

Казахская головная архитектурно-строительная академия

Факультет общего строительства

Дисциплина: Инженерные системы зданий и сооружений

Лекция 10: **Источники теплоты**

ассистент профессора ФОС

Алдабергенова Газиза Бауржановна

Алматы 2017

- **Теплогенерирующей установкой (ТГУ)** называют комплекс устройств и механизмов, предназначенных для производства тепловой энергии в вид водяного пара или горячей воды.

- ***Системой теплоснабжения*** называют комплекс устройств, производящих тепловую энергию и доставляющих ее в виде водяного пара, горячей воды и нагретого воздуха потребителю.

Котельные агрегаты устройства, имеющие топку для сжигания органического топлива в окислительной среде, где в результате экзотермических химических реакций горения образуются газообразные продукты с высокой температурой (топочные газы), теплота от которых передается другому теплоносителю (воде или водяному пару), более удобному для дальнейшего использования.

Паровые котлы предназначены для выработки насыщенного пара с температурой 194°C и абсолютным давлением $1,4\text{МПа}$, используемого для технологических и отопительных нужд. Котлы относятся к типу вертикально-водотрубных двухбарабанных котлов с естественной циркуляцией.

- Паровые котлы серии Е, рабочим давлением пара 1,4 МПа (14 кгс/см²)



Котел стальной водогрейный автоматизированный КСВа-0,63(ЭКО)



Котел стальной водогрейный автоматизированный КСВа-0,63(ЭКО)

