

# КОНДЕНСАТОРЫ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

Подготовили:  
Шибeko Роман  
и Донченко Дмитрий

# Понятие

- ◎ **Солнечный коллектор** — устройство для сбора тепловой энергии Солнца (гелиоустановка), переносимой видимым светом и ближним инфракрасным излучением. В отличие от солнечных батарей, производящих непосредственно электричество, солнечный коллектор производит нагрев материала-теплоносителя.
- ◎ Обычно применяются для нужд горячего водоснабжения и отопления помещений.



# Типы солнечных коллекторов



## Плоские

### Плоский солнечный коллектор

Плоский коллектор состоит из элемента, поглощающего солнечное излучение (абсорбер), прозрачного покрытия и термоизолирующего слоя. Абсорбер связан с теплопроводящей системой. Он покрывается чёрной краской либо специальным селективным покрытием (обычно чёрный никель или напыление оксида титана) для повышения эффективности. Прозрачный элемент обычно выполняется из закалённого стекла с пониженным содержанием металлов, либо особого рифлёного поликарбоната. Задняя часть панели покрыта теплоизоляционным материалом (например, полиизоцианурат). Трубки, по которым распространяется теплоноситель, изготавливаются из сшитого полиэтилена либо меди. Сама панель является воздухонепроницаемой, для чего отверстия в ней заделываются силиконовым герметиком.

При отсутствии забора тепла (застое) плоские коллекторы способны нагреть воду до 190—210 С.

Чем больше падающей энергии передаётся теплоносителю, протекающему в коллекторе, тем выше его эффективность. Повысить её можно, применяя специальные оптические покрытия, не излучающие тепло в инфракрасном спектре, эффективность которого может составлять около 95%. Стандартным решением повышения эффективности коллектора стало применение абсорбера из листовой меди из-за её высокой теплопроводности, поскольку применение меди против алюминия даёт выигрыш 4 % (хотя теплопроводность алюминия вдвое меньше, что означает значительное превышение «запаса мощности» по теплопередаче), что незначительно в сравнении с ценой). Также высокая эффективность достигается увеличением площади контакта трубки и медного листа: у формованного листа и паянного соединения она максимальна, у соединения ультразвуковой сваркой - меньше. Используется также алюминиевый экран.

