

Реальные возможности выработки тепловой энергии солнечными коллекторами разных типов в условиях Украины

При нынешней стоимости энергоносителей и тенденции роста их стоимости вопрос сокращения расхода топлива (газа, электричества и т.д.) при нагреве горячей воды и обеспечении теплом любого объекта, частного или коммерческого, является актуальным для каждого хозяина.

Практические исследования показали, что с этой задачей успешно справляются солнечные системы, которые преобразуют энергию излучения солнца в тепловую. Выгодное географическое положение Украины и благоприятные климатические условия позволяют эффективно использовать гелиоустановки на всей ее территории. В течение года суммарное количество солнечной энергии, поступающей на 1 м² поверхности в нашей стране (в зависимости от региона) в среднем в год составляет от 1000 до 1350 кВт·ч/м² год.

Однако, несмотря на такое изобилие и доступность бесплатной энергии солнца, солнечная система в наших условиях не может полностью обеспечить теплом потребителя и таким образом заменить основной источник теплоснабжения. Главная задача гелиоустановки максимально снизить потребление газа или другого энергоносителя. Солнечная установка всегда рассчитывается как энергосберегающий компонент комбинированной системы. Для того, чтобы солнечные коллекторы действительно принесли ожидаемую экономию, при проектировании гелиосистемы необходимо обязательно учитывать, что в зимний период поле солнечных коллекторов даже большой площади не выработает достаточное количество тепловой энергии. Тем не менее, в летний период (пиковый период солнечной инсоляции) при отсутствии теплосъема солнечная система с заведомо большими размерами будет вырабатывать энергию с избытком. Это приведет к длительным периодам стагнации и как следствие значительному снижению КПД и производительности такой системы в целом, а

также увеличению эксплуатационных затрат.

По опыту проектирования и применения в Украине солнечные системы можно разделить на установки предназначенные:

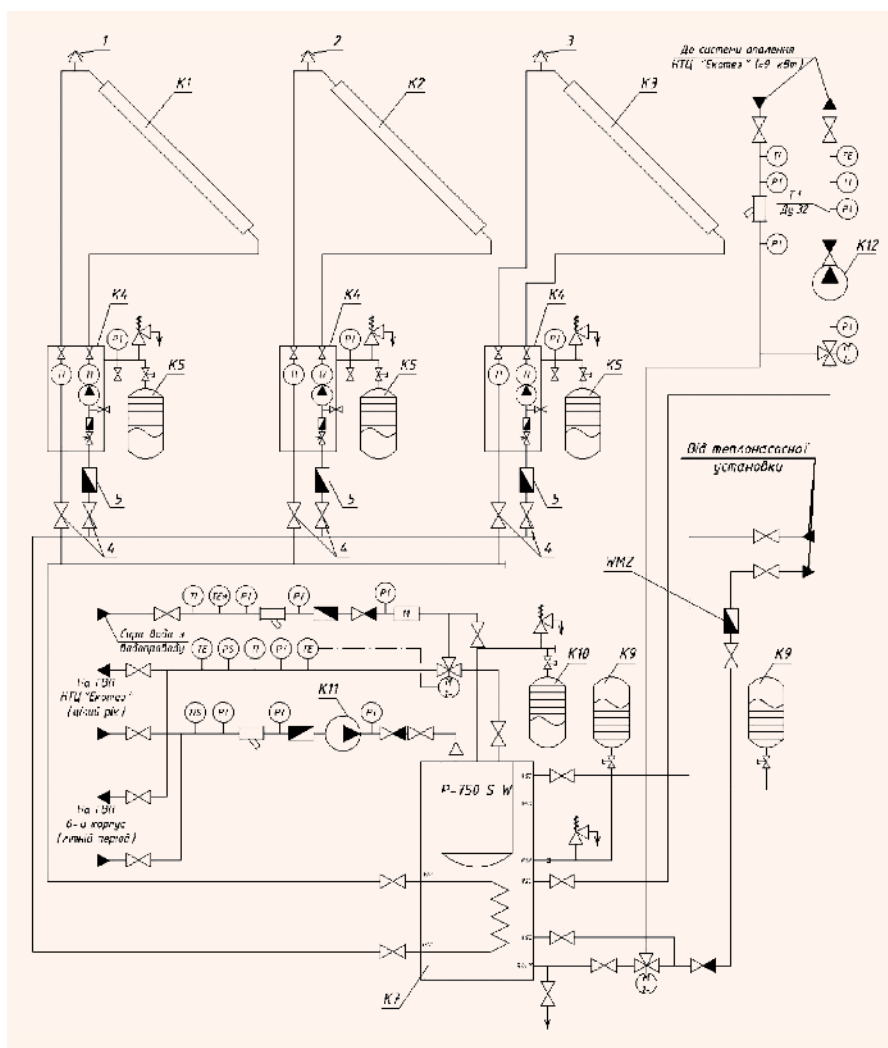
- для горячего водоснабжения;
- для горячего водоснабжения и подогрева бассейна;
- для горячего водоснабжения и отопления;
- для горячего водоснабжения, отопления и подогрева бассейна.