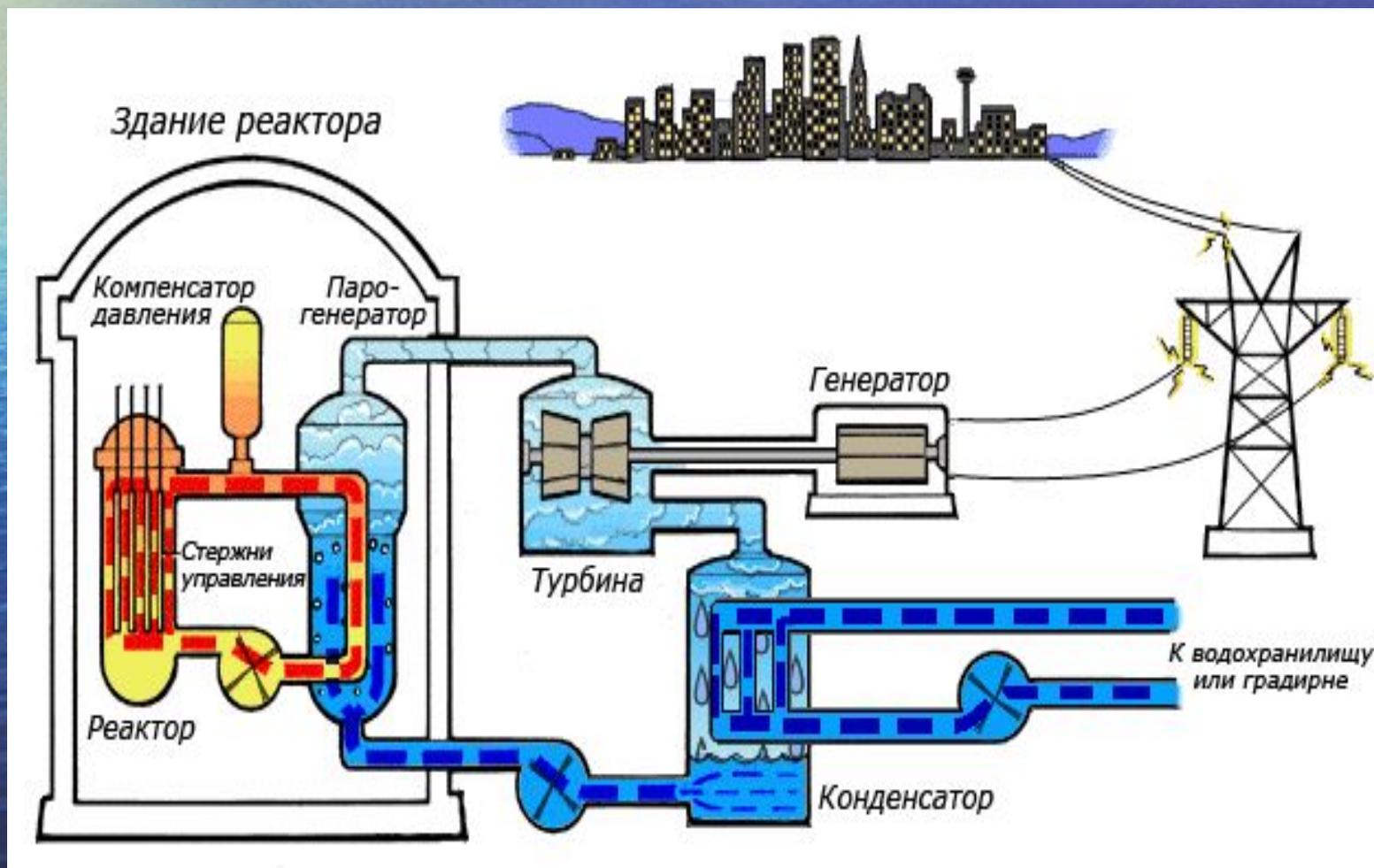


Блочно-модульные водогрейные котельные установки (БМВКУ) - предназначена для теплоснабжения различных потребителей. Топливо-газ, дизельное.



Водо-водяной энергетический реактор (ВВЭР)

Атомные реакторы – устройства, в которых проходит цепная ядерная реакция. В результате ядерная энергия преобразуется в тепловую энергию теплоносителя (воды), вводимого в активную зону атомного реактора, теплота от которого затем в атомном парогенераторе передается воде или пару.



Электродные котлы – устройства, в которых происходит преобразование электрической энергии в тепловую энергию путем разогрева нагревателя с высоким электрическим сопротивлением и последующей передачей теплоты от этого нагревателя рабочему телу.