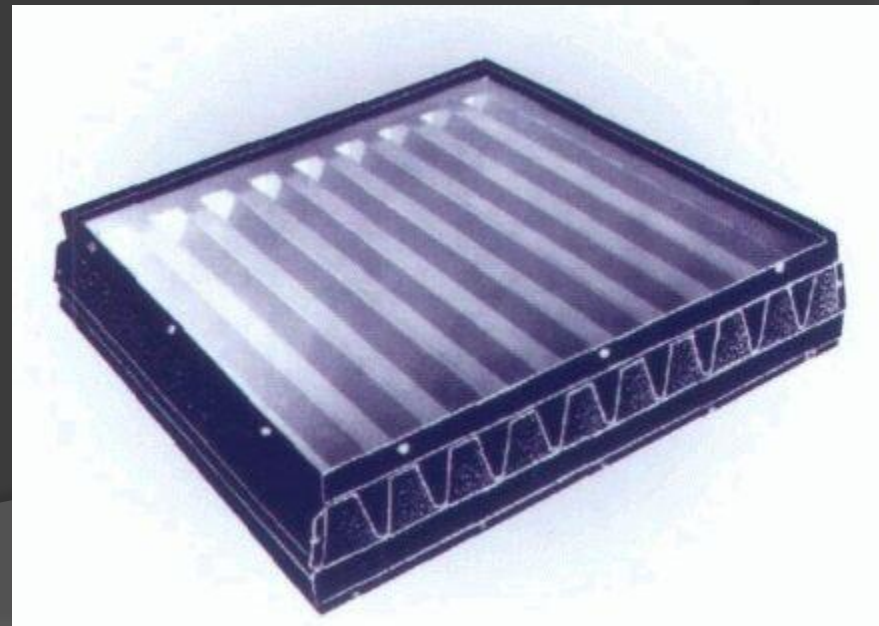
# Вакуумные

- Вакуумный солнечный коллектор
- Возможно повышение температур теплоносителя вплоть до 250—300 °С в режиме ограничения отбора тепла. Добиться этого можно за счёт уменьшения тепловых потерь в результате использования многослойного стеклянного покрытия, герметизации или создания в коллекторах вакуума.
- Фактически солнечная тепловая труба имеет устройство, схожее с бытовыми термосами. Только внешняя часть трубы прозрачна, а на внутренней трубке нанесено высокоселективное покрытие, улавливающее солнечную энергию. Между внешней и внутренней стеклянной трубкой находится вакуум. Именно вакуумная прослойка даёт возможность сохранить около 95 % улавливаемой тепловой энергии.
- Кроме того, в вакуумных солнечных коллекторах нашли применение тепловые трубки, выполняющие роль проводника тепла. При облучении установки солнечным светом жидкость, находящаяся в нижней части трубки, нагреваясь, превращается в пар. Пары поднимаются в верхнюю часть трубки (конденсатор), где конденсируясь передают тепло коллектору. Использование данной схемы позволяет достичь большего КПД (по сравнению с плоскими коллекторами) при работе в условиях низких температур и слабой освещенности.
- Современные бытовые солнечные коллекторы способны нагревать воду вплоть до температуры кипения даже при отрицательной окружающей температуре.

