

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 °С и абсолютным давлением 1,4МПа, 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)

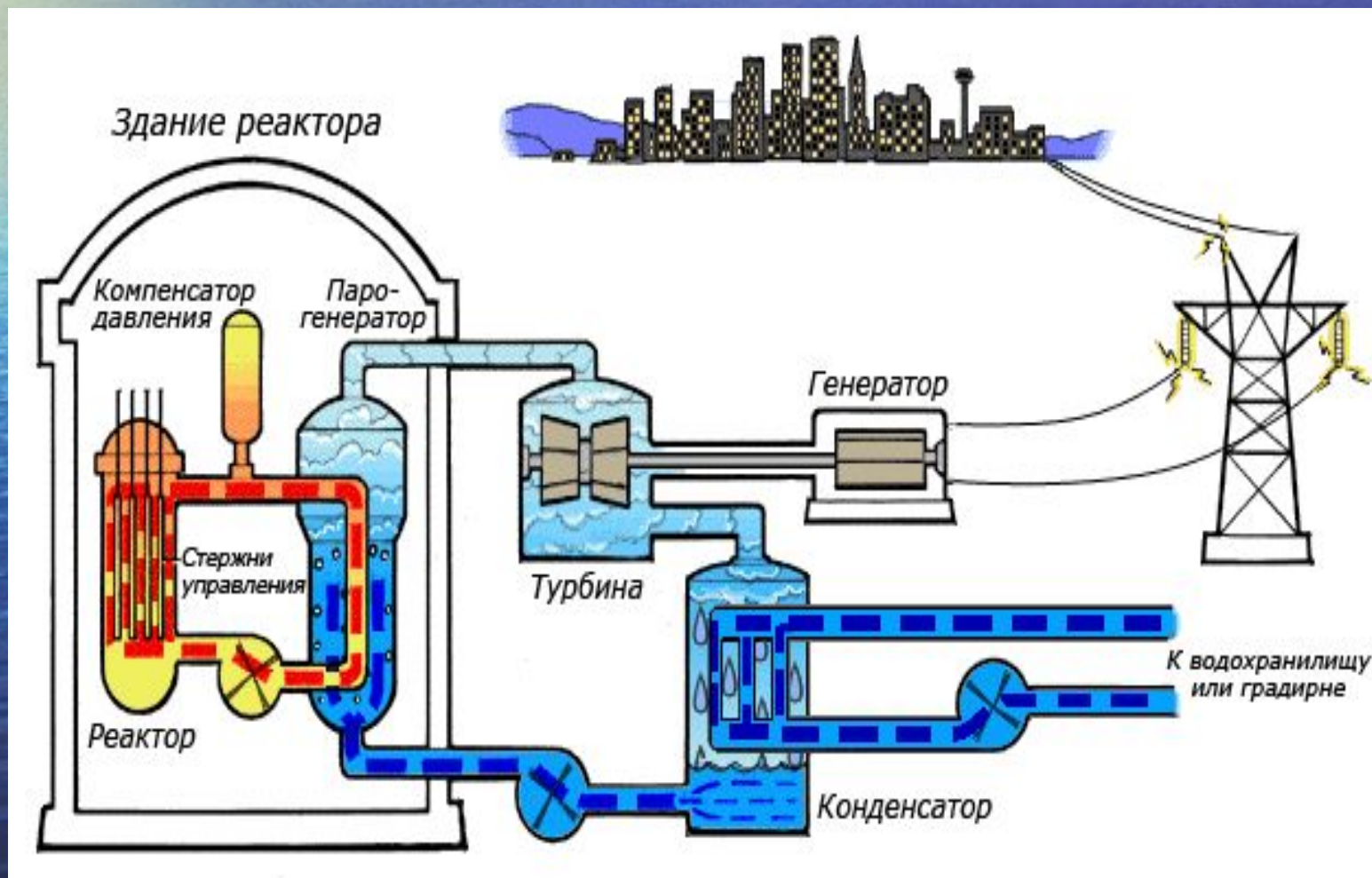


Блочно-модульные водогрейные котельные установки (БМВКУ) - предназначена для теплоснабжения различных потребителей. Топливо-газ, дизельное.



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 проходит преобразование электрической энергии в тепловую энергию путем разогрева нагревателя с высоким электрическим сопротивлением и последующей передачей теплоты от этого нагревателя рабочему телу.