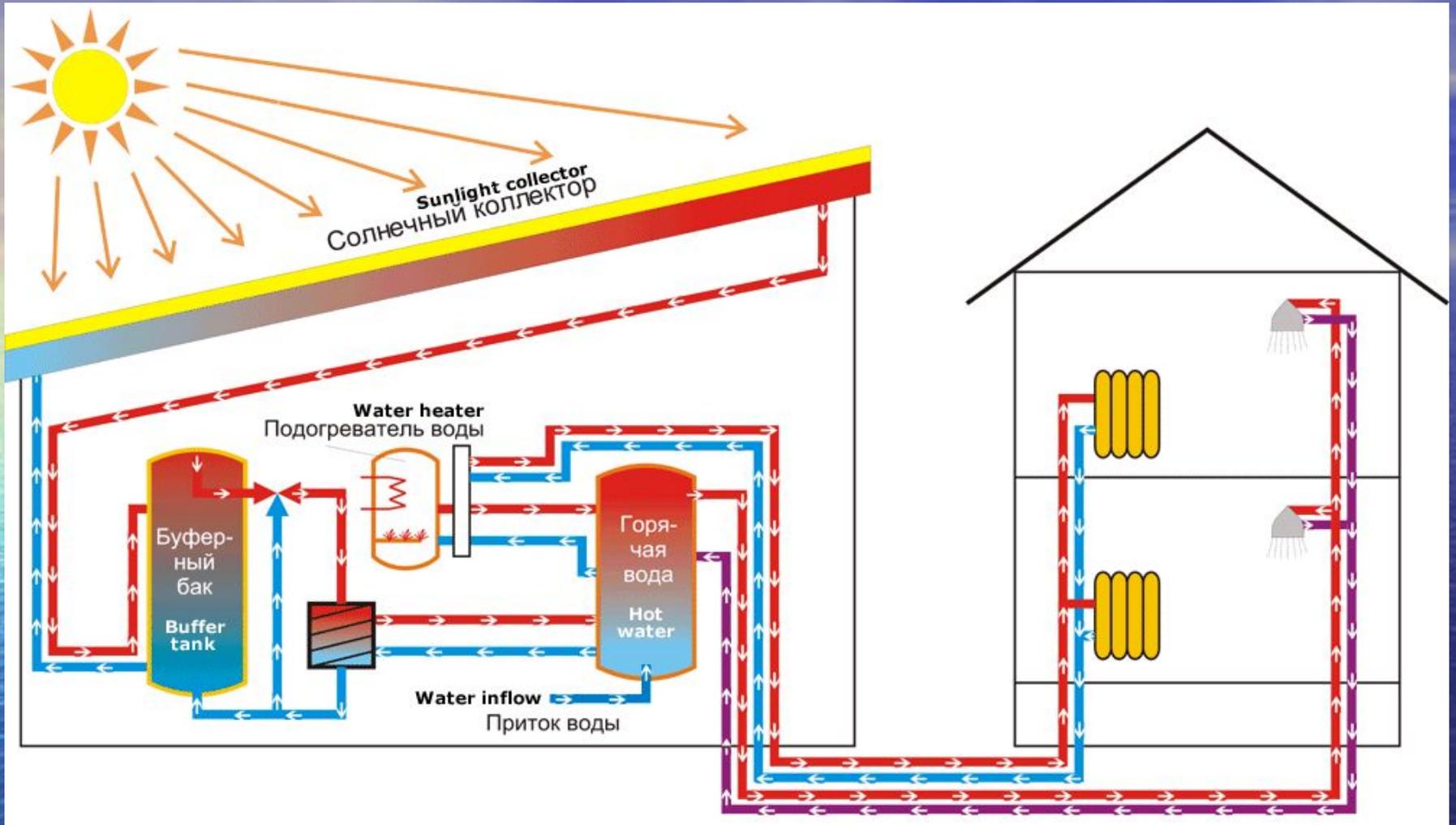


Достоинства электродного котла:

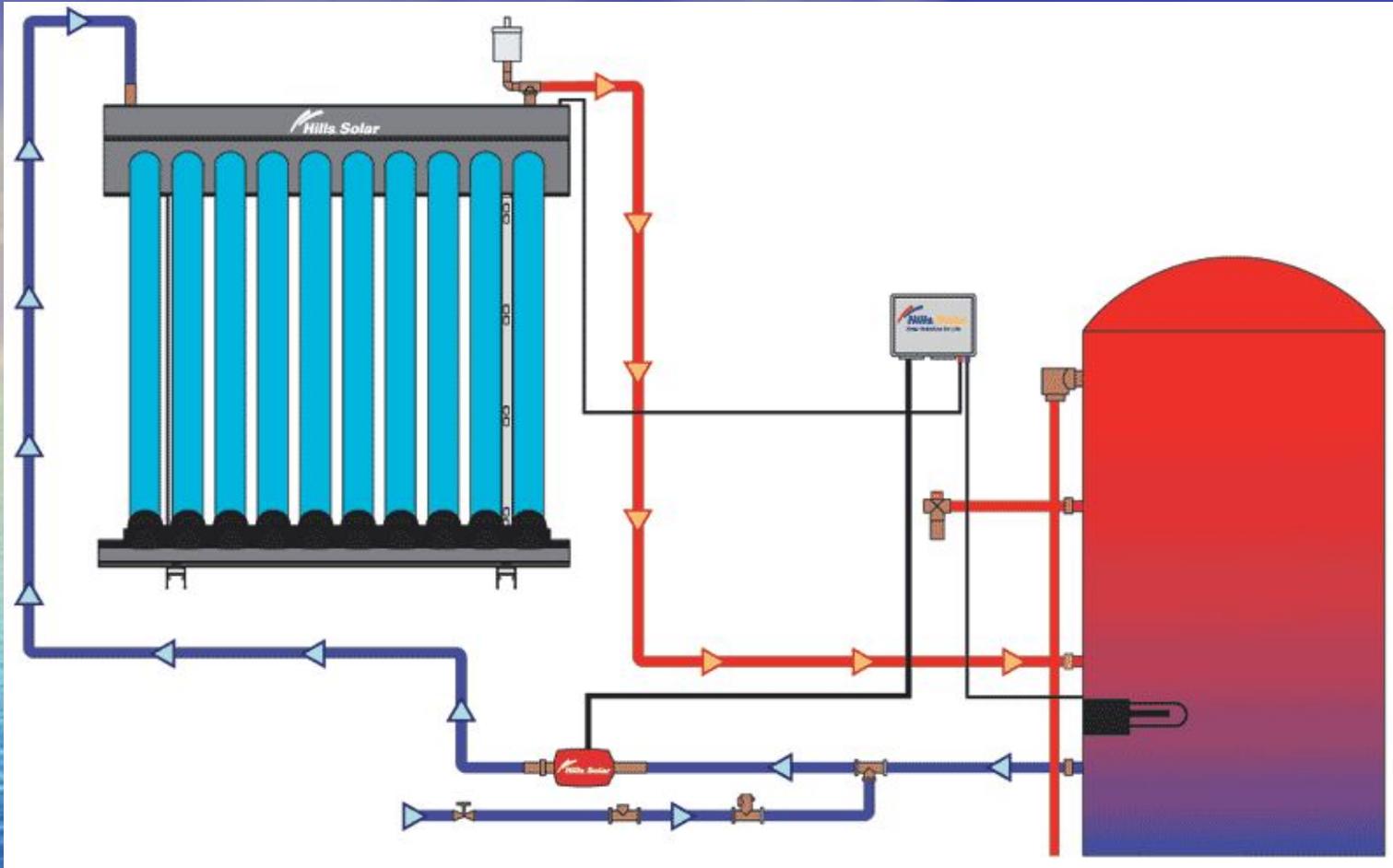
1. экономичность, которую обеспечивают: высокий КПД (до 98%), возможность программирования режимов работы в различное время суток, отсутствие затрат на обслуживание, невысокая стоимость оборудования;
2. простота монтажа и эксплуатации;
3. безопасность;
4. малогабаритность;
5. бесшумная работа;
6. отсутствие потребности в запасах топлива;
7. возможность монтажа как на новой отопительной системе, так и на уже существующей;
8. возможность параллельного подключения с другими котлами;
9. экологическая безупречность.

