

### 3 Типы и основные характеристики электрических станций

Электрическая энергия вырабатывается на электрических станциях, которые в зависимости от используемых в них энергоносителей подразделяются на тепловые (паротурбинные), атомные (реакторные) и гидроэлектрические (гидротурбинные). Существуют также электростанции, использующие энергию ветра и тепла солнечных лучей, но они представляют собой маломощные источники электроэнергии, предназначенные только для электроснабжения отдельных мелких потребителей, отдаленных от мощных электростанций и системных сетей.

На тепловых электростанциях (ТЭС) используют тепловую энергию, получаемую при сжигании в топках котлов угля, торфа, горючих сланцев, мазута или природного газа.

В тепловой электростанции (рис. 1.1, а) вода в котлах превращается в пар, который по паропроводу поступает в паровую турбину

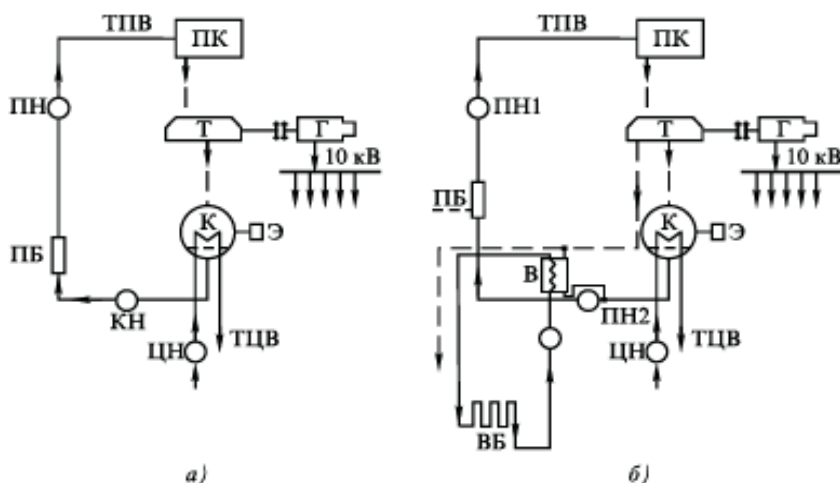


Рис. 1.1. Схемы тепловых электростанций:

а – конденсационной; б – теплоэлектроцентрали; ТПВ – трубопровод питательной воды; ПК – паровой котел; Т – турбина; Г – генератор; К – конденсатор; Э – эжектор; ТЦВ – трубопровод циркуляционной воды; ЦН – циркулярный насос; КН – конденсатный насос; В – водоподогреватель; ПН, ПН1, ПН2 – питательные насосы; ВБ – водяная батарея; ПБ – паровая батарея

и приводит в движение ее ротор, а также механически соединенный с ним ротор генератора. В генераторе механическая энергия преобразуется в электрическую, и генератор становится источником электрического тока. Таким образом, тепловая энергия пара превращается в механическую энергию вращения турбины, а последняя, в свою очередь, преобразуется в электрическую энергию.

Превращение энергии из одного вида в другой неизбежно сопровождается потерями, которые зависят главным образом от способа преобразования, а также от совершенства и состояния преобразующих устройств.

Отработавший пар, пройдя все ступени турбины, поступает в конденсатор, где, охлаждаясь, превращается в конденсат, который вновь подается насосом в котел. Возврат чистого конденсата уменьшает образование накипи в котлах и тем самым увеличивает срок их службы. Так, по замкнутому циклу работает тепловая конденсационная электростанция (КЭС), снабжающая потребителей только электрической энергией.

Тепловые конденсационные электростанции имеют невысокий КПД (30...40 %), так как большая часть энергии теряется с отходящими топочными газами и охлаждающей водой конденсатора. Сооружать КЭС выгодно в непосредственной близости от мест добычи топлива. При этом потребители электроэнергии могут находиться на значительном расстоянии от станции.

