

ТЕМА 1.2

ЛЕКЦИЯ 2

Назначение и типы
электростанций,
режимы их работы.

-
- Преобразование первичной энергии во вторичную, в частности в электрическую, осуществляется на станциях, которые в своем названии содержат указание на то, какой вид первичной энергии в какой вид вторичной преобразуется на них.

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ

-это совокупность установок, оборудования и аппаратуры, используемых непосредственно для производства электрической энергии, а также необходимые для этого сооружения и здания, расположенные на определённой территории.

В зависимости от источника энергии различают:

- *тепловые электростанции (ТЭС);*
- *гидроэлектростанции (ГЭС);*
- *атомные электростанции (АЭС)*
- *иные электростанции, использующие ветровую, солнечную, геотермальную и другие виды энергий*

ТИПЫ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

ТЭС – тепловая
электрическая станция
преобразует тепловую
энергию в электрическую

ГАЭС – гидроаккумулирующая электростанция
преобразует механическую энергию движения
предварительно накопленной в искусственном
водоеме воды в электрическую

ГЭС – гидроэлектростанция преобразует
механическую энергию движения воды в
электрическую

АЭС – атомная электростанция преобразует атомную
энергию ядерного топлива в электрическую

ПЭС – приливная электростанция преобразует энергию
океанических приливов и отливов в электрическую

ВЭС – ветряная электростанция
преобразует энергию ветра в
электрическую

СЭС – солнечная электростанция
преобразует энергию солнечного
света в электрическую, и т.д.

В нашей стране производится и потребляется огромное количество электроэнергии. Она почти полностью вырабатывается тремя основными типами электростанций: тепловыми, атомными и гидроэлектростанциями.

В России около 75% энергии производится на тепловых электростанциях. ТЭС строят в районах добычи топлива или в районах потребления энергии. ГЭС выгодно строить на полноводных горных реках. Поэтому наиболее крупные ГЭС построены на сибирских реках. Енисее, Ангаре. Но также построены каскады ГЭС и на равнинных реках: Волге, Кама.

АЭС построены в районах, где потребляется много энергии, а других энергоресурсов не хватает (в западной части страны).

Электростанции использующие альтернативные источники электроэнергии строятся пока в нашей стране экспериментально в ЮФО (ветряные), использующие геотермальную энергию – на Дальнем Востоке.

ТЕПЛОВЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Основным типом электростанций в России являются тепловые (ТЭС). Эти установки вырабатывают примерно 67% электроэнергии России.

На их размещение влияют топливный и потребительский факторы. Наиболее мощные электростанции располагаются в местах добычи топлива. ТЭС, использующие калорийное, транспортабельное топливо, ориентированы на потребителей.