Гелиоустановки - устройства, в которых солнечная (световая) энергия преобразуется в тепловую энергию инфракрасного излучения. В гелиоприемнике или солнечном коллекторе энергия Солнца трансформируется в тепловую энергию с последующей передачей теплоты рабочему телу – воде или воздуху.





Отопление от солнца



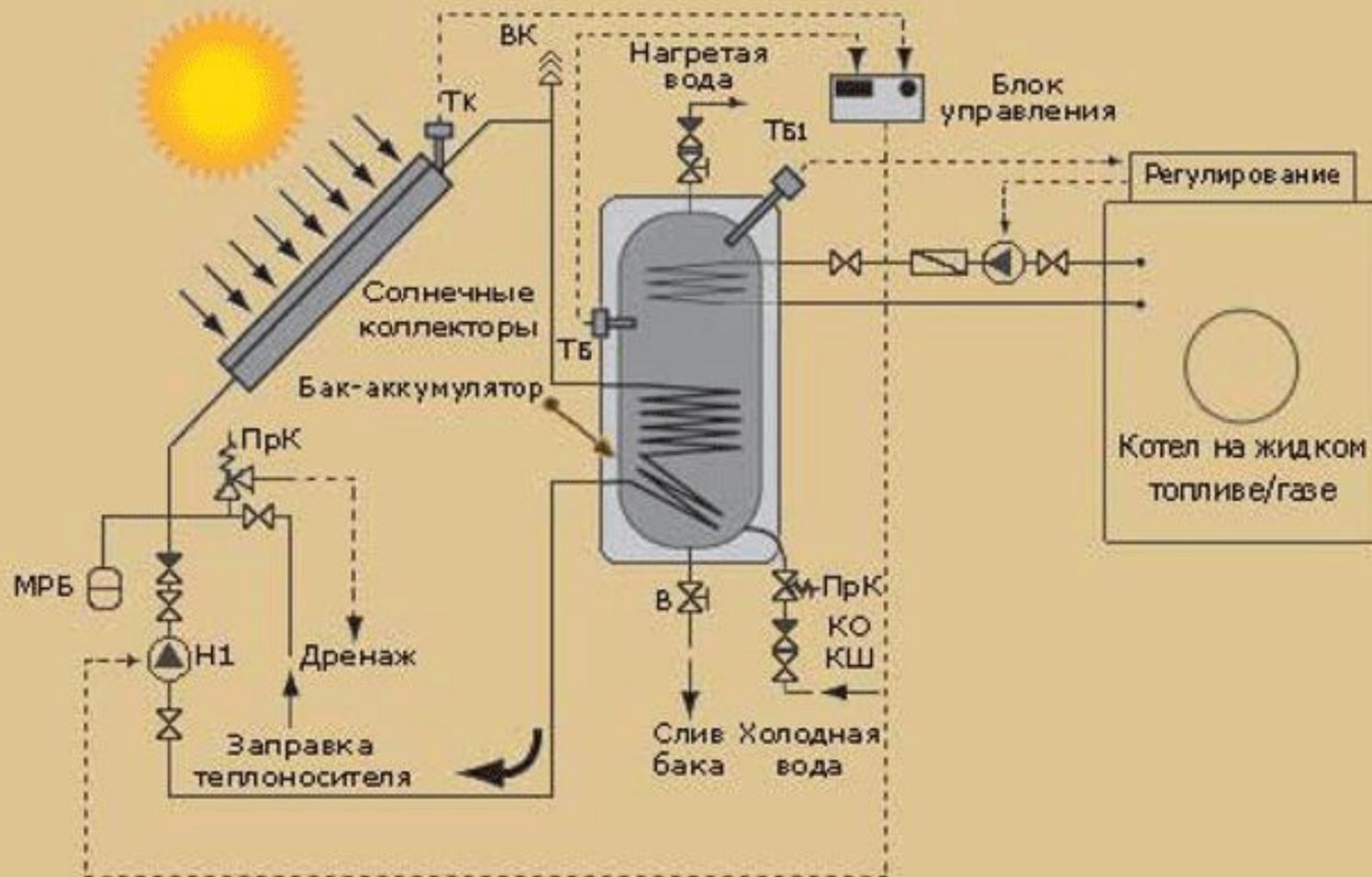
Особенности отопления от солнечных батарей

