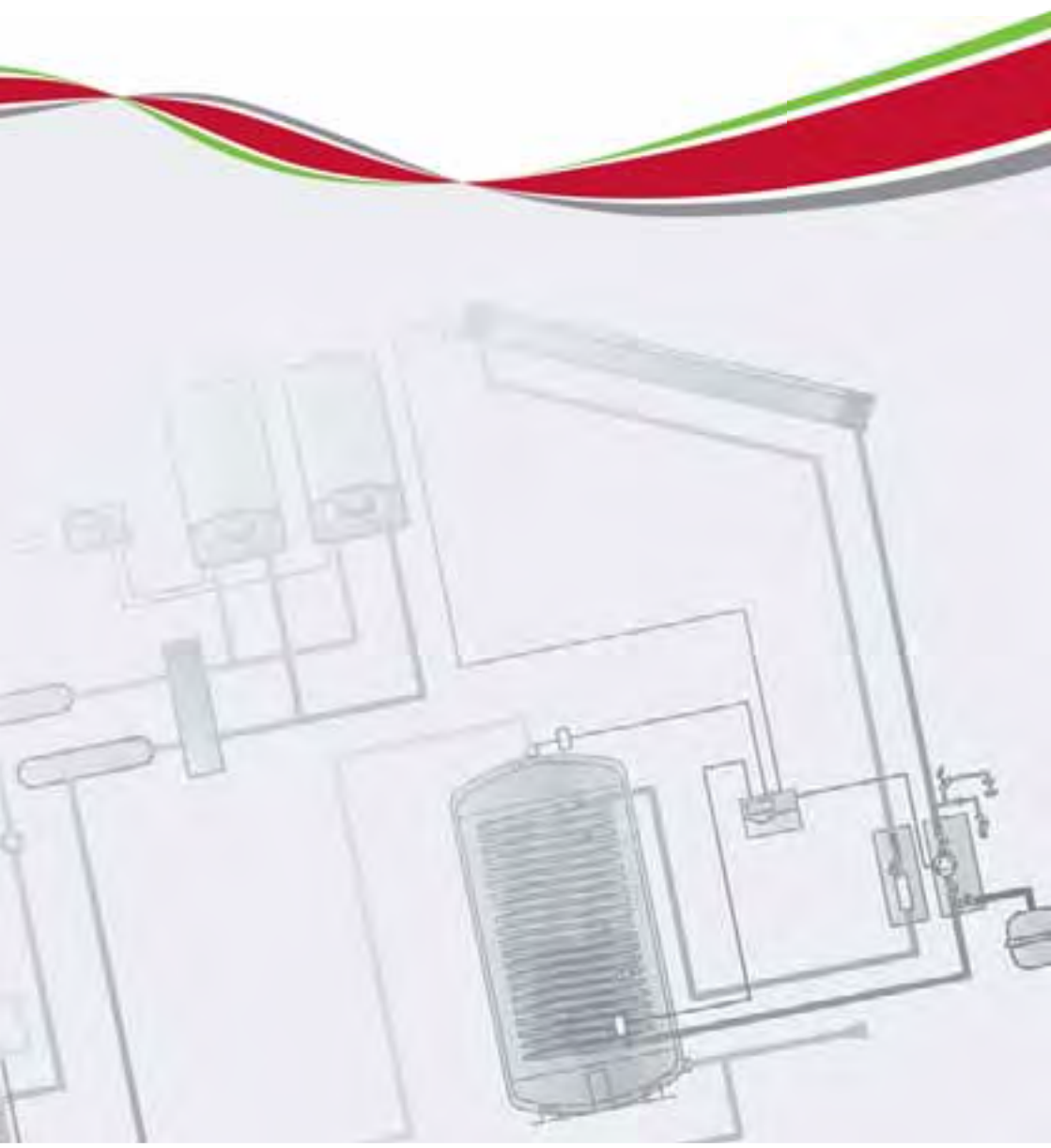


СОЛНЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ



В ЭТОЙ ИНСТРУКЦИИ

СОЛНЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ

4_ ВВЕДЕНИЕ

34_ КОНСТРУКЦИЯ

47_ УСТАНОВКА

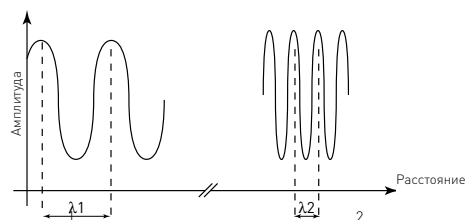
61_ ЗАПУСК И ОБСЛУЖИВАНИЕ



Введение

СВЕТ КАК ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

Электромагнитные волны распространяются прямолинейно со скоростью 300.000 км/с. В отличие от механических волн, таких как вибрации, им не требуется материальная среда (жидкость, газ или твердое вещество), которая будет их переносить, они могут двигаться даже в вакууме. Если рассмотреть часть электромагнитной волны в определенный момент времени, мы заметим синусоидальное движение с пиками электромагнитного поля которые наблюдаются через равные промежутки в пространстве. Высота пиков называется "амплитуда A", расстояние между ними называется "длина волны λ ".



Длины волн классифицируются по группам, все эти группы составляют "электромагнитный спектр" который распространяется от гамма лучей (для них λ = пикометры) до радиоволн (для них λ = километры). В средней части спектра, между 0,3 и 10 нанометров, находится так называемая "область видимого света".

ультрафиолет	видимый	ближний инфракрасный	дальний инфракрасный	
0,3	0,4	0,75	3	λ [μm]

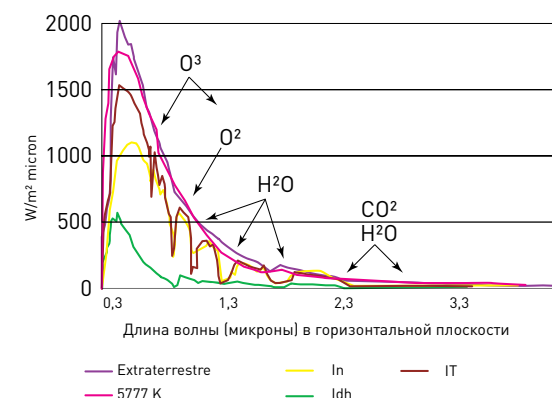
Солнечное излучение (неправильно называемое светом) состоит из "пучка" электромагнитных волн с разной длиной волны и шириной спектра, который переносит количество энергии E. В солнечном свете, который движется в пространстве, присутствуют все частоты электромагнитного спектра в различном количестве и с разной интенсивностью (Вт/м²).

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С АТМОСФЕРОЙ

Солнечное излучение проходит через атмосферу и на этом пути подвержено изменениям интенсивности и направления в результате взаимодействия с веществами, из которых состоит атмосфера. Взаимодействие с атмосферой происходит «избирательно», это означает, что некоторые длины волн поглощаются и отклоняются сильнее, чем другие. Существует два основных взаимодействия:

- Поглощение
"Большие" элементы атмосферы (по сравнению с длиной волны солнечного излучения) могут полностью поглотить пучок падающего излучения или уменьшить его интенсивность. Таким образом, повышая внутреннюю энергию и, соответственно, температуру, выделяя длинноволновое излучение, которое также частично попадает на землю вместе с диффузным излучением.
- Диффузия

Другие «мелкие» элементы (такие как молекулы воздуха) вносят изменения в направление распространения пучка излучения, вызывая его рассеяние и повышая уровень коротковолнового рассеянного излучения, которое приходит со всего неба.



ГЛОБАЛЬНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ И ЕГО КОМПОНЕНТЫ

В соответствии с тем, что мы уже знаем, солнечное излучение, которое попадает на систему, состоит из следующих компонент, показанных на рисунке:

- Прямое, идущее от диска солнца без изменения направления.
- Рассеянное, идущее от всего неба.
- Отраженное, идущее от окружения.

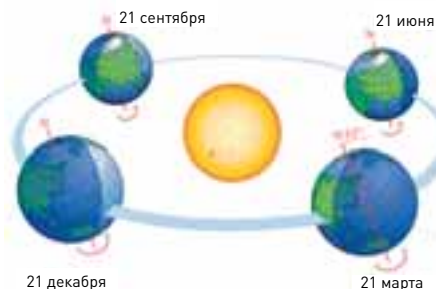


ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОЛИЧЕСТВА СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

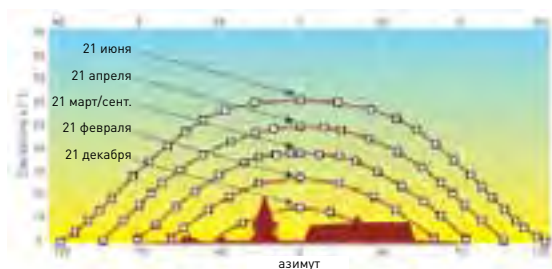
Ежегодное количество солнечной энергии, падающей на квадратный метр горизонтальной поверхности сильно зависит от широты. Кроме того, для конкретного географического положения, ежедневное среднее количество собираемой энергии зависит от времени года. Наконец, мгновенная солнечная мощность изменяется непрерывно в зависимости от времени суток и метеорологических условий.

СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ

Для заданного географического положения, каждый день года солнце движется по другой траектории на небе. Каждая траектория определяется двумя углами, азимутом и возвышением, которые зависят от времени.



Максимальная высота солнца в середине дня легко рассчитывается для 2 дней солнцестояния (21 июня и 21 декабря) и солнцестояния (21 марта и 21 сентября).
 = Равноденствия: широта 90°
 = Солнцестояния: (широта 90°) $\pm 23^\circ$



ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ

Из-за кривизны Земли, солнечный свет падает под разным углом в зависимости от широты. При приближении к тропику, солнечные лучи падают «более перпендикулярно» Земле, проходя, таким образом, через меньший слой атмосферы. Это значит, что солнечные лучи в среднем, «более мощные» на низких широтах.

Во время лета, меньший средний наклон солнечных лучей позволяет им проходить через меньшую толщину атмосферы и падать на землю с «большой мощностью». Кроме того, большая высота солнца приводит к траектории, обеспечивающей большую длительность светового дня. Благодаря этим двум эффектам, в Италии наблюдается разница солнечной освещенности в течении дня, составляющая 400% (от 2 кВт ч/м² в день до 8 кВт ч/м² в день).

СУТОЧНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ

Для заданного географического положения, мощность солнечного излучения изменяется в течении дня по двум причинам:

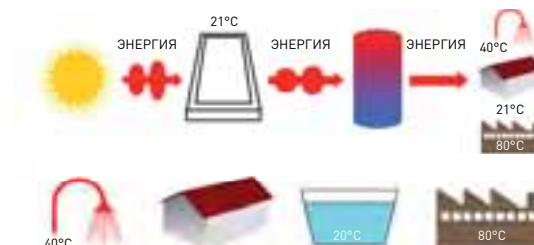
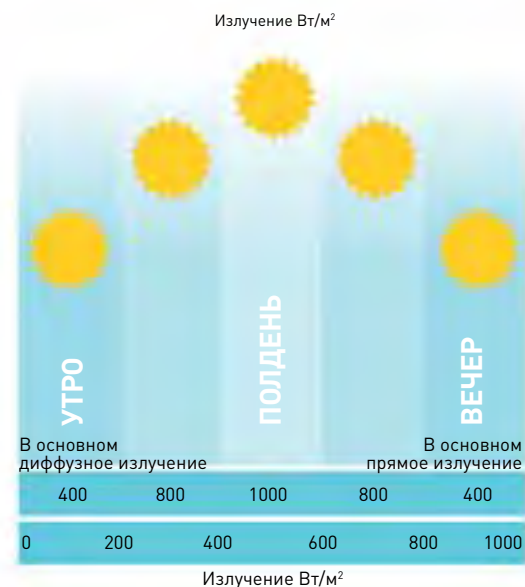
- Небесные: связаны с изменением положения Солнца на небе в течении дня.
- Метеорологические: связанные с местными атмосферными условиями (такими как туман) или глобальными атмосферными явлениями (такими как облачность, вызванная атлантическими потоками).

ОСНОВНОЙ ПРИНЦИП СОЛНЕЧНОГО НАГРЕВА

Солнечные нагревательные системы улавливают энергию, излучаемую солнцем, и передают ее воде-теплоносителю, которая в результате этого нагревается. Хранимая горячая вода представляет собой «термальную батарею», которая делает доступность и подачу солнечной энергии (количество которой очень изменчиво) более стабильной и постоянной во времени.

ОСНОВНЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ СОЛНЕЧНОГО НАГРЕВА

Собранная энергия в основном используется для нагрева бытовой горячей воды, но также может использоваться и для других целей – обогрев помещений, подогрев бассейнов или промышленный обогрев.



ОСНОВНЫЕ ТИПЫ СОЛНЕЧНЫХ УСТАНОВОК

Базовая солнечная система обогрева состоит из:

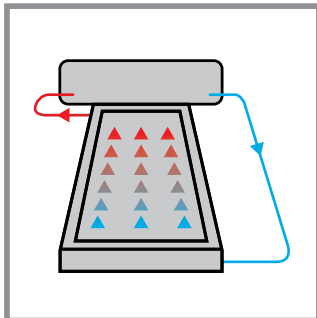
- Солнечного коллектора (также называется «солнечная панель»), который собирает энергию, излучаемую солнцем.
- Бак для хранения воды (также называется «бойлер»), который хранит и поддерживает тепло, полученное от коллектора.
- Гидравлические и управляющие элементы, обеспечивающие передачу энергии от коллектора к баку. В системах нагрева теплота передается жидкостью (называется «перенос тепла») между солнечной панелью и бойлером. Жидкость (смесь воды и антифриза) может течь свободно или перекачиваться насосом. По этой причине есть два основных типа солнечных систем: с естественной циркуляцией и вынужденной циркуляцией.

ЕСТЕСТВЕННАЯ ЦИРКУЛЯЦИЯ

Это чрезвычайно дешевые системы, их работа основана на следующем принципе: у нагретой жидкости уменьшается плотность и она стремится подняться вверх.

В системах с естественной циркуляцией, жидкость-теплоноситель, нагретая солнцем в коллекторе, становится легче и свободно перемещается вверх в бойлер, где она передает тепло бытовой горячей воде. После теплообмена, более холодная и тяжелая жидкость-теплоноситель опускается обратно в солнечный коллектор и начинает снова нагреваться.

Таким образом, для работы системы не требуются электрические устройства, если у системы низкие потери на нагрузку и бойлер расположен над солнечной панелью и выше ее.



ПРЕИМУЩЕСТВА

- Просто и надежно.
- Дешево.
- Не потребляется электричество.
- Абсолютно не требует пространства внутри дома.
- Меньшие вложения.

НЕДОСТАТКИ

- Плохо сочетается с архитектурой.
- Применение ограничено небольшими солнечными системами для домашнего горячего водоснабжения.
- Низкое время работы.
- Высокое рассеяние тепла из-за того, что бойлер расположен снаружи.
- Повышенная опасность перегрева.
- Повышенная опасность заморозания.
- Сложность установки из-за веса бойлера (особенно на очень наклоненных крышах).

СИСТЕМА С ПРЯМОЙ ЕСТЕСТВЕННОЙ ЦИРКУЛЯЦИЕЙ

Есть единственный открытый контур – санитарный. Бытовая горячая вода циркулирует напрямую между коллектором и бойлером

ПРЕИМУЩЕСТВА

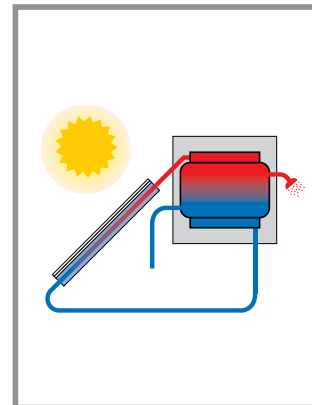
- Чрезвычайно простая система.
- Более дешевый бойлер.

НЕДОСТАТКИ

- Бытовая горячая вода контактирует с менее «гигиеничной» средой (коллектор).
- Бытовая горячая вода может выделять большие количества кальция, быстро уменьшая эффективность коллектора или вызывая коррозию.
- Нельзя использовать антифриз, поэтому систему нужно полностью сливать, если температура падает ниже нуля, чтобы избежать разрыва коллектора в результате заморозания труб.

СИСТЕМЫ С НЕПРЯМОЙ ЕСТЕСТВЕННОЙ ЦИРКУЛЯЦИЕЙ

Имеется два контура: открытый санитарный контур и закрытый первичный. В первичном контуре происходит циркуляция между коллектором и бойлером. У бойлера есть кожух теплообменника, через который тепло передается от первичной жидкости на контур бытовой горячей воды, которая при необходимости подается пользователю.



ПРЕИМУЩЕСТВА

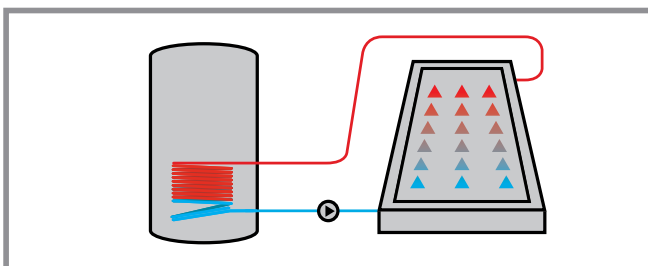
- Всегда «гигиенически чистая» бытовая горячая вода (контактирует только с эмалированным или выполненным из нержавеющей стали бойлером).
- Низкое влияние коррозии или кальцификации.
- Не обязательно сливать (по крайней мере, до температур выше -10 °C).

НЕДОСТАТКИ

- Немного более сложная и дорогая система по сравнению с прямыми системами.

ПРИНУДИТЕЛЬНАЯ ЦИРКУЛЯЦИЯ

В солнечных системах нагрева не всегда возможно или удобно установить внешний бойлер вместе с панелями. Таким образом, возникает необходимость в использовании циркуляционного насоса, которым управляет электронный модуль управления. При помощи датчиков модуль управления непрерывно отслеживает температуры как панелей, так и бойлера, включая циркуляционный насос только тогда, когда температура воды в панелях выше, чем в бойлере. В этой системе нет особых ограничений на положение и расстояние между бойлером и солнечным коллектором.

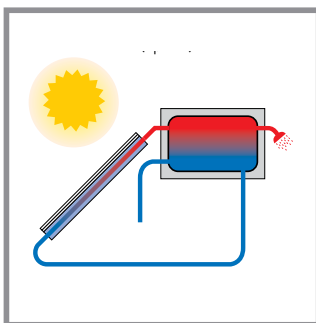


ПРЕИМУЩЕСТВА

- Полное управление системой.
- Более высокая эффективность.
- Возможность установок большей мощности.
- Гибкость применения.
- Система меньше выделяется визуально.
- Уменьшенные потери тепла из-за установленного в помещении бойлера, увеличенное время нагрева.

НЕДОСТАТКИ

- Более высокая стоимость и сложность.
- Требуется пространство в здании (для насоса и бойлера).
- Потребляет электроэнергию.
- Необходимость в правильной настройке некоторых параметров на модуле управления.
- В общем случае более сложная система.



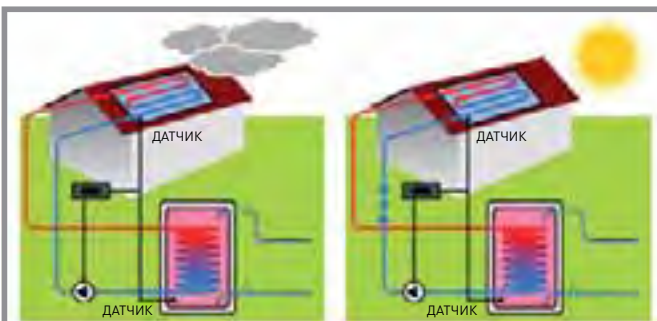
«СТАНДАРТНЫЕ» СИСТЕМЫ С ПРИНУДИТЕЛЬНОЙ ЦИРКУЛЯЦИЕЙ

В таких системах с принудительной циркуляцией, первичный контур должен быть полностью заполнен жидкостью во время запуска.

Первичный контур выглядит точно так же, как и система нагрева.

В холодное время года, коллектор, заполненный жидкостью-теплоносителем, должен защищаться от разрыва в результате расширения при охлаждении.

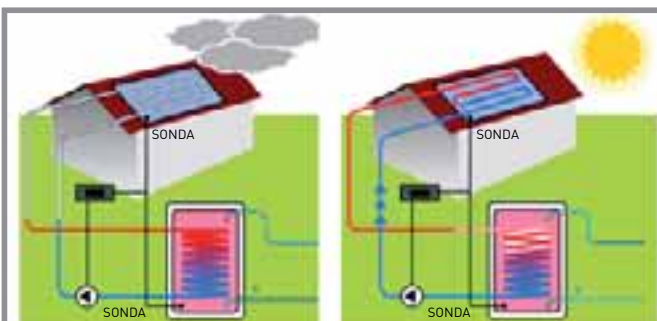
По этой причине в качестве жидкости-теплоносителя используется смесь воды и пропилен гликоля (у которого низкая температура замерзания).



СИСТЕМЫ С ПРИНУДИТЕЛЬНОЙ ЦИРКУЛЯЦИЕЙ И ОБРАТНЫМ СЛИВОМ

В этих системах контур должен быть частично заполнен.

Когда циркуляционный насос выключен, коллектор, который должен обязательно находиться сверху, пуст, а вся жидкость первичного контура находится в спирали бойлера (или соответствующем контейнере). Когда циркуляционный насос включен, жидкость перекачивается вверх и заполняет панели. Однако, в некоторых частях контура (таких как спираль) жидкость может занять весь доступный объем в системе. Для работы и гарантирования полного слива коллекторов, система должна иметь точные размеры (высота, длина, диаметр, наклон труб и т.д.).



ПРЕИМУЩЕСТВА

- Хорошо работает с насосом для низкого напора, работающим с постоянным количеством оборотов.
- Тихая и эффективная электрическая система
- Чрезвычайно простая система.
- Нет особых ограничений на высоту системы и положение коллектора относительно бойлера.

НЕДОСТАТКИ

- Необходимы антифриз, расширительный бак и группа безопасности.