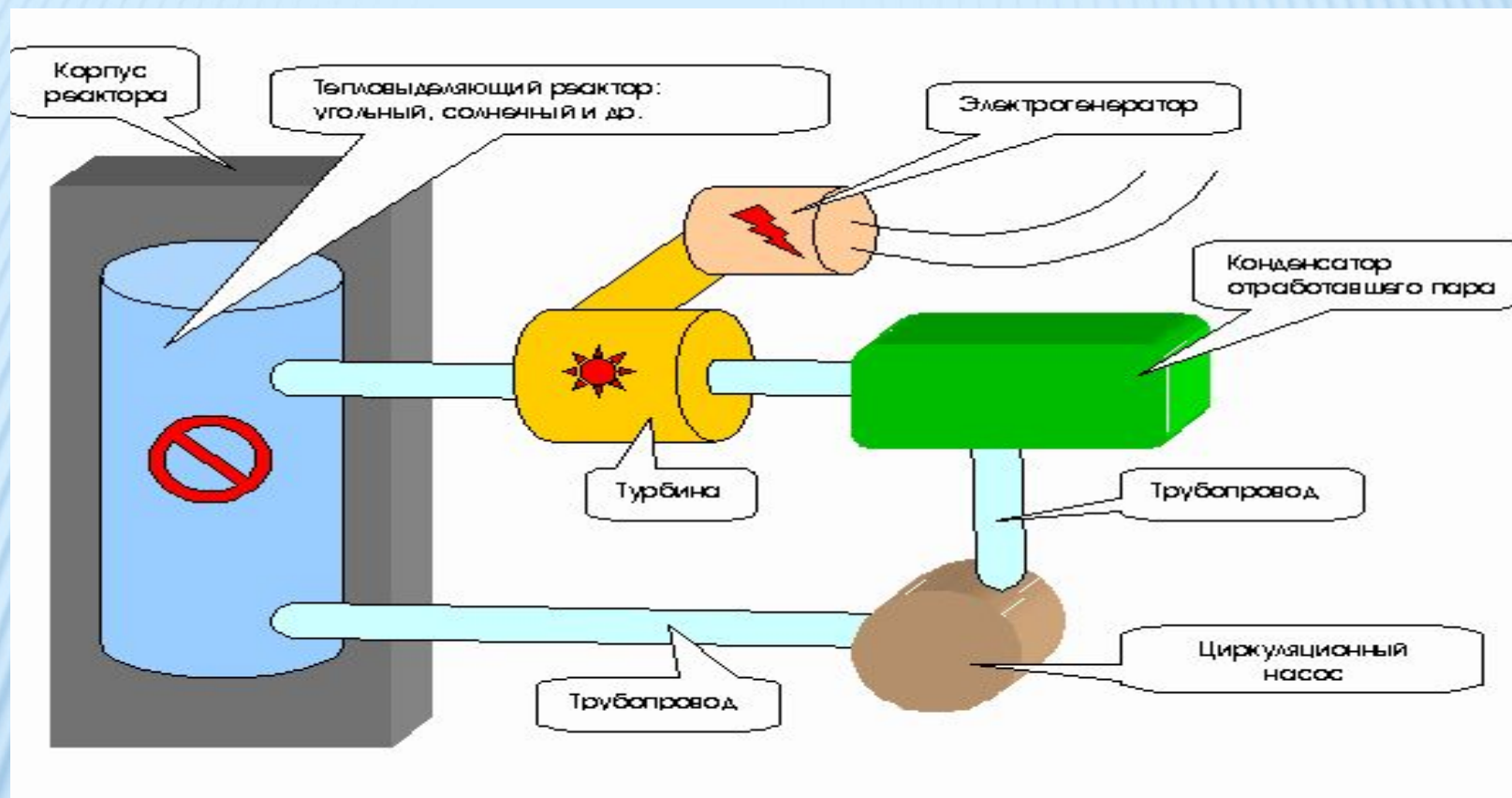


РИСУНОК 1

Принципиальная схема тепловой электростанции

Принципиальная схема тепловой электростанции представлена на рис.1. Стоит иметь в виду, что в ее конструкции может быть предусмотрено несколько контуров - теплоноситель от тепловыделяющего реактора может не идти сразу на турбину, а отдать свое тепло в теплообменнике теплоносителю следующего контура, который уже может поступать на турбину, а может дальше передавать свою энергию следующему контуру.

Также в любой электростанции предусмотрена система охлаждения отработавшего теплоносителя, чтобы довести температуру теплоносителя до необходимого для повторного цикла значения. Если поблизости от электростанции есть населенный пункт, то это достигается путем использования тепла отработавшего теплоносителя для нагрева воды для отопления домов или горячего водоснабжения, а если нет, то излишнее тепло отработавшего теплоносителя просто сбрасывается в атмосферу в градирнях (из себя они представляют широкие конусообразные трубы). Конденсатором отработавшего пара на неатомных электростанциях чаще всего служат именно градирни.

ТЕПЛОВЫЕ ПАРОТУРБИННЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Среди ТЭС преобладают тепловые паротурбинные (ТПЭС), на которых тепловая энергия используется в парогенераторе для получения водяного пара высокого давления, приводящего во вращение ротор паровой турбины, соединённый с ротором электрического генератора (обычно синхронного генератора). В качестве топлива на таких ТЭС используют уголь (преимущественно), мазут, природный газ, лигнит, торф, сланцы.

КОНДЕНСАЦИОННЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

ТПЭС, имеющие в качестве привода электрогенераторов конденсационные турбины и не использующие тепло отработавшего пара для снабжения тепловой энергией внешних потребителей, называются конденсационными электростанциями.

