

Лекция 2.2 Типы электростанций. ЛЭП.

Электрические станции:

1. Тепловые электрические станции (ТЭС),
2. Гидроэлектростанции (ГЭС),
3. Атомные электростанции (АЭС),
4. Нетрадиционная энергетика (см. презентацию).

Для всех электростанций основным видом товарной продукции является электрическая энергия.

Принцип работы ГЭС. Рабочим телом гидроэлектростанции является вода. Запас энергии и необходимый перепад уровней (разница верхнего и нижнего бьефа) организуется за счет сооружения плотины. Вода, перетекающая из водохранилища в русло реки, имеет большую кинетическую энергию, которая преобразуется гидротурбиной в механическую энергию вращения. Эта механическая энергия передается от гидротурбины генератору расположенному на одном с ней валу. В генераторе механическая энергия вращения преобразуется в электрическую и затем через повышающий трансформатор подается в систему и далее к потребителю.

Перепад уровней верхнего и нижнего бьефа определяет возможности ГЭС по выработке максимальной мощности. Следует, однако, отметить, что для спроектированной и построенной станции повышение уровня верхнего бьефа не приведет к увеличению выработки электроэнергии, так как суммарная мощность генераторов останется неизменной.

ТЭС подразделяются на:

- Теплоэлектроцентрали (ТЭЦ),
- Государственные районные электростанции (ГРЭС),

- Электростанции с газотурбинными установками (ГТУ) – ГТЭС,
- Электростанции с парогазовыми установками (ПГУ) – ПГЭС.

Принцип работы ТЭС. Рабочим телом тепловой электростанции является *перегретый пар*, который получают в паровом котле путем испарения воды (превращения в насыщенный пар) и перегрева насыщенного пара за счет сжигания топлива. Затем рабочее тело с высокой температурой (450 – 550 °С) и давлением (23 – 28 МПа) поступает в паровую турбину. В паровой турбине потенциальная энергия рабочего тела (температура и давление) превращается в механическую энергию вращения ротора турбины. После турбины рабочее тело поступает в конденсатор, где пар превращается в воду (конденсат). Далее конденсат проходит предварительную подготовку (*деаэрацию* и подогрев) и называется питательной водой. Питательная вода при помощи питательного насоса подается в паровой котел, и цикл повторяется заново.

Ротор турбины предает вращение ротору генератора через соединяющий их вал. В генераторе энергия вращения ротора преобразуется в энергию переменного электрического тока. Электрический ток подают потребителю с помощью линий электропередач (ЛЭП), предварительно повысив его напряжение повышающим трансформатором.

Описанный выше пример движения рабочего называется *конденсационным циклом* и является характерным для ГРЭС. Конденсационный цикл подразумевает использование рабочего тела в замкнутом процессе. Когда весь пар после турбины попадает в конденсатор и затем возвращается в котел.

Несколько иначе организован *теплофикационный цикл*, реализуемый на ТЭЦ. В нем рабочим телом также является перегретый пар, но он не весь попадает из паровой турбины в конденсатор – часть этого пара отдается потребителю в виде товарной продукции. У потребителя пар отдает свою энергию в подогревателях или приводных турбинах и возвращается на ТЭЦ в

виде конденсата. Возврат конденсата очень важен для станции, так как для подачи в котел используется специально подготовленная, химически очищенная и умягченная вода. Однако часть конденсата не возвращается, и поэтому используют такой показатель как *доля невозврата конденсата*. Частично невозврат конденсата обусловлен объективными причинами, превышение же установленной в договоре между поставщиком и потребителем доли невозврата конденсата, как правило, влечет за собой штрафные санкции.

Кроме того, еще одним видом товарной продукции ТЭЦ является горячая вода для систем отопления и горячего водоснабжения, для получения которой также используется перегретый пар из турбины.

В основе газотурбинной электростанции лежит газотурбинная установка (ГТУ), по принципу работы схожая с авиационным газотурбинным двигателем. Рабочим телом ГТУ являются продукты сгорания топлива.

Процесс осуществляется следующим образом: воздух нагнетается из окружающей среды с помощью компрессора в камеру сгорания. Туда же подается топливо. В камере сгорания происходит воспламенение и горение топлива. То есть химическая энергия горения преобразуется в тепловую энергию продуктов сгорания. Температура продуктов сгорания составляет 800 °С. Далее продукты сгорания с высоким давлением и температурой поступают в турбину, где, расширяясь и охлаждаясь, передают энергию колесу турбины, приводя его во вращение. Часть механической энергии вращения колеса турбины затрачивается на привод воздушного компрессора и топливного насоса, но основная передается генератору для преобразования в электрическую. Товарной продукцией ГТЭС является исключительно электроэнергия.

Парогазовая электростанция (ПГЭС) включает в себя по сути две установки: ГТУ и паротурбинную, работающую по конденсационному или теплофикационному циклу. В ПГЭС полнее используется энергия продуктов

сгорания ГТУ, так как кроме выработки электрической энергии они еще подогревают питательную воду, подаваемую в паровой котел.