ПРЕИМУЩЕСТВА

- Не нужен антифриз*, расширительный бак и группа безопасности.
- Более эффективный теплообмен (из-за отсутствия гликоля*, который уменьшает теплоемкость жидкости).
- Низкие затраты на периодическое обслуживание.

НЕДОСТАТКИ

- Может быть шумной, из-за того, что трубы постоянно заполняются и сливаются.
- Требуется два насоса для запуска (или насос с большим модулируемым всасыванием) чтобы поднять воду вверх в самом начале.
- Ограниченная высота установки системы (максимум 10–12 метров).
- Коллекторы подвержены разрушению из-за высыхания (при высокой температуре).
- На практике антифриз всегда добавляется из соображений безопасности, так как даже небольшие остатки воды в коллекторе после слива могут вызвать разрыв при замерзании.

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРИНЦИПЫ СОЛНЕЧНЫХ СИСТЕМ

ПОКРЫТИЕ

Это процентное соотношение показывает, сколько энергии получается от солнечной установки по сравнению с суммарной энергией, необходимой в данном применении (затраты для бытовой горячей воды, обогрева помещений или подогрева бассейна).

$$C = \frac{E_U}{E_N}$$

Где:

E_U = солнечная энергия, использованная в процессе потребления.

E_N = общая энергия, необходимая в процессе потребления.

Это соотношение можно рассчитать для различных опорных промежутков времени (год, месяц, неделя). Мы будем рассматривать годовое, месячное и недельное покрытие.

После определения месячного потребления энергии E_N , покрытие системы можно повысить в случае:

- Увеличения количества солнечных коллекторов.
- В климатических зонах с большим количеством солнечного излучения.
- Летом.

Типовые значения месячного покрытия (для бытовой горячей воды)

Январь 20 %- июль 90 %.

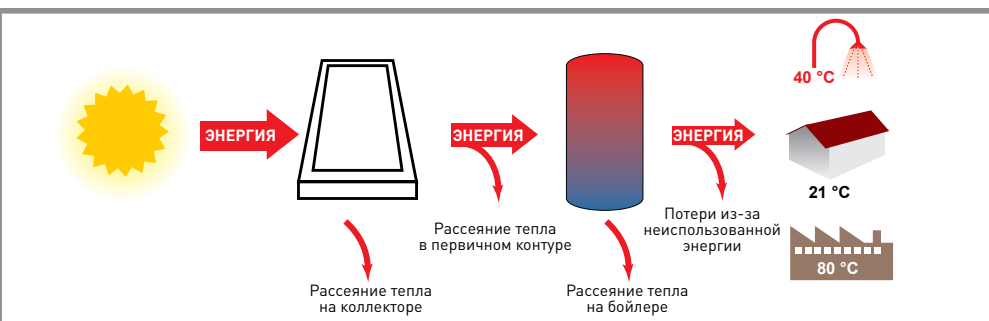
Типовые значения годового покрытия (для бытовой горячей воды)

От 40 % до 70 %.

Типовые значения годового покрытия

(для бытовой горячей воды и обогрева помещений)

От 10% до 25%.



ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Это процентное соотношение, показывающее, как много энергии получается от солнечной системы по сравнению со всей падающей на поверхность коллектора энергией.

$$\eta = \frac{E_U}{E_I}$$

Где:

E_U = солнечная энергия, использованная в процессе потребления..

E_I = солнечная энергия на поверхности коллектора.

Это соотношение можно рассчитать для различных опорных промежутков времени (год, месяц, неделя).

После определения (месячного) потребления энергии E_N , эффективность системы можно повысить благодаря следующим действиям:

- Установка более эффективных коллекторов (качество конструкции).
- Уменьшение температур солнечного контура или в результате уменьшения температуры окружающего воздуха (уменьшение рассеяния на коллекторе).
- Уменьшение потерь тепла в контуре и накопительном баке (улучшенная термоизоляция).
- Уменьшение количества солнечных коллекторов, убрав лишние из-за того, что часть солнечной энергии не используется (уменьшение размеров).

Типовые значения годовой эффективности (для бытовой горячей воды)

От 30 % до 50 %.

Типовые значения годовой эффективности (для бытовой горячей воды и обогрева помещений)

От 20 % до 30 %

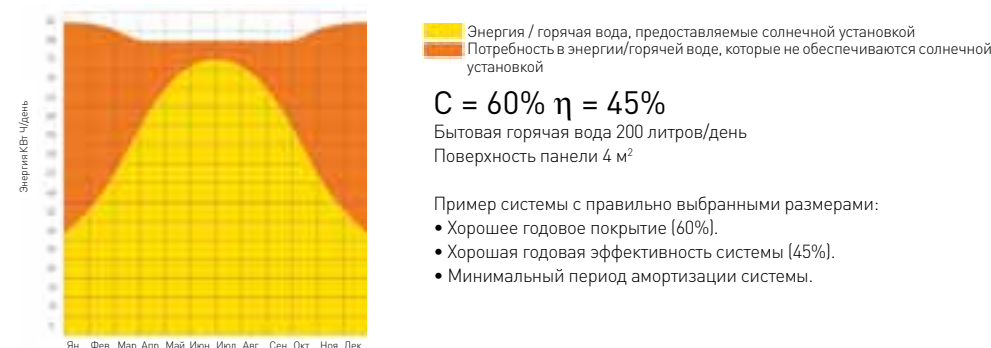
[Летом обогрев помещений не требуется, поэтому получается излишек энергии, который не используется, в результате чего эффективность системы падает].

ПОКРЫТИЕ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Бойлер предоставляет только ту энергию, которая требуется для нагрева. Если энергия не требуется, бойлер остается выключенным, поэтому нет смысла говорить об эффективности при нулевом потреблении. С другой стороны, солнечная система нагрева продолжает поглощать солнечную энергию, даже если в ней нет потребности и бойлер уже полностью нагрет. С этой точки зрения есть смысл говорить об эффективности при нулевом потреблении.

Для точности, при таких условиях вся избыточная солнечная энергия утрачивается (например, то же самое происходит, если мы доливаем воду в уже полную емкость). Эти «отходы» солнечной энергии вызывают перегрев коллектора (явление застоя), приводит к падению мгновенной эффективности системы до нуля и понижает значения годовой и сезонной эффективности.

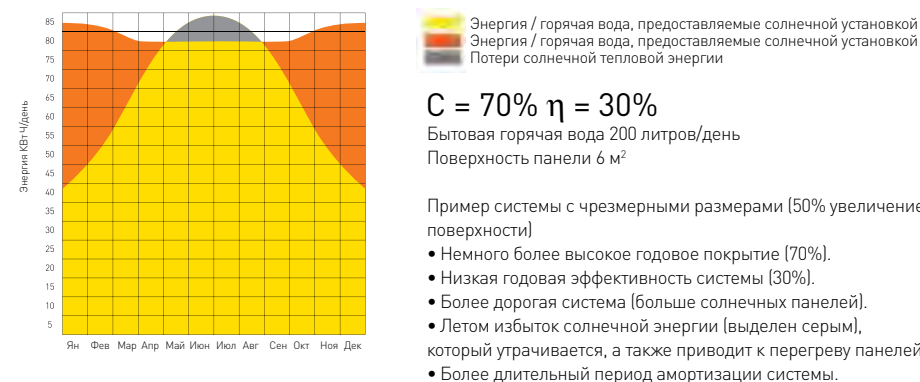
Критерий хорошей конструкции – не устанавливать коллекторов больше, чем нужно для предполагаемого потребления.



Хорошо спроектированная солнечная система должна обеспечивать 100% энергетических потребностей только в летние месяцы. В другие месяцы мы должны удовлетворяться тем, что мы можем получить.

Если покрытие слишком сильно увеличивается, есть опасность того, что эффективность системы упадет, вы платите за слишком большую систему, период амортизации увеличивается, возникает больше проблем, связанных с перегревом коллектора в летние месяцы.

Часто во внимание принимается только эффективность солнечных коллекторов (которая никогда не изменяется более чем на 5–10%), и забывается о том, что можно потерять до 30 процентов на эффективности за год из-за неправильного размера (а также из-за неправильного начального запуска системы).



СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ УСТАНОВКИ

Среднее количество энергии, получаемое от солнца, сильно изменяется в течении года.

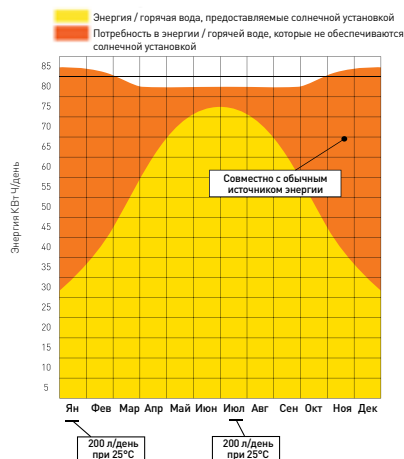
В Италии, летом излучается до 7–8 кВт ч/м² энергии, в то время как зимой значение почти в 4 раза меньше [2–3 кВт ч/м²]. Дневная разность температур воды в бойлере.

- Лето: $\Delta T = 60^\circ\text{C}$ -> температура бойлера $T = 70^\circ\text{C}$ -> можно принять душ.
- Зима: $\Delta T = 15^\circ\text{C}$ -> температура бойлера $T = 25^\circ\text{C}$ -> нельзя принять душ.

По этой причине, если летом Солнце может обеспечить нас 100% энергии, повышая температуру хранимой воды приблизительно на 60°C , зимой оно может дать только 20%, повышая температуру хранимой всего на 15°C .

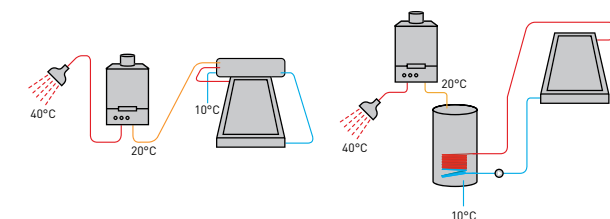
При использовании круглый год, солнечная установка должна использоваться совместно с обычной системой нагрева, которая будет работать, обеспечивая нагрев после предварительного подогрева Солнцем.

Объединение со стандартными источниками энергии может осуществляться с применением двух стратегий: хранения и потребления.



СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВО ВРЕМЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ

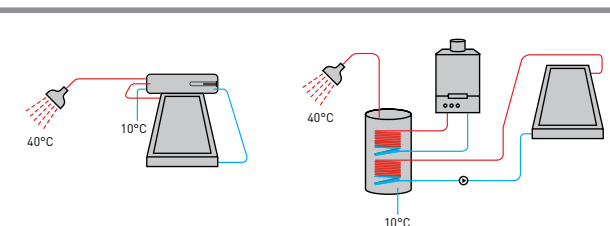
Вода, предварительно нагретая солнцем доводится до необходимой для использования температуры путем прохождения через бойлер или проточный нагреватель.



Естественная циркуляция + бойлер/проточный нагреватель воды.
Принудительная циркуляция с бойлером с одной спиралью + бойлер / проточный нагреватель воды.

СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРЕД ПОТРЕБЛЕНИЕМ

Вода, предварительно нагретая солнцем доводится до необходимой для использования температуры на фазе хранения благодаря нагревательному элементу или спирали + бойлеру только для обогрева.



Естественная циркуляция + электрический нагревательный элемент.
Система с принудительной циркуляцией и цилиндром с двойной спиралью + бойлер только для обогрева.

Коллектор – это элемент солнечной системы обогрева, предназначенный для сбора солнечной энергии. Солнечный коллектор получает энергию от солнца, после чего передает ее часть жидкости-теплоносителю, которая течет в системе, а другую ее часть выделяет в окружающую среду, из-за оптического, термического и конвективного рассеяния.

В определенный момент, чем больше рассеяние, тем ниже эффективность солнечного коллектора.

НЕОСТЕКЛЕННЫЙ КОЛЛЕКТОР

Это коллектор, изготовленный из пластиковых трубчатых элементов, которые нагреваются солнечным излучением и передают тепло жидкости-теплоносителю системы. Неостекленные коллекторы не имеют никакой защиты от теплового конвективного рассеяния в окружающий воздух. По этой причине, как только условия ухудшаются (холодный воздух, очень горячая жидкость или мало солнечного излучения), этот коллектор имеет нулевую эффективность и больше не производит горячую воду. Он в основном пригоден для использования летом и в областях с сильным солнечным излучением, для подогрева бассейнов, летних домиков, душевых кабинок.

ПРЕИМУЩЕСТВА Дешевый – Простой в установке.

НЕДОСТАТКИ Низкая эффективность – Ограниченная применимость.



ОСТЕКЛЕННЫЕ ПЛОСКИЕ КОЛЛЕКТОРЫ

Состоят из поглощающей теплопластины, в которой течет жидкость-теплоноситель.

Поверхность пластины обычно проходит обработку, чтобы лучше поглощать солнечное излучение.

Поглощающая тепло пластина находится между передним защитным стеклом и крышкой из алюминия или стали, обеспечивающими хорошую изоляцию. Горячие трубы, защищенные от внешнего воздуха стеклом (сверху) и слоем изоляции (снизу и по бокам) гарантируют хорошую эффективность поглощения даже при холодном окружающем воздухе, средних или высоких температурах жидкости-теплоносителя или низком уровне солнечного излучения.

Это наиболее распространенный тип солнечных коллекторов в мире.

Они лучше всего подходят для круглогодичного обеспечения бытовой горячей водой, сезонного подогрева плавательных бассейнов.



РАБОТА ПЛОСКОГО КОЛЛЕКТОРА

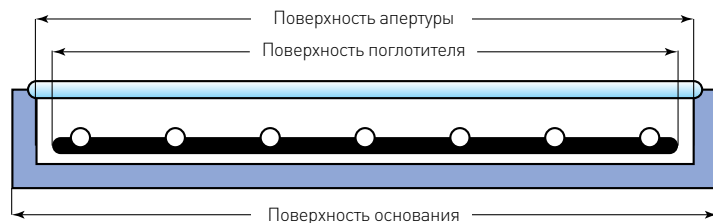
Внутри коллектора находится область собственно коллектора (или основная поверхность) и область поглощения (или поглощающая поверхность).

Поток энергии, поступающий в жидкость, претерпевает много потерь, описанных ниже.

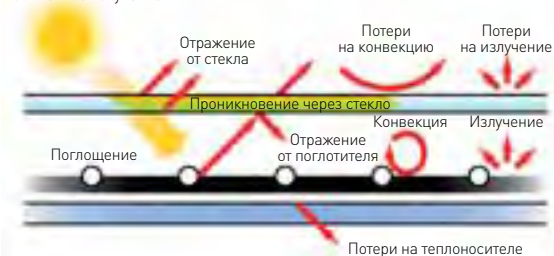
Давайте рассмотрим один солнечный луч (который идет от прямого или диффузного источника), который попадает на стекло солнечной панели. Стекло частично отражает его (не только внешней поверхностью, но и внутренней).

Луч также частично поглощается стеклом, которое из-за этого нагревается.

Оставшаяся часть солнечного луча попадает на поглотитель, на котором она частично отражается и снова попадает на стекло, и частично поглощается жидкостью-теплоносителем.



Солнечное излучение



Когда пластина поглотителя нагревается, она рассеивает тепло тремя способами:

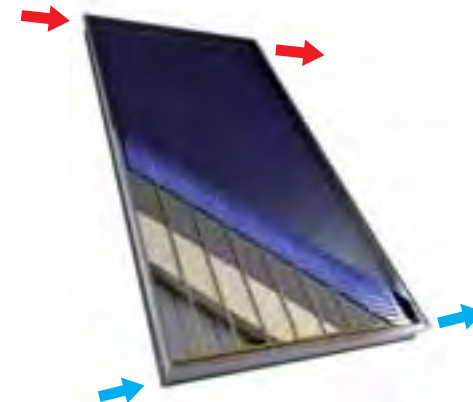
- 1) Нагрев изоляционного слоя благодаря теплопроводности
- 2) Нагрев через конвекцию воздуха в коллекторе, который нагревает стекло, и, таким образом, внешний воздух.
- 3) Выделение тепла путем излучения, так как все нагретые тела начинают излучать в инфракрасном диапазоне.

ДЕТАЛИ КОНСТРУКЦИИ КОЛЛЕКТОРА

С точки зрения выше сказанного, хороший плоский остекленный коллектор должен иметь следующие характеристики:

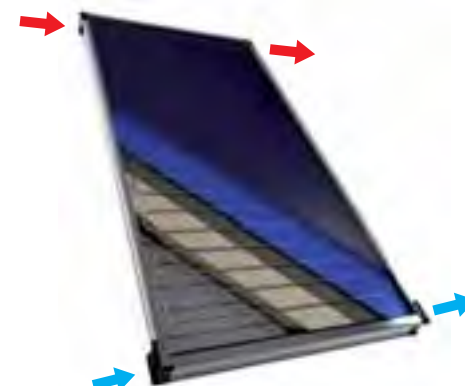
- Предотвращающее отражение и очень прозрачное стекло.
- Поглотитель с покрытием, предотвращающим отражение и низким тепловыделением.
- Термоизоляция, устойчивую к высоким температурам, с низкой теплопроводностью (Вт/мК) и большой толщиной.
- Поглотитель должен быть хорошим проводником и иметь достаточное количество трубок (точек «отбора» солнечного тепла).

Поглотитель может быть изготовлен несколькими способами: металлический лист с обработкой для повышения поглощения* и уменьшения излучения**, приваренный к трубам. Используемая технология сварки должна гарантировать хороший тепловой контакт, прочность в течении времени и максимальную автоматизацию процесса производства (несколько примеров процесса сварки: ультразвуковой, лазерный и прокатка). Элементы могут иметь структуру типа решетки или типа змеянки, они привариваются к листу с использованием различных технологий. Как вариант, может использоваться поглотитель из двух слоев прессованной стали, сваренных прокаткой и покрашенных краской с избирательными характеристиками.



СТРУКТУРА ТИПА РЕШЕТКИ

- Более высокий поток. Возможны ограниченные потери нагрузки.
- Низкая разность температур между входом и выходом.
- Более высокая эффективность при сильном солнечном излучении (большее поглощение тепла).
- Прочность конструкции.



СТРУКТУРА ТИПА СЕРПАНТИНА

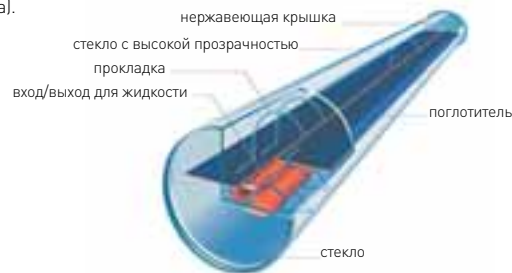
- Подходит для низких потоков.
- Более высокие потери на нагрузку.
- Более высокая разность температур между входом и выходом.
- Более устойчивая работа в условиях низкого солнечного излучения (меньше включений и выключений насоса).

КОЛЛЕКТОР С ВАКУУМНЫМИ ТРУБКАМИ

Он состоит из рядов параллельных стеклянных трубок, внутри каждой из которых находится поглощающий элемент, который собирает солнечную энергию и передает ее жидкости-теплоносителю. Внутри трубки создан вакуум, который изолирует поглощающий элемент, предотвращая конвекционное рассеяние тепла. Поглощающий элемент обычно изготавливается из листов металла (меди), с покрытием, обеспечивающим высокое поглощение* и низкое излучение** и медных трубок, по которым течет жидкость-теплоноситель, поступающая и выходящая из трубок отвода.

Другая часть коллектора в основном состоит из гидравлического соединения и выполняет опорную функцию для отдельных трубок.

Эта система чаще встречается в областях с более холодной погодой и меньшим количеством солнечного излучения (в частности северная Италия и северная Европа).



ПРЕИМУЩЕСТВА

- Возможность достижения более высоких рабочих температур. Это может быть полезным для производства тепла в промышленных применениях
- Ограничение потерь тепла благодаря превосходной тепловой изоляции
- Более высокая эффективность.

НЕДОСТАТКИ

- Высокие температуры застоя (при соответствующей температурной нагрузке на все материалы рядом с панелью и на жидкость-теплоноситель).
- Больше образование пара в случае застоя.
- Обычно более высокая стоимость плоского коллектора.
- Возможность повреждения и потери вакуума в результате града.

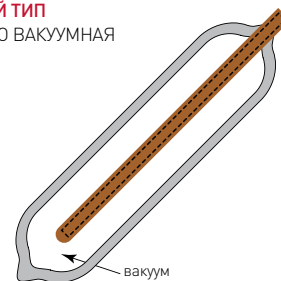


ДЕТАЛИ КОНСТРУКЦИИ КОЛЛЕКТОРА С ВАКУУМНЫМИ ТРУБКАМИ

В медные трубки помещается специальная жидкость, очень чувствительная к теплу. Солнечное тепло приводит к испарению жидкости. В верхней части трубки такое испарение приводит к высокой концентрации тепла, которое выпускается в водяной контур системы через контакт коллектора. После отдачи тепла, жидкость в трубке охлаждается, возвращается в жидкое состояние и опускается вниз. Для этого принципа требуется минимальный наклон трубки поглотителя, от 20° до 30°, в зависимости от производителя.

ТРУБЧНЫЙ ТИП

ПОЛНОСТЬЮ ВАКУУМНАЯ



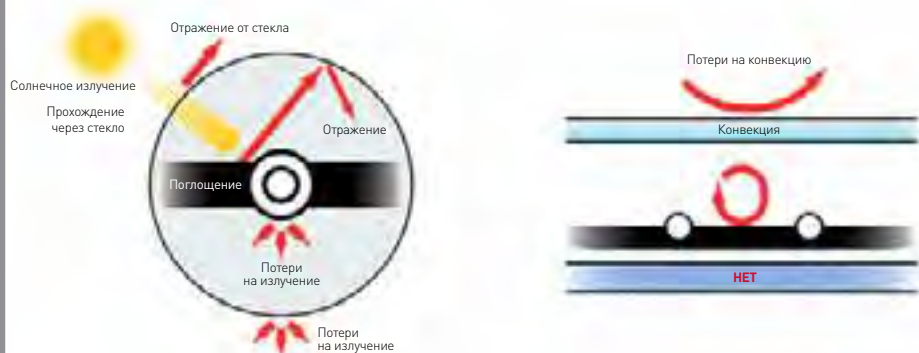
ВАКУУМНАЯ С ПОЛОЙ СТЕНКОЙ



РАБОТА КОЛЛЕКТОРА С ВАКУУМНЫМИ ТРУБКАМИ

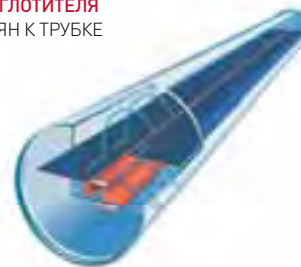
Поток энергии, попадающий в жидкость подвержен многим потерям, описанным ниже. Рассмотрим одиночный солнечный луч (идущий от прямого или диффузного источника), который попадает на стекло трубки с отводом. Стекло частично отражает его (не только внешней поверхностью, но также и внутренней). Луч также частично поглощается стеклом, в свою очередь, нагревая его.

