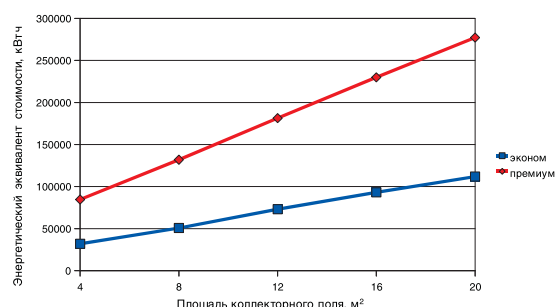


Рис. 1. Зависимость стоимости гелиосистемы от площади коллекторного поля

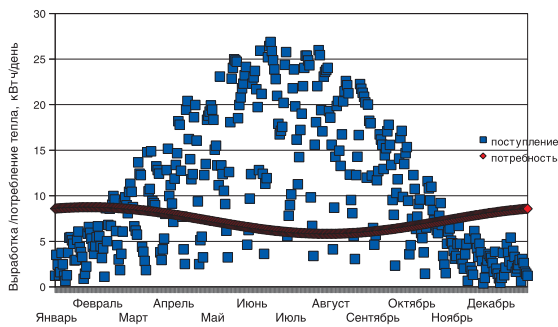


Рис. 2. Расчетная дневная выработка тепла коллекторным полем площадью 4 м² (по данным дневного поступления солнечной энергии с учетом облачности для Астраханской области; эффективность коллекторов – 75 %) и расчетная суточная потребность в тепле для приготовления 250 л воды температурой 40 °С

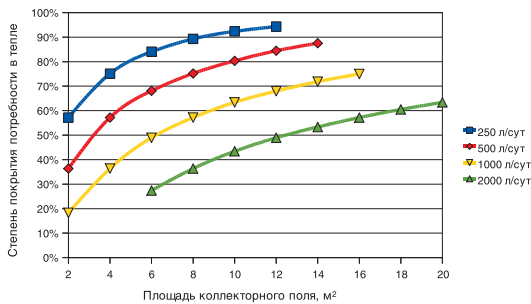


Рис. 3. Степень покрытия потребности в тепле, рассчитанная из ежедневных данных поступления солнечной энергии для систем ГВС различной суточной производительности

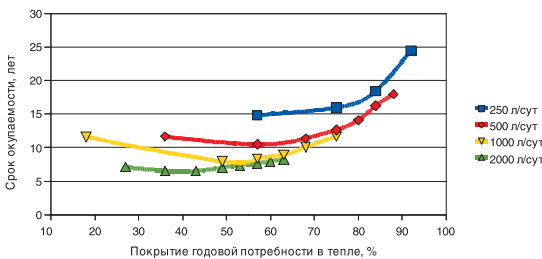


Рис. 4. Зависимость окупаемости геосистемы класса «Эконом» от площади коллекторного поля для систем ГВС различной суточной производительности (по данным ежедневного поступления солнечной энергии)

Суммарное дневное поступление солнечного тепла на приемную поверхность коллектора очень сильно меняется не только в течение года, но и день ото дня – из-за разницы в облачности (рис. 2). Если суточная потребность в тепле для ГВС превышает его дневное поступление от геосистемы, недостающее тепло вырабатывается котлом. В случае, когда за день на поверхность коллекторного поля поступает больше солнечной энергии, чем нужно, учитывается только ее потребляемое количество.

Определив количество энергии, полученной от геосистемы за год, и сопоставив это значение с суммарной годовой потребностью в тепле для ГВС, увидим, что солнечная энергия покрывает ее лишь частично (рис. 3). Доля геосистемы растет с увеличением площади коллекторного поля, однако при этом повышается и количество «лишнего» тепла, т.е. такого, которое можно получить, но нельзя аккумулировать и использовать.

Таким образом, окупаемость геосистемы определяется отношением двух величин, по-разному зависящих от площади коллекторного поля: в числителе – энергетический эквивалент стоимости геосистемы, в знаменателе – суммарное годовое поступление тепла от нее. Срок окупаемости геосистемы также зависит от площади коллекторного поля (рис. 4).