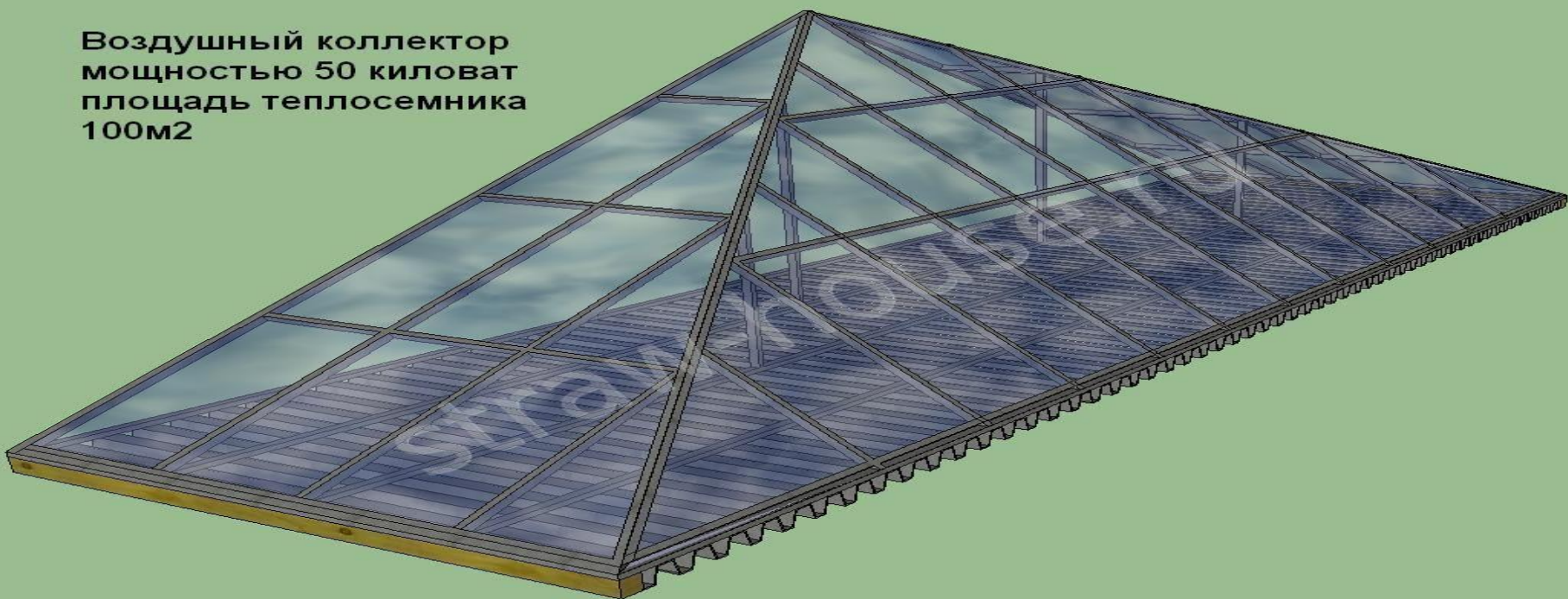


# Солнечные воздушные коллекторы

- Солнечные воздушные коллекторы — это приборы, работающие на энергии Солнца и нагревающие воздух. Солнечные воздушные коллекторы представляют собой чаще всего простые плоские коллекторы и используются в основном для отопления помещений, сушки сельскохозяйственной продукции. Воздух проходит через поглотитель благодаря естественной конвекции или под воздействием вентилятора. Поскольку воздух хуже проводит тепло, чем жидкость, он передаёт поглотителю меньше тепла, чем жидкий теплоноситель.
- В некоторых солнечных воздухонагревателях к поглощающей пластине присоединены вентиляторы, которые увеличивают турбулентность воздуха и улучшают теплопередачу. Недостаток этой конструкции в том, что она расходует энергию на работу вентиляторов, таким образом увеличивая затраты на эксплуатацию системы. В холодном климате воздух направляется в промежуток между пластиной-поглотителем и утеплённой задней стенкой коллектора: таким образом избегают потерь тепла сквозь остекление. Однако, если воздух нагревается не более, чем на  $17\text{ }^{\circ}\text{C}$  выше температуры наружного воздуха, теплоноситель может циркулировать по обе стороны от пластины-поглотителя без больших потерь эффективности.



Воздушный коллектор  
мощностью 50 киловатт  
площадь теплосемника  
100м<sup>2</sup>



- Основными достоинствами воздушных коллекторов являются их простота и надёжность. Такие коллекторы имеют простое устройство. При надлежащем уходе качественный коллектор может прослужить 10-20 лет, а управление им весьма несложно. Теплообменник не требуется, так как воздух не замерзает.
- Потенциальным способом снижения стоимости коллекторов является их интеграция в стены или крыши зданий, а также создание коллекторов, которые можно будет собирать из готовых сборных компонентов.
- Коллекторы предназначены для обогрева помещений в условиях достаточной солнечной освещённости и при отсутствии (или параллельно с ними) других источников энергии (таких как газ, электричество, жидкое и твёрдое топливо). Коллекторы не могут быть основной системой отопления, так как не обеспечивают постоянных характеристик, как в течение суток, так и при смене сезонов года. Однако система может быть интегрирована в любую существующую систему отопления и вентиляции.

# Применение

- Солнечные коллекторы применяются для отопления промышленных и бытовых помещений, для горячего водоснабжения производственных процессов и бытовых нужд. Наибольшее количество производственных процессов, в которых используется тёплая и горячая вода (30—90 °С), проходят в пищевой и текстильной промышленности, которые таким образом имеют самый высокий потенциал для использования солнечных коллекторов.
- В Европе в 2000 году общая площадь солнечных коллекторов составляла 14,89 млн м<sup>2</sup>, а во всём мире — 71,341 млн м<sup>2</sup>.
- Солнечные коллекторы — концентраторы могут производить электроэнергию с помощью фотоэлектрических элементов или двигателя Стирлинга.
- Солнечные коллекторы могут использоваться в установках для опреснения морской воды. По оценкам Германского аэрокосмического центра (DLR) к 2030 году себестоимость опреснённой воды снизится до 40 евроцентов за кубический метр воды

