

1.4.2 Паротурбинные и атомные установки

Паротурбинная установка (ПТУ) — это тепловая машина непрерывного действия, работающая по циклу Ренкина (рисунок 1.4.5), рабочим телом которого является вода и водяной пар. ПТУ преобразует потенциальную энергию нагретого пара высокого давления в электрическую энергию. В состав ПТУ входят паровая турбина, котельное и вспомогательное оборудование. Принципиальная схема паротурбинной установки для привода электрогенератора изображена на рисунке 1.4.6.

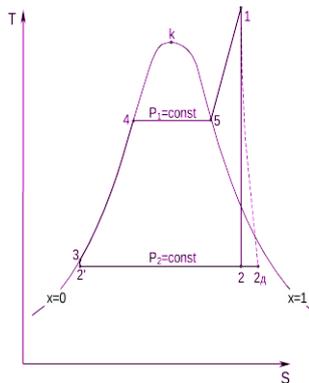


Рисунок 1.4.5 - Цикл Ренкина в T-S координатах [4, 8]

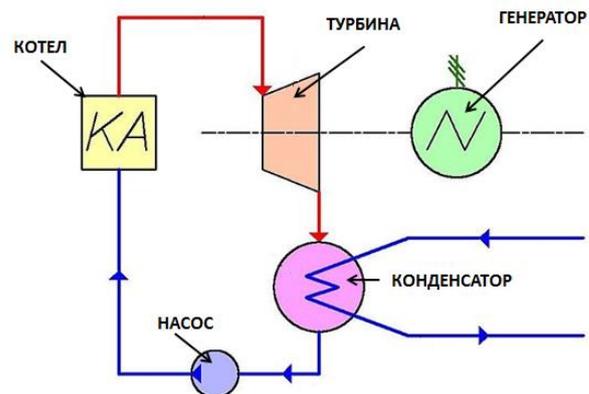


Рисунок 1.4.6 – Принципиальная схема паротурбинной установки [28]

Простейший цикл работы ПТУ выглядит следующим образом. Перегретый пар из котельного агрегата по паропроводу попадает в турбину. При расширении энергия пара превращается в механическую энергию вращения ротора турбины, который расположен на одном валу с электрическим генератором. Отработанный пар из турбины направляется в конденсатор, в котором, охладившись до состояния воды путём теплообмена с циркулирующей водой по трубопроводу, направляется обратно в котельный агрегат при помощи насосов. В настоящее время для повышения КПД установки применяются более сложные вариации описанного цикла, например, с промежуточным подогревом воды отработанным паром [28].

Следует отметить, что в качестве источника тепла для получения перегретого пара могут выступать не только котлы. Например, в этой роли может использоваться контур охлаждения ядерного реактора. То есть, ядерные электростанции являются частными случаями паротурбинных установок (рисунок 1.4.7).

Частота вращения ротора турбины ПТУ обычно пропорциональна требуемой частоте электрического тока (для России - 50 Гц) (синхронная машина). Для двухполюсных генераторов 3000 об/мин, для четырёхполюсных - соответственно 1500 об/мин. Частота электрического тока является одним из главных показателей качества отпускаемой электрической

ской энергии. Современные технологии позволяют поддерживать частоту сети с точностью до 0,2 % (ГОСТ 13109-97). Резкое падение электрической частоты влечёт за собой отключение ПТУ от сети и аварийный останов энергоблока, в котором наблюдается подобный сбой [28].

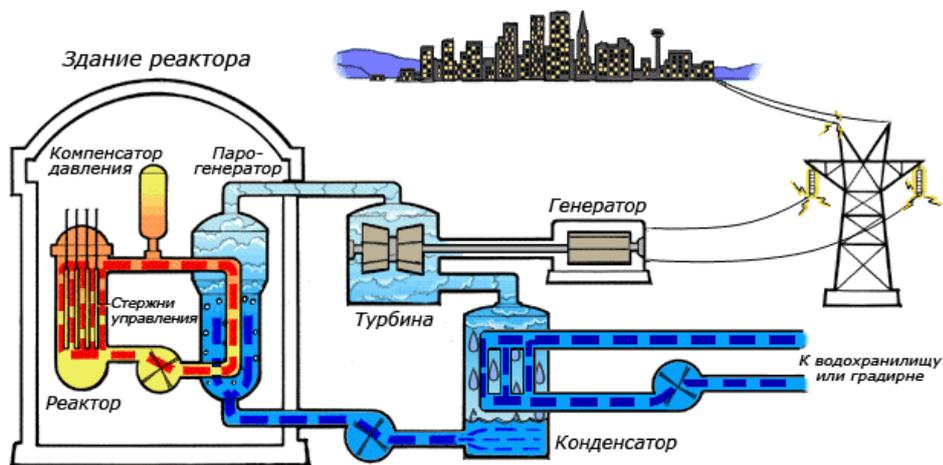


Рисунок 1.4.7 - Схема атомной электростанции [8]

Судовые ПТУ также выполняются по такой же схеме. В этом случае турбина вращает гребной винт. Для соединения быстроходных турбин с гребными винтами, требующими небольшой (от 100 до 500 об/мин) частоты вращения, применяют зубчатые редукторы (рисунок 1.4.8). В отличие от стационарных турбин, судовые турбины работают с переменной частотой вращения, определяемой необходимой скоростью хода судна.

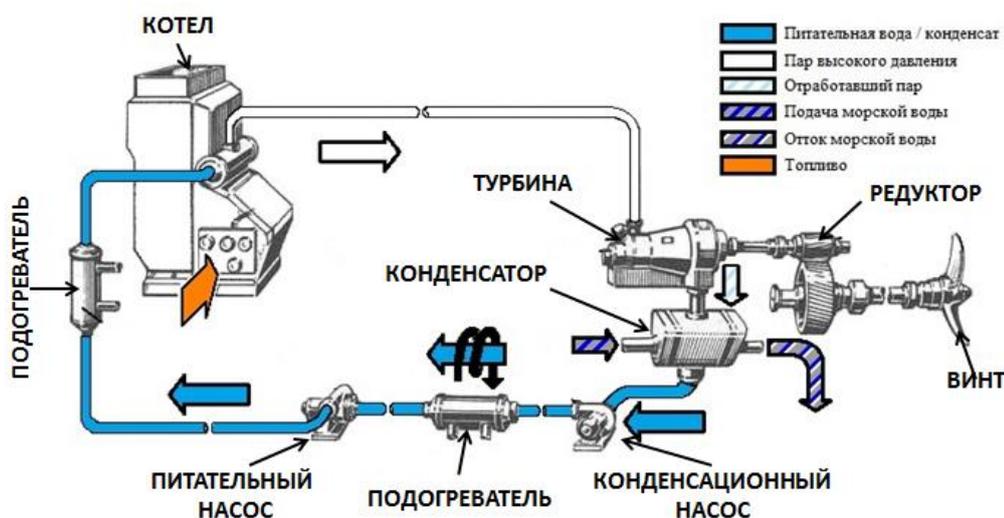


Рисунок 1.4.8 - Судовая паротурбинная установка [8]

Паровая турбина является важнейшим элементом паротурбинной установки, преобразующей энергию нагретого сжатого пара в механическую энергию. Внешний вид паровых турбин показан на рисунке 1.4.9.

Тип К20-128 Steam Turbine