Почти бесплатная эксплуатация на солнечной энергии

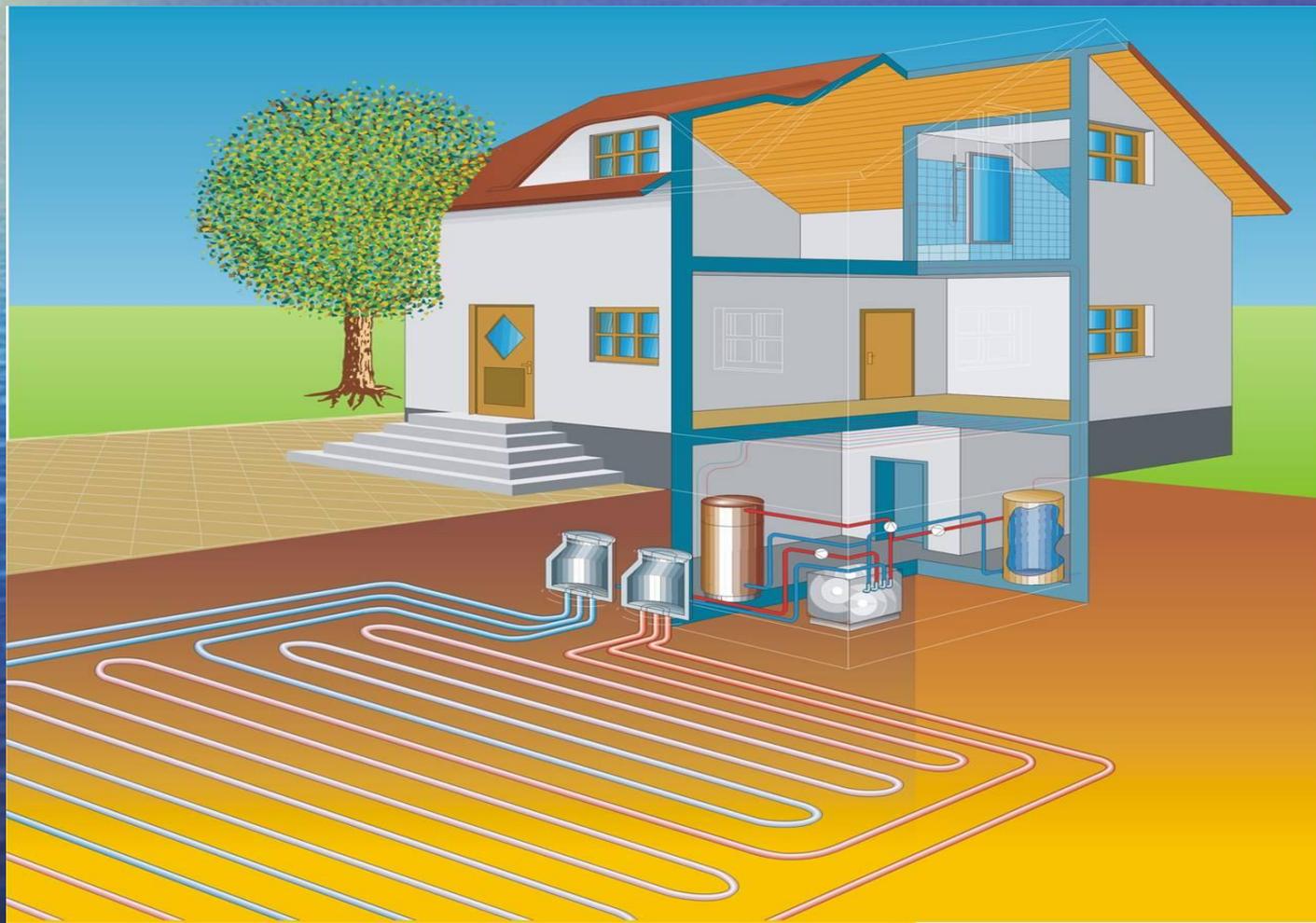
Экологичность

Чистота в применении

Высокая эффективность при низких температурах окружающей среды



Геотермальные установки – устройства, в которых проходит передача теплоты от геотермальных вод к рабочему телу, нагреваемому за счет тепловой энергии этих вод до заданных параметров



Котлы-утилизаторы - устройства, в которых используется теплота газов, покидающих различное высокотемпературное технологическое оборудование (нагревательные, обжиговые и другие печи). Теплота от высокотемпературных газов передается другому теплоносителю (воде или пару), более удобному для дальнейшего использования.



Котлы-утилизаторы нашли широкое применение в парогазовых установках, металлургическом производстве, нефтехимии и пр.

Котлы-утилизаторы отличаются от паровых котлов и другого котельного оборудования тем, что они используют для своего функционирования энергию отработанных газов, например, выхлопных газов, которые образуются при сгорании топлива.

Котел-утилизатор позволяет использовать энергию теплового двигателя в максимальной степени, именно поэтому такие **котлы-утилизаторы** имеют высокий КПД по сравнению с другими видами котельного оборудования.

Применение паровых установок - **котлов-утилизаторов** в различных областях промышленности позволяет реализовывать энергосберегающие технологии.

Для систем теплоснабжения также используют производство тепловой энергии из биомассы, сельскохозяйственных и городских отходов, а также устройства, в которых энергия с низким энергетическим потенциалом преобразуется в высокопотенциальную тепловую энергию другого теплоносителя с затратами других видов энергии, подводимых извне (например, электроэнергии в тепловых насосах).

Биомасса, как производная энергии Солнца в химической форме, является одним из наиболее популярных и универсальных ресурсов на Земле. Она позволяет получать не только пищу, но и энергию, строительные материалы, бумагу, ткани, медицинские препараты и химические вещества.

Биомасса используется для энергетических целей с момента открытия человеком огня. Сегодня топливо из биомассы может использоваться для различных целей - от обогрева жилищ до производства электроэнергии и топлив для автомобилей.

