

Установки с пульсирующим горением имеют следующие особенности:

1) **видимое отсутствие топки.** Процесс горения настолько интенсивен. Что без опасения возникновения недожогов возможен теплосъём прямо с факела;

2) **возможное выпадение конденсата.** Интенсивный теплообмен на поверхностях нагрева при умеренной их величине приводит к переохлаждению продуктов сгорания; точка росы, с одной стороны, увеличивает КПД агрегата, с другой — требует высококачественных металлов труб и газоходов;

3) **гибкость компоновочных решений.** Камеры пульсирующего горения, являющиеся основой этих котлов, кроме малых удельных габаритов, допускают любую ориентацию, изменение формы, различные стыковки с другими элементами котлов;

4) **пониженные требования к топливу.** Сильная турбулизация при смесеобразовании позволяет сжигать низкосортные загрязненные топлива. распыляющее действие колеблющегося газового потока ведет к возможности снижения давления топлива перед форсункой (горелкой) и безнапорной подаче при слоевом пульсирующем горении;

5) **унификация по топливу.** В одной и той же конструкции можно сжигать широкую гамму топлив. Это объясняется, в частности, сближением эмиссионных характеристик факелов. Например, переход с жидкого на газообразное топливо требует замены только распылителей;

6) **снижение расхода энергии на собственные нужды.** Расход энергии на подачу воздуха для горения и удаления уходящих газов может быть сведен к нулю. Вентиляторы необходимы только для пускоостановочных режимов;

7) **шум и вибрации.** Пожалуй, это главный фактор, препятствующий широкому использованию котлов с пульсирующим горением. Но его следует считать скорее субъективным тормозом, так как имеются целесообразные технические решения шумоглушения (теплообменник как акустическая нагрузка; компоновка модульных схем; газоходы с демпферами; изолированные котельные и др.), а вибрации при силе звука 90...120 дБА вполне переносимы котельным оборудованием;

8) **модульный принцип увеличения мощности.** Габаритное масштабирование для пульсирующего горения вряд ли применимо. Данные установки целесообразны для котлов малой и средней мощности. Для увеличения тепловой мощности агрегата до некоторой величины можно увеличивать количество установок, являющихся модулями.

*Список использованных источников:*

1. “Вестник Московского государственного технического университета”, 1995;
2. “Энергетика”, 2001.

**Курись А.Г, Антонович А.А.**

## **СОВРЕМЕННЫЕ СОЛНЕЧНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ**

*Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение и вентиляция группы ТВ-13*

Солнечная энергия на Земле используется с помощью солнечных энергетических установок, которые можно классифицировать:

- по виду преобразования солнечной энергии в другие виды энергии – тепло или электричество;
- по концентрированию энергии – с концентраторами и без концентраторов;
- по технической сложности – простые (нагрев воды, сушилки, нагревательные печи, опреснители и т. д.) и сложные.
- по стационарности: переносные, передвижные и стационарные СЭУ, отличаются друг от друга как по массо-габаритным характеристикам, так и по сложности конструктивного исполнения.
- по виду ориентации на солнце -с постоянной (неизменной) ориентацией на поверхности земли и с системой слежения за Солнцем с целью максимизации прихода солнечного излучения на поглощающую поверхность

Сложные солнечные энергетические установки можно разделить на два подвида. Первый базируется в основном на системе преобразования солнечного излучения в тепло, которое далее чаще всего используется в обычных схемах тепловых электростанций. К таким установкам относятся башенные солнечные электрические станции, солнечные пруды, солнечные коллекторы, в которых происходит нагрев воды с помощью солнечного излучения. Второй подвид солнечных энергетических установок базируется на прямом преобразовании солнечного излучения в электроэнергию с помощью солнечных фотоэлектрических установок.