Оставшаяся часть солнечного луча попадает на поглотитель, которым она частично отражается и снова попадает на стекло, оставшаяся часть поглощается жидкостью-теплоносителем. Когда поглотитель нагревается, он начинает рассеивать солнечное тепло путем излучения, становясь излучателем инфракрасных волн как и все нагретые тела. Для этого типа панелей, нет потерь на конвекцию из-за отсутствия воздуха внутри трубки.



ТИП ПОГЛОТИТЕЛЯ

ПРИПАЯН К ТРУБКЕ



НЕ ПРИВАРЕН К ТРУБКЕ

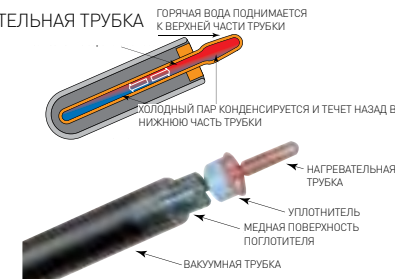


ТИПА ТЕПЛООБМЕННИКА

ПРЯМОГО ОБМЕНА



НАГРЕВАТЕЛЬНАЯ ТРУБКА



Фундаментальные принципы коллекторов

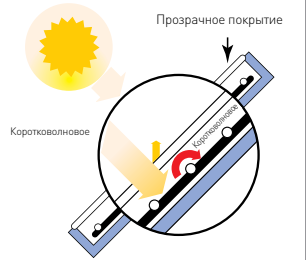
СЕЛЕКТИВНОСТЬ СТЕКЛА

Солнечные лучи должны легко проходить через стекло (без их поглощения или отражения), особенно те, которые имеют максимум спектра мощности в коротковолновом диапазоне (0,2–3 мкм). В то же время, когда нагретая солнцем поглощающая пластинка начинает рассеивать энергию в длинноволновом диапазоне (инфракрасная часть спектра), стекло должно предотвращать выход этих волн наружу «отражая» их снова на пластинку. Этот эффект похож на широко известный «парниковый эффект».

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ИЗОЛЯЦИЯ КОЛЛЕКТОРОВ

Тепловая изоляция задней и боковых частей позволяет избежать значительной части тепловых потерь. Чтобы достигнуть этой цели, необходимо следующее:

- использовать материалы, устойчивые к высоким и низким температурам, сохраняющих свои изоляционные свойства под влиянием влаги, легкие, дешевые и не приводящие к загрязнениям;
- гарантировать нужную толщину изоляционного слоя.

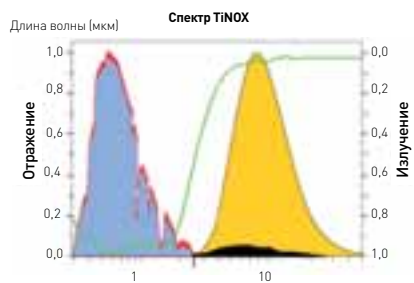


ИЗБИРАТЕЛЬНОСТЬ ПОГЛОЩЕНИЯ И ИЗЛУЧЕНИЯ ПЛАСТИНЫ

Избирательность поглощающей пластины характеризуется как высокой степенью поглощения солнечного излучения в коротковолновом диапазоне (от 0,2 до 3 мкм), большая часть которого поглощается или отражается стеклом, так и низким излучением в длинноволновом диапазоне (в основном инфракрасном), излучаемым пластиной при рабочей температуре. Хорошие показатели для избирательности следующие:



Не сложно достичь высоких значений поглощения использованием обычных красок, но в то же время не так просто получить низкие показатели излучения. Существуют различные способы обработки металлических поверхностей (анодирование) которые обеспечивают необходимые показатели избирательности, в том числе: TiNOx, избирательное синее, избирательное черное и несколько запатентованных способов. Рядом показан график поведения покрытия TiNOx, которое является наиболее известным запатентованным способом обработки.



ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЛНЕЧНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО КОЛЛЕКТОРА

Чем выше уровень солнечного освещения, тем выше эффективность. При аналогичном освещении, эффективность коллектора уменьшается с увеличением излучения поглощающего элемента в окружающую среду. Рассеяние тепла повышается в следующих случаях:

- Низкая температура воздуха (зима).
- Высокая температура поглотителя (промышленные процессы с высокой температурой жидкости-теплоносителя).

Любой тип коллектора имеет кривую эффективности, соответствующую определенному применению. На графиках показаны основные характеристики, начиная от коллекторов без прозрачного покрытия [обычно используются для подогрева плавательных бассейнов], и заканчивая коллекторами с вакуумными трубками, которые можно использовать для запуска адсорбционных холодильных установок.

Примем во внимание, что отдельный коллектор может нагреться до высокой температуры; его предельные характеристики видно на графике – это та точка, в которой кривая эффективности пересекает горизонтальную ось. Если к этому значению прибавить температуру комнаты, мы получим «температуру застоя», это самая высокая температура, которую можно получить с этим типом коллектора.

Все вышесказанное можно представить одной кривой на графике, описывающей эффективность коллектора для всех комбинаций (состояние солнечного излучения, внешняя температура и температура рабочей жидкости).

Эта кривая получается путем линейной или квадратичной регрессии на основе нескольких экспериментальных измерений. Где:

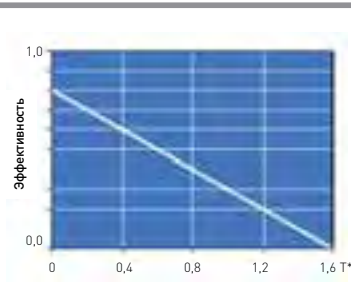
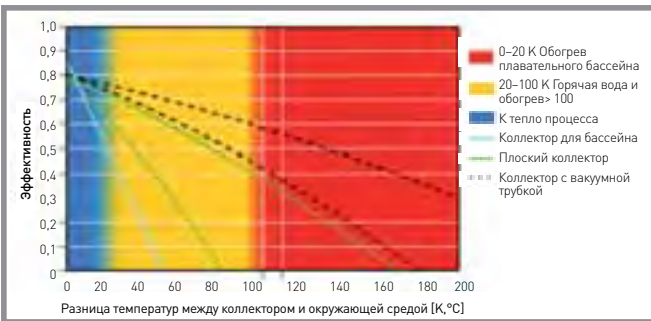
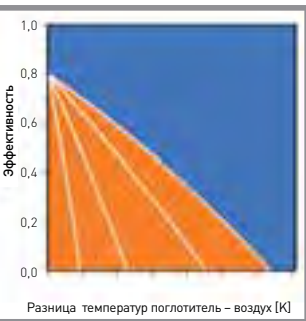
η_0 = захват (чем выше, тем лучше) -> также называется оптической эффективностью коллектора, так как этот показатель представляет эффективность. Не учитывается температурное рассеяние коллектора в воздух (температура наружного воздуха = температуре поглощающей пластинки).

k_1 = наклон (чем ниже, тем лучше) -> компонента температурного рассеяния в воздух, показывает, как быстро падает температурная эффективность при условиях повышенного теплообмена.

k_2 = кривизна (чем ниже, тем лучше) -> компонента температурного рассеяния в воздух.

Когда мы переходим к левой части графика, мы подходим к условиям повышенного солнечного освещения (лето) и/или низкой разности температур между поглотителем и внешним воздухом (горячий внешний воздух или холодная жидкость-теплоноситель – например, в случае плавательных бассейнов).

Если мы перейдем в правую часть графика, это будет соответствовать условиям низкого солнечного освещения (зима) и/или высокой разности температур между поглотителем и внешним воздухом (холодный внешний воздух и/или горячая жидкость/теплоноситель – например, применения для солнечного охлаждения).



$$\eta = \eta_0 - k_1 T - k_2 T^2$$

$$T^* = \frac{T_e - T_a}{I}$$

T_e = Температура нВ входе

T_a = Внешняя температура

I = Падающее излучение (Вт/м²)

ОТЧЕТЫ О ТЕСТИРОВАНИИ И СЕРТИФИКАЦИЯ КОЛЛЕКТОРОВ

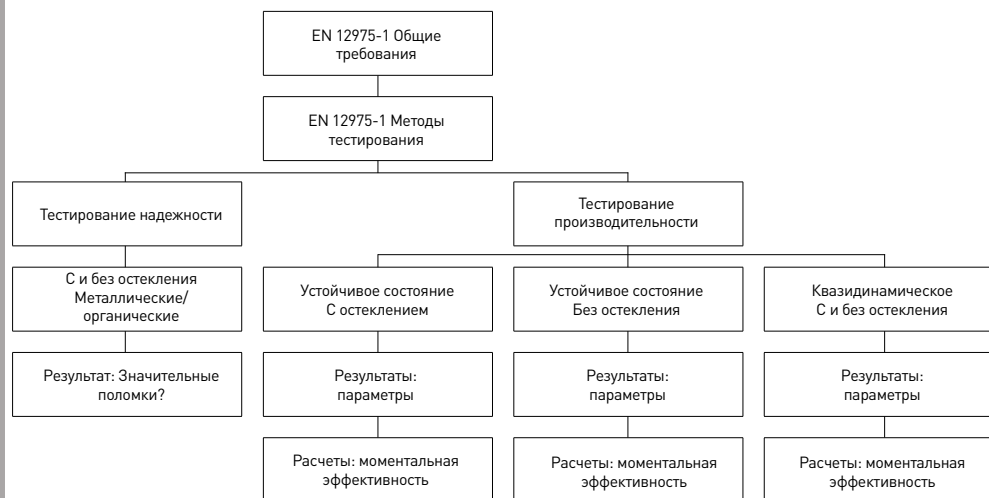
Солнечные лучи должны легко проходить через стекло (без их поглощения или отражения), особенно те, которые имеют максимум спектра мощности в коротковолновом диапазоне (0,2–3 мкм). В то же время, когда нагретая солнцем поглощающая пластинка начинает рассеивать энергию в длинноволновом диапазоне (инфракрасная часть спектра), стекло должно предотвращать выход этих волн наружу «отражая» их снова на пластинку. Этот эффект похож на широко известный «парниковый эффект».

СЕЛЕКТИВНОСТЬ СТЕКЛА

СОЛНЕЧНЫЕ КОЛЛЕКТОРЫ	↔	Стандарт EN 12975
СОЛНЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ (Фабричного производства)	↔	Стандарт EN 12976
СОЛНЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ (Кустарные)	↔	Стандарт ENV 12977

СТАНДАРТ EN 12975

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ: Остекленные плоские коллекторы, коллекторы с вакуумными трубками, неостекленные коллекторы.
СТРУКТУРА СТАНДАРТА:



ОТЧЕТЫ О ТЕСТИРОВАНИИ

Аккредитованные лаборатории (в Италии это лаборатория ENEA в Trisaia) проверяют эффективность коллектора, устойчивость к механическим и температурным нагрузкам, а также срок службы. Процедура тестирования солнечных коллекторов следует стандарту EN 12975. В конце выдается отчет о тестировании, содержащий общие параметры «эффективности» солнечной панели.

EN 12975-2: КВАЛИФИКАЦИОННЫЙ ТЕСТ – ПРОНИКНОВЕНИЕ ДОЖДЯ

ЦЕЛЬ: проверить возможность проникновения влаги после сильного дождя.



EN 12975-2: КВАЛИФИКАЦИОННЫЙ ТЕСТ – МЕХАНИЧЕСКАЯ НАГРУЗКА

ЦЕЛЬ: смоделировать воздействие положительных и отрицательных нагрузок на корпус и крепления коллектора, вызванных ветром и/или снегом.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ УСТРОЙСТВА: система присосок, равномерно распределенных по поверхности коллектора и связанных с пневматическими цилиндрами.



EN 12975-2:2006

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ТЕСТИРОВАНИЯ:

- Тест температурной эффективности (тест температурной эффективности в устойчивом состоянии или энергетическая эффективность в квазидинамических условиях, постоянная времени, теплоемкость, IAM – коэффициент угла падения, потери нагрузки).
- Тест избыточного давления.
- Тест устойчивости к высоким температурам.
- Тест влияния (сухой застой).
- Тест внешней и внутренней тепловой перегрузки.
- Тест проникновения дождя.
- Тест механической нагрузки.
- Тест устойчивости к удару (опционально).

ПРОЦЕДУРА ТЕСТИРОВАНИЯ:

- Коллектор подвергается условиям как при сильном дожде как минимум на 4 часов, с циркуляцией горячей воды ($T > 50^{\circ}\text{C}$) внутри коллектора.

МЕТОД ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ:

- Визуальная инспекция (обнаружение областей с образованием влажности).
- Измерение веса коллектора (тест пройден, если отклонение составляет менее 30 г/м^2).

EN 12975-2: ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Заключается в определении моментальной эффективности при разных температурах, при устойчивых условиях. Эффективность коллектора выражается как в линейном, так и в квадратичном виде, с применением регрессии для измеренных показателей эффективности, по обычному методу наименьших квадратов (OSL – Ordinary Least Squares).

ПРОЦЕДУРА ТЕСТИРОВАНИЯ:

- Положительное давление на крышке коллектора.
 - Отрицательное давление с одновременной нагрузкой на систему крепления крышки и систему анкерования коллектора.
- Применяемое поле давления:
- 100–1000 Па с шагом 100 Па.
- Применяемое поле давления:
- 100–1000 Па с шагом 100 Па.



EN 12975-2: КВАЛИФИКАЦИОННЫЙ ТЕСТ – УСТОЙЧИВОСТЬ К ТЕПЛОВОМУ УДАРУ

ЦЕЛЬ: проверить устойчивость коллектора в сухом состоянии при сильном излучении

ПРОЦЕДУРА ТЕСТИРОВАНИЯ:

- Длительное воздействие (как минимум 30 дней) к компонентам атмосферы без жидкости (сухой застой);
- Как внешняя, так и внутренняя устойчивость к тепловому удару.



EN 12975-2 : КВАЛИФИКАЦИОННЫЙ ТЕСТ – УСТОЙЧИВОСТЬ К УДАРНОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ

ЦЕЛЬ: симулировать воздействие града на корпус коллектора.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ УСТРОЙСТВА: вертикальная ударная система.

ПРОЦЕДУРА ТЕСТИРОВАНИЯ:

- Последовательность из 10 ударов, выполняемых шариком весом 150 г из стали, начиная с высоты 40 см и заканчивая 2 м с интервалом в 20 см.

ОТМЕТКА ДЛЯ СОЛНЕЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Отметка для солнечного оборудования (Solar Keymark) является необязательной европейской отметкой, продвигаемой CEN (CEN/CENELEC – Европейский Комитет по Стандартизации) для сертификации любых продуктов, связанных с системами солнечного нагрева. Эта отметка говорит, что отмеченный продукт соответствует европейским стандартам, относящимся к нему. Отметка Solar Keymark гарантирует каждому потребителю, что солнечная установка изготовлена в соответствии с европейскими правилами, как в смысле качества, так и информации о продукте. Кроме того, на продукт распространяются финансовые субсидии, предусмотренные в крупнейших европейских странах. Самые важные аспекты отметки следующие:

- Тесты продукта для сертификации, выполненные согласно соответствующим правилам Евросоюза.
 - Производящие компании должны использовать систему производства, гарантирующую качество.
- На практике, отметка Solar keymark означает:
- Надежность работы.
 - Эффективность измерялась надежным способом по проверенным процедурам.
 - Соответствие требованиям обычно проверено и обозначено (также и для гражданских субсидий, как местных, так и национальных).



ПРИМЕР



Ежегодные потери 1156 KBT ч

БАКИ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ВОДЫ В СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

которая позволяет хранить солнечную тепловую энергию с минимальными потерями энергии.



ВАЖНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БАКОВ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ВОДЫ В СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

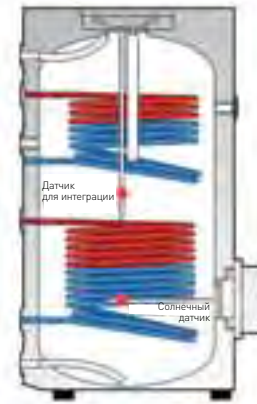
Это центральная часть системы, она должна иметь некоторые важные характеристики, чтобы гарантировать правильную и длительную работу солнечной установки.

- Механическую прочность, гарантирующую длительную работу системы при высоком давлении, а также устойчивость к гидравлическим ударам и перемещениям во время транспортировки.
- Температурная устойчивость, так как бак для воды, используемый в солнечных установках, должен выдерживать температуры до 120 °C. Он должен быть оборудован «защитным анодом» (обычно магниевым) или катодной защитой (принцип работы на основе создания защитных электрических токов). В первом случае, нужно каждый год выполнять некоторые проверки и, при необходимости, заменять компоненты.
- Он должен иметь хорошую теплоизоляцию (толстый материал с низкой теплопроводностью λ [Вт/мК]). В действительности, бак объемом 300 литров (обычная домашняя система) при неправильной изоляции может терять около 1200 KBTч в год; особенно большие потери происходят ночью. Основные области тепловых потерь показаны на рисунках (соединения труб, неизолированные металлические покрытия metal или с неправильной изоляцией).

Обычно для объемов 300-500 литров используется изоляция из пенополиуретана, но для больших объемов лучше использовать изоляцию из мягкого и съемного материала, из соображения доступности к техническим точкам во время сборки.

- Размещение бака для хранения воды солнечной установки очень важно, так как оно обеспечивает гибкость применения системы:

- подключение возврата,
 - поддоны на разной высоте для проверки внутренней температуры и управления системой,
 - возможность интеграции с электрическим нагревательным элементом,
 - фланец большого размера для внутренних проверок и очистки.
- Желательно разместить бак для хранения в видимом месте, на идентификационной пластинке должны быть видны символы, на ней приведена следующая информация:
- название компании-производителя,
 - отметка и дата регистрации,
 - серийный номер,
 - общий объем бака в литрах,
 - максимальное рабочее давление.



ТИПЫ БАКОВ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ВОДЫ В СОЛНЕЧНЫХ УСТАНОВКАХ

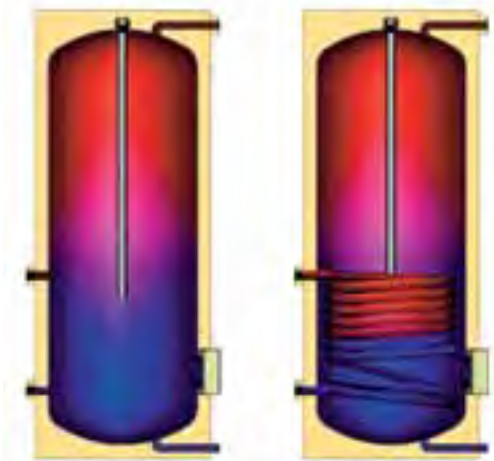
Их можно классифицировать по различным параметрам:

- применение,
- размещение: вертикальное или горизонтальное,
- теплообменник: спиральный или кожух,
- устройство стратификации: есть или нет,
- материал или обработка бойлера: нержавеющая сталь, сталь холодной формовки, медь или другое.

ПРИМЕНЕНИЕ И РАЗМЕЩЕНИЕ

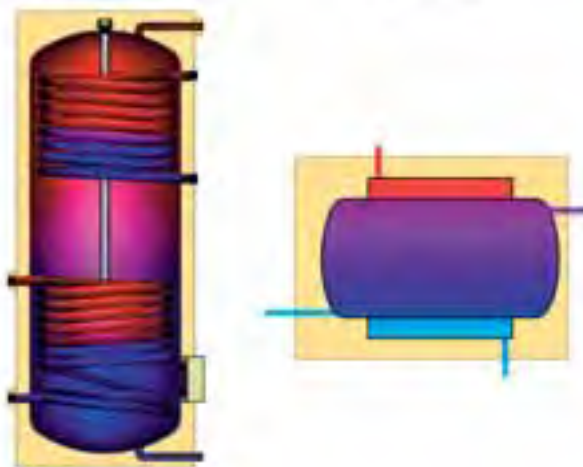
- У нас есть модели для стандартных применений, для производства бытовой горячей воды.
- Для особых применений, чтобы одновременно производить бытовую горячую воду и обеспечивать обогрев помещения существуют комбинированные типы.

Буфер Одиночный змеевик



Двойной змеевик

Кожух



ТЕПЛООБМЕННИК

Теплообменник – это устройство, которое позволяет осуществлять передачу тепловой энергии из первичного контура во вторичный или контур потребления.

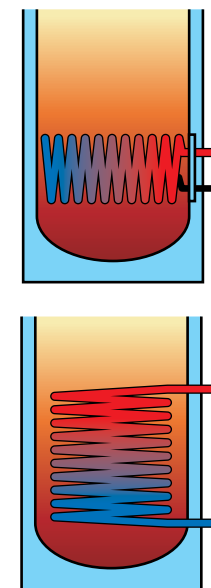
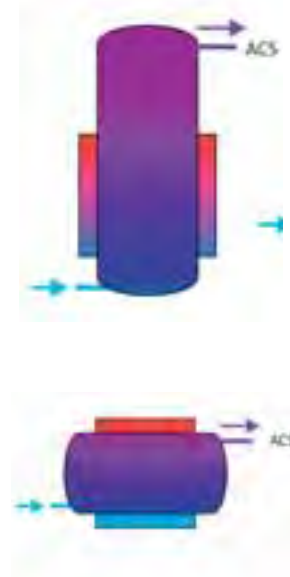
В общем случае для теплообменников, встроенных в бойлер, потери на нагрузку ограничены, в отличие от внешних теплообменников (пластина или оболочка с трубкой).