Биомасса – органическое вещество, генерируемое растениями в процессе фотосинтеза, при подводе солнечной (световой) энергии. Биомасса является как бы аккумулятором солнечной энергии. Энергия биомассы используется двумя способами:

1. путем непосредственного сжигания (дров, торфа, отходов сельскохозяйственной продукции)
2. путем глубокой переработки исходной биомассы с целью получения из нее более ценных сортов топлива – твердого, жидкого или газообразного, которое может быть с высоким КПД при минимальном загрязнении окружающей среды.

Производство тепловой энергии из биомассы



КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КОТЕЛЬНЫХ

Паровым или водогрейным котельным агрегатом (теплогенератором) называют устройство, имеющее топку для сжигания органического топлива и обогреваемое продуктами сгорания этого топлива, предназначенное для получения пара или горячей воды с давлением выше атмосферного, которые используют вне самого устройства.

При сжигании органического топлива горючие химические элементы (метан, углерод, водород, сера), входящие в состав топлива, соединяются с кислородом воздуха, выделяют теплоту и образуют продукты сгорания (двуокись углерода, водяные пары, сернистый газ).

В котельный агрегат необходимо подать некоторое количество топлива и окислителя (воздуха); обеспечить полное сгорание топлива и передачу теплоты от топочных газов рабочему телу; удалить продукты сгорания топлива; подать рабочее тело воду, сжатую до необходимого давления, нагреть эту воду до требуемой температуры или превратить ее в пар требуемого давления, отделить влагу из пара, а иногда и перегреть пар, обеспечив надежную работу всех элементов установки.

- Производительность теплогенератора определяется количеством теплоты или пара, получаемых в процессе сжигания топлива.
- От высокотемпературных продуктов сгорания органического топлива тепловая энергия передается трубам суммарным потоком теплоты: конвекцией и лучеиспусканием. Затем от внешней поверхности кипятельных труб к внутренней через слой сажи, металлическую стенку и слой накипи теплота передается путем теплопроводности, а от внутренней поверхности труб к воде благодаря теплопроводности и конвекции.

- *Котельная установка* включает в себя теплогенератор – паровой или водогрейный котельный агрегат (котел), хвостовые поверхности нагрева, горелки, а также различные дополнительные устройства.
- Радиационные поверхности нагрева теплогенератора размещены в топочной камере и воспринимают теплоту от продуктов сгорания топлива в основном за счет лучеиспускания, одновременно защищая стены топки от прямого воздействия излучающей среды топочных газов.

- Конвективные поверхности нагрева (кипятильные трубы) установлены за топкой, в газоходах котла и воспринимают теплоту от продуктов сгорания топлива в основном за счет конвекции.
- К конвективным или хвостовым поверхностям нагрева также относятся пароперегреватели, водяные экономайзеры, контактные теплообменники, воздухоподогреватели, которые предназначены для снижения потерь теплоты с уходящими топочными газами, увеличения КПД котельного агрегата или установки и в конечном итоге для снижения расхода топлива.



Тепловой баланс, коэффициент полезного действия и расход топлива котельного агрегата

- **Тепловым балансом** называют распределение теплоты, вносимой в котлоагрегат при сжигании топлива, на полезно использованную теплоту и тепловые потери.

Теплота сгорания рабочей массы топлива определяется по формуле (кДж/кг):

$$Q_{\text{н}}^{\text{р}} = 338C^{\text{р}} + 1025H^{\text{р}} - 108,5(O^{\text{р}} - S_{\text{л}}^{\text{р}}) - 25W^{\text{р}}$$

где, содержание элементов в рабочей массе топлива, % :

- $C^{\text{р}}$ - углерода,
- $H^{\text{р}}$ - водорода,
- $O^{\text{р}}$ - кислорода,
- $S_{\text{л}}^{\text{р}}$ – летучей серы,
- $W^{\text{р}}$ - влаги.