Снабжение потребителей не только электрической, но и тепловой энергией осуществляется тепловой электростанцией (рис. 1.1, б), называемой теплоэлектроцентралью (ТЭЦ). В ней происходит описанный выше цикл преобразования тепловой энергии в механическую, а затем и в электрическую, но значительная часть тепловой энергии в этом случае поступает в виде горячей воды и пара потребителям, расположенным в непосредственной близости от электростанции.

Коэффициент полезного действия ТЭЦ достигает 60...70 %. Такие станции строят обычно вблизи потребителей — промышленных предприятий или жилых массивов. Чаще всего они работают на привозном топливе.

Рассмотренные тепловые электростанции по виду основного теплового агрегата (паротурбинной установки — ПТУ) относятся к паротурбинным станциям. Значительно меньшее распространение получили тепловые станции с газотурбинными (ГТУ), парогазовыми (ПГУ) и дизельными (ДУ) установками.

Атомная электростанция (АЭС) по своей сущности является тепловой электростанцией, отличаясь от последней лишь тем, что на ней вместо котельного агрегата используется атомный реактор с теплообменником и для получения пара используется тепло, получаемое в процессе деления ядер атомов урана или плутония. АЭС

получают широкое распространение в России, поскольку их можно сооружать в районах, отдаленных от источников природного топлива или не располагающих гидроэнергетическими ресурсами. Одним из основных преимуществ АЭС является малый расход потребляемого топлива, а следовательно, и резкое снижение затрат на его перевозку.

Первая в мире атомная электростанция, преобразующая энергию расщепления ядер атомов тяжелых элементов в электрическую, была построена в 1954 г. в Советском Союзе в городе Обнинск. Основным тепловым агрегатом АЭС, как и ТЭС, является паротурбинная установка. Водяной пар также служит средой, преобразующей тепловую энергию в механическую. Принципиальное отличие АЭС от ТЭС состоит в том, что теплота, необходимая для выработки пара, получается не при сгорании топлива, а при расщеплении ядер тяжелых элементов в ядерных реакторах. Такими элементами являются природный изотоп урана-235 или получаемые искусственным путем изотопы урана-233 и плутония-239. Из 1 кг урана можно получить столько же теплоты, сколько и при сжигании примерно 3000 т каменного угля.

За годы, прошедшие со времени пуска в эксплуатацию первой АЭС, было создано несколько конструкций ядерных реакторов, на основе которых началось широкое развитие атомной энергетики в нашей стране. Атомные электростанции классифицируются по типу реактора и числу контуров, по которым выделяющаяся теплота может передаваться рабочему телу (пару) паровой турбины. Тепловая схема АЭС может быть двух- и трехконтурной (рис. 1.2). В трехконтурной схеме в первом контуре нагретый

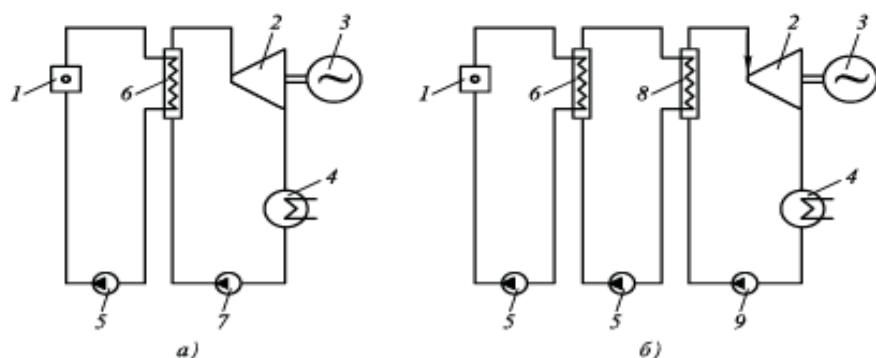


Рис. 1.2. Тепловые схемы атомных двухконтурной (а) и трехконтурной (б) электростанций:

1 — реактор; 2 — турбина; 3 — генератор; 4 — конденсатор; 5 — циркуляционный насос; 6 — парогенератор; 7, 9 — топливный насос; 8 — теплообменник