Глядя на полученные зависимости, можно отметить следующее:

- существует оптимальное, с точки зрения окупаемости, покрытие геосистемой потребности в тепле;
- при увеличении производительности системы ГВС значение оптимального покрытия сдвигается в меньшую сторону – от 55–60 % для наименьшей производительности до 40 % – для наибольшей;
- с ростом производительности системы ГВС срок окупаемости геосистемы при оптимальных размерах коллекторного поля уменьшается.

На рис. 4 представлены результаты расчетов, сделанных на основе ежедневной информации о поступлении солнечной энергии на поверхность коллектора. Такие данные доступны чрезвычайно редко, обычно же проектировщику приходится пользоваться среднемесячными сведениями из справочника. Попробуем установить, насколько будут отличаться от уже полученных результаты расчетов, сделанных на основе среднемесячных данных поступления

солнечной энергии. С этой целью из ежедневных показателей рассчитаем среднемесячные, как показано на рис. 5. Как и в случае с ежедневными данными, из всей солнечной энергии, поступающей на приемную поверхность коллекторного поля (красная или синяя линии), учтем только ту, которая может быть аккумулирована и использована в системе ГВС заданной производительности (заштрихованные области под линией потребности). В результате получаем зависимость срока окупаемости геосистемы от степени покрытия годовой потребности в тепле для систем ГВС различной производительности (рис. 6).

Сравнив кривые на рис. 4 и рис. 6, можно заметить следующее:

- зависимость срока окупаемости геосистемы от степени покрытия потребности в тепле качественно не изменяется при переходе от расчетов на основе ежедневных данных поступления солнечной энергии к расчетам на основе среднемесячных показателей;
- использование более подробной – ежедневной – информации о поступлении солнечной энергии приводит к менее оптимистичным прогнозам окупаемости;
- оптимальное (при котором срок окупаемости минимален) покрытие потребности в тепле при использовании среднемесячных данных оказывается на 5–10 % выше.

До сих пор мы останавливались в основном на методике расчетов и никак не комментировали сроки окупаемости, рассчитанные по этой методике. Все это потому, что данные поступления солнечной энергии, представленные на рис. 2 и, соответственно, на рис. 5, получены для горизонтальных поверхностей. Однако можно предположить, что в российских широтах на коллектор, расположенный под углом к горизонтальной плоскости и обращенный на юг, поступит больше солнечной

энергии, чем в первом случае. Для малых углов наклона это предположение оказывается справедливым на протяжении всего года, но при углах более 30° в летние месяцы наклонно расположенный коллектор соберет меньше тепла, чем горизонтальный. Впрочем, нас это не должно сильно беспокоить, поскольку энергетический потенциал летних месяцев редко бывает полностью востребован. Имеет ли смысл в таком случае вертикальное расположение коллекторов, обращенных на юг?

Чтобы получить ответ на этот вопрос, рассчитаем по описанной выше методике минимальный срок окупаемости гелиосистем различной производительности. Возьмем среднемесячные данные поступления солнечной энергии на ориентированные на юг поверхности, расположенные под различными углами к горизонтальной плоскости, для Московского региона. Результаты расчетов представлены на рис. 7 и свидетельствуют о том, что при использовании гелиосистемы для ГВС оптимальными, с экономической точки зрения, можно считать углы наклона, близкие к географической широте местности (в данном случае – приблизительно 55°). Впрочем, все эти манипуляции с коллекторами способны улучшить экономические показатели гелиосистемы не более чем на 10–14 %.

Подмосковье – не лучший регион РФ для применения гелиоустановок. Согласно справочнику «Строительная климатология» по суммарным годовым поступлениям солнечной энергии столицу уверенно опережает, например, расположенный приблизительно на той же широте, но более холодный Новосибирск. Удивительно, но и Краснодарский край – тоже не самое солнечное место на просторах нашей страны, по крайней мере, ему не уступают Алтай и Бурятия. «Чемпионом» же должен быть признан российский Дальний Восток. Впрочем, при суммарных

годовых поступлениях солнечной энергии, превышающих столичные на 33 %, минимальные расчетные сроки окупаемости оборудования здесь меньше московских всего лишь на 16–18 % (рис. 8).