ТЕПЛОЭЛЕКТРОЦЕНТРАЛЬ

ТПЭС, оснащенные теплофикационными турбинами и отдающие тепло отработавшего пара промышленным или коммунально-бытовым потребителям, называемым теплоэлектроцентралями (ТЭЦ)

ГАЗОТУРБИННЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

ТЭС с приводом электрогенератора от газовой турбины называются газотурбинными электростанциями (ГТЭС). В камере сгорания ГТЭС сжигают газ или жидкое топливо; продукты сгорания с температурой 750-900 С поступают в газовую турбину, вращающую электрогенератор. Кпд таких ТЭС обычно составляет 26-28%, мощность - до нескольких сотен *Мвт*. ГТЭС обычно применяются для покрытия пиков электрической нагрузки

ПАРОГАЗОВАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ

ТЭС с парогазотурбинной установкой, состоящей из паротурбинного и газотурбинного агрегатов, называется парогазовой электростанцией (ПГЭС). КПД которой может достигать 42 - 43%. ГТЭС и ПГЭС также могут отпускать тепло внешним потребителям, то есть работать как ТЭЦ.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ТЭС

Первостепенную роль среди тепловых установок играют **конденсационные электростанции (КЭС)**. Они тяготеют и к источникам топлива, и к потребителям, и поэтому очень широко распространены.

Чем крупнее КЭС, тем дальше она может передавать электроэнергию, т.е. по мере увеличения мощности возрастает влияние топливно-энергетического фактора.

ТЭЦ (теплоэлектроцентрали) представляют собой установки по комбинированному производству электроэнергии и теплоты. Их КПД доходит до 70% против 30-35% на КЭС. ТЭЦ привязаны к потребителям, т.к. радиус передачи теплоты (пара, горячей воды) составляет 15-20 км. Максимальная мощность ТЭЦ меньше, чем КЭС.

АТОМНАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ

Атомная электростанция (АЭС),
электростанция, в которой атомная (ядерная) энергия преобразуется в электрическую. Генератором энергии на АЭС является атомный реактор (см. Ядерный реактор). Тепло, которое выделяется в реакторе в результате цепной реакции деления ядер некоторых тяжёлых элементов, затем так же, как и на обычных тепловых электростанциях (ТЭС), преобразуется в электроэнергию.

В отличие от ТЭС, работающих на органическом топливе, АЭС работает на ядерном горючем (в основном ^{233}U , ^{235}U , ^{239}Pu). При делении 1 г изотопов урана или плутония высвобождается 22 500 кВт ч, что эквивалентно энергии, содержащейся в 2800 кг условного топлива.

Принципиальная схема АЭС с ядерным реактором, имеющим водяное охлаждение, приведена на рис. 2.