• ТЕПЛООБМЕННИК С КОЖУХОМ

Эти теплообменники характеризуются очень низкими потерями на нагрузку и возможностью работать как в горизонтальных, так и вертикальных промежуточных пространствах. Также рекомендуется сначала заполнить, вторичный контур, чтобы защитить промежуточное пространство от компрессионного коллапса.

• СПИРАЛЬ

С той же поверхностью теплообмена, они немного более эффективны и устойчивы к давлению, по сравнению с теплообменниками с кожухом, но у них больше потерь при нагрузке. В любом случае, речь идет о минимальных различиях. У теплообменников с вертикальной спиралью есть преимущество в том смысле, что их можно извлечь через фланец, что сильно облегчает их очистку. С другой стороны, в общем случае их поверхность теплообмена меньше и не подходит для солнечных установок. Горизонтальные спиральные теплообменники имеют большую поверхность, но их нельзя ни демонтировать, ни заменить в случае поломки.



УСТРОЙСТВО СТРАТИФИКАЦИИ

Бойлеры, оборудованные устройством стратификации могут быстро распределять горячую воду по высоте в зависимости от температуры, предотвращая смешивание. Это позволяет быстро получить горячую воду в точке слива. Кроме того, для системы полезно, когда в нижней части бойлера более низкая средняя температура, что повышает эффективность солнечной установки (более низкая температура возврата на коллектор).

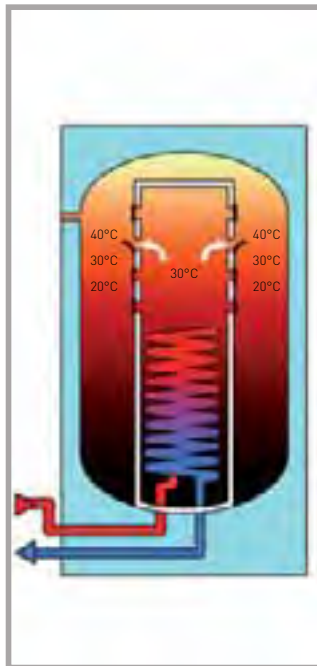
Есть различные типы устройств стратификации, но основные принципы остаются неизменными.

Когда бытовая вода нагревается внизу спиралью (солнечной или от бойлера), она быстро поднимается вверх устройства, пока не достигнет воды с такой же температурой.

Только в этой точке горячая вода имеет достаточное давление, чтобы выйти из устройства стратификации.

Основные недостатки бойлеров с устройством стратификации заключаются в том, что из-за меньшей энергии теплообмена увеличивается время прогрева бойлера, уменьшается поток бытовой горячей воды, они стоят дороже, и имеют более сложную конструкцию.

На самом деле, чтобы была возможна стратификация, нужно ограничить скорость воды, как для конвекционных потоков, производимых спиралью, так и динамических потоков от входа подачи воды.



МОДУЛЬ УПРАВЛЕНИЯ СОЛНЕЧНОЙ УСТАНОВКИ И ДАТЧИКИ СИСТЕМЫ

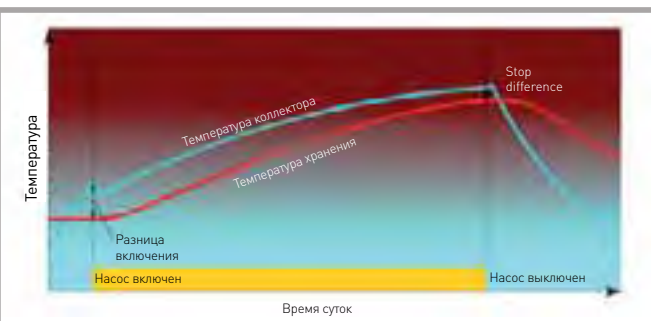
Модуль управления солнечной установкой является основным элементом системы с вынужденной циркуляцией которая управляет интеграцию бака с обычной системой обогрева (бойлером или аналогичной).



РАБОТА МОДУЛЯ УПРАВЛЕНИЯ

Основная функция модуля управления – включение и выключение циркуляции жидкости-теплоносителя в нужный момент.

Когда система находится в устойчивом состоянии, температура коллектора повышается в результате излучения. После достижения определенной разницы температур с бойлером (например, 10 °C), включается насос, и тепло переносится на бойлер. Температура бойлера и коллектора изменяются на разницу температур для выключения Δ (например, 4°C), после чего модуль управления отключает циркуляционный насос. Этот процесс может повторяться несколько раз в день.



У МОДУЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЕСТЬ ТАКЖЕ И ДРУГИЕ ВАЖНЫЕ ФУНКЦИИ:

- **Безопасность:** Модуль управления предотвращает перегрев бойлера ($T < 90^\circ\text{C}$), безусловно останавливая циркуляцию при достижении этой температуры, и предотвращая поступление дополнительного тепла на бойлер.

- **Управление системой:** Модуль управления может включить бойлер и/или отводной клапан с мотором, который распределяет энергию, поступающую от бойлера системы.

- **Включение рециркуляции в системах с несколькими бойлерами.**

- **Повторное охлаждение коллектора:**

Иногда, если бойлер не используется (жильцы на выходных), он может не греться до максимальной безопасной температуры; путем включения насоса рециркуляции, функция повторного охлаждения позволяет охладить бойлер при помощи солнечных панелей в качестве теплообменных элементов, если они более холодные, чем бойлер (например, ночью).

- **Продувка коллектора:**

Для некоторых типов панелей, информация о том, что коллектор достаточно горячий не получается датчиком достаточно быстро.

Продувка коллектора включает насос на несколько секунд через одинаковые промежутки времени, чтобы датчик коллектора мог быстрее измерить температуру. Это особенно важно для коллекторов с вакуумной трубкой или для систем с большим количеством коллекторов.

ДАТЧИКИ ТЕМПЕРАТУРЫ

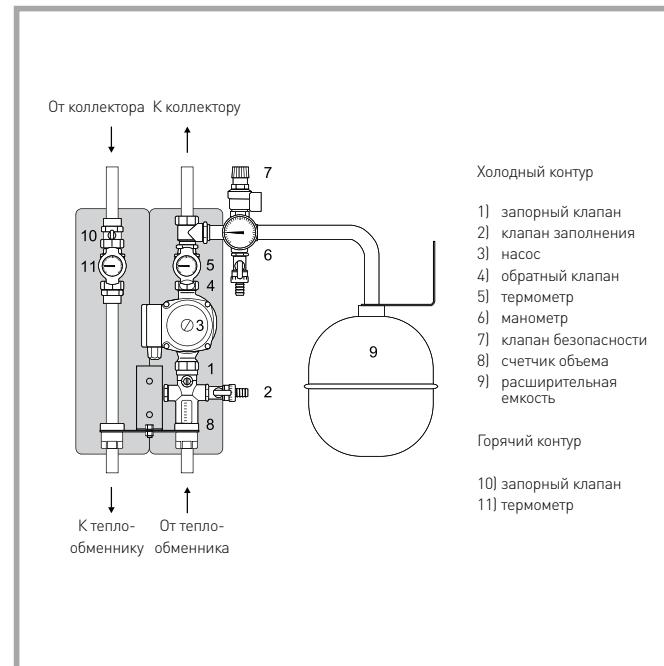
В солнечных установках с вынужденной циркуляцией необходимо знать температуру жидкости. По этой причине используются соответствующие датчики. Существуют различные типы датчиков: резистивные, платиновые (Pt 100, Pt 1000) или полупроводниковые NTC или PTC.

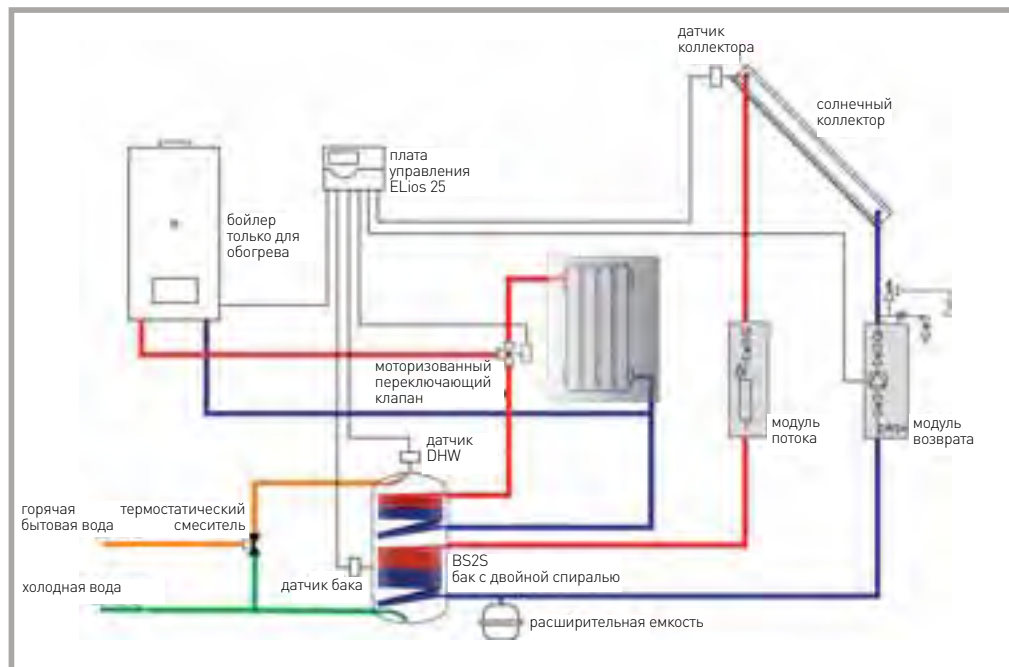


ГРУППА ЦИРКУЛЯЦИИ

Кроме того, что группа циркуляции обеспечивает перенос жидкости-теплоносителя в системе с вынужденной циркуляцией, у нее имеются и другие важные функции, связанные с запуском системы и правильным управлением. В обычной домашней системе, потребление электроэнергии группой циркуляции составляет от 40 до 100 Вт. Материалы насоса первичного контура должны быть совместимы с используемой жидкостью-теплоносителем. Используются насосы, для систем нагрева, и таким образом обеспечиваются более высокие потоки, в особенности в малых системах. Среди наиболее важных функций группы циркуляции можно выделить:

- Возможность наблюдения и настройки значения потока (от 15 л/ч на m^2 при низком потоке, до 50 л/ч на m^2 при нормальном потоке).
- Возможность подключить расширительный бак и группу безопасности.
- Возможность просмотра температур потока и возврата на коллекторах.





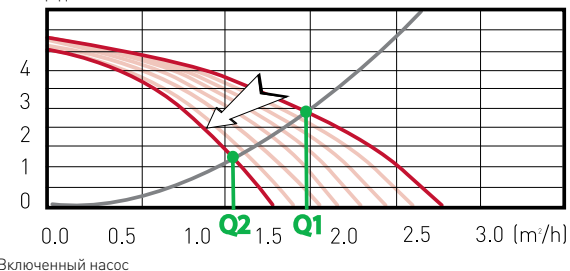
ТИПЫ ГРУПП ЦИРКУЛЯЦИИ

В зависимости от типа циркуляционного насоса, существуют следующие: группы циркуляции с фиксированной точкой, группы циркуляции с модуляцией.

Первые позволяют работать с одинаковым количеством оборотов (одинаковое поглощение и поток), вторые позволяют изменять обороты насоса (изменять поглощение и поток).

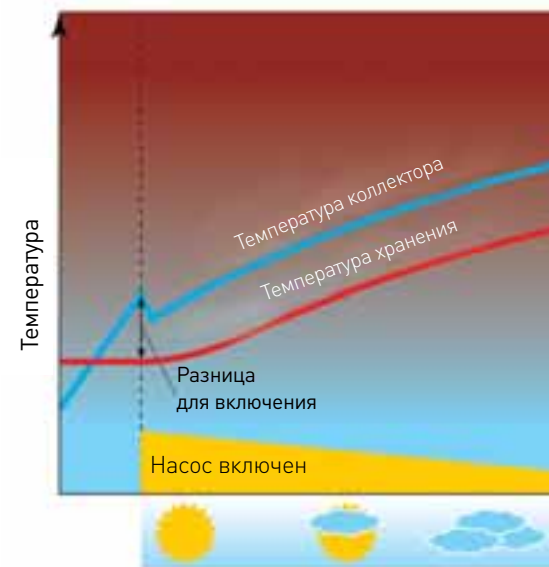
Изменение потока происходит ступенчато, чтобы поддерживать заданную разность температур между коллектором и бойлером. Если в результате уменьшения солнечного излучения разница температур падает ниже заданного значения, система управления уменьшает обороты насоса. Таким образом, также понижается поток в контуре коллектора, чтобы поддерживать разницу температур на приемлемом уровне. Преимущество заключается в том, что система может отбирать больше энергии от Солнца при условиях с низким уровнем излучения (в частности зимой и на широтах с более низким уровнем излучения), это также позволяет уменьшить затраты на электроэнергию для циркуляционного насоса. недостатки заключаются в более высокой стоимости (как циркуляционного насоса, так и системы управления), которые не всегда компенсируются полученной экономией, в частности на широтах с большим средним ежегодным количеством солнечного излучения.

Разница для включения



ЗАМЕЧАНИЕ:

Электрическая энергия, потребляемая циркуляционным насосом – это те затраты, которые нужно учитывать в период амортизации солнечной установки. В теплых регионах типовая солнечная установка (2–6 коллекторов) работает на циркуляционном насосе с фиксированными оборотами мощностью 40 Ватт. Летом циркуляционный насос работает 6–8 часов, зимой около 2–4 часов (за год выходит около 1200–1700 часов). Циркуляционный насос потребляет от 50 до 70 кВт·ч в год.

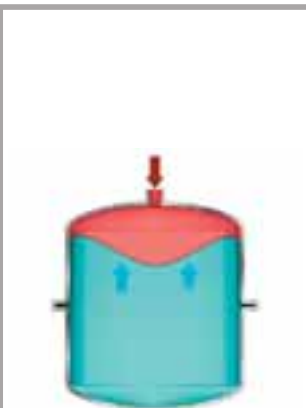


ДРУГИЕ АКСЕССУАРЫ ДЛЯ СОЛНЕЧНОГО НАГРЕВА

В солнечных системах нагрева есть много других компонент, которые «менее значительны» с технологической точки зрения, но очень полезны для правильной работы системы.

РАСШИРИТЕЛЬНЫЙ БАК

Он балансирует температурное расширение жидкости-теплоносителя. Кроме того, в случае застоя панелей, жидкость опускается вниз все еще в жидком состоянии благодаря пару. Расширительный бак должен принять этот объем, несмотря на температурное расширение. Важно, чтобы объем расширительного бака был выбран в соответствии с системой, чтобы обеспечить его достаточную устойчивость к давлению (до 6–8 бар), и чтобы внутренняя резиновая мембрана выдерживала как высокие температуры, так и химическое влияние гликоля.



Подключенная солнечная установка без температурного воздействия



Максимальное давление при максимальной температуре жидкости

ТРЕХХОДОВОЙ КЛАПАН С ПРИВОДОМ

Контролируется модулем управления или термостатом, отклоняет воду из домашнего контура (или контура обогрева), чтобы позволить подключить солнечную установку.

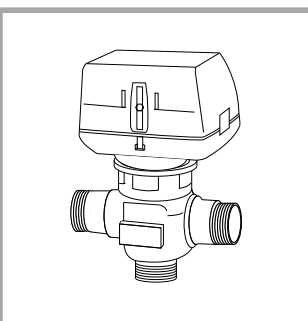
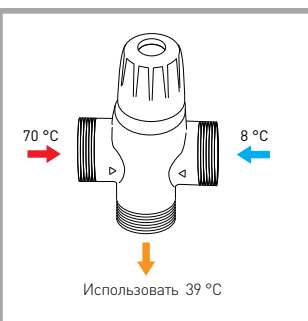
Важно, чтобы это устройство имело малое время переключения и внутренние компоненты, устойчивые к высоким температурам и гликолю (если оно используется в первичном контуре).

Если оно используется для домашней горячей воды, очевидно, что к нему должны предъявляться другие гигиенические требования.

ТЕРМОСТАТИЧЕСКИЙ СМЕСИТЕЛЬ

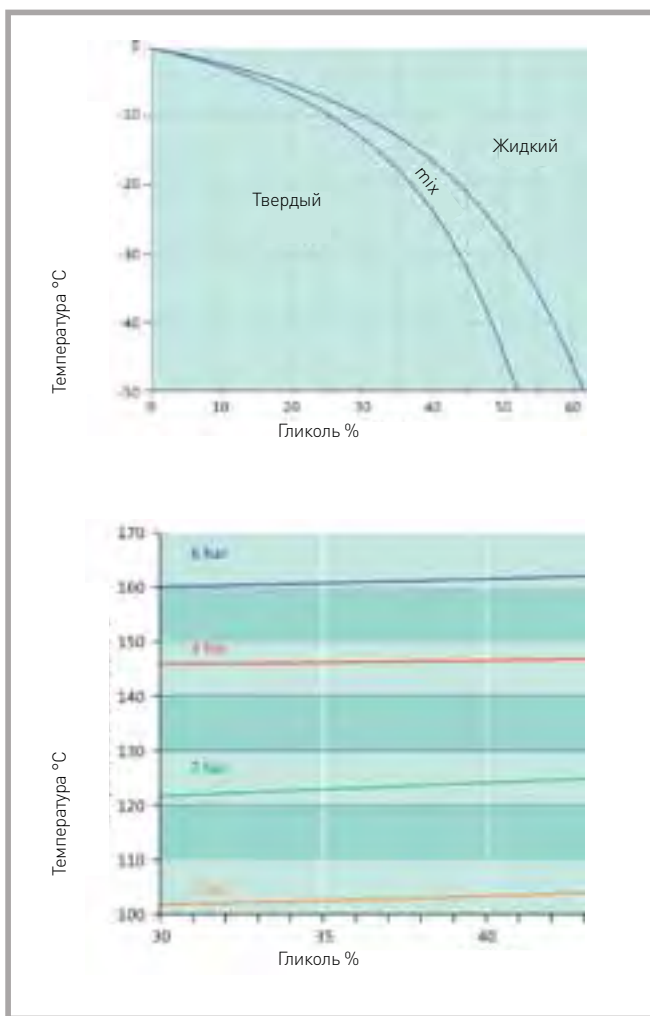
В определенное время года, солнечная энергия может доводить температуру бытовой горячей воды до в бойлере до 90°. Цель термостатического смесителя заключается в том, чтобы смешивать с ней холодную воду из системы водоснабжения во время слива.

Важна его быстрая реакция на изменения температуры (несколько секунд) и защищающее от ошпаривания устройство, которое автоматически перекрывает бойлер, если поток холодной воды пропадает выше по линии (в этом случае смешивание невозможно).



ГЛИКОЛЬ

При смешении с водой солнечного контура (от 15 до 60%) он предотвращает замерзание во время зимы и повышает температуру испарения летом при высоких рабочих температурах, что облегчает правильную работу при высоких температурах. Важно, чтобы у него была хорошая температурная устойчивость и чтобы он не был токсичным.



ВНЕШНИЕ ТЕПЛООБМЕННИКИ

В системах с поверхностью более 20 м² обычно используются внешние теплообменники, так как спираль внутри бойлера имеет поверхность, недостаточную для теплообмена.

Есть два типа теплообменников:

- Теплообменник с оболочкой и трубкой.

Основное преимущество заключается ограничением потерь на нагрузку; а основной недостаток – низкая удельная передача энергии. Для увеличения теплообмена используются несколько медных трубок. Используются для нагрева бассейнов.

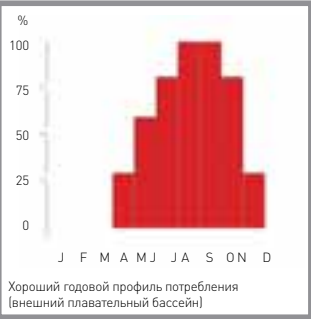


- Пластинчатые теплообменники. Основное преимущество – высокая удельная передача энергии, небольшие размеры и цена. Недостатки – потери нагрузки, опасность загрязнения и последующее уменьшение эффективности. В системах для бытовой горячей воды чаще всего используется нержавеющая сталь. Для подогрева бассейнов важно убедиться, что содержание хлора находится в допустимых пределах для материала теплообменника. Если это не так, используйте теплообменники из сплавов меди и титана.



ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ ПО ТЕМПЕРАТУРНЫМ ТРЕБОВАНИЯМ

Для определения размеров солнечной установки, мы должны начать с требований по теплоте, которые определяются конкретным применением, в котором она будет использоваться. В частности, нужно определить месячные и годовые потребности в теплоте. Для солнечных установок в большинстве случаев нам не нужно знать суточные пиковые значения потребления, так как солнечная тепловая энергия – это энергосберегающий источник, который используется совместно с обычными (газ, электричество). По этой причине, размеры солнечной установки не ставят своей целью комфорт (например, постоянное наличие большого количества бытовой горячей воды), что является основным критерием для выбора размеров обычных нагревательных систем (бойлеры или аналогичные системы). Динамику годовых потребностей нужно сравнить с предоставляемой солнцем энергией. У этого профиля есть максимумы в течение лета, а в более холодные времена года показатели падают (кривая похожа на колокол). Годовая форма кривой сильно зависит от размещения (наклона и ориентации) коллекторов, о чем будет сказано дальше.



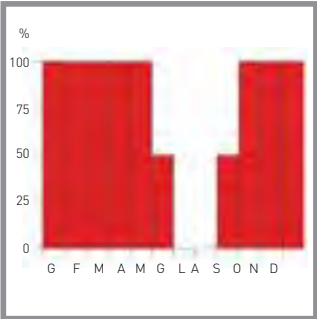
Хороший годовой профиль потребления (внешний плавательный бассейн)

Покрытие солнечной энергией по сравнению с профилем с постоянным потреблением бытовой горячей воды в течении года. В общем случае, более предпочтительны обычные профили потребления в течении года, либо те, которые максимально следуют профилю получения солнечной энергии. Например, потребление бытовой горячей воды на летних базах отдыха, поддержание температуры наружных бассейнов и охлаждение в летнее время (при помощи адсорбционных машин) являются прекрасными применениями солнечной энергии, так как они требуют максимальной мощности летом (когда этот альтернативный источник максимально доступен).