Напомним, что все расчеты, приведенные выше, сделаны для гелиосистем, укомплектованных коллекторами отечественного производства, а за основу для сравнения взята стоимость тепла от сжигания дизельного топлива. Если сравнивать нагрев воды гелиосистемой с электрическим, то расчетные сроки окупаемости снизятся на 13–15 %, в зависимости от местного тарифа на электроэнергию. Сроки же окупаемости гелиосистем на основе коллекторов западноевропейского производства будут в 2,5 раза выше (рис. 1), что пока делает применение этой продукции в российских условиях нерациональным.

Стоит объяснить столь большую разницу в цене, в общем-то, довольно схожих продуктов. Отечественные производители практикуют стоимостный подход в ценообразовании, тогда как на Западе учитывают и выгоды, которые продукт может принести потребителю. Выгоды же европейского потребителя от использования гелиосистемы заведомо больше, чем у нас, в силу двух причин: во-первых, государство стимулирует эксплуатацию возобновляемых источников энергии, а во-вторых, стоимость энергоносителей существенно выше. Правда, с ростом цен на энергоносители у нас уже все в порядке, так что можно постепенно готовиться к буму отечественной солнечной энергетики.

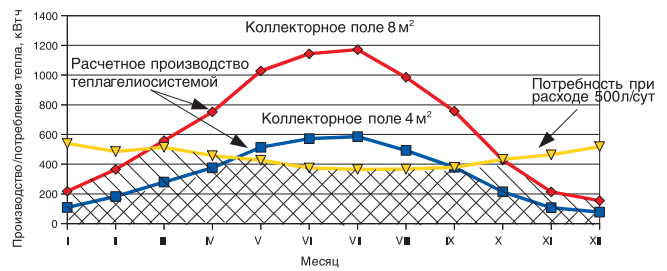


Рис. 5. Расчетная месячная выработка тепла коллекторами площадью 4 м² (по данным дневного поступления солнечной энергии с учетом облачности для Астраханской области; эффективность коллекторов 75 %) и расчетная месячная потребность в тепле для приготовления 500 л воды температурой 40 °С

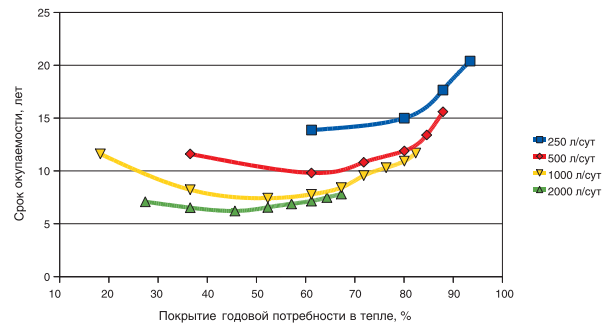


Рис. 6. Зависимость срока окупаемости гелиосистемы класса «Эконом» от площади коллекторного поля для систем ГВС различной суточной производительности (по среднемесячным данным поступления солнечной энергии)

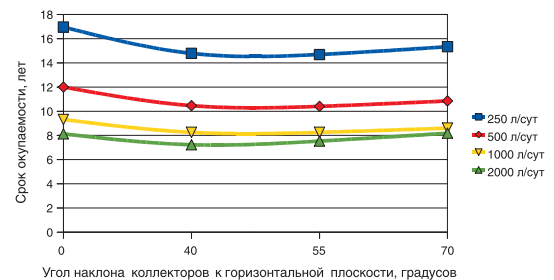


Рис. 7. Зависимость минимального расчетного срока окупаемости гелиосистемы от наклона повернутых на юг коллекторов (по данным поступления солнечной энергии на различно ориентированные поверхности в Московском регионе)

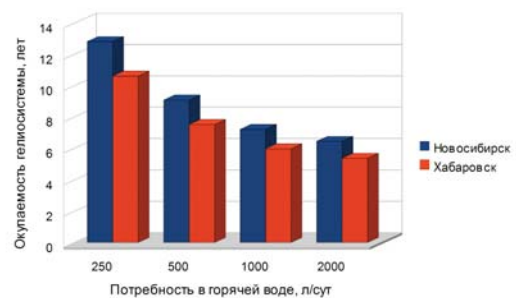


Рис. 8. Минимальные расчетные сроки окупаемости гелиосистем при оптимальном расположении коллекторов по среднемесячным данным поступления солнечной энергии в Новосибирске и Хабаровске

Автор благодарит заведующего Лабораторией возобновляемых источников энергии ИВТ РАН О.С. Попеля за предоставленные данные.