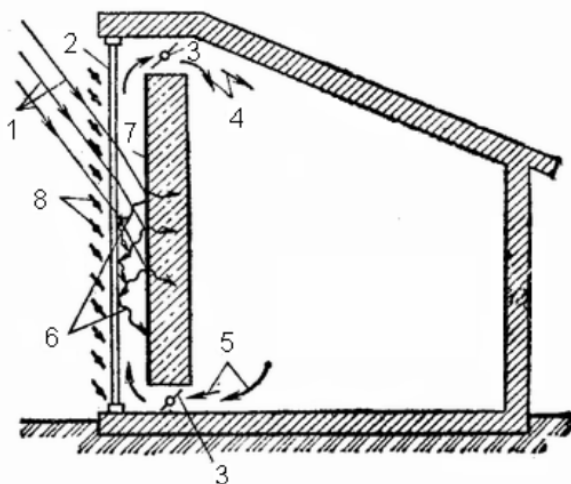
В настоящее время в мире наиболее перспективными являются два вида солнечных энергетических установок:

- солнечные коллекторы;
- солнечные фотоэлектрические преобразователи.

Системами солнечного отопления называются системы, использующие в качестве теплоисточника энергию солнечной радиации.

По способу использования солнечной радиации системы солнечного низкотемпературного отопления подразделяют на пассивные и активные.

Пассивными называются системы солнечного отопления, в которых в качестве элемента, воспринимающего солнечную радиацию и преобразующего ее в теплоту, служат само здание или его отдельные ограждения (здание-коллектор, стена-коллектор, кровля-коллектор и т. п.).



- 1 – солнечные лучи; 2 – лучепрозрачный экран; 3 – воздушная заслонка; 4 – нагретый воздух; 5 – охлажденный воздух из помещения; 6 – собственное длинноволновое тепловое излучение массива стены; 7 – черная лучевоспринимающая поверхность стены; 8 – жалюзи.

Рис.1 Пассивная низкотемпературная система солнечного отопления «Стена-коллектор»

Активными называются системы солнечного низкотемпературного отопления, в которых гелиоприемник является самостоятельным отдельным устройством, не относящимся к зданию. Активные гелиосистемы могут быть подразделены:

- по назначению (системы горячего водоснабжения, отопления, комбинированные системы для целей теплоснабжения);
- по виду используемого теплоносителя (жидкостные – вода, антифриз и воздушные);
- по продолжительности работы (круглогодичные, сезонные);
- по техническому решению схем (одно-, двух-, многоконтурные).

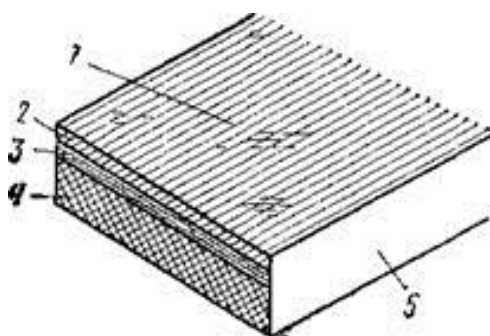
Солнечный коллектор является основным компонентом солнечной энергетической системы, преобразует лучистую энергию солнца в полезную тепловую энергию и отдает это тепло теплоносителю. Теплоноситель переносит тепло в здание или в аккумулятор для дальнейшего использования. Его также можно использовать в цикле охлаждения (кондиционирования воздуха) или в нагреве воды для хозяйственных нужд.

Существует весьма много моделей простых и эффективных коллекторов. Среди пассивных систем такими устройствами являются окна и сочетание коллектор-аккумулятор.

Типы солнечных коллекторов для систем отопления:

1. жидкостной плоский коллектор;
2. вакуумный коллектор;
3. воздушный коллектор;
4. солнечный пруд;
5. плавающий коллектор;
6. солнечный коллектор с пирамидальной оптической системой.

Плоские солнечные коллекторы – наиболее распространённый тип коллекторов, производящийся в огромном количестве вариаций (воздушные, вакуумные, водяные, трубчатые и т.д.). Основным элементом коллектора является поглощающая пластина (теплоприемник), которая задерживает солнечный свет, преобразует его в тепло и передает его теплоносителю. Поверхность теплоприемника обычно окрашена в черный цвет. Для уменьшения потери тепла с поверхности пластины над ней устанавливается прозрачное покрытие.



- 1 – прозрачное покрытие; 2 – пластина, поглощающая солнечную радиацию;  
3 – отражающая поверхность; 4 – изоляция; 5 – ящик

Рис.2 Прототип плоского солнечного коллектора.