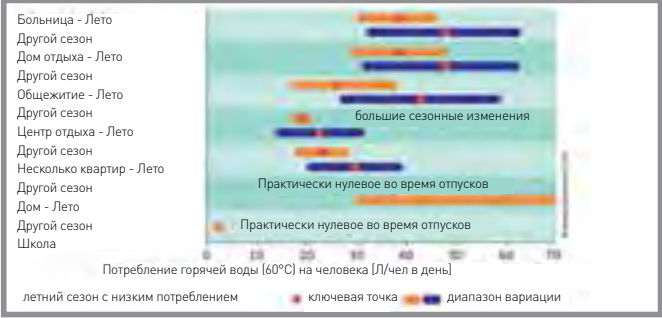
С другой стороны, такие применения, как домашний нагрев и производство бытовой горячей воды. В школах есть типичная ситуация – отсутствие потребления во время летних каникул и пик потребления во время зимы. Такие применения необычны с точки зрения доступности солнечной энергии, поэтому их техническая возможность и экономическая целесообразность должна оцениваться отдельно для каждого случая.



Ниже приведена количественная оценка, которая показывает, как может изменяться ежедневный и годовой профиль потребления, если мы рассмотрим типичное применение солнечных систем обогрева – производство бытовой горячей воды.



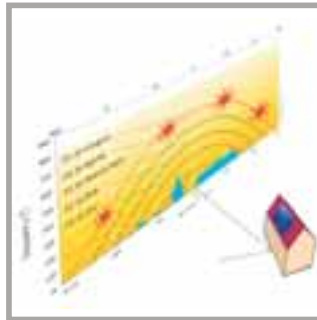
Покрытие солнечной энергией в сравнении с профилем потребления для бытовой горячей воды и обогрева. Плохой профиль потребления (Бытовая горячая вода в школе).



ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О РАЗМЕЩЕНИИ КОЛЛЕКТОРОВ

Расположение поля коллекторов относительно важно для энергетической эффективности солнечной установки. В общем случае, исследование размещения нужно для выбора углов для сборки поля коллекторов и анализа затемнения (как создаваемого самими коллекторами, так и преградами за пределами поля).

Следует упомянуть, что иногда имеются столько ограничений на размещение солнечной установки, что лучше отказаться от нее и вложить деньги в что-нибудь другое.



АЗИМУТ И НАКЛОН КОЛЛЕКТОРОВ

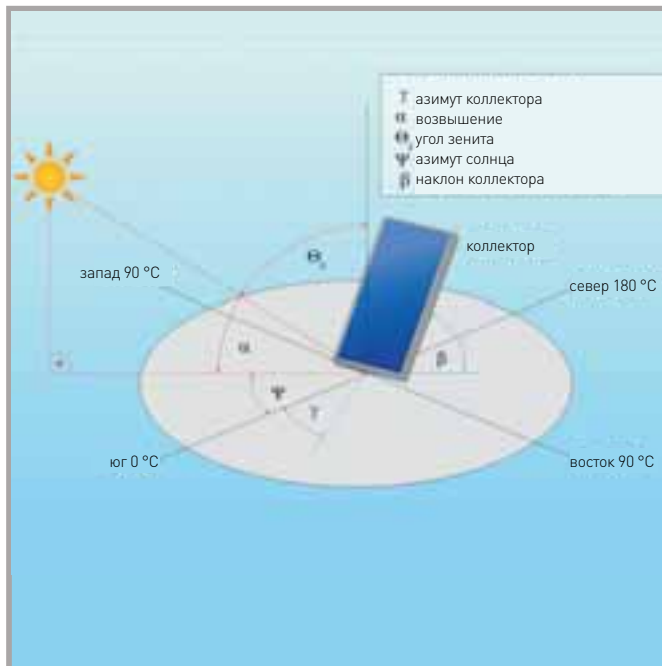
Годовой сбор солнечной энергии зависит от того, как коллекторы «смотрят» на Солнце в зависимости от его дневной траектории (в течении всех 365 дней в году).

Это зависит от двух углов монтажа коллектора:

- Ориентация (называется «Азимут»): определяет отклонение от южного направления (в нашем полушарии).

- Наклон: определяет угол коллектора.

Можно рассчитать ежедневное среднее количество солнечного излучения для определенного месяца (кВт ч/м² в день) для ориентированной и наклоненной поверхности по процедуре, определенной в стандарте UNI 8477 часть 1а. Однако, существует много свободных программ и таблиц, которые позволяют понять влияние выше упомянутых углов на месячный и годовой сбор солнечной энергии во всех географических областях. Чтобы не вдаваться в детали и аналитические расчеты, которые уже приведены в стандарте, мы приводим действительную и полезную информацию по правильному размещению поля коллекторов в зависимости от выбранного типа применения солнечной установки.

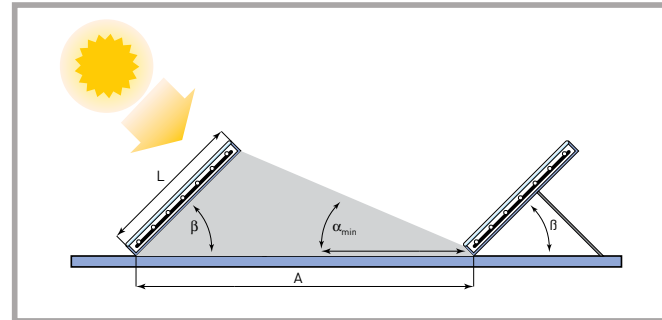


ПРИМЕНЕНИЕ	УГЛЫ НАКЛОНА	УГЛЫ АЗИМУТА
Горячая вода	от 15° до 45°	от 45° до -45°
Плавательный бассейн	от 15° до 45°	от 45° до -45°
Горячая вода + Обогрев помещений	от 30° до 60°	от 15° до -15°
Горячая вода + Обогрев помещений + Плавательный бассейн	от 30° до 60°	от 30° до -30°

ЗАТЕНЕНИЕ РЯДОВ КОЛЛЕКТОРОВ

Этот вид затенения больше всего относится к большим системам коллекторов, установленных параллельными рядами на горизонтальной поверхности. Между рядами должно быть минимальное расстояние, чтобы тень падала как можно меньше на задние коллекторы. Ниже приведенное соотношение справедливо, если поле коллекторов ориентировано на Солнце (это достаточно распространенный случай при установке на горизонтальной поверхности), здесь B_{MIN} – это возвышение Солнца в полдень во время зимнего солнцестояния [21 декабря], в этот день у Солнца самая низкая траектория в году.

$B_{min} = 66,5 - \text{широта}$

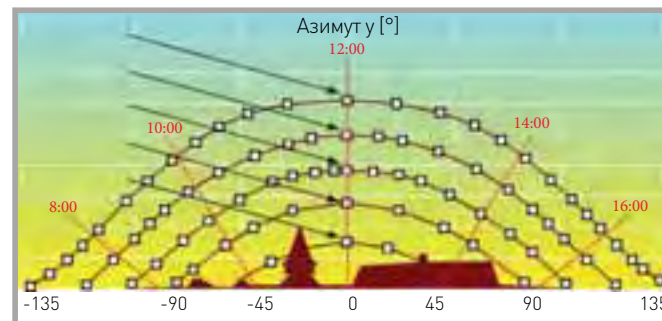


ЗАТЕНЕНИЕ ИЗ-ЗА ПРЕГРАД

Для этого типа затенения обязательно требуется проверка для определения углового контура преграды, который виден из центра устанавливаемого поля коллекторов.



Каждый день года Солнце проходит по определенной траектории в небе. Его основные координаты – азимут и возвышение – показаны на графике. На том же графике можно показать азимут и возвышение потенциальных преград, расположенных рядом с данной солнечной установкой. Таким образом, график позволяет определить интервалы времени и дни, когда на солнечную установку не попадает прямое солнечное излучение. Таким образом, можно оценить количество годовых потерь энергии.



РАЗМЕРЫ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ БЫТОВОЙ ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ

Как уже говорилось, размеры солнечной установки для домашней бытовой воды полностью отличаются от размеров для бойлера и накопительного бака бойлера. На самом деле, солнечная установка – это только дополнительный элемент, она должна расцениваться как источник для экономии энергии, а не как элемент для комфорта. По этой причине мы не рассматриваем суточные пики потребления.

Применение	Потребность в горячей воде [л]	Опорное значение	падающее	энергия
Души				
- Для спортсменов	25	на душ	60	1075
- Для работников завода (умеренная загрязненность)	30	на душ	60	1290
- Для работников завода (сильная загрязненность)	40	на душ	60	1720
Ванны				
- Обычные ванны	75	на ванную	60	3225
- Большие ванны	100	на ванную	60	4300
- Ванны для гидротерапии	200	на ванную	60	8600
- Ванны для больших мест	300	на ванную	60	8600
Дом на одну семью				
- Низкий стандарт	40	на человека в день	60	1720
- Средний стандарт	50	на человека в день	60	2150
- Высокий стандарт	60	на человека в день	60	2580
Дом на несколько семей				
- Государственное жилье	30	на человека в день	60	1290
- Обычное жилье	40	на человека в день	60	1720
- Высотное жилье	50	на человека в день	60	2150
Гостиницы, жилье				
- мелкие	40	на кровать в день	60	1720
- класс 2А	50	на кровать в день	60	2150
- класс 1А	80	на кровать в день	60	3440
Обслуживающий сектор/промышленность				
- с кратковременным расходом	36-42	на душ	45	2095-2440
- с долговременным расходом	30-36	на душ	45	1745-2095
- для очистки	30- 50	на человека в день	40 - 60	1740
Школы				
- без душевой системы	5-15	на учащегося в день	45	195-580
- с душевой системой	30-50	на учащегося в день	45	1160-1935
Казармы	30-50	на учащегося в день	45	1160-1935
Плавательные бассейны в помещении				
- общественные	40	на пользователя	60	1720
- частные	20	на пользователя	60	860
Сауны				
- общественные	70	на пользователя	60	3010
- частные	35	на пользователя	60	1500
Спортивные центры	22-35	на душ	45	1305-2035
Центры фитнеса	40	на пользователя	60	1720
Термические ванны	200-400	термические ванны	45	7740-15480
Больницы				
- с простой домашней системой горячей воды	60	на кровать в день	60	2580
- со средними системами горячей воды	70	на кровать в день	60	3440
- с большими системами горячей воды	120	на кровать в день	60	5160
магазины	10-40	на кровать в день	45	390-1550
универмаги	10-40	на работника в день	45	390-1550
Рестораны				
для готовки пищи	4	на смену	60-65	170-190
для мытья посуды	4	на смену	60-65	170-190
Пекарни				
готовка теста, очистка машин	50	на м² поверхности рабочей зоны в день	60	2150
для очистки рабочих зон	1	на м² поверхности рабочей зоны в день	60	45
уход за телом [души и рукомойники]	40	на оператора в день	60	1720
Скотобойни				
готовка, очистка машин	80	на свинью в неделю	60	15480-1 7200
для очистки рабочих зон	2	на м² поверхности рабочей зоны	60	1935-2150
уход за телом (души и рукомойники)	40	на оператора в день	60	7740-8600
пивоварни	250-300	на литр пива	60	10750-12900
доильни	1-1,5	на 100 литров молока	75	56-84
стиральные машины	250-300	на 100 кг ткани	75	13970-16770
Женские парикмахерские				
парикмахерский	40-60	на рабочее место в день	60	1720-2580
салон красоты	100-120	на рабочее место в день	60	4300-5160
для очистки рабочих зон	100-1 20	на м² поверхности рабочей зоны	60	45

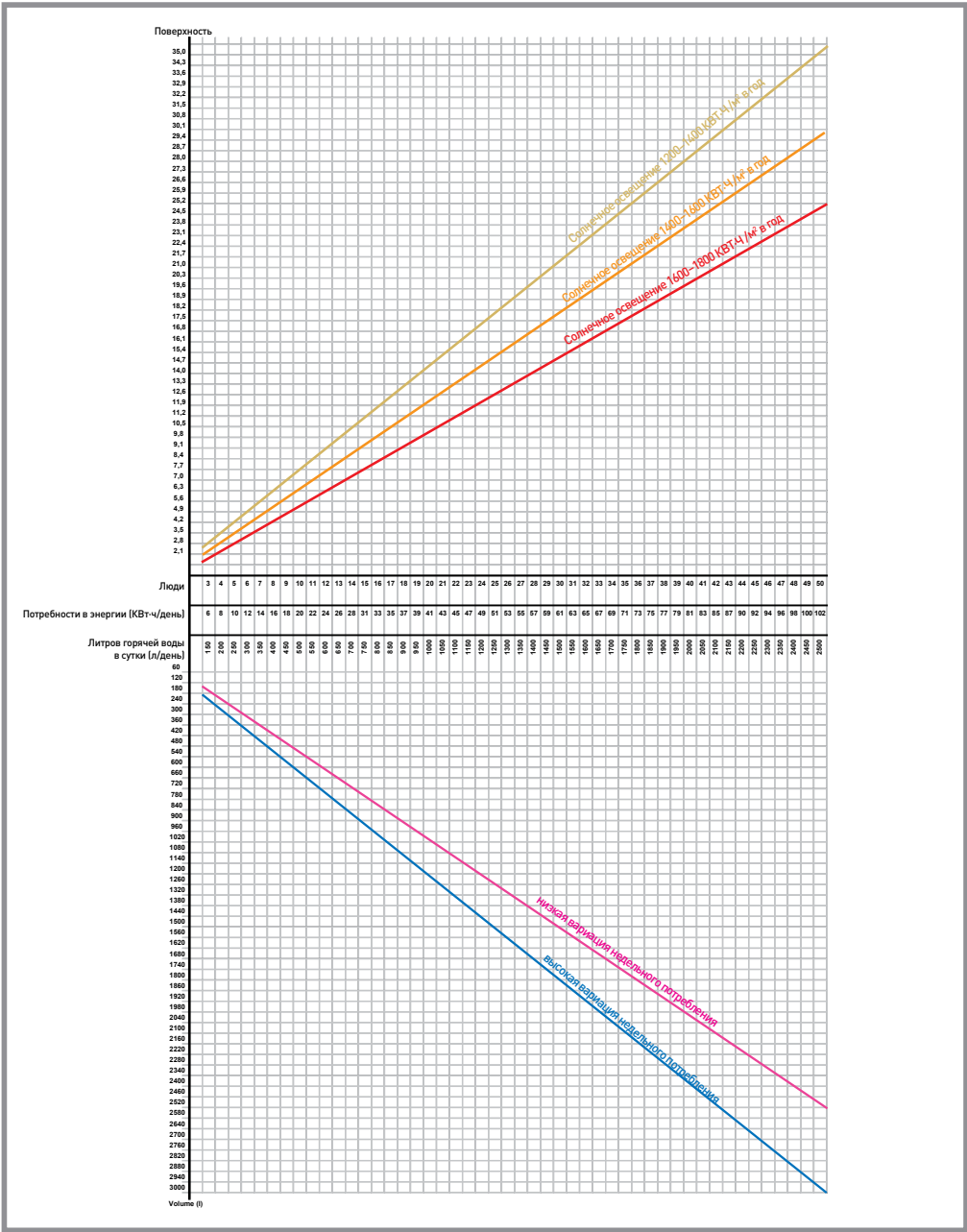
Для каждого применения есть определенный годовой и недельный профиль потребления, который нужно учитывать для правильного выбора размеров солнечной установки. Используются следующие таблицы коэффициентов.



ГОДОВОЙ ПРОФИЛЬ ПОТРЕБЛЕНИЯ							
Месяцы	Дом престарелых	Частный дом	Блок квартир	Офисное здание	Гостиница	Магазин	Административные офисы
Январь	0,97	1,00	0,98	1,00	0,75	0,90	0,98
Февраль	0,92	1,00	1,00	1,00	0,78	0,90	0,97
Март	0,90	0,91	0,99	1,00	0,79	0,87	0,94
Апрель	0,87	0,91	0,90	1,00	0,81	0,78	0,90
Май	0,83	0,82	0,91	0,91	0,93	0,74	0,78
Июнь	0,82	0,82	0,83	0,86	1,00	0,65	0,80
Июль	0,77	0,73	0,66	0,82	1,00	0,61	0,79
Август	0,76	0,82	0,79	0,86	1,00	0,65	0,82
Сентябрь	0,82	0,82	0,84	0,91	0,90	0,69	0,89
Октябрь	0,89	0,91	0,80	1,00	0,85	0,74	0,93
Ноябрь	0,96	1,00	0,92	1,00	0,60	0,78	0,95
Декабрь	1,00	1,00	0,95	1,00	0,80	1,00	1,00

НЕДЕЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ ПОТРЕБЛЕНИЯ							
День недели	Дом престарелых	Частный дом	Блок квартир	Офисное здание	Гостиница	Магазин	Административные офисы
Понедельник	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	1,00	1,00
Вторник	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	1,00	1,00
Среда	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	1,00	1,00
Четверг	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	1,00	1,00
Пятница	1,00	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00	1,00
Суббота	0,79	0,94	0,82	0,28	1,00	0,83	0,41
Воскресенье	0,75	0,69	0,80	0,00	0,85	0,00	0,15

После определения месячных потребностей в энергии, ее годового и недельного распределения на основе типа применения, можно посмотреть на следующий график, чтобы определить квадратные метры поверхности коллектора и объем солнечного бойлера.



РАЗМЕРЫ ГИДРАВЛИКИ СОЛНЕЧНОЙ УСТАНОВКИ

После определения количества и типа солнечных коллекторов, способа подключения, температурных бойлеров (и/или теплообменников) и их положения в доступном пространстве, можно определить размеры гидравлики. В частности, в этом разделе приведены практические процедуры для определения:
Общего потока солнечной установки
Размеров основных труб
Потерь нагрузки установки и выбора насосной группы
Размеров расширительного бака

ОБЩИЙ ПОТОК СОЛНЕЧНОЙ УСТАНОВКИ

Это значение зависит от количества солнечных коллекторов и потока установки (обычный поток или низкий поток). Выбор основывается на конструкции обогревательной техники и анализе цен и потенциальной выгоды (не всегда просто) для различных решений.

ОБЫЧНЫЙ ПОТОК ИЛИ НИЗКИЙ ПОТОК

При «обычном потоке», жидкость-теплоноситель должна протекать через каждый коллектор со скоростью 40–60 литров/час на каждый м² коллектора. При «низком потоке» жидкость-теплоноситель должна протекать через каждый коллектор со скоростью 10–15 литров/час на каждый м² коллектора.

При «обычном потоке» получаем:

- Более высокие потоки системы
- Более высокое потребление электроэнергии в группе циркуляции
- Более высокая эффективность коллектора, и, соответственно, всей системы
- Большая поверхность теплообмена со стороны бойлера
- Меньшие средние температуры солнечных коллекторов
- Меньшая разница температур на входе и выходе поля коллекторов
- Меньшая вероятность того, что тепло будет непрерывно подаваться в бак для хранения воды в условиях низкой солнечной освещенности

Чтобы подвести итог, «обычный поток» рекомендуется при следующих условиях:

- Большая освещенная площадь
- Круглогодичное или в основном летнее использование (бытовая горячая вода)
- Применения, в которых не требуется слишком горячая рабочая жидкость (бытовая горячая вода или бассейны)
- Если не имеет значения расход электроэнергии, по сравнению с экономией в результате собранной тепловой энергии
- Если поверхности теплообмена бойлера достаточно большие по сравнению с полем коллекторов

При «низком потоке» получаем:

- Более низкие потоки системы
- Более низкое потребление электроэнергии в группе циркуляции
- Более низкая эффективность коллектора, и, соответственно, всей системы
- Меньшая поверхность теплообмена со стороны бойлера
- Большая, средние температуры солнечных коллекторов
- Большая разница температур на входе и выходе поля коллекторов
- Большая вероятность того, что тепло будет непрерывно подаваться в бак для хранения воды в условиях низкой солнечной освещенности

Чтобы подвести итог, «обычный поток» рекомендуется при следующих условиях:

- Меньшая освещенная площадь
- Использование в основном зимой (обогрев помещений)
- Применения, в которых требуется слишком горячая рабочая жидкость (промышленное использование)
- Если важна стоимость электроэнергии, по сравнению с экономией в результате собранной тепловой энергии
- Если нужно ограничить стоимость системы путем уменьшения площади теплообмена бойлера
- Если имеет «хорошую» кривую эффективности (вакуумные трубки)

РАЗМЕРЫ ТРУБ

После определения общего потока и отдельной части трубы, размер труб между солнечным коллектором и бойлером выбирается по тем же общим правилам, что и для обычных систем обогрева. Диаметр каждой части трубы с различным потоком должен выбираться путем компромисса.

На самом деле, при увеличении диаметра трубы наблюдаются противоположные эффекты:

- Уменьшаются удельные потери нагрузки (мбар/м)
- Уменьшается количество электроэнергии, потребляемое группой циркуляции
- Понижается скорость (уменьшение шума и других нежелательных эффектов)
- Повышается рассеяние тепла
- Повышается стоимость (материал труб и объем гликоля)

Если используются медные трубы, диаметр трубы можно рассчитать по следующей приблизительной формуле, которая основана на предположении, что в любом случае скорость жидкости в трубах не превышает 1 м/с:

Где:

$D_{int-min}$ – это минимальный внутренний диаметр труб в рассматриваемой части

Q – это поток в рассматриваемой части

$$D_{int,-min} = \sqrt{0,35 \times Q}$$

Диаметр выбирается с учетом следующих моментов:

- Общая длина труб системы
- Гидравлический баланс рядов коллекторов (если подключено более одного)
- Влияние гликоля в зависимости от концентрации (при 40% потери нагрузки увеличиваются на 20%)
- Различные накопленные потери нагрузки (кривизна, клапаны, и т.д.)
- Потери нагрузки коллектора
- Напор на выходе группы циркуляции при проектном потоке системы
- Стоимость системы.