Солнечная система рассчитывается для обеспечения оптимальной доли покрытия тепловой нагрузки выше перечисленных задач. По экспериментальным данным, установленные гелиосистемы реально экономят 60-70% тепла в год, затрачиваемого для приготовления горячей воды и поддержки бассейна и до 30% суммарной годовой потребности в энергии для ГВС и отопления. Однако такой экономии можно достичь только при условии правильного проектирования, монтажа и настройки работы данной гелиоустановки.

Солнечные коллекторы как ключевой компонент гелиосистемы являются определяющим фактором эффективности ее работы. Как следствие, правильному подбору солнечных коллекторов уделяется особое внимание. Эффективность же самого солнечного коллектора характеризуется коэффициентом полезного действия. Согласно определению КПД солнечного коллектора — это отношение полезной тепловой энергии к интенсивности солнечного излучения, поступающего на апертурную (принимающую излучение) площадь коллектора и описывается формулой:



❖ Рис. 1. Стенд «Возобновляемые источники энергии».



•• Рис. 2. Принципиальная тепловая схема стенда «Возобновляемые источники энергии».

$$\eta = Q_k / (I \cdot F),$$

где Q_k — производительность коллектора, Вт;

I — интенсивность солнечного излучения, Вт/м²;

F — апертурная площадь коллектора, м².

Для оценки влияния эффективности всех элементов солнечного коллектора (светопрозрачность остекления, степень селективности абсорбера, толщина теплоизоляции корпуса и т.п.) на величину его КПД можно использовать следующую зависимость:

$$\eta = \eta_0 - k_1 \cdot \Delta T / E_g - k_2 \cdot \Delta T / E_g,$$

где η — коэффициент полезного действия коллектора;

η_0 — оптический коэффициент полезного действия;

k_1 — коэффициент тепловых потерь, Вт/(м² • К);

k_2 — коэффициент тепловых потерь, Вт/(м² • К²);

ΔT — разность температур коллектора и наружного воздуха, К;

E_g — интенсивность солнечного излучения, Вт/м².

Из приведенной теоретической зависимости следует, что наиболее эффективный солнечный коллектор тот, у которого наивысший оптический КПД и

наименьшие коэффициенты тепловых потерь. В то же время коэффициент полезного действия того или иного коллектора будет тогда максимальным, когда разница температур между его поверхностью и окружающим воздухом равна нулю.

С целью проверки действительных значений показателей выработки тепла от солнечных коллекторов различного типа, были проведены исследования их работы в научно-учебном центре НТУУ «КПИ-Bosch» Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт». В данном центре был смонтирован стенд (рис. 1) для изучения студентами энергетических специальностей принципов работы солнечных коллекторов различного типа, проведения исследований и сравнений их эффективности в различные периоды года, при одинаковых условиях эксплуатации. Кроме того, стенд обеспечивает тепловой энергией систему отопления и горячего водоснабжения помещений научно-технического центра «Экотехнологии и технологии энергосбережения» НТУУ «КПИ».

Тепловая схема стенда приведена на рис. 2.