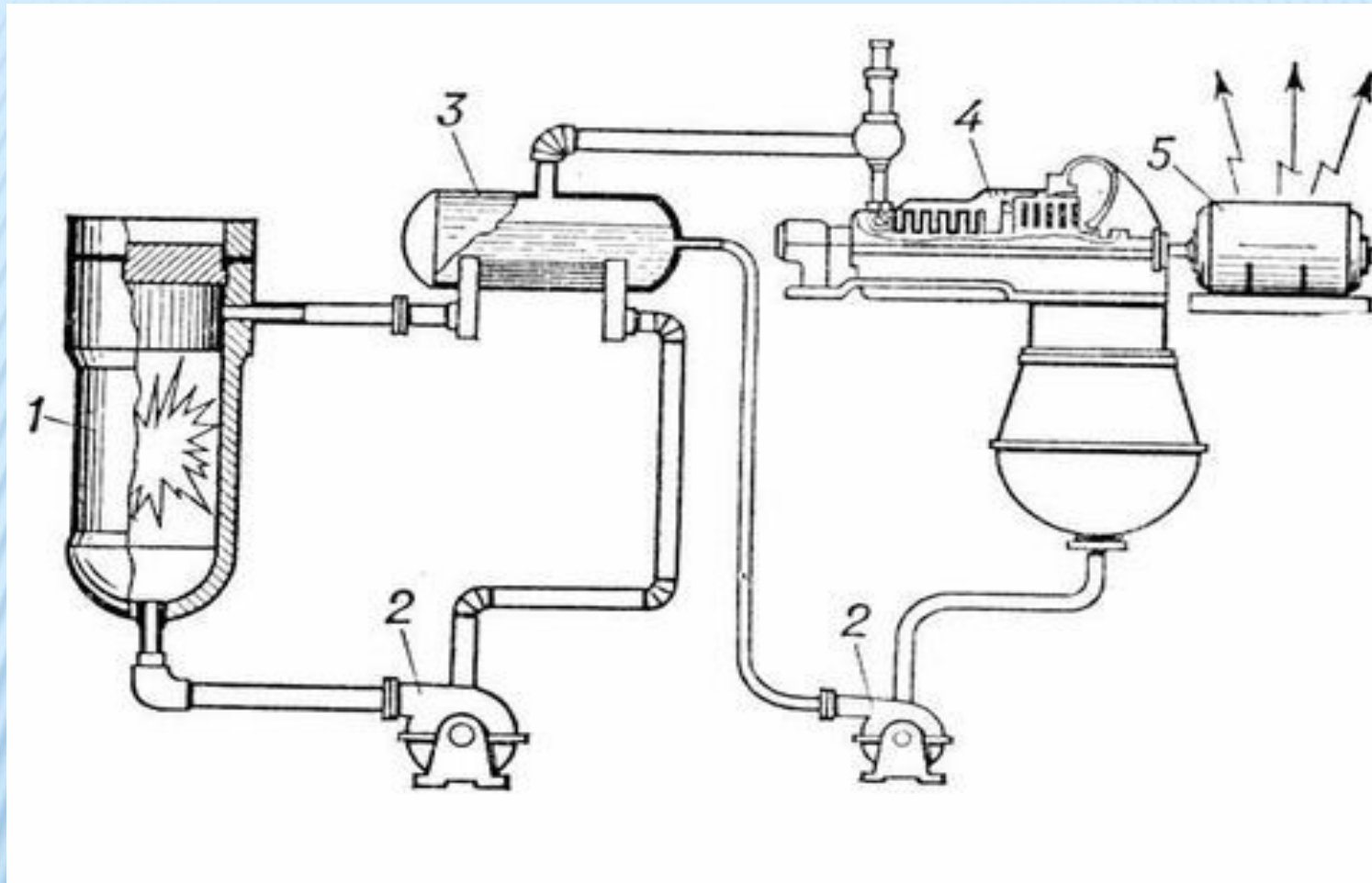


РИСУНОК 2

Принципиальная схема АЭС

Тепло, выделяющееся в активной зоне реактора 1, отбирается водой (теплоносителем) 1-го контура, которая прокачивается через реактор циркуляционным насосом 2. Нагретая вода из реактора поступает в теплообменник (парогенератор) 3, где передаёт тепло, полученное в реакторе, воде 2-го контура. Вода 2-го контура испаряется в парогенераторе, и образующийся пар поступает в турбину 4.

Наиболее часто на АЭС применяются 4 типа реакторов на тепловых нейтронах: 1) водородные с обычной водой в качестве замедлителя и теплоносителя; 2) графитоводные с водяным теплоносителем и графитовым замедлителем; 3) тяжеловодные с водяным теплоносителем и тяжёлой водой в качестве замедлителя; 4) графито-газовые с газовым теплоносителем и графитовым замедлителем.

В зависимости от вида и агрегатного состояния теплоносителя создаётся тот или иной термодинамический цикл АЭС. Выбор верхней температурной границы термодинамического цикла определяется максимально допустимой температурой оболочек тепловыделяющих элементов (ТВЭЛ), содержащих ядерное горючее, допустимой температурой собственно ядерного горючего, а также свойствами теплоносителя, принятого для данного типа реактора.

При работе реактора концентрация делящихся изотопов в ядерном топливе постепенно уменьшается, т. е. ТВЭЛы выгорают. Поэтому со временем их заменяют свежими. Ядерное горючее перезагружают с помощью механизмов и приспособлений с дистанционным управлением. Отработавшие ТВЭЛы переносят в бассейн выдержки, а затем направляют на переработку.

К реактору и обслуживающим его системам относятся: собственно реактор с биологической защитой, теплообменники, насосы или газодувные установки, осуществляющие циркуляцию теплоносителя; трубопроводы и арматура циркуляционного контура; устройства для перезагрузки ядерного горючего; системы спец. вентиляции, аварийного расхолаживания и др.

ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Гидроэлектростанции используют возобновимые ресурсы - механическую энергию падающей воды. Необходимый для этого подпор воды создается плотинами, которые воздвигают на реках и каналах. Гидравлические установки позволяют сокращать перевозки и экономить минеральное топливо (на 1 кВт-ч расходуется примерно 0,4 т угля). Они достаточно просты в управлении и обладают очень высоким КПД (более 80%). Себестоимость этого типа установок в 5-6 раз ниже, чем ТЭС, и они требуют намного меньше обслуживающего персонала.