Плоские коллекторы собирают как прямое, так и рассеянное излучение и поэтому могут работать также и в облачную погоду. В связи с этим, а также с учетом относительно невысокой стоимости, плоские коллекторы являются предпочтительными при нагревании жидкостей до температур ниже 100°C.

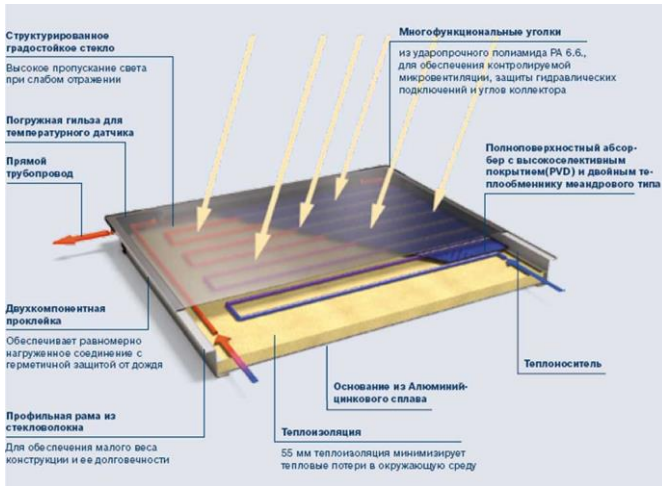


Рис. 3 Плоский коллектор.

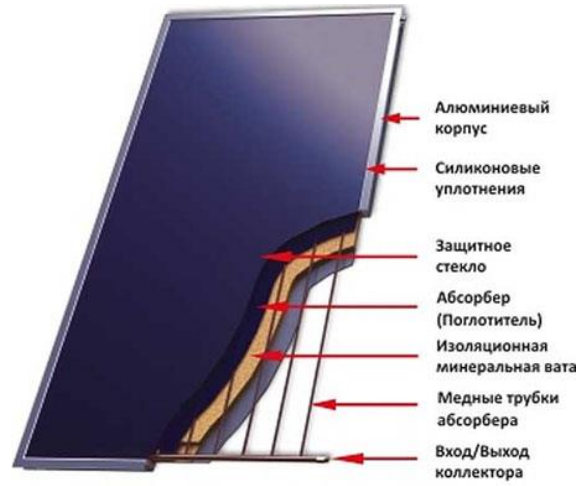


Рис. 4 Плоский коллектор.

Вакуумные коллекторы имеют наилучший теплоизолятор – вакуум. Общие потери тепла в коллекторе минимальны, так как в вакууме не происходит потерь на теплопроводность и конвекцию. Поэтому КПД вакуумного коллектора сохраняется стабильно высоким даже при неблагоприятных погодных условиях. При температуре воздуха  $-45^{\circ}\text{C}$  и рассеянном солнечном свете, производительность вакуумного коллектора на 40% выше, чем у других видов коллекторов.

Воздушные солнечные коллекторы применяются в основном для отопления и обеспечения вентиляции в помещениях. Принцип действия воздушного коллектора идентичен принципу действия обычного плоского коллектора лишь с тем исключением, что в качестве теплоносителя используется воздух. Для обеспечения наилучшей его циркуляции коллекторы попутно оборудуются вентиляторами, которые в свою очередь приводятся в действие небольшим солнечным фотоэлементом.

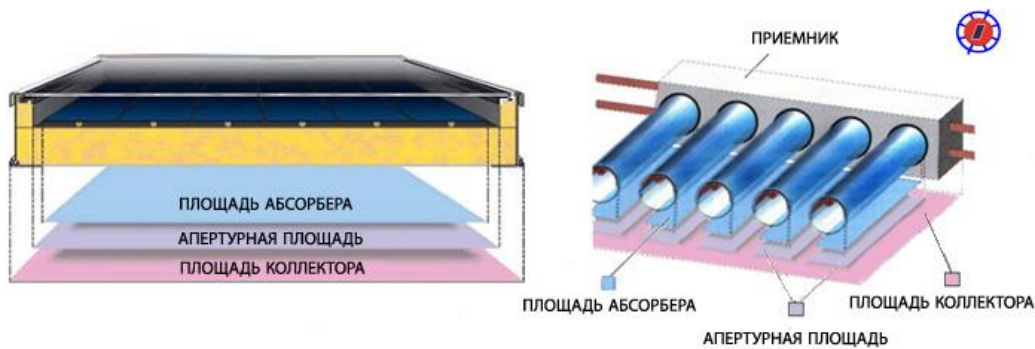


Рис.5 Абсорбер.