На стенде установлено три солнечных коллектора:

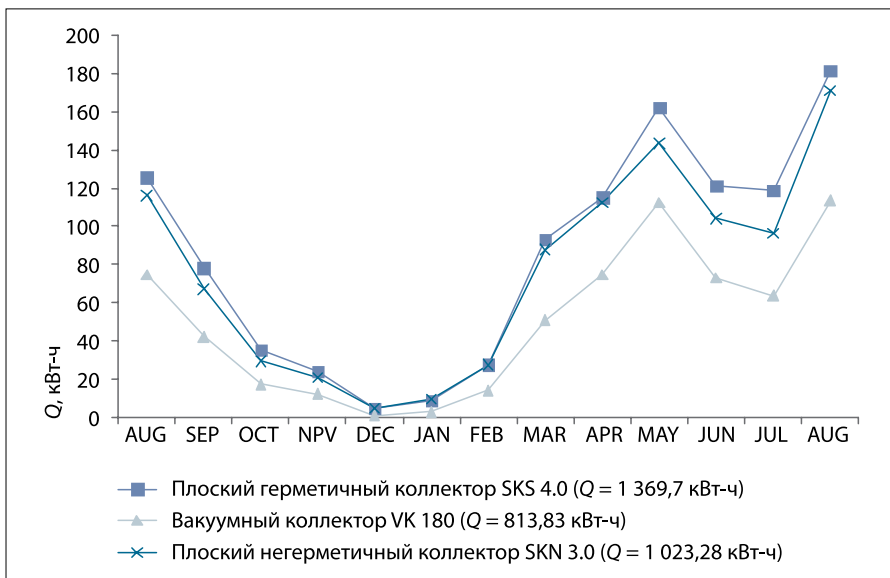
1. Плоский коллектор Logasol SKN 3.0 — K1;
- 2.) Вакуумный трубчатый коллектор VK-180 — K2;
3. Высокоэффективный герметичный плоский коллектор Logasol SKS 4.0 — K3.

Каждый солнечный коллектор оснащен комплектной насосной станцией Logasol KS 0105 и тепловым счетчиком PolluCom E, а также системой автоматического регулирования Logamatic SC20 / SC40. Все коллекторы работают на комбинированный бак-накопитель для приготовления горячей воды и поддержки отопления.

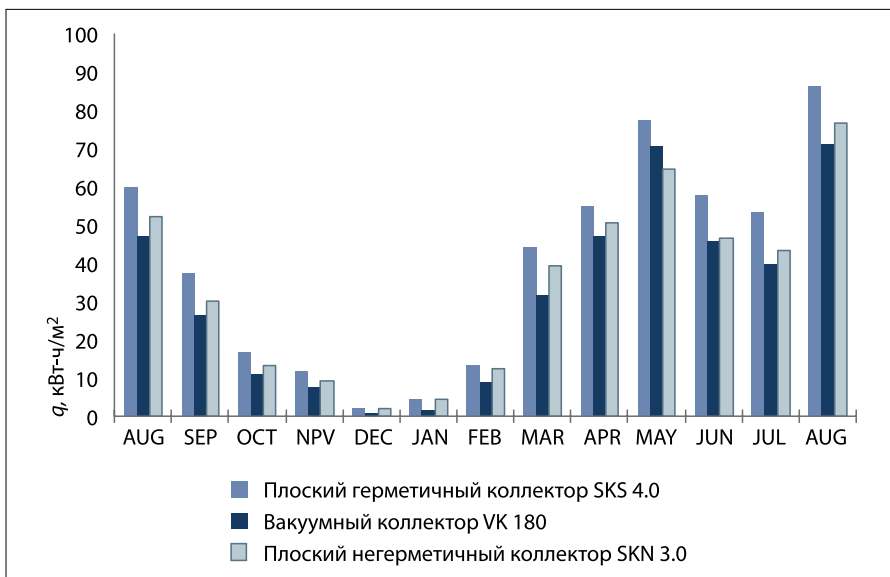
Коллекторы смонтированы на крыше учебного корпуса № 6 Национального технического университета Украины «КПИ» с углом наклона к горизонту 45° с ориентацией на юго-запад с азимутом -22°. Система предназначена для эксплуатации на протяжении всего года.

После запуска стенда сотрудниками университета постоянно велся мониторинг основных теплотехнических параметров гелиоустановки. Помимо прочих необходимых величин, регулярно фиксировалась выработка тепловой энергии, как с общей площади, так и с 1 м² (удельной площади) каждого из коллекторов для более корректного сравнения их производительности. На основе полученных данных были построены графики выработки тепла солнечными коллекторами, а также их удельной производительности в период с августа 2010 по август 2011 г. Полученные результаты представлены на рис. 3 и рис. 4 соответственно.