Гидравлические установки представлены гидроэлектростанциями (ГЭС), гидроаккумулирующими электростанциями (ГАЭС) и приливными электростанциями (ПЭС). Их размещение во многом зависит от природных условий, например, характера и режима реки. В горных районах обычно возводятся высоконапорные ГЭС, на равнинных реках действуют установки с меньшим напором, но большим расходом воды.

Гидростроительство в условиях равнин сложнее из-за преобладания мягких оснований под плотинами и необходимости иметь крупные водохранилища для регуляции стока. Сооружение ГЭС на равнинах вызывает затопление прилегающих территорий, что приносит значительный материальный ущерб.

ГЭС состоит из последовательной цепи гидротехнических сооружений, обеспечивающих необходимую концентрацию потока воды и создание напора, и энергетического оборудования, преобразующего энергию движущейся под напором воды в механическую энергию вращения, которая, в свою очередь, преобразуется в электрическую энергию.

Напор ГЭС создаётся концентрацией падения реки на используемом участке плотиной, либо деривацией, либо плотиной и деривацией совместно.

Основное энергетическое оборудование ГЭС
размещается в здании ГЭС: в машинном зале электростанции — гидроагрегаты, вспомогательное оборудование, устройства автоматического управления и контроля; в центральном посту управления — пульт оператора-диспетчера или автооператор гидроэлектростанции. Повышающая трансформаторная подстанция размещается как внутри здания ГЭС, так и в отдельных зданиях или на открытых площадках.

Распределительные устройства зачастую располагаются на открытой площадке. Здание ГЭС может быть разделено на секции с одним или несколькими агрегатами и вспомогательным оборудованием, отделённые от смежных частей здания. При здании ГЭС или внутри него создаётся монтажная площадка для сборки и ремонта различного оборудования и для вспомогательных операций по обслуживанию ГЭС.

КЛАССИФИКАЦИЯ ГЭС

По установленной мощности (в МВт) различают ГЭС:

- мощные (свыше 250),
- средние (до 25);
- и малые (до 5).

Мощность ГЭС зависит от напора H_6 (разности уровней верхнего и нижнего бьефа), расхода воды Q (м³/сек), используемого в гидротурбинах, и кпд гидроагрегата h_{Γ} .

По максимально используемому напору ГЭС делятся на:

- высоконапорные (более 60 м),
- средненапорные (от 25 до 60 м),
- низконапорные (от 3 до 25 м).

На равнинных реках напоры редко превышают 100 м, в горных условиях посредством плотины можно создавать напоры до 300 м и более, а с помощью деривации — до 1500 м.

Классификация по напору приблизительно соответствует типам применяемого энергетического оборудования:

- на высоконапорных ГЭС применяют ковшовые и радиально-осевые турбины с металлическими спиральными камерами;
- на средненапорных — поворотнолопастные и радиально-осевые турбины с железобетонными и металлическими спиральными камерами,
- на низконапорных — поворотнолопастные турбины в железобетонных спиральных камерах.

По схеме использования водных ресурсов и концентрации напоров ГЭС обычно подразделяют на:

- русловые,
- приплотинные,
- деривационные с напорной и безнапорной деривацией,
- смешанные,
- гидроаккумулирующие ,
- приливные.
-

В русловых и приплотинных ГЭС напор воды создаётся плотиной, перегораживающей реку и поднимающей уровень воды в верхнем бьефе. При этом неизбежно некоторое затопление долины реки. В случае сооружения двух плотин на том же участке реки площадь затопления уменьшается. На равнинных реках наибольшая экономически допустимая площадь затопления ограничивает высоту плотины. Русловые и приплотинные ГЭС строят и на равнинных многоводных реках и на горных реках, в узких сжатых долинах.

В состав сооружений русловой ГЭС, кроме плотины, входят здание ГЭС и водосбросные сооружения. Состав гидротехнических сооружений зависит от высоты напора и установленной мощности. У русловой ГЭС здание с размещенными в нём гидроагрегатами служит продолжением плотины и вместе с ней создаёт напорный фронт. При этом с одной стороны к зданию ГЭС примыкает верхний бьеф, а с другой — нижний бьеф. Подводящие спиральные камеры гидротурбин своими входными сечениями закладываются под уровнем верхнего бьефа, выходные же сечения отсасывающих труб погружены под уровнем нижнего бьефа.