# Параболоцилиндрические концентраторы



- Параболоцилиндрические концентраторы имеют форму параболы, протянутую вдоль прямой.
- В 1913 году Франк Шуман построил в Египте водоперекачивающую станцию из параболоцилиндрических концентраторов. Станция состояла из пяти концентраторов каждый 62 метра в длину. Отражающие поверхности были изготовлены из обычных зеркал. Станция вырабатывала водяной пар, с помощью которого перекачивала около 22 500 литров воды в минуту.
- Параболоцилиндрический зеркальный концентратор фокусирует солнечное излучение в линию и может обеспечить его стократную концентрацию. В фокусе параболы размещается трубка с теплоносителем (масло), или фотоэлектрический элемент. Масло нагревается в трубке до температуры 300—390 °С. В августе 2010 года специалисты NREL испытали установку компании SkyFuel. Во время испытаний была продемонстрирована термальная эффективность параболоцилиндрических концентраторов 73 % при температуре нагрева теплоносителя 350 °С.
- Параболоцилиндрические зеркала изготовляют длиной до 50 метров. Зеркала ориентируют по оси север—юг, и располагают рядами через несколько метров. Теплоноситель поступает в тепловой аккумулятор для дальнейшей выработки электроэнергии паротурбинным генератором.
- С 1984 года по 1991 год в Калифорнии было построено девять электростанций из параболоцилиндрических концентраторов общей мощностью 354 МВт. Стоимость электроэнергии составляла около \$0,12 за кВт·ч.
- Германская компания Solar Millennium AG строит во Внутренней Монголии (Китай) солнечную электростанцию. Общая мощность электростанции увеличится до 1000 МВт к 2020 году. Мощность первой очереди составит 50 МВт.
- В июне 2006 года в Испании была построена первая термальная солнечная электростанция мощностью 50 МВт. В Испании к 2010 году может быть построено 500 МВт электростанций с параболоцилиндрическими концентраторами.
- Всемирный банк финансирует строительство подобных электростанций в Мексике, Марокко, Алжире, Египте и Иране.
- Концентрация солнечного излучения позволяет сократить размеры фотоэлектрического элемента. Но при этом снижается его КПД, и требуется некая система охлаждения.



# Параболические концентраторы

- Параболические концентраторы имеют форму параболоида вращения. Параболический отражатель управляется по двум координатам при слежении за солнцем. Энергия солнца фокусируется на небольшой площади. Зеркала отражают около 92 % падающего на них солнечного излучения. В фокусе отражателя на кронштейне закреплён двигатель Стирлинга, или фотоэлектрические элементы. Двигатель Стирлинга располагается таким образом, чтобы область нагрева находилась в фокусе отражателя. В качестве рабочего тела двигателя Стирлинга используется, как правило, водород, или гелий.
- В феврале 2008 года Национальная лаборатория Sandia достигла эффективности 31,25 % в установке, состоящей из параболического концентратора и двигателя Стирлинга.
- В настоящее время строятся установки с параболическими концентраторами мощностью 9—25 кВт. Разрабатываются бытовые установки мощностью 3 кВт. КПД подобных систем около 22—24 %, что выше, чем у фотоэлектрических элементов. Коллекторы производятся из обычных материалов: сталь, медь, алюминий и т. д. без использования кремния «солнечной чистоты». В металлургии используется так называемый «металлургический кремний» чистотой 98 %. Для производства фотоэлектрических элементов используется кремний «солнечной чистоты», или «солнечной градации» с чистотой 99,9999 %
- В 2001 году стоимость электроэнергии полученной в солнечных коллекторах составляла \$0,09—0,12 за кВт·ч. Департамент энергетики США прогнозирует, что стоимость электроэнергии, производимой солнечными концентраторами снизится до \$0,04—0,05 к 2015 — 2020 году.
- Компания Stirling Solar Energy разрабатывает солнечные коллекторы крупных размеров — до 150 кВт с двигателями Стирлинга. Компания строит в южной Калифорнии крупнейшую в мире солнечную электростанцию. До 2010 года будет 20 тысяч параболических коллекторов диаметром 11 метров. Суммарная мощность электростанции может быть увеличена до 850 МВт.