в реакторе 1 радиоактивный теплоноситель поступает в парогенератор 6, где отдает теплоту рабочему телу (пару), и с помощью циркуляционного насоса 5 возвращается в реактор. Во втором контуре пар через промежуточный теплообменник 8 и турбину 2 вращает генератор 3, а затем через конденсатор 4 с помощью насоса 9 возвращается в теплообменник (третий контур). Таким образом, в трехконтурной АЭС контуры первичного теплоносителя, которым могут быть вода и пароводяная смесь, и рабочего тела (пара) разделены. В этой схеме радиоактивный контур включает в себя не все оборудование, а лишь его часть, что упрощает эксплуатацию.

Обеспечение радиационной безопасности персонала и населения, являющееся важнейшей задачей при эксплуатации атомной электростанции, достигается созданием специальных конструкций и устройств защиты, очисткой воды и воздуха, извлечением и надежной локализацией радиоактивных загрязнений.

Гидроэлектростанции (ГЭС) сооружают на реках, используя напор потока воды, искусственно создаваемый за счет разности ее уровней с двух сторон плотины (рис. 1.3).

Вода, подаваемая под определенным напором в гидротурбину, вращает ее рабочее колесо (ротор) и соединенный с ним ротор

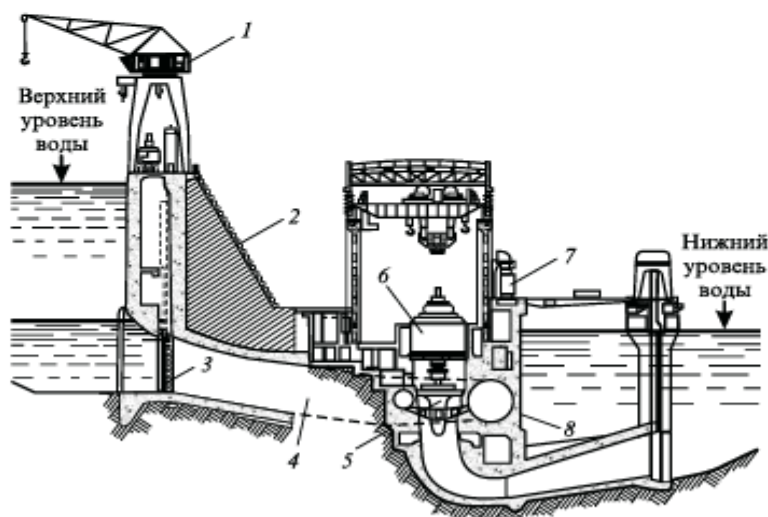


Рис. 1.3. Схематичный разрез гидротехнических сооружений и зданий гидроэлектростанции:

1 – кран для подъема водозапорных щитов; 2 – плотина; 3 – генератор; 4 – повышающий трансформатор; 5 – отсасывающая труба; 6 – спиральная камера; 7 – рабочее колесо гидротурбины; 8 – водозапорный щит

электрического генератора. При этом энергия потока воды преобразуется генератором в электрическую энергию.

Разновидностью ГЭС являются гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС), предназначенные для покрытия «пиковых» нагрузок и заполнения «провалов» в графиках потребления электроэнергии. Работа ГАЭС заключается в смене двух разделенных во времени режимов: накопления энергии и отдачи ее потребителям. Такие станции оснащают обратимыми агрегатами, которые могут работать в режимах и двигателя, и генератора.

Гидроэлектростанции по сравнению с тепловыми электростанциями имеют более высокий коэффициент полезного действия, требуют меньших эксплуатационных затрат и позволяют получать электроэнергию, стоимость каждого киловатт-часа которой в несколько раз ниже. Однако в нашей стране строятся преимущественно тепловые электростанции, что объясняется:

- наличием больших запасов низкокалорийного топлива, пригодного к использованию только на электростанциях;

- возможностью быстрого сооружения тепловых электростанций из типовых строительных конструкций;

- необходимостью меньших капиталовложений.