Для меди также можно использовать таблицу ниже, она предлагает различные решения для заданного потока.

Размеры Поток (л/ч)	18 x 1		18 x 1		22 x 1		28 x 1,5		33 x 1,5		42 x 1,5		54 x 2	
	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м
100	1,30	2,30												
200	0,90	1,60												
300	0,60	1,10	1,41	2,30										
400	0,45	0,80	1,00	1,60										
500	0,36	0,64	0,75	1,10	0,42	1,00								
600	0,30	0,50	0,60	0,80	0,35	0,75								
700	0,27	0,45	0,54	0,70	0,30	0,60								
800	0,24	0,40	0,48	0,60	0,27	0,50								
900	0,22	0,36	0,45	0,55	0,25	0,45								
1000	0,20	0,32	0,40	0,50	0,22	0,40								
1200	0,17	0,27	0,35	0,42	0,18	0,35	0,41	0,90						
1400	0,15	0,24	0,32	0,38	0,16	0,32	0,36	0,80						
1600	0,14	0,22	0,30	0,35	0,15	0,30	0,33	0,75						
1800	0,13	0,20	0,28	0,32	0,14	0,28	0,31	0,70						
2000	0,12	0,18	0,26	0,30	0,13	0,26	0,29	0,65						
2200	0,11	0,16	0,24	0,28	0,12	0,24	0,27	0,60						
2400	0,10	0,15	0,22	0,26	0,11	0,22	0,25	0,55						
2600	0,09	0,14	0,20	0,24	0,10	0,20	0,23	0,50						
2800	0,08	0,13	0,18	0,22	0,09	0,18	0,21	0,45						
3000	0,07	0,12	0,16	0,20	0,08	0,16	0,20	0,40						
3200	0,06	0,11	0,15	0,18	0,07	0,15	0,18	0,35						
3400	0,05	0,10	0,14	0,17	0,06	0,14	0,17	0,30						
3600	0,04	0,09	0,13	0,16	0,05	0,13	0,16	0,25						
3800	0,03	0,08	0,12	0,15	0,04	0,12	0,15	0,20						
4000	0,02	0,07	0,11	0,14	0,03	0,11	0,14	0,15						
4200	0,01	0,06	0,10	0,13	0,02	0,10	0,13	0,10						
4400	0,01	0,05	0,09	0,12	0,01	0,09	0,12	0,05						
4600	0,01	0,04	0,08	0,11	0,01	0,08	0,11	0,04						
4800	0,01	0,03	0,07	0,10	0,01	0,07	0,10	0,03						
5000	0,01	0,02	0,06	0,09	0,01	0,06	0,09	0,02						
5200	0,01	0,01	0,05	0,08	0,01	0,05	0,08	0,01						
5400	0,01	0,01	0,04	0,07	0,01	0,04	0,07	0,01						
5600	0,01	0,01	0,03	0,06	0,01	0,03	0,06	0,01						
5800	0,01	0,01	0,02	0,05	0,01	0,02	0,05	0,01						
6000	0,01	0,01	0,01	0,04	0,01	0,01	0,04	0,01						

Если используются трубы из гофрированной нержавеющей стали, нужно ограничиться низкими потоками и расстояниями (системы малого и среднего размера), в соответствии со следующей таблицей:

ДЛИНА ДО (М)				
Поток до (л/ч)	6	15	15	22
500	15	15	15	22
1000	18	22	22	28
1500	22	28	28	28
2000	28	28	28	35

РАСЧЕТ ПОТЕРЬ НАГРУЗКИ И ВЫБОР ГРУППЫ НАСОСА

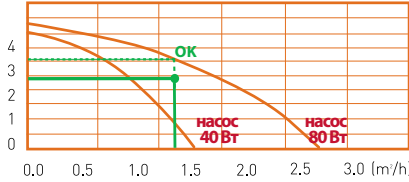
Расчет потерь нагрузки выполняется не после выбора труб, но одновременно с выбором. На этом этапе может быть изменен размер труб, которые были выбраны на предыдущем.

У этого этапа есть две цели:

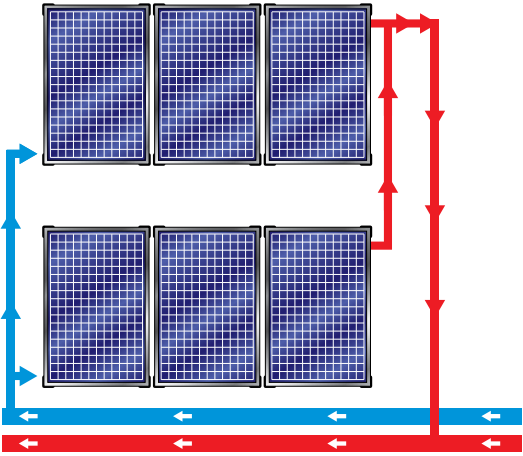
- Выбор группы циркуляции

Чтобы сделать это, нужно рассчитать часть системы с высокими потерями нагрузки и убедиться, что при полном проектном потоке системы, группа циркуляции может обеспечить выход больше или по крайней мере равный расчетному.

Гидравлический баланс рядов коллекторов.
При помощи соединения Tickleman, ряды автоматически балансируются.



На следующих страницах приведено несколько таблиц для расчета потерь нагрузки в гидравлических устройствах и коллекторах.



На таблице ниже приведены потери нагрузки в миллибар ах как функция от скорости жидкости в трубе и размерного коэффициента

Скорость в трубе (м/с)	Потери нагрузки (мбар) для D=1	Скорость в трубе (м/с)	Потери нагрузки (мбар)
0,1	0,5	0,56	16
0,12	0,7	0,58	17
0,14	1	0,6	18
0,16	1,3	0,62	19
0,18	1,6	0,64	20
0,2	2	0,66	22
0,22	2,4	0,68	23
0,24	2,9	0,7	24
0,26	3,3	0,72	26
0,28	3,9	0,74	27
0,3	4,5	0,76	29
0,32	5,1	0,78	30
0,34	5,7	0,8	32
0,36	6,4	0,82	33
0,38	7,2	0,84	35
0,4	7,9	0,86	37
0,42	8,7	0,88	38
0,44	9,6	0,9	40
0,46	10	0,92	42
0,48	11	0,94	44
0,5	12	0,96	46
0,52	13	0,98	48
0,54	14	1	50

Коллекторы вносят значительный вклад в потери нагрузки, поэтому очень важно, чтобы производитель привел значения потерь нагрузки по крайней мере для двух опорных потоков (18 л/ч и 50 л/ч на м² коллектора).

Значения локализованного коэффициента потерь D (суммарные)						
Внутренний диаметр труб из нержавеющей стали, меди и пластика		8 .16 mm	18 .28 mm	30.54 mm	> 54 mm	
Диаметр стальных труб		3/8".1/2"	3/4".1"	1 1/4".2"	> 2"	
Тип локализованного нагревательного элемента						
Узкая кривая при 90°	r/d = 1,5		2,0	1,5	1,0	0,8
Обычная кривая при 90°	r/d = 2,5		1,5	1,0	0,5	0,4
Широкая кривая при 90°	r/d > 3,5		1,0	0,5	0,3	0,3
U-образная узкая кривая	r/d = 1,5		2,5	2,0	1,5	1,0
U-образная обычная кривая	r/d = 2,5		2,0	1,5	0,8	0,5
U-образная широкая кривая	r/d > 3,5		1,5	0,8	0,4	0,4
Расширение			1,0			
Сужение			0,5			
Простое Т-образное разветвление – прямой угол			1,0			
Простое Т-образное слияние – прямой угол			1,0			
Двойное Т-образное разветвление – прямой угол			3,0			
Двойное Т-образное слияние – прямой угол			3,0			
Простое разветвление с наклонным углом			0,5			
Простое слияние с наклонным углом			0,5			
Разветвление с кривой захвата			2,0			
Слияние с кривой захвата			2,0			

Значения локализованного коэффициента потерь D (компоненты системы)					
Внутренний диаметр труб из нержавеющей стали, меди и пластика		8 .16 mm	18 .28 mm	30.54 mm	> 54 mm
Внешний диаметр стальных труб		3/8".1/2"	3/4".1"	1 1/4".2"	> 2"
Тип локализованного нагревательного элемента	Символ				
Прямой запорный клапан		10,0	8,0	7,0	6,0
Угловой запорный клапан		5,0	4,0	3,0	3,0
Запорный клапан уменьшенного потока		1,2	1,0	0,8	0,6
Запорный клапан с полным отверстием		0,2	0,2	0,1	0,1
Шариковый клапан уменьшенного потока		1,6	1,0	0,8	0,6
Шариковый клапан с полным отверстием		0,2	0,2	0,1	0,1
Клапан-бабочка		3,5	2,0	1,5	1,0
Обратный клапан		3,0	2,0	1,0	1,0
Клапан нагревательного элемента прямого типа		8,5	7,0	6,0	--
Клапан нагревательного элемента углового типа		4,0	4,0	3,0	--
Прямой запорно-регулирующий клапан		1,5	1,5	1,0	--
Угловой запорно-регулирующий клапан		1,0	1,0	0,5	--
Четырехходовой клапан		6,0		4,0	
Трехходовой клапан		10,0		8,0	
Проточный радиатор		3,0			
Проточный напольный бойлер		3,0			

РАЗМЕРЫ РАСШИРИТЕЛЬНОГО БАКА

В солнечных нагревательных установках, размеры расширительного бака являются критическим параметром, так как от них зависит как срок службы, так и правильность работы установки. Также следует заметить, что выбор размеров расширительного бака является достаточно сложной задачей, так как при этом нужно учесть специфические условия работы, перечисленные ниже.

В отличие от систем обогрева, в которых есть полный контроль за мощностью бойлера (который можно даже остановить), в солнечных установках Солнце контролировать нельзя, оно нагревает коллектор даже тогда, когда он уже не может передавать тепло бойлеру (так как он уже нагрет до максимальной безопасной температуры).

Такая ситуация достаточно распространена летом, из-за более сильного солнечного излучения и низкого потребления энергии (например, если семья уехала в отпуск в августе).

Таким образом, жидкость-теплоноситель в коллекторах достигает неконтролируемых температур, превышающих типовые значения для систем обогрева, и может испариться. В таких случаях испарительный бак имеет очень важное значение.

Однако выше упомянутые температуры имеют верхний предел, равный температуре застоя коллектора, эта фундаментальная информация предоставляется производителем. Обычно это значение составляет от 130 до 200 °C и зависит от качества изоляции и типа конструкции.

При температуре застоя, перегретая панель излучает в окружающий воздух ту же тепловую мощность, что и получает от Солнца.

Вышеуказанный объем приведен в технической документации выбранного продукта.
Для медных труб, см. таблицу ниже:

Размеры	Удельный объем (л/м)
15 x 1	0,13
18 x 1	0,20
22 x 1	0,31
28 x 1,5	0,49
35 x 1,5	0,80
42 x 1,5	1,20
54 x 2	1,96

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА РАСШИРИТЕЛЬНОГО БАКА

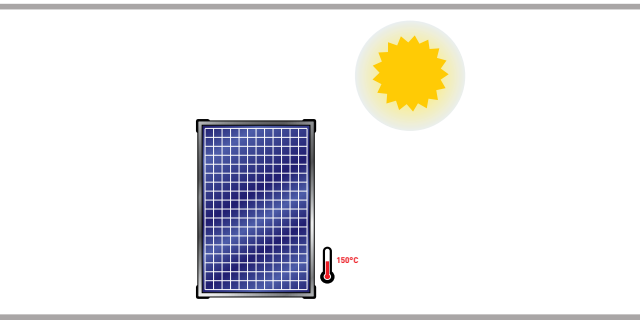
При использовании манометра, клапаны безопасности и расширительный бак собираются рядом друг с другом (или в любом случае на одинаковой гидростатической высоте системы), формула для расчета объема расширительного бака следующая:

$$\frac{(0,9 \cdot PVS + 1)}{(0,9 \cdot PVS - P0)}$$

$$VN, \text{ mMIN} = VU \cdot P0 = 0,1 \cdot HIDR + 0,7$$

$$PV = 0,1 \cdot HIDR + 0,4$$

Где:
VN, MIN – минимальный объем расширительного бака (л)
VU – объем, удобный для расчета (л)
PVS – давление клапана безопасности (обычно 6 бар)
P0 – давление холодной заполненной системы (бар)
HIDR – разница высот между коллекторами вверх и вниз бака (м)
PV – давление воздуха предварительной нагрузки в расширительном баке (бар)



Первая вещь, которую нужно знать для систем нагрева, это общий объем солнечной установки, который при расширении под действием температуры будет отобран баком

$$VA = VC + VWT + VKS + VR$$

где:
VA – залитый в систему объем
VC – залитый в коллектор объем (коллекторы и гидравлические соединения)
VWT – объем теплообменников (внутри или снаружи бойлера)
VKS – полный объем гидравлического комплекта (группа насоса и различные клапаны)
VR – объем труб

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА СИСТЕМЫ

Для размеров расширительного бака используется стандарт UNI ENV 12977-1 для расчета объема, по которому: Расширительный бак должен быть в состоянии компенсировать тепловое расширение жидкости в системе. Бак должен быть в состоянии забрать без значительного повышения давления в системе всю жидкость из поля коллекторов, когда пар (который образуется из-за перегрева) опустошает их. Это означает, что расширительный бак не должен останавливаться из-за повышения давления в результате испарения в коллекторах (которое происходит приблизительно при 120 °C)

Такое испарение защищает систему и ее компоненты от перегрева и чрезмерного давления; антифриз служит дольше, так как температурной нагрузке подвергается только незначительная часть жидкости, которая испаряется в коллекторе. Однако, испарение также вызывает блокировку системы, которая может продолжаться длительное время, и система становится шумной и нестабильной при перезапуске.

Используя этот метод можно рассчитать:

$$VU = VC + 0,073 VA$$

Установка

ДЛЯ ПРАВИЛЬНОГО ЗАПУСКА

- Нужно обеспечить оборудование, необходимое для инспекции, установки и заполнения солнечной установки.
 - Нужно оценить техническую пригодность установки
 - Нужно предложить решение, совместимое с потребностями покупателя и установкой (если таковое есть)
 - Нужно оценить стоимость сырья и время, необходимое на создание установки, чтобы сделать предложение.
- Если клиент примет предложение, профессионал по обогреву и гидравлике должен быть в состоянии:
- Установить систему в соответствии с предписаниями производителя, работая в безопасных условиях
 - Запустить систему по соответствующей процедуре

НЕОБХОДИМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

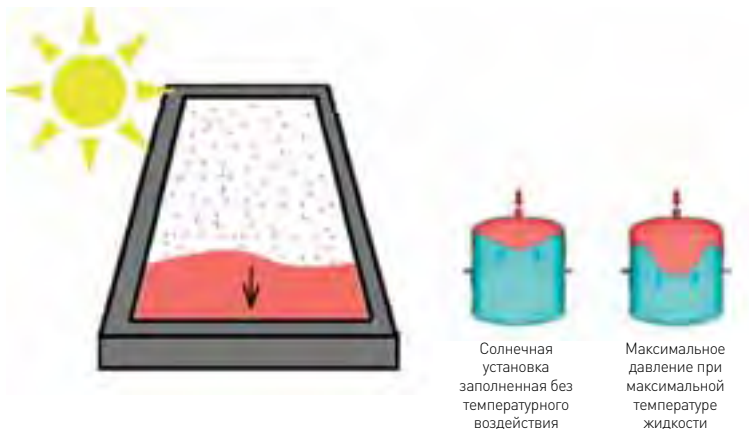
Первое, что нужно сделать, это обеспечить себя оборудованием, необходимым для установки солнечных установок нагрева, оно будет использоваться при инспекциях (как на фазе изучения применимости, так и на фазе контроля системы)

Компас
Реврактометр
Бумажные индикаторы pH – пробирка для тестов
Рулетка
Манометр
Отвертка-индикатор для проверки наличия напряжения
Электрический насос для загрузки
Страховочные ремни

Компас нужен как для определения поворота крыши, так и для измерения азимута коллектора (угол отклонения от южного направления). Он также позволяет проверить наклон крыши или установленного поля коллекторов.

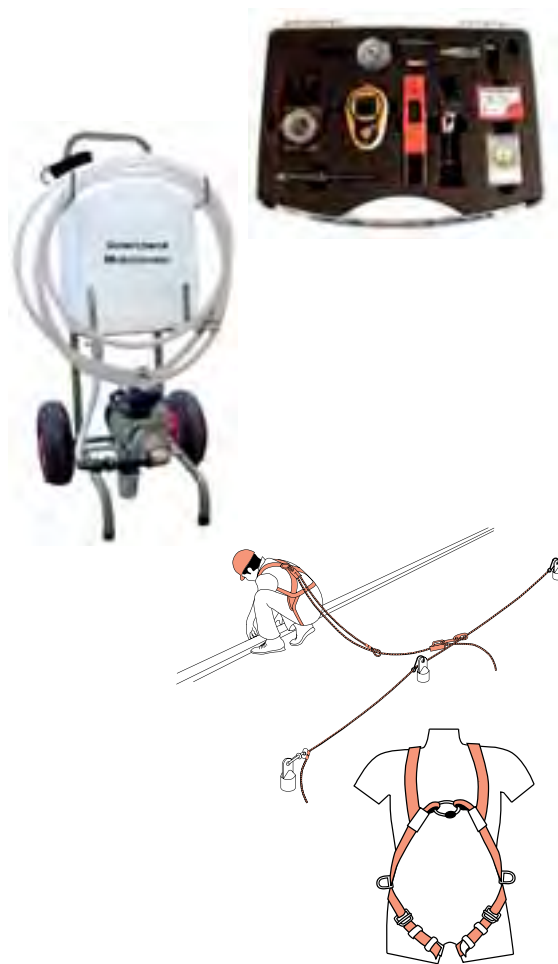
Рефрактометр служит для того, чтобы определить, сколько градусов ниже нуля может выдержать жидкость-теплоноситель. Бумажные индикаторы pH служат для определения кислотности гликоля и необходимости его замены. Если значение кислотности гликоля отличается от 7 или наблюдается его очевидное загрязнение, рекомендуется использовать пробирку чтобы отобрать 250 мл жидкости для анализа.

Манометр должен использоваться для проверки предварительной загрузки расширительного бака, которая изменяется от высоты системы.



Отвертка-индикатор полезна для проверки наличия напряжения и обнаружения фазы в розетке для насоса или трехходового клапана.

Электрический насос для загрузки позволяет быстро и эффективно заполнить солнечную установку с вынужденной циркуляцией сразу смесью жидкости-теплоносителя. Страховочные ремни позволяют работать на крыше, не опасаясь случайного падения.



ИНСПЕКЦИЯ

Инспекция очень важна как на этапе исследования применимости (перед установкой), так и на этапе устранения неполадок (когда система установлена). В этом параграфе мы сосредоточимся на инспекциях, связанных с первым этапом. Форма ниже позволяет оценить пригодность и тип системы для установки.

Запрос информации о тепловой солнечной установке	Запрос информации о солнечной тепловой установке
Общие сведения Проект: _____ Город: _____ Почтовый индекс: _____ Дата: _____ Представитель: _____ Заказчик: _____ (Исходный/Исходный) (Исходный/Исходный) Телефон: _____ Телефон: _____ Факс: _____ Факс: _____	Производство горячей воды для жилищного/бытового применения Тип применения: ☐ Односемейный дом ☐ Многоквартирный дом ☐ Гостиница / Жилой комплекс ☐ Агротуризм ☐ Кемпинг Количество людей: _____ Человек Ежедневная потребность в горячей воде: ☐ Низкая (40 л на человека) ☐ Средняя (50 л на человека) ☐ Высокая (60 л на человека) Есть ли стиральная машина с подключением к горячей воде? ☐ нет ☐ да Есть ли посудомоечная машина с подключением к горячей воде? ☐ нет ☐ да Есть ли рециркуляция горячей воды? ☐ нет ☐ да
Размещение области коллекторов Существующая поверхность: _____ м Длина x ширина: _____ м Ориентирование коллекторов / ската крыши: _____ Угол отклонения от юга: _____ Угол наклона: _____ (Запад, Юг, Восток) Затенение области коллекторов: ☐ Нет ☐ Есть, небольшое (не в середине дня) ☐ Есть, сильное (в том числе, в середине дня) Вид покрытия: ☐ Высокая черепица ☐ Низкая черепица ☐ Цемент ☐ Асфальт ☐ Металл ☐ Другое	Объединение с обогревом Номинальная потребность в тепловой энергии: _____ кВт·ч в год Тип здания: ☐ Тяжелое (хорошо изолированное) ☐ Средней тяжести ☐ Легкое (хорошо изолированное) Отапливаемая поверхность: _____ м² Отопительная установка: ☐ высоко-температурная ☐ низко-температурная ☐ Смешанная (50%-50%) Минимальная летняя нагрузка (заполнить соответствующие пункты): ☐ Сантехническая горячая вода
Трубопровод Длина трубопровода установки: _____ м снаружи здания _____ м внутри здания	Подогрев воды бассейна Тип: ☐ Частный ☐ Общественный Бассейн (ДxШxГ): _____ м x _____ м x _____ м Защита: ☐ Крытый бассейн ☐ Открытый бассейн с ночным накрытием ☐ Открытый бассейн без ночного накрытия Желаемая температура: _____ °C Обмен воды: _____ м³/ч Период использования: с _____ до _____
Котельная / аккумуляторная Размеры помещения: _____ м Высота: _____ м _____ м длина x ширина _____ м Наименьший проем доступа (двери): _____ м высота x ширина _____ м	Использование солнечного тепла ☐ Нагрев воды ☐ Отопление помещений ☐ Вода для бассейна
	Мощность бойлера _____ кВт Тип бойлера: ☐ Только нагрев ☐ Только нагрев с сантехническим кипятильником ☐ Мгновенное смешивание Группа бойлеров (если уже есть): _____ литров Бойлер с конденсацией? ☐ нет ☐ да Источник энергии: ☐ Метан ☐ Дизельное топливо ☐ Сжиженный газ ☐ Электричество

БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТЫ

В этом разделе приведена важная общая информация по предотвращению травм.