Атомные электростанции по принципу своей работы также можно отнести к ТЭС, с тем лишь отличием, что в качестве топлива используется радиоактивное топливо (обогащенный уран). Процесс полураспада радиоактивного топлива сопровождается выделением большого количества тепловой энергии, которая и используется для получения перегретого пара. Для обеспечения радиационной изоляции используются отдельные контуры теплоносителей. Теплоноситель, соприкасающийся с радиоактивным топливом, не вступает в непосредственный контакт с водой циркулирующей в системе паровой котел – турбина. Передача теплоты происходит в теплообменных аппаратах.

Электрические сети подразделяются на:

1. Единая национальная сеть (ЕНС) – сеть предназначена для транспорта больших потоков энергии. Включают линии 220 – 750 КВ;
2. Системные линии – связывают узловые подстанции, электростанции. Включают линии 110 – 220 КВ;
3. Распределительные сети потребительского назначения – снабжают электроэнергией крупные предприятия. Включают линии 110 КВ;
4. Распределительные сети – связывают крупные подстанции и конкретного потребителя. Включают линии 35, 10 и 6 КВ;

Например, Казанские электрические сети: 110 – 220 КВ, районные электросети (РЭС) 35, 10 и 6 КВ.

Распределительные сети выходят на расположенные в городе трансформаторные подстанции (ТП), понижающие напряжение 10 и 6 КВ до 380 В. Далее электроэнергию распределяют коммунальные электросети.

Основная особенность и сложность энергетики заключается в том, что необходимо одновременно производить и передавать ровно столько энергии, сколько ее требуется.

Генерирующие мощности стараются располагать ближе к потребителям для того, чтобы снизить потери на транспорт, тем не менее, генерирующие предприятия соединяются между собой ЛЭП, создавая единую энергосистему, которая позволяет реализовать принцип взаимного резервирования. Если на каком-то из предприятий необходимо, например, вывести в ремонт какое-либо основное оборудование, то его может частично заменить другое генерирующее предприятие, взяв на себя часть нагрузки.

На примере Казани (см. презентацию) видно, что генерация и сетевые предприятия образуют довольно сложную систему. Для расчета и контроля равномерного распределения нагрузки между генерирующими предприятиями, линиями электропередач создаются «мозговые центры» – диспетчерские управления (ДУ, РДУ).

Задачами диспетчеризации являются:

- обеспечение надежного, бесперебойного снабжения потребителя электроэнергией;
- поддержание баланса между потребителем и генерацией, сохранив при этом надежное состояние сети;
- определение нагрузок в узлах;
- определение необходимых объемов производства электроэнергии генерацией;
- определение необходимости привлечения более мощных генерирующих предприятий;
- расчет параметров и характеристик системы;
- баланс реактивной мощности.

Потери в электрических сетях. При передаче электроэнергии от генерирующего предприятия потребителю возникает ряд факторов, приводящих к ее потерям.

Причиной технологических потерь – в основном является нагрев проводов, связанный с прохождением по ним электрического тока. Кроме

того, имеет место ионизация окружающего воздуха («корона»), которая также приводит к потерям.

Технологические потери можно отнести к необходимым затратам, на которые можно повлиять правильно организовав технологический процесс, но избавиться от которых невозможно.

Технологические потери можно снизить, лишь понизив ток в цепи, который в свою очередь пропорционален полной мощности.

$$I \equiv S; S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

где I – сила тока, А; S – полная мощность, Вт; P – активная мощность, Вт; Q – реактивная мощность Вар.

К технологическим потерям можно также отнести затраты на собственные нужды: вентиляция, обогрев и освещение помещений подстанций, затраты энергии на привод электродвигателей приводящих в действие регуляторы и т.д.

Кроме технологических существуют коммерческие потери, которые определяются разницей между отданной потребителям энергией и показаниями их приборов учета. Причиной таких потерь является неучтенное потребление энергии (неправильное подключение счетчика, новогодняя иллюминация) и умышленное ее воровство.

Сетевые компании:

- федеральная сетевая компания (ФСК) – ей принадлежит ЕНС, магистральные электросети;
- региональные сетевые компании (РСК) – им принадлежат распределительные сети;
- межрегиональные РСК – объединение нескольких РСК (Саратовская + Ульяновская).

Сетевые компании покупают электроэнергию у генерирующих компаний и продают ее сбытовым компаниям. Из этого не следует, что

сетевые компании являются исключительно перепродавцами. Сетевая компания несет затраты на эксплуатацию, ремонт и строительство новых сетей и потери в них (см. выше).

Сетевая компания сама может продавать электроэнергию потребителю. Если сетевая компания продает электроэнергию сбытовой компании, то это обусловлено только лишь профилем компании и возможностью отказаться от содержания сбытового подразделения.

Сбытовая компания в свою очередь покупает электроэнергию у сетевых компаний и организывает ее сбыт потребителю.

Основными регламентирующими документами в энергетике являются Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей (ПТЭ), РДПР и Правила техники безопасности (ПТБ).