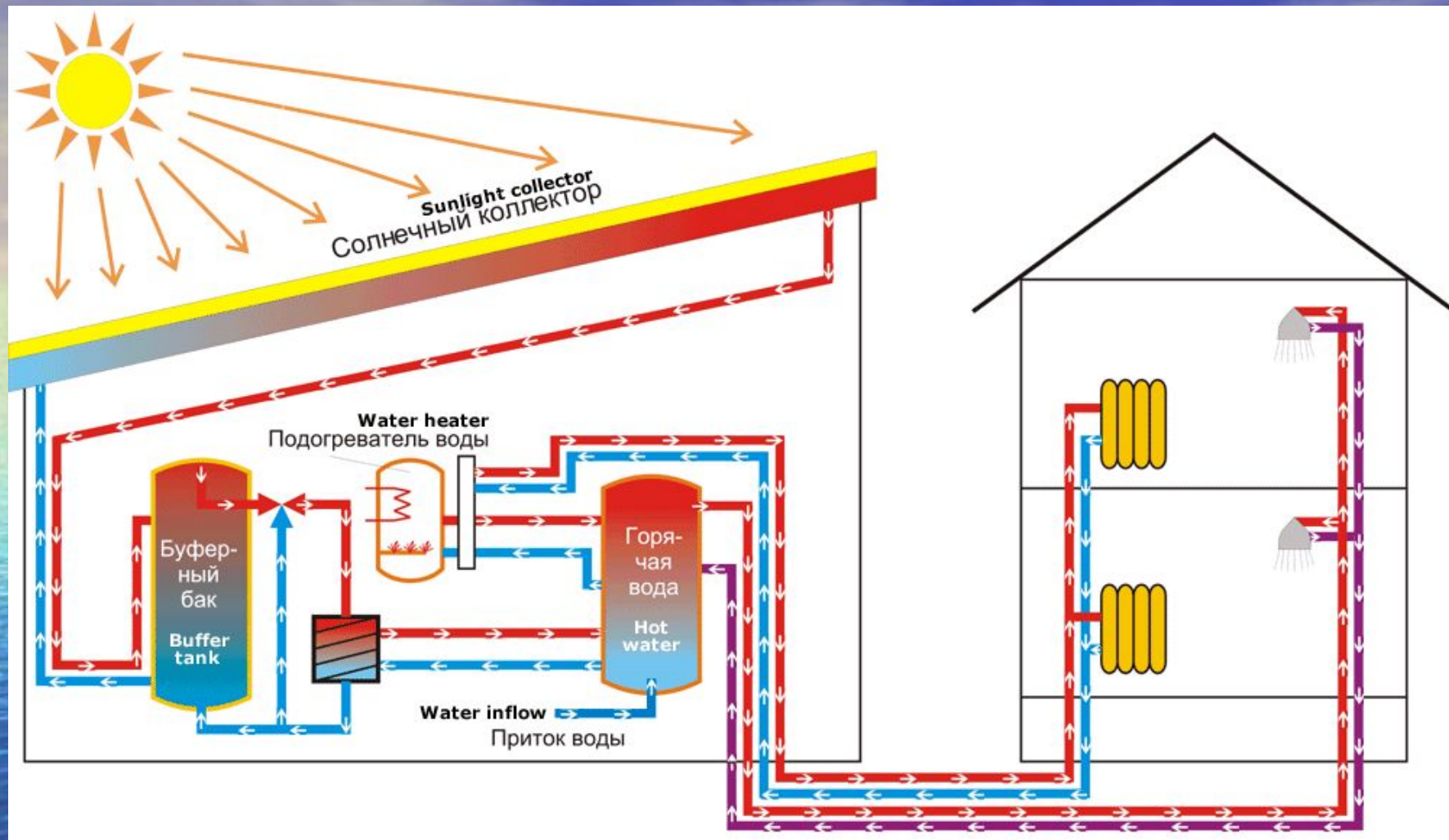


Достоинства электродного котла:

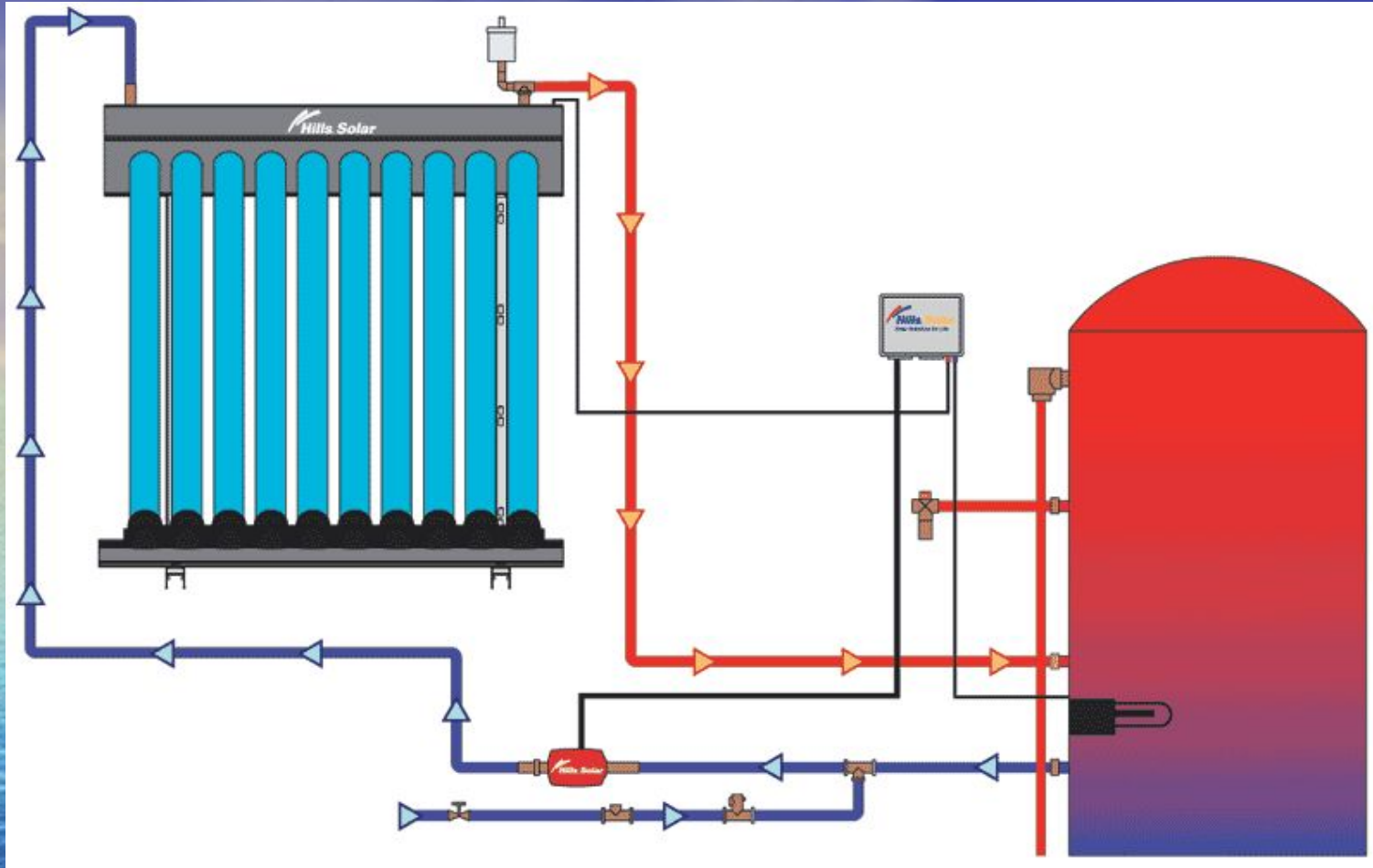
1. экономичность, которую обеспечивают: высокий КПД (до 98%), возможность программирования режимов работы в различное время суток, отсутствие затрат на обслуживание, невысокая стоимость оборудования;
2. простота монтажа и эксплуатации;
3. безопасность;
4. малогабаритность;
5. бесшумная работа;
6. отсутствие 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