Расчет КПД современных коллекторов производится по формуле:

$$\eta = \eta_0 - k_1 \cdot \frac{\Delta T}{E_g} - k_2 \cdot \frac{\Delta T^2}{E_g}$$

где  $E_g$  - плотность суммарного падающего на коллектор солнечного излучения ( $\text{Вт}/\text{м}^2$ ), а  $\Delta T$ -разность между средней температурой теплоносителя в коллекторе и температурой окружающей среды. Величина  $\eta_0$  представляет собой КПД солнечного коллектора при  $\Delta T=0$  и, в большинстве случаев, равна произведению пропускной способности стекла и поглотательной способности абсорбера  $A_s$ . В физическом смысле, КПД выражает отношение (полезной) тепловой энергии, отведенной от абсорбера с помощью циркулирующего через коллектор теплоносителя, к падающей на абсорбер суммарной лучистой энергии.

Солнечные абсорберы состоят из тепловоспринимающей панели с каналами, по которым циркулирует теплоноситель.

Теплоноситель подается с постоянной температурой на 3-5 °С ниже температуры окружающего воздуха. Охлаждение теплоносителя производится с помощью теплового насоса.

Солнечные абсорберы фактически не имеют потерь тепла. Лишь 5-10% падающей на их поверхность солнечной радиации отражается от нее в зависимости от цвета и качества покрытия. В качестве абсорбционных гелиоприемников чаще всего используются тепловоспринимающие панели двух типов: типа лист-труба и штампованные панели из алюминия к стали. Конструкция типа лист-труба обычно включает металлический лист, к которому привариваются трубы круглого сечения. Недостатками этой конструкции являются небольшая площадь контакта труб с листом и разрушение их металла при сварке, что приводит к ускорению коррозии в местах сварки.

Недостаток второго типа тепловоспринимающей панели — низкая долговечность, так как такая панель быстро корродирует с внутренней стороны.

**Иванов В.А.**

## **ГЕОТЕРМАЛЬНОЕ ОТОПЛЕНИЕ**

*Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение и вентиляция группы ТВ-13*

Геотермальное отопление — система центрального отопления и охлаждения, использующая низкопотенциальное тепло земли.

Геотермальный тепловой насос — это компактная отопительная установка, предназначенная для автономного отопления и горячего водоснабжения жилых и производственных помещений. Работает тепловой насос по принципу холодильника, только наоборот: забирает тепло из окружающей среды и отдает его в дом.

При этом тепловой насос очень экономичен, т.к. при потреблении в 1 кВт электроэнергии, может производить до 4-6 кВт тепловой энергии. Тепловые насосы не требуют обслуживания до 30 лет. Поскольку температура грунта на глубине ниже 3 метров примерно равна среднегодовой температуре воздуха 7-12 градусов и слабо изменяется в течение года, то существует возможность использования тепла из скважины, для отопления и горячего водоснабжения дома.

Геотермальные скважины, в зависимости от геологического и гидрогеологического разреза, бурятся диаметром 120-190 мм и глубиной 60-200 метров. Глубина и количество скважин зависит от отапливаемой площади помещения (дома) и мощности теплового насоса. Имеющий U-образную форму зонд, закладывается в скважину, которая потом заполняется специальной тампонажной смесью для обеспечения лучшей теплопередачи. Внутри зонда циркулирует специальная жидкость с антифризом. Теплоноситель принимает на себя температуру среды и «подогретый» поступает в тепловой насос.

Вертикальная установка теплообменника, использующая геотермальную энергию скважины в качестве источника тепла, позволяет сохранить ландшафт практически в первозданном виде. Для его установки не потребуется большая