Проанализировав приведенные диаграммы, можно заметить, что реальная производительность за весь указанный период времени и по месяцам у плоских коллекторов больше, чем у вакуумного. Хотя, предполагалось, что с понижением температуры окружающего воздуха, вакуумный коллектор должен производить больше тепла, чем плоские, особенно в зимний период. Эти предположения основывались на приведенной выше теоретической зависимости, а именно на том, что вакуумные трубки обладают лучшими теплотехническими характеристиками благодаря теплоизоляционным свойствам вакуума и как следствие, меньшим тепловым потерям в сравнении с плоскими коллекторами. Однако нельзя забывать, что солнечные коллектора, являясь частью системы теплоснабжения, в отличие от основного теплогенератора, который располага-



•• Рис. 3. Результаты исследования работы солнечных коллекторов различных типов в период с августа 2010 по август 2011 г.



•• Рис. 4. Результаты выработки удельного количества тепла по солнечным коллекторам различных типов в период с августа 2010 по август 2011 г.

ется в защищенном от воздействия внешней среды помещении, находятся не в самых благоприятных условиях эксплуатации. Таким образом, на суммарную выработку тепловой энергии сол-

нечной установки влияет достаточно большое количество дополнительных факторов. Так, например, в период времени с температурой наружного воздуха 0 °C и ниже, из-за намерзания на ва-

куумных трубках или снегового покрова (см. рис. 5) вакуумный коллектор в рабочем состоянии находился незначительные периоды времени, несмотря на то, что в эти периоды была достаточная солнечная инсоляция. Причиной тому, как ни странно является эффективная вакуумная изоляция, значительно увеличивающая время оттаивания намерзания и схождения снежного покрова. Оттаивание снега затруднялось и по причине того, что он забивался между стеклянными трубками. В то же время, снег, сошедший без особого труда с плоских коллекторов, не препятствовал последним достаточно активно производить возможную для этого периода года тепловую энергию.

При поведении литературного анализа выяснилось, что аналогичные исследования проводились «Центром повышения уровня разработок в солнечной энергетике» (The Centre Of Excellence For Solar Engineering) при Ингольштадском университете прикладных наук (Ingolstadt University Of Applied Sciences). Целью исследований являлось измерение вырабатываемой тепловой энергии вакуумными трубчатыми и плоскими коллекторами и изучение термодинамических процессов компонентов системы солнечного теплоснабжения частного дома на две семьи (рис. 6). При этом, лаборатория для исследований расположена в самом доме.

Особое внимание данного проекта было направлено на сравнение работы современных вакуумного трубчатого и плоского солнечных коллекторов, предусмотренных для нужд нагрева воды и отопления здания. Полученные результаты были представлены на Второй европейской конференции по вопросам солнечной энергии в 2005 г. Подробное описание гелиоустановки, проведения исследований и экспериментальных данных изложено в статье «Performance Of Vacuum Tube And Flat Plate Collectors Concerning Domestic



•• Рис. 5. Влияние внешних факторов на эффективность работы солнечных коллекторов различных типов.

Hot Water Preparation And Room Heating», авторами которой являются Christoph Trinkl, Wilfried Zorner (The Centre Of Excellence For Solar Engineering At Ingolstadt University Of Applied Sciences), Claus Alt, Christian Stadler (Conergy AG). По результатам исследований данной лаборатории, за весь период испытаний, плоский солнечный коллектор выработал больше тепловой энергии для общей площади, несмотря на более низкие значения (паспортные) номинальной эффективности. По мнению авторов, вакуумный трубчатый коллектор, не оправдал ожидания о более высоком уровне выработки тепловой энергии, и поэтому плоский солнечный коллектор является предпочтительной альтернативой для солнечных систем.

Подводя итоги, можно сказать, что для климатических условий Украины могут быть применены оба типа коллекторов (плоские и вакуумные). Тем не менее, в настоящее время в Европе, в частности Германии, одной из лидирующих стран по количеству установленных геосистем, доля плоских коллекторов составляет порядка 90%. Однако необходимо помнить, что применение солнеч-



❖❖ Рис.6. Жилой дом на две семьи с использованием солнечной энергии, расположенный в Баварии.

ной системы, как сложного механизма, будет экономически оправдано только при условии ее работы с максимальной эффективностью и выработкой максимального количества тепловой энергии в течение всего периода эксплуатации. Также для корректной оценки эффек-

тивности функционирования системы следует проводить сравнение и анализ не только паспортных (мгновенных) значений отдельно взятых компонентов, но и суммарную выработку энергии всей системой за весь период эксплуатации. ●