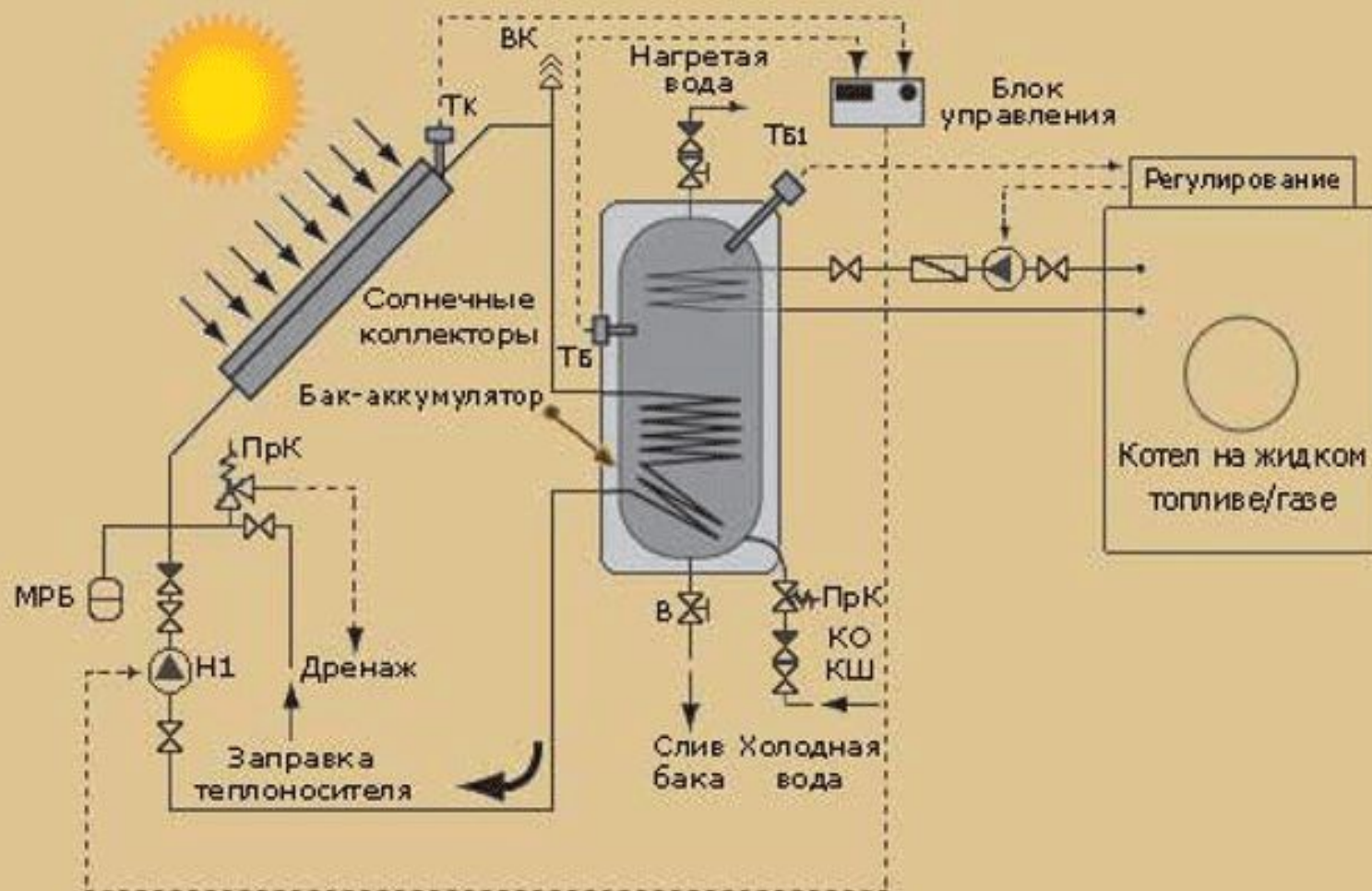
Особенности отопления от солнечных батарей