Теплоемкость рабочей массы топлива определяется по формуле $\text{кДж} / (\text{кг} \times \text{К})$:

$$c_{\text{T}}^{\text{p}} = c_{\text{T}}^{\text{c}} (100 - W^{\text{p}}) / 100 + C_{\text{H}_2\text{O}} W^{\text{p}} / 100$$

где:

- $c_{\text{T}}^{\text{c}}, C_{\text{H}_2\text{O}}$ – соответственно теплоемкости сухой массы твердого топлива и воды, $\text{кДж} / (\text{кг} \times \text{К})$;
- c_{T}^{c} – для антрацита – 0,921, для каменных углей – 0,962, для бурых углей – 1,088, для фрезерного торфа – 1,297 и сланцев – 1,046.

Физическую теплота топлива определяется по формуле кДж/кг :

$$Q_{\text{т.л.}} = c_{\text{т}}^p t_{\text{т}}$$

где:

- $c_{\text{т}}^p$ – теплоемкость рабочей массы топлива, $\text{кДж}/(\text{кг} \times \text{К})$
- $t_{\text{т}}$ – температура топлива на входе, в топку, $^{\circ}\text{С}$

Располагаемую теплоту (кДж/кг, кДж/м³) на 1 кг твердого (жидкого) или на 1 м³ газообразного топлива определяется по формуле:

$$Q_p^p = Q_n^p + Q_{тл}$$

Теплоту (кДж/кг), полезно использованную в котлоагрегате, определяем по формуле:

$$Q_1 = (D_{пе} / B) [(i_{п.п} - i_{п.в}) + (P / 100) (i_{к.в.} - i_{п.в})]$$

где:

- $D_{пе}$ – соответственно расход перегретого и насыщенного пара, кг/с
- B – расход натурального топлива, кг/с
- $i_{п.п}$ – энтальпия перегретого пара, кДж/кг
- $i_{п.в}$ – энтальпия питательной воды, кДж/кг
- $i_{к.в.}$ – энтальпия котловой воды, кДж/кг
- P – величина непрерывной продувки, %

Потери теплоты (кДж/кг) с уходящими газами находим:

$$Q_2 = (V_{\text{ух}} \cdot c_{\text{рух}}^1 \cdot \vartheta_{\text{ух}} - a_{\text{ух}} \cdot V^0 \cdot c_{\text{рв}} \cdot t_{\text{в}})(100 - q_4) / 100$$

где:

- $V_{\text{ух}}$ – объем уходящих (дымовых) газов на выходе из последнего газохода котлоагрегата, м³/кг
- $c_{\text{рух}}^1$ – средняя объемная теплоемкость газов при постоянном давлении, определяемая по $\vartheta_{\text{ух}}$, кДж/(м³×К)
- $\vartheta_{\text{ух}}$ – температура уходящих газов на выходе из последнего газохода, °С
- $a_{\text{ух}}$ – коэффициент избытка воздуха за котлоагрегатом
- V^0 – теоретический объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг топлива, м³/кг
- $c_{\text{рв}}$ – средняя объемная теплоемкость воздуха при постоянном давлении, кДж/(м³×К)
- $t_{\text{в}}$ – температура воздуха в котельной, °С
- q_4 – потеря теплоты от механической неполноты сгорания, %

Потери теплоты (кДж/кг) от химической неполноты сгорания топлива определяются содержанием в продуктах горения (CO) по формуле:

$$Q_3 = 237 (C^p + 0,375 \cdot S_{п}^p) \cdot CO / (RO_2 + CO)$$

где:

- C^p и $S_{п}^p$ – содержание углерода и серы в топливе, %
- CO – содержание оксида углерода в уходящих газах, %
- $RO_2 = CO_2 + SO_2$ – содержание CO_2 и SO_2 в уходящих газах, %

Потери теплоты (кДж/кг) от механической неполноты сгорания топлива находим по формуле:

$$Q_4 = q_4 Q_p^p / 100$$

Потери теплоты (кДж/кг) в окружающую среду определяем по формуле:

$$Q_5 = Q_p^p - (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4)$$

Составляющие (%) теплового баланса:

$$q_1 = (Q_1 / Q_p) 100$$
$$q_2 = (Q_2 / Q_p) 100$$
$$q_3 = (Q_3 / Q_p) 100$$
$$q_5 = (Q_5 / Q_p) 100$$

Тепловой баланс (кДж/кг) котельного агрегата согласно уравнению:

$$Q_p = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$$