Размещение солнечных коллекторов, которые обычно размещаются на крыше здания, включает несколько опасностей для установщика и производителя. В число опасностей входит необходимость выполнять большинство действий на высоте. Этот раздел призван привлечь внимание оператора к опасностям во время установки и обслуживания солнечных установок нагрева, в особенности к опасности работ на высоте.



ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ ПАДЕНИЯ С ВЫСОТЫ

Чтобы устранить опасность падения с высоты, начиная с 1956 в соответствии с DPR 164 введена обязанность применять «совместные защитные меры» (поручни, подмости, сетки безопасности и т.д.) для всех работ, которые выполняются на высоте более двух метров над землей.

Однако, для многих работ по обслуживанию, которые длятся недолго – например, несколько минут (инспекция, очистка крыши или дымохода, установка и обслуживание антенн, световых люков и солнечных коллекторов), ранее упомянутые «совместные защитные меры» не применяются из-за времени и стоимости таких работ. Таким образом, люди работают без всякой защиты от опасности падения.

Чтобы решить эту проблему, Директива Lgs. 626 от 1994 предписывает использовать «Средства личной защиты» (PPE) вместо «совместных защитных мер» (поручни и т.д.) чтобы устранить опасность падения с высоты. В общем случае эти PPE состоят из страховочных ремней (вроде альпинистских), оборудованных шнуром, который закрепляется на здании. Таким образом, падение работника с высоты предотвращается шнуром, закрепленным на достаточно прочном креплении (что также используется в альпинизме).

Источники опасности могут быть следующими:

Опасность после падения в результате:

- Раскачивания тела с ударами о преграды
- Защемление при падении из-за страховочных ремней
- Опасность, связанная со средствами личной защиты (PPE) от падения с высоты могут быть следующими:
- Не идеальное применение PPE.
- Ограничение свободы движений, вызванное PPE – возможность споткнуться о PPE

Опасность, связанная со средствами личной защиты (PPE) от падения с высоты могут быть следующими:

- Недостаточное прилипание ботинок
- Опасность поскользнуться из-за наличия воды на рабочей поверхности;
- Опасность тошноты
- Ослепление
- Плохая видимость
- Перегрев организма или солнечный удар
- Резкий перепад температуры

Связанные с работами опасности:

- механические
- термические
- электрические
- химические

Атмосферные опасности, вызванные:

- ветром
- дождем
- льдом на рабочей поверхности

Для предотвращения несчастных случаев и опасности для здоровья, очень важны технические и организационные меры, так как они призваны устранить или в достаточной мере уменьшить опасности и защитить работников при помощи совместных средств защиты. Таким образом, важно внимательно оценить место установки оборудования (солнечных коллекторов) и связей системы (трубы, клапаны и т.д.) по следующим критериям:

Доступ к месту установки/обслуживания:

- например, оценить возможность доступа к рабочему месту (также учитывая, насколько большие материалы придется транспортировать) изнутри здания с лестницы через отверстия на крыше, достаточно большое для простого перемещения материалов, или же доступ будет осуществляться снаружи, с платформы или вилочного погрузчика на основе грузовика. Морфология покрытия (важна для выбора анкеровки, если вы используете средства личной защиты, состоящие из страховочных ремней и системы останова падения) может быть, например:

- плоской;
- с наклоном менее 30°;
- с наклоном более 30°;

Поверхность/изоляция (важна для выбора анкеровки, если вы используете средства личной защиты, состоящие из страховочных ремней и системы останова падения):

- Поверхность изготовлена из плитки и ее можно разобрать;

- Поверхность изготовлена из специальных элементов, поэтому ее невозможно разобрать;

Тип несущей конструкции (важно для выбора анкеровки, если вы используете средства личной защиты, состоящие из страховочных ремней и системы останова падения):

- армированный бетон;
- листовое дерево;
- металлическое покрытие;

Размещение систем:

- оценка точек установки панелей и систем, связанных с ними, с учетом рабочих областей, к которым трудно получить доступ и/или в которых есть опасность из-за наличия кабелей, газовых труб и т.д.

- оценка других возможных действий, которые будут выполнять посторонние, и которые могут повлиять на вашу работу. Таким образом вы должны предпринять адекватные меры для безопасности работы.

ССЫЛКИ НА НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Для вашей информации, ниже перечислены ссылки на национальные и союзные документы о безопасности, а также технические стандарты для отдельных средств защиты от падения с высоты. Кроме того, даны указания по оценке с высоты, с практическим примером оценки для «гипотетической» фазы работ.

Законодательство:

D.P.R. 27 апреля 1955, № 547 – Стандарты по предотвращению несчастных случаев и гигиене на рабочем месте.

D.P.R. 7 января 1956, № 164- Стандарты по предотвращению несчастных случаев при строительных работах.

D.P.R. 19 марта 1956, № 303 – Общие стандарты по рабочей гигиене.

D. Lgs. 19 сентября 1994, № 626 с последующими дополнениями и включениями – Реализация Директив 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE, 90/679/CEE о безопасности на рабочем месте и улучшению защиты здоровья работников.

D. Lgs. 14 августа 1996, № 494 с последующими дополнениями и включениями – Реализация Директивы 92/57/CEE о минимальной безопасности и предписаниях по охране здоровья на временных и мобильных стройплощадках.

D. Lgs. 4 декабря 1992, № 475 – Реализация Директивы Совета 89/686/CEE от 21 декабря 1989, о стандартизации законодательства стран-членов относительно средств личной защиты.

D. Lgs. 2 января 1997, № 10 – Реализация Директив 93/68/CEE, 93/95/CEE и 95/58/CEE о средствах личной защиты.

D.M. 22 мая 1992, № 466 – Правила с определением эффективности для индивидуальных систем для людей, отвечающих за сборку и разборку металлических лесов.

Технические стандарты:

UNI EN 341 – Средства личной защиты от падения с высоты – устройства спуска.

UNI EN 353 - 1 - Средства личной защиты от падения с высоты – Направляемые средства останова падения, включающие жесткую линию анкеровки.

UNI EN 353 - 2 - Средства личной защиты от падения с высоты - Направляемые средства остановки падения, включающие гибкую линию анкеровки.
 UNI EN 354 - Средства личной защиты от падения с высоты - Тросы.
 UNI EN 355 - Средства личной защиты от падения с высоты - Поглотители энергии.
 UNI EN 360 - Средства личной защиты от падения с высоты - Устройства остановки падения выдвижного типа.
 UNI EN 361 - Средства личной защиты от падения с высоты - Страховочные ремни для всего тела.
 UNI EN 362 - Средства личной защиты от падения с высоты - Соединительные элементы.
 UNI EN 363 - Средства личной защиты от падения с высоты - Системы остановки падения.
 UNI EN 364 - Средства личной защиты от падения с высоты - Методы тестирования.
 UNI EN 365 - Средства личной защиты от падения с высоты - Инструкции по общим требованиям к применению и маркировке.
 UNI EN 795 - Средства личной защиты от падения с высоты - Анкерные устройства - Требования и тесты.

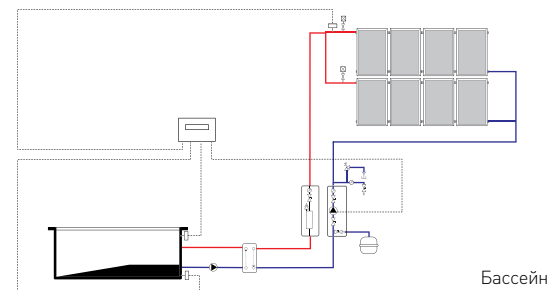
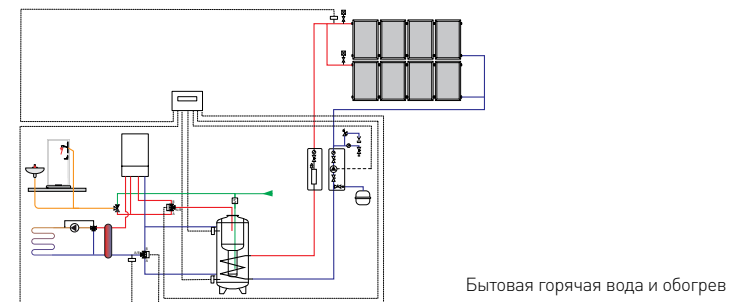
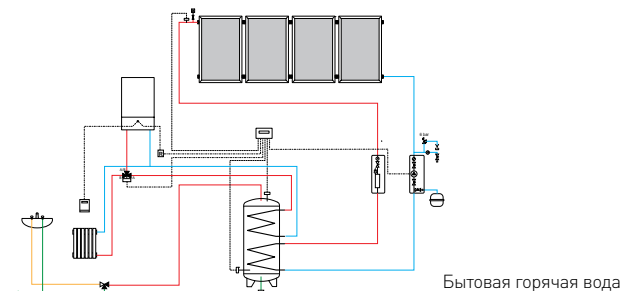
ТРАНСПОРТИРОВКА И ПЕРЕМЕЩЕНИЕ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

Солнечный коллектор должен транспортироваться в вертикальном положении, нужно избегать резких движений. Во время транспортировки нужно следить за стеклянной стороной. Не класть и не транспортировать коллектор стеклянной стороной вниз. Перед установкой, не оставлять солнечные коллекторы на улице стеклянной стороной вниз, чтобы избежать в случае дождя проникновения воды в коллектор. Это приведет к образованию влаги внутри панели. Оставить коллектор в упаковке вплоть до доставки на конечное место сборки, чтобы защитить его от повреждения. Не прислонять заднюю сторону коллектора к неровной или острой поверхности. Всегда прикрывать стекло коллектора пока система не будет введена в эксплуатацию.

УСТАНОВКА СИСТЕМЫ

Основные схемы

В основном, количество возможных схем системы неограниченно. Ограничения обычно возникают на уровне модуля управления солнечной установкой и в связи с ее интеграцией с остальной системой. Это наиболее часто используемые схемы.



ВЫПОЛНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОДКЛЮЧЕНИЙ

Датчики температуры

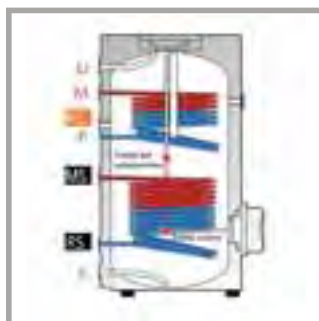
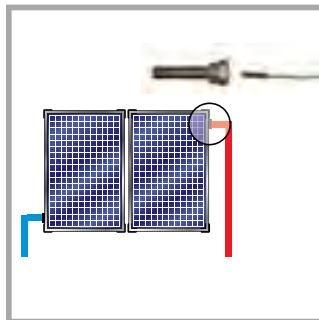
Основной фактор, влияющий на правильное измерение температуры – точное размещение датчика. Поэтому, важно чтобы температура, показываемая измерительным устройством, была как можно ближе к температуре измеряемой жидкости. Чтобы сделать это, лучше всего использовать погружаемый датчик, а не контактный. Если используется контактный датчик, нужно убедиться в хорошем тепловом контакте и соответствующей изоляции.

Естественно, важно убедиться, что выбранный датчик является подходящим (диапазоны температур, точность измерения, устойчивость и точность). Еще один важный фактор, который нужно учесть – насколько легко на датчик влияет распространение электромагнитных волн (например, вызванных проходящими рядом электрическими кабелями) а также длина кабелей.

Положение датчика температуры имеет большое значение.

Датчик солнечного коллектора обязательно должен быть установлен на горячем выходе ряда коллекторов.

Датчик бойлера должен быть установлен в самой нижней точке корпуса рядом с нижней спиралью.



ЗАЗЕМЛЕНИЕ И ГРОМООТВОД

Если панели устанавливаются в здании, где есть работники или имеется свободный публичный доступ, необходимо проанализировать опасности в соответствии с CEI 81-4. Здание должно быть защищено или иметь самозащиту, учитывая также и панели.

В жилых применениях (в частности, отдельно стоящие дома) оценка опасностей в соответствии с CEI 81-4 не выполняется для подписания декларации соответствия системы. Поэтому, правильным является выполнение только эквипотенциального подключения труб (входящих в здание) с использованием зелено/желтого проводника с сечением как минимум 16 мм² (медный) – в соответствии с CEI 64-8 не обязательно сечение более 25 мм². Заземление может быть выполнено штырем заземления. Подключение заземления должно быть выполнено за пределами здания.

Штырь заземления должен также быть подключен к сети заземления проводником для выравнивания потенциалов такого же сечения.

Если есть система громоотвода, коллектор может быть включен в нее.

Замечание:

Заземление и громоотвод должно выполняться сертифицированными людьми в соответствии с законом 46/90 пункт "а".

ВЫПОЛНЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО КОНТУРА

Очевидно, что солнечные установки нагрева должны также иметь необходимые трубы для циркуляции жидкости-теплоносителя.

Правильный размер и маршрут труб, выбор материалов, типа изоляции и процессов соединения являются основными факторами конструкции хорошей солнечной установки, которая сможет работать длительное время.

ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ ПО СОЗДАНИЮ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО КОНТУРА

Рассмотрим некоторые тонкости, которые позволят оптимизировать расположение труб:

Гарантировать всегда минимальный наклон на горизонтальных участках, чтобы облегчить удаление воздуха.

Всегда избегать обратного наклона; если его невозможно избежать, установить несколько клапанов для стравливания воздуха.

Длина должна быть минимальной, чтобы уменьшить потери электрической и тепловой энергии.

Закрепить трубы скобами, которые не мешают потоку, чтобы в результате теплового расширения на трубу не действовала нагрузка на сжатие.

Изоляция не должна покидать открытые части труб или компонент, а только те элементы, необходимые для хорошей и правильной работы компонент.

Защитить внешние части изолированной трубы слоем из гальванизированного листа или алюминия, чтобы предотвратить проникновение воды, быстрое старение из-за солнечных лучей, разрушение птицами и грызунами.

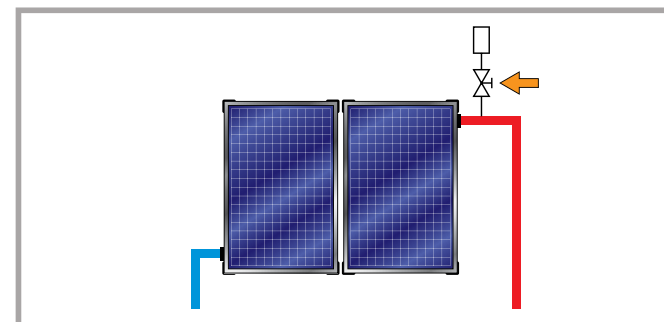
Газопоглотители и клапаны стравливания желательнее размещать в более высоких частях системы (на выходе ряда коллекторов)

Полезно установить пространство стабилизации (которое уменьшает скорость жидкости вплоть до 0,4 м/с) между системой и клапаном, для сбора воздуха, который может попасть в систему.

Хорошая мысль установить запорный клапан для «изоляции воздушного клапана» после завершения удаления воздуха (при нормальной работе, он нам не нужен)

На самом деле воздушный клапан (без запорного клапана) может быть поврежден при перегреве или вызвать нежелательный слив контура, если в коллекторе есть пар.

Расширительный бак желательнее разместить в таком месте, где на него меньше всего влияет насос (после выхода поля коллекторов).



Однако, в небольших и средних системах, можно подключить расширительный бак к группе всасывания насоса, по причинам практичности и компактности установки.

МАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ТРУБ

Учитывая, что жидкость-теплоноситель может нагреваться до высоких температур и содержать гликоль, трубы первичного контура должны быть изготовлены только из:

- Меди
- Нержавеющей стали
- Чугуна

Гальванизированная сталь не может использоваться, так как под воздействием высоких температур и гликоля она быстро теряет цинк.

Также следует избегать многослойных и пластиковых труб, так как они не могут гарантировать устойчивость к температурным нагрузкам, которые может создавать солнечная установка.

Трубы вторичного контура могут быть изготовлены из:

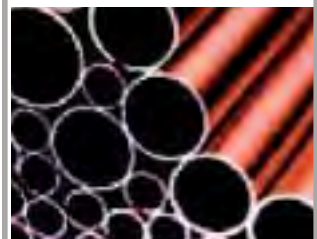
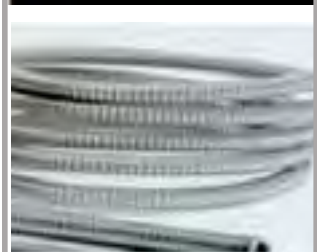
- Меди
- Нержавеющей стали
- Пластика, сертифицированного для этого типа применений.

Гальванизированная сталь не может использоваться в частях системы, контактирующих с бытовой горячей водой.

Относительно температурной изоляции труб, из-за высоких температур, которые могут возникать в первичном контуре системы, она должна:

- Быть устойчивой к высоким температурам (около 125°C в течение длительного времени и 180°C в течении короткого времени)
- Быть устойчивой к атмосферному влиянию (ультрафиолетовое излучение, коррозионное воздействие внешних факторов) и к животным (птицам и грызунам)
- Соответствовать требованиям к толщине, предусмотренным в законе 10/91 и к проводимости в соответствии со стандартом EN ISO 8497, в котором D равняется 0,040 Вт/(м·К) при 20°C.
- При внешнем применении желательна устойчивость к ультрафиолетовым лучам в соответствии со стандартом ISO 4892/2

Изоляция, подходящая для использования в первичном контуре солнечной установки нагрева должна иметь тип «закрытой ячейки» и маркировку HT (для высоких температур).



ВЫПОЛНЕНИЕ СОЕДИНЕНИЯ ТРУБ

При установке системы, нам нужно соединить вместе различные элементы, с учетом температур и давлений. Этот аспект очень сильно влияет в частности на срок службы и надежность.

По этой причине, соединения труб (друг с другом и с аксессуарами) должны выдерживать предусмотренные температуры и уровни давления.

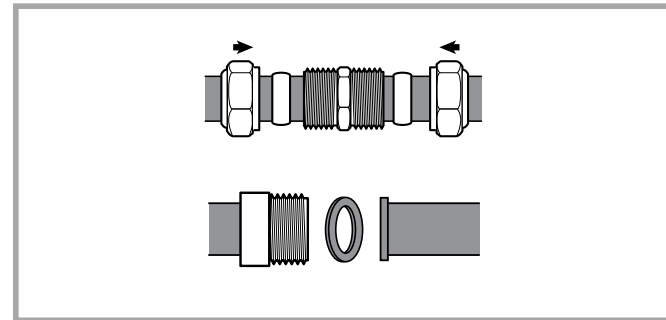
Соединение медных труб:

По Европейским правилам, медные трубы могут быть соединены следующими системами:

- Мягкая пайка в соответствии с UNI EN ISO 4063:
- Сплавы должны соответствовать UNI EN 29453 и, в случае контакта с питьевой водой, не должны содержать свинец и сурьму
- Флюсы для мягкой пайки (также называемые протравкой или паяльной пастой) должны соответствовать UNI EN 29454
- Точка плавления металла шва 450°C (обычно в диапазоне от 220 до 250 °C)
- Соединения в соответствии с UNI EN 1254-1
- Рабочая температура < 120°C
- Максимальное рабочее давление при 30°C: 25 бар при внешнем диаметре до 54 мм, 16 бар для больших диаметров
- Максимальное рабочее давление при 110°C: 16 бар при внешнем диаметре до 34 мм, 10 бар для больших диаметров
- Диаметры < 108 мм

Пайка в соответствии с UNI EN ISO 4063:

- Сплавы должны соответствовать UNI EN 29453 и, в случае контакта с питьевой водой, не должны содержать кадмий
- Флюсы и припой (если необходимо) должны соответствовать UNI EN 1045
- Точка плавления металла шва > 450°C (обычно в диапазоне от 650 до 850 °C)
- Соединения в соответствии с UNI EN 1254-1 или UNI EN 1254-5
- Рабочая температура > 120°C



- Максимальное рабочее давление при 30°C: 25 бар при внешнем диаметре до 54 мм, 16 бар при внешнем диаметре до 108 мм, 5 бар для больших диаметров
- Максимальное рабочее давление при 110°C: 16 бар при внешнем диаметре до 34 мм, 10 бар при внешнем диаметре до 108 мм, 2 бар для больших диаметров
- Диаметры < 159 мм

Механические соединения: необходимо различать разные типы соединения:

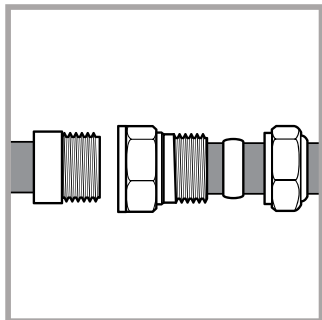
- Компрессионные соединения:

Герметичность достигается путем использования эластомерных и металлических прокладок (носовой конус) затягивающих соответствующее резьбовое устройство.

В случае соединения латунным носовым конусом, желательно смазать конус, перед тем, как затягивать гайку.

Также подходят волокнистые прокладки Agamit, для сальника могут использоваться прокладки из графитовых волокон.

Пенька для герметичности соединений должна быть пропитана пастой для резьбы, устойчивой к температуре и гликолю.



Продукты, соответствующие стандарту UNI EN 1254-2.

Рабочая температура > 120°C

Максимальное рабочее давление при 30°C: 16 бар при внешнем диаметре до 54 мм, 10 бар для больших диаметров

Максимальное рабочее давление при 120°C: 5 бар при внешнем диаметре до 54 мм, 3 бар для больших диаметров

Диаметры < 108 мм

Смешанные соединения:

Имеют конец с резьбой (ISO 7 или ISO 228) таким образом, они позволяют соединять медные трубы с насосами, клапанами и другими компонентами солнечного коллектора, соединение легко снимается в целях обслуживания.

Они соответствуют UNI EN 1254-4.

Прессованные соединения:

Герметичность достигается эластомерными прокладками (круглыми шайбами) для пластической деформации соединения на трубе используются специальные электромеханические инструменты.

Соединения соответствуют UNI EN 1254-7.

Рабочая температура < 95°C

Максимальное рабочее давление при 30°C: 16 бар

Максимальное рабочее давление при 95°C: 10 бар

Диаметры < 108 мм

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ О МЕДНЫХ ТРУБАХ

Для распределения питьевой воды, газа и обогрева в самых развитых странах сейчас используется медь (таких как Соединенные Штаты, Великобритания, Германия, Франция, Испания, Италия и другие). По этой причине мы можем сказать, что медь надежна, безопасна и имеет длительный срок службы. У меди есть следующие преимущества:

- Устойчивость к давлению (а также к гидравлическим ударам)
- Устойчивость к коррозии, также благодаря промышленной обработке для внутренней пассивации
- Непроницаемая для газов
- Устойчивость к ультрафиолетовым лучам
- Не стареет под воздействием солнечных лучей
- Низкий и одинаковый коэффициент температурного расширения
- Устойчивость к низким и высоким температурам
- Легко гнется, из-за того, что металл ковкий
- Бактериостатик: вредные бактерии не размножаются на поверхности трубы
- Низкая внутренняя шероховатость: труба менее чувствительна к осадку и потерям нагрузки

При помощи только одного типа труб (описаны в стандарте UNI EN 1057), можно создавать различные системы: обогрева, распределения газа или питьевой воды. Также большой набор возможных соединений увеличивает универсальность.

Если трубы изготовлены из меди (рекомендуется), мы должны учесть температурное расширение, для меди оно имеет замечательное значение (коэффициент температурного расширения: $\alpha = 0,0165 \text{ мм/м}^\circ\text{C}$):

$$\text{Расширение} = L \cdot \alpha \cdot (T_{\text{max}} - T_{\text{min}})$$

Например, труба с длиной $L = 10$ метров при комнатной температуре (например, 15°C) удлиняется на 22 мм при температуре 145°C (застой). По этой причине ряды коллекторов ограничены 6 элементами.

Применение в системах нагрева:

Медь чаще всего используется в Италии и по всему миру благодаря своей надежности, безопасности и превосходным теплообменным свойствам.

Она плавится при температуре 1083 °C: таким образом, горячие вода и пар не размягчают и не деформируют трубу; высокие температуры не уменьшают срок службы трубы (и системы). По этой причине нет «предупреждений и инструкций» относительно температур, которые нельзя превышать.

Применение в домашних системах нагрева:

Медные трубы для транспортировки питьевой воды появились еще в Древнем Египте (была найдена труба, сделанная из листа, которая использовалась для этой цели, датирована 2750 годом до н.э.!). В Италии медь признана как материал, пригодный для транспортировки питьевой воды в 1968 году, благодаря указу президента, в котором указывалось, что этот материал может использоваться вместо стальных труб. Он имеет уникальное качество в качестве материала для транспортировки питьевой воды: the бактериостатичность. Другими словами, он подавляет размножение вредных бактерий на своей поверхности (таких как *Legionella Pneumophila*). Это позволяет поддерживать чистоту и гигиеничность питьевой воды.

Минимальный возможный выход меди из труб не представляет опасности для человеческого здоровья. Известно, что вода может быть источником попадания меди в тело, медь является важным микроэлементом для правильного метаболизма человека.

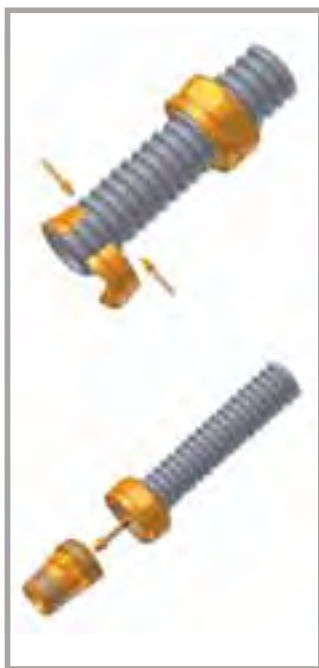
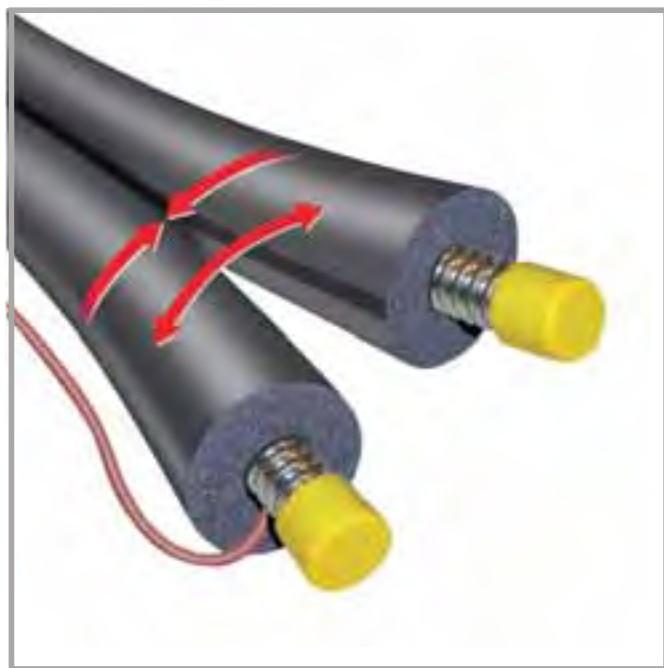
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАРАНЕЕ ИЗОЛИРОВАННЫХ ТРУБАХ И СИСТЕМАХ БЫСТРОГО СОЕДИНЕНИЯ ИЗ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ

Рифленные трубы из нержавеющей стали сегодня также часто используются в солнечных установках нагрева, потому что их легче устанавливать, несмотря на большие потери нагрузки по сравнению с гладкими медными трубами.

У многих производителей изоляционных материалов и труб из нержавеющей стали есть ассортимент продуктов для солнечных установок.

Обычно предлагаемые продукты из этого ассортимента – это заранее изолированные трубы из рифленной нержавеющей стали с проводом датчика температуры, заранее проложенным в изоляции, комплектом для соединения и рабочими инструментами для быстрого выполнения любых соединений (нержавеющая сталь – нержавеющая сталь и нержавеющая сталь – медь).

Вот несколько примеров процедуры сборки из документации широко известного производителя изолированных труб.



Запуск и обслуживание

ЗАПУСК И ОБСЛУЖИВАНИЕ

После того, как контур установлен, можно перейти к запуску. Для солнечных установок нагрева, «первый запуск» может быть выполнен либо установщиком, либо квалифицированным центром обслуживания в области установки.

ПРОМЫВКА И ТЕСТ ГЕРМЕТИЧНОСТИ

Для запуска систем с принудительной циркуляцией, в первую очередь нужно промыть систему и выполнить проверку герметичности с использованием чистой воды.

Заполнить контур бытовой горячей воды.

Закрыть клапан управления потоком и открыть краны заливки и слива солнечного насоса для начала очистки.

После завершения промывки, повысить давление при помощи группы нагрузки, пока не сработает клапан безопасности.

Таким образом, проверяется герметичность системы и соединений и работа клапана безопасности.

Выполнить полный слив коллекторов, перед тем как перейти к заполнению.

ЗАПОЛНЕНИЕ И ПРОДУВКА

Смешать гликоль и воду в необходимой пропорции перед заполнением системы.

Предупреждение: Если гликоль добавить позже, прямо в систему, есть опасность, что он не смешается с водой и создаст преграду в системе.

Измерить давление на входе расширительного бака перед заполнением системы.

Закрыть клапан управления потоком и открыть клапаны заливки и слива.

Открыть все запорные устройства и устройства продувки.

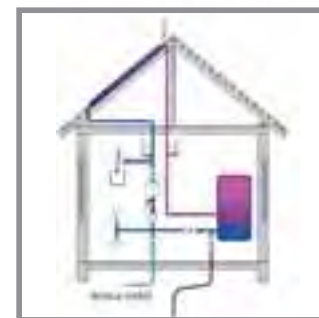
Подать на систему давление до 3,5 бар, чтобы упростить процесс удаления воздуха.

Затем уменьшить давление, дав жидкости выйти из клапана продувки, расположенного в самой верхней точке системы. Настроить давление системы в соответствии с таблицами для высоты системы.

Медленно закрыть клапаны.

После достижения давления заполнения, медленно закрыть клапаны заливки и слива и открыть клапан управления потоком.

Вручную запустить группу циркуляции на очень низкой скорости для окончательного удаления воздуха. После завершения удаления воздуха, закрыть запорный клапан под устройством удаления воздуха.



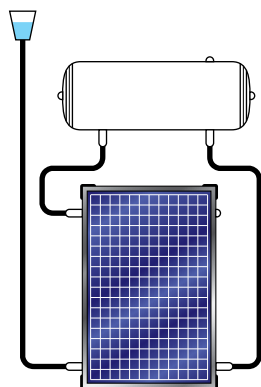
ЗАПУСК СОЛНЕЧНОГО НАСОСА И МОДУЛЯ УПРАВЛЕНИЯ

См. соответствующие инструкции по эксплуатации. Однако рекомендуется следующее:
 Проверить пригодность указанных температур во время запуска;
 Выставить модуль управления и насос в соответствии с гидравлической схемой системы и выходной головке насоса (см. ниже);
 Настроить поток в соответствии с гидравлической схемой (соединения между коллекторами и с рядом коллекторов).

ЗАПОЛНЕНИЕ СИСТЕМЫ С ЕСТЕСТВЕННОЙ ЦИРКУЛЯЦИЕЙ

Заполнить систему бытовой горячей воды
 Очистить контур водой под давлением и проверить герметичность в холодном состоянии.
 Подготовить смесь концентрированного гликоля и воды в правильных пропорциях, чтобы гарантировать правильную циркуляцию.
 Открыть клапан безопасности 1,5 бар первичного контура (вверх бойлера).
 Заполнить систему под действием веса жидкости снизу подготовленной смесью.
 Закрыть клапан безопасности после того, как смесь начнет вытекать.

Замечание:
 Естественным образом создается расширительный бак в промежуточном пространстве солнечного бойлера. На самом деле, когда жидкость нагревается и достигает определенного давления, клапан безопасности 1,5 бар открывается, и часть смеси теряется, оставляя свободное пространство для расширения.



ПЕРИОДИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Периодическое обслуживание системы направлено на максимальное продление ее срока службы.
 Расчет времени: около 1 часа/год, в зависимости от размеров системы.
 Часто пользователь не осознает, что в системе есть дефект, так как он продолжает получать горячую воду благодаря вспомогательной энергетической системе.
 По этой причине, солнечные установки должны периодически проверяться или обслуживаться имеющим разрешение техником, в дополнение к проверкам работы администратором.

- Проверка каждые 2 года:
- Чистота стекла коллектора (каждый год в областях с большим количеством смога)
- Состояние жидкости-теплоносителя
- Концентрация в соответствии со следующей таблицей
- Отсутствие шума в системе во время работы насоса (отсутствие воздуха)
- Уровень жидкости в первичном контуре, возможная доливка
- Правильный поток в солнечном контуре: 50 л/час на м2 поверхности коллектора (15 л/час на м2 коллектора в случае большой системы низкого потока)
- Функциональное состояние всего управляющего оборудования и оборудования безопасности (группа насоса, моторизованные исполнительные устройства, модуль управления, клапан безопасности 6 бар)
- Состояние всех гидравлических соединений
- Состояние анода против коррозии в бойлере (заменить в случае сильной выработки, в особенности в областях с очень агрессивной водой)
- Состояние кальцинации теплообменников внутри и снаружи солнечного бойлера (в особенности в областях с очень жесткой водой)
- Полная замена всей жидкости-теплоносителя каждые 5 лет.

Давление системы в соответствии со следующей таблицей

ВЫСОТА HIDR	ДАВЛЕНИЕ ЗАЛИВКИ P0	ДАВЛЕНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ НАГРУЗКИ PV	МАКСИМАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ PMAХ
2	0,9	0,6	5,2
4	1,1	0,8	5,2
6	1,3	1	5,2
8	1,5	1,2	5,2
10	1,7	1,4	5,2
15	2,2	1,9	5,2
20	2,7	2,4	5,2
25	3,2	2,9	5,2
30	3,7	3,4	5,2
35	4,2	3,9	5,2

Характеристики в соответствии по следующей таблице

°C	-5	-10	-15	-20	-25
% пропилен гликоля	15,5	25	33	40	45
% воды	84,5	75	67	60	55

Слежение за гликолем по следующей таблице

Жидкость-теплоноситель	в порядке	очень изменилась, заменить
Вид	прозрачная	мутная
Запах	слабый	кислый
Значение PH	7,5	←7

ВНЕПЛАНОВОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Кроме периодических проверок, профессионалы из технической поддержки должны выполнять внеплановое обслуживание солнечной установки.
Для получения национальных или региональных субсидий, иногда необходимо, чтобы проверку установки системы выполнили другие персоналы.
Мы говорим о проверке.
В случаях, когда система имеет проблемы в работе через несколько лет эксплуатации, требуется внеплановое обслуживание для их решения.

ИНСПЕКЦИЯ

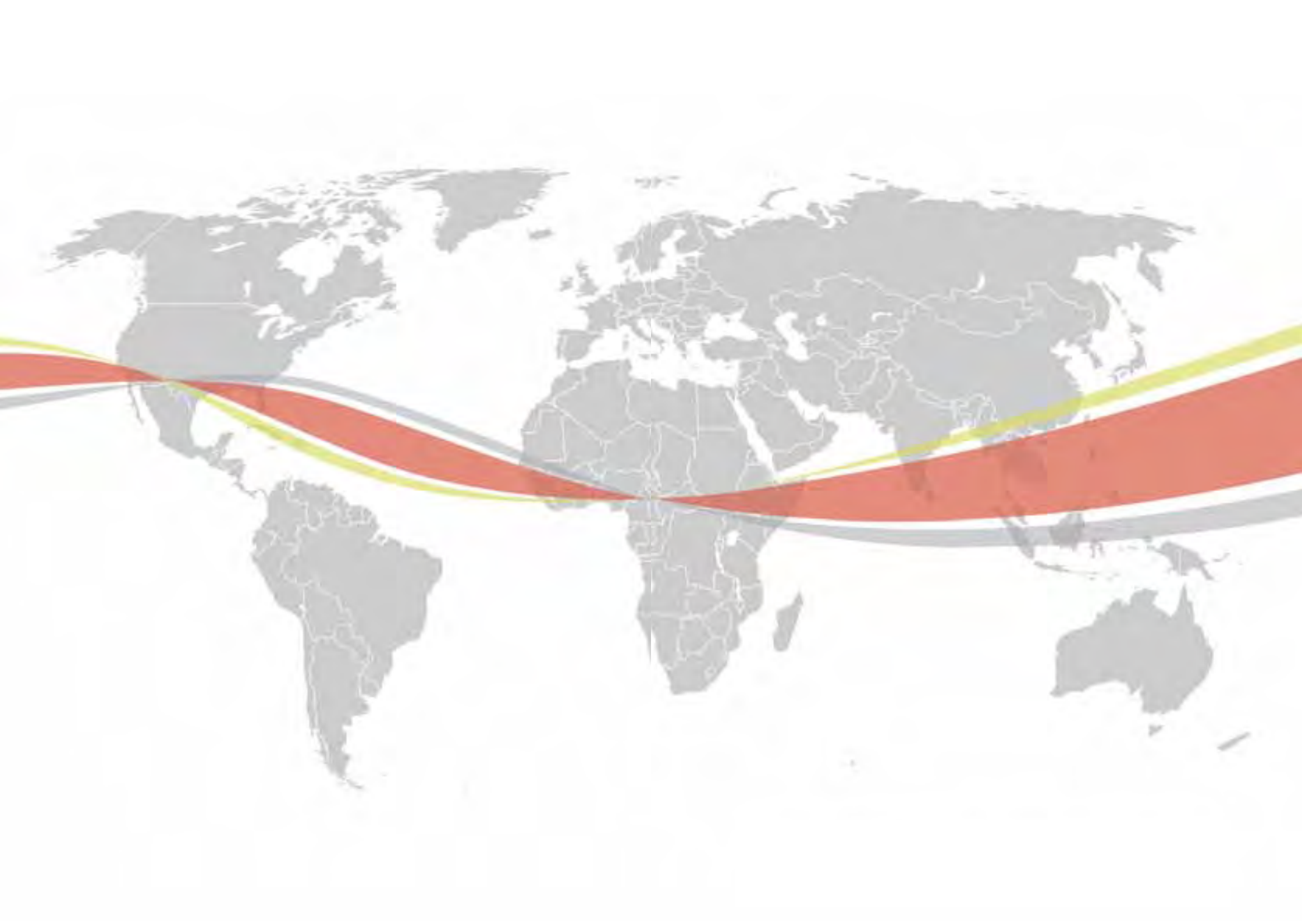
Когда вы проверяете систему, которую устанавливал кто-то другой, к сожалению, иногда вы не можете связаться с этим человеком. Ниже приведена процедура решения этой проблемы.

- Проверить следующее:
- Правильное размещение поля коллекторов
 - Хорошее состояние коллекторов
 - Отверстия слива и проветривания коллекторов открыты
 - Комплекты крепления коллекторов хорошо установлены
 - Тепловая изоляция в хорошем состоянии
 - Нет внешних подключений к солнечному контуру для автоматической нагрузки
 - Нет запорных устройств между солнечным контуром и клапаном безопасности
 - Слив клапана безопасности должен быть правильно подключен
 - Датчик коллектора расположен на последнем коллекторе последовательности
 - Датчик бойлера, который включает циркуляцию, находится в достаточно низкой точке бойлера
 - Данные температуры, которые выводит модуль управления, имеют смысл
 - Если данные температуры не имеют смысла, проверить работу датчика РТС, отключить его от модуля управления, измерить сопротивление при помощи тестера и сравнить полученное значение с калибровочной таблицей [°C- Ω]
 - Убедиться, что максимальная температура бойлера не создает проблем с кальцинацией (особенно в областях с жесткой водой)
 - Проверить максимальную температуру активации солнечного циркулятора
 - Разница температур, при которой включается солнечный циркулятор, составляет от 6 до 10 K.
 - Разница температур между потоком и возвратом составляет от 10 до 30 °C
 - Датчики температуры имеют значения сопротивления, соответствующие температуре
 - Давление системы, показываемое манометром, правильное
 - Температура, показываемая термометром, правильная
 - Температурный смеситель всегда устанавливается после бойлера
 - В солнечном контуре установлен клапан безопасности
 - Правильность давления заполнения первичного контура
- Заземление металлических труб
- Изоляция соединений труб
- Позиционирование группы циркуляции при возврате
- Правильный диаметр труб, соединяющих коллектор и бойлер
- Правильное размещение и размеры расширительного бака
- Определить гидравлическую схему и сравнить ее с выбранной на модуле управления, чтобы убедиться, что все правильно подключено.
- Проверить правильность диагональной установки гидравлики коллектора

ВНЕПЛАНОВОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Ниже приведена таблица с проблемами и их возможными причинами:

Список проблем	Возможные причины
Недостаточно воды или мало горячей воды	Дефект вспомогательной системы или управления Неадекватные размеры относительно реального потребления Система рециркуляции неправильно откалибрована Воздух в системе Дефект солнечного регулятора / датчика Датчик бойлера для включения солнечной установки находится слишком высоко в бойлере Датчик бойлера для системы интеграции находится слишком высоко в бойлере Неисправность насоса Это нормально в случае недостаточного солнечного излучения или очень низких температур окружающего воздуха Неисправность обратного клапана Too much expectation from the final client
Бойлер очень быстро остывает	Неисправная или недостаточная температурная регуляция Клапан обратного потока открыт или загрязнен Рассеяние, вызванное неправильной настройкой или изоляцией системы рециркуляции Реальное потребление выше ожидаемого (гости / подключение к стиральной машине или другим устройствам)
Коллекторы остаются горячими ночью	Неисправный солнечный регулятор Неисправный или неправильно установленный датчик температуры
Недостовверные значения температуры или других показателей на регуляторе	Неисправный или неправильно установленный датчик температуры Неисправный солнечный регулятор
Слишком большие изменения в жидкости-теплоносителе	Налет в трубах Естественный износ после пяти лет работы
Слишком большая разница температур между коллектором и бойлером	Неисправность или низкая мощность насоса Воздух или грязь в системе / налет на спирали Датчик плохо размещен или неисправен Неправильная настройка или неисправность управления
Насос не работает (при наличии солнца бойлер холодный)	Неисправен насос Отсутствие напряжения в сети Неисправность управления или неправильная настройка (чрезмерное значение ΔT для коллектора и бойлера) Неисправность датчика бойлера/коллектора Плохой температурный контакт датчика Датчик плохо размещен в системе Нормально, если погода изменчивая
Включение и выключение насоса	Поток поменяли местами с возвратом Неправильные настройки управления (значения ΔT включения и ΔT выключения слишком близки) Датчик коллектора плохо расположен (на холодном входе поля коллекторов) Чрезмерный поток поля коллекторов
Насос работает ночью	Открытый или грязный клапан обратного потока Дефект системы управления Неисправность датчика температуры коллектора Нормально в случае очень жаркой ночи
Задержка запуска насоса (принудительная циркуляция)	Плохие настройки модуля управления Плохой температурный контакт датчика
Горячая жидкость из коллектора не поступает, но насос работает (принудительная циркуляция)	Закрытые запорные или обратные клапаны В системе коллектора есть воздух Пар в контуре коллектора (задержка в запуске насоса или слишком низкий поток жидкости) Слишком много грязи на стекле коллектора Слишком длинные и/или плохо изолированные трубы
Потери давления в системе коллектора	Потери воды в контуре из-за того, что соединение/труба протекает или замерзла Протечка клапана безопасности Воздух в системе
Слишком высокое давление системы, когда она нагрета	Расширительный бак слишком мал Слишком сильная предварительная система на расширительный бак Слишком высокое начальное давление Потери в одной из частей системы



ARISTON THERMO GROUP

ООО "АРИСТОН ТЕРМО УКРАИНА"

ул. Боженко, 86-Е, 6 подъезд

Киев, 03680, Украина

тел.: [044] 496 25 18

факс: [044] 496 25 12

www.ariston.ua