Почти бесплатная эксплуатация на солнечной энергии

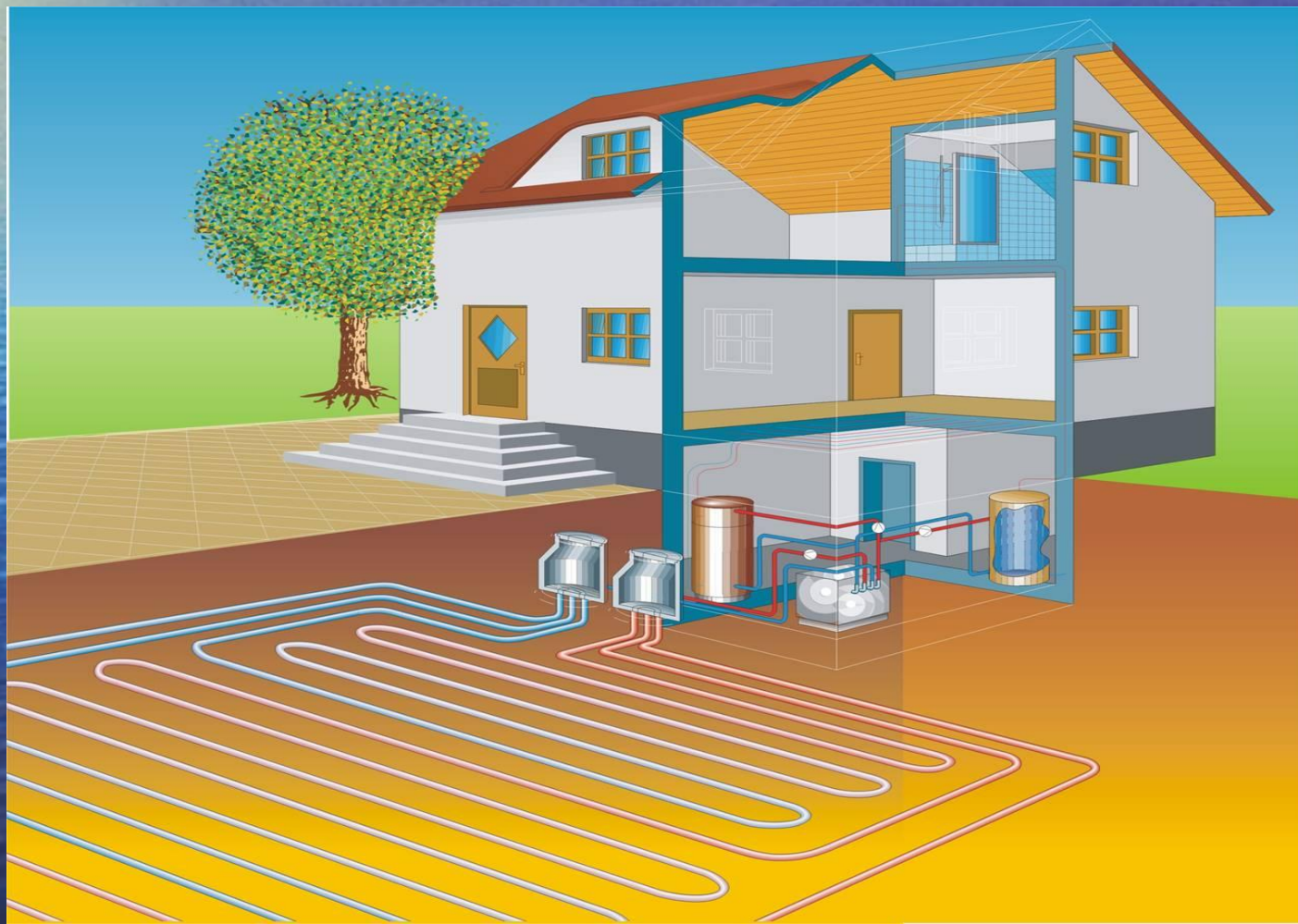
Экологичность

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.

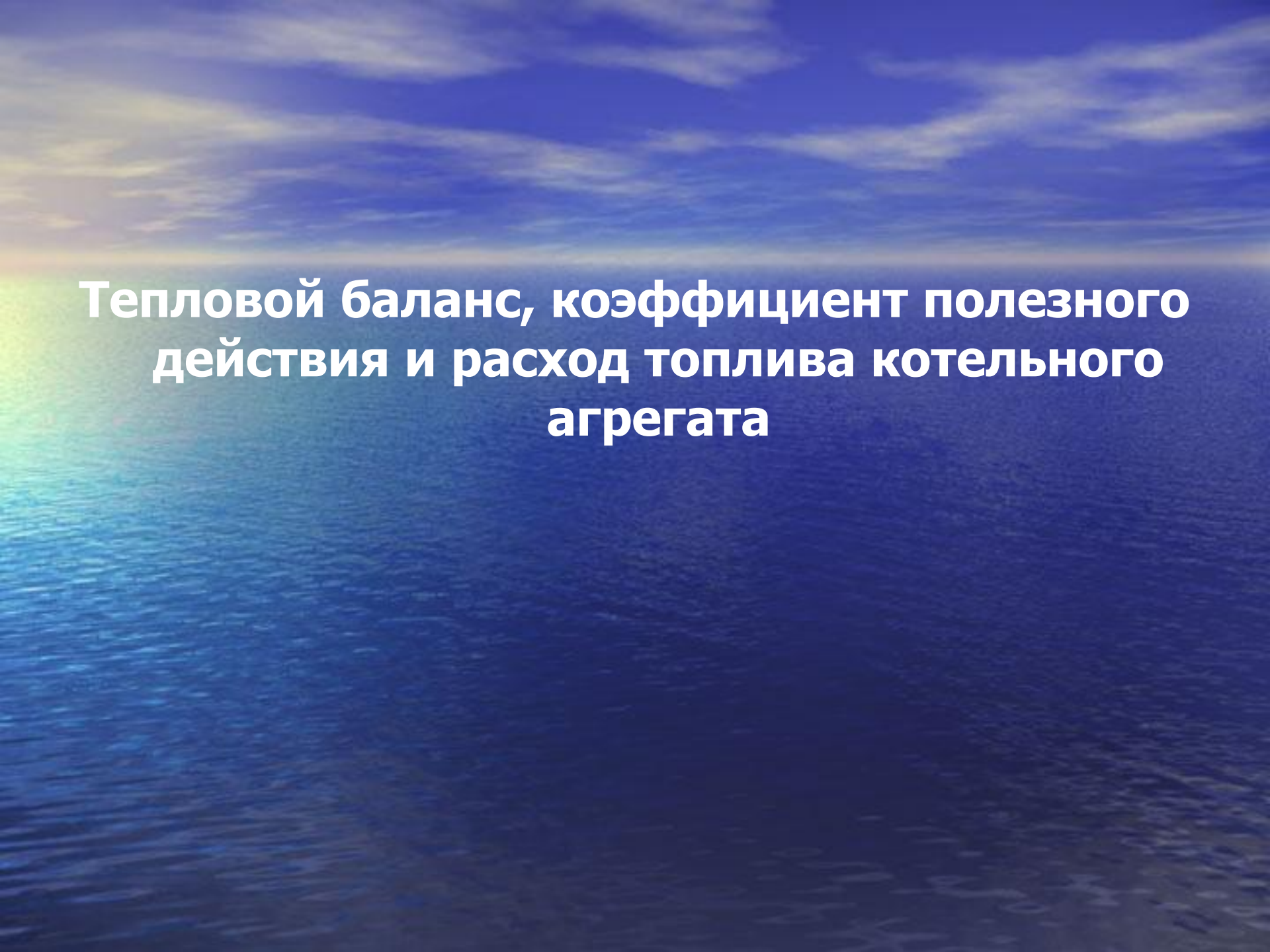
При сжигании органического топлива горючие химические элементы (метан, углерод, водород, сера), входящие в состав топлива, соединяются с кислородом воздуха, выделяют теплоту и образуют продукты сгорания (двуокись углерода, водяные пары, сернистый газ).

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 кипятильных 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.

The background of the slide is a photograph of a sunset or sunrise over a body of water. The sky is a deep blue with wispy white clouds. A bright, colorful rainbow is visible on the left side of the image, arching over the horizon. The water in the foreground is dark blue with gentle ripples.

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):

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

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 $\text{кДж} / (\text{кг} \times \text{K})$:

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

где:

- c_{T}^{c} , $C_{\text{H}_2\text{O}}$ – соответственно теплоемкости сухой массы твердого топлива и воды, $\text{кДж} / (\text{кг} \times \text{K})$;
- 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:

$$Q_p^p = Q_n^p + Q_{\text{тл}}$$

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

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

где:

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

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

$$Q_2 = (V_{yx} \cdot c_{рух}^1 \cdot \vartheta_{yx} - \alpha_{yx} \cdot V^0 \cdot c_{рв} \cdot t_v)(100 - q_4) / 100$$

где:

- V_{yx} – объем уходящих (дымовых) газов на выходе из последнего газохода котлоагрегата, м³/кг
- $c_{рух}^1$ – средняя объемная теплоемкость газов при постоянном давлении, определяемая по ϑ_{yx} , кДж/(м³×К)
- ϑ_{yx} – температура уходящих газов на выходе из последнего газохода, °С
- α_{yx} – коэффициент избытка воздуха за котлоагрегатом
- V^0 – теоретический объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг топлива, м³/кг
- $c_{рв}$ – средняя объемная теплоемкость воздуха при постоянном давлении, кДж/(м³×К)
- t_v – 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:

$$Q_3 = 237 (C^p + 0,375 \cdot S^p_{\text{л}}) \cdot \text{CO} / (\text{RO}_2 + \text{CO})$$

где:

- C^p и $S^p_{\text{л}}$ – содержание углерода и серы в топливе, %
- CO – содержание оксида углерода в уходящих газах, %
- $\text{RO}_2 = \text{CO}_2 + \text{SO}_2$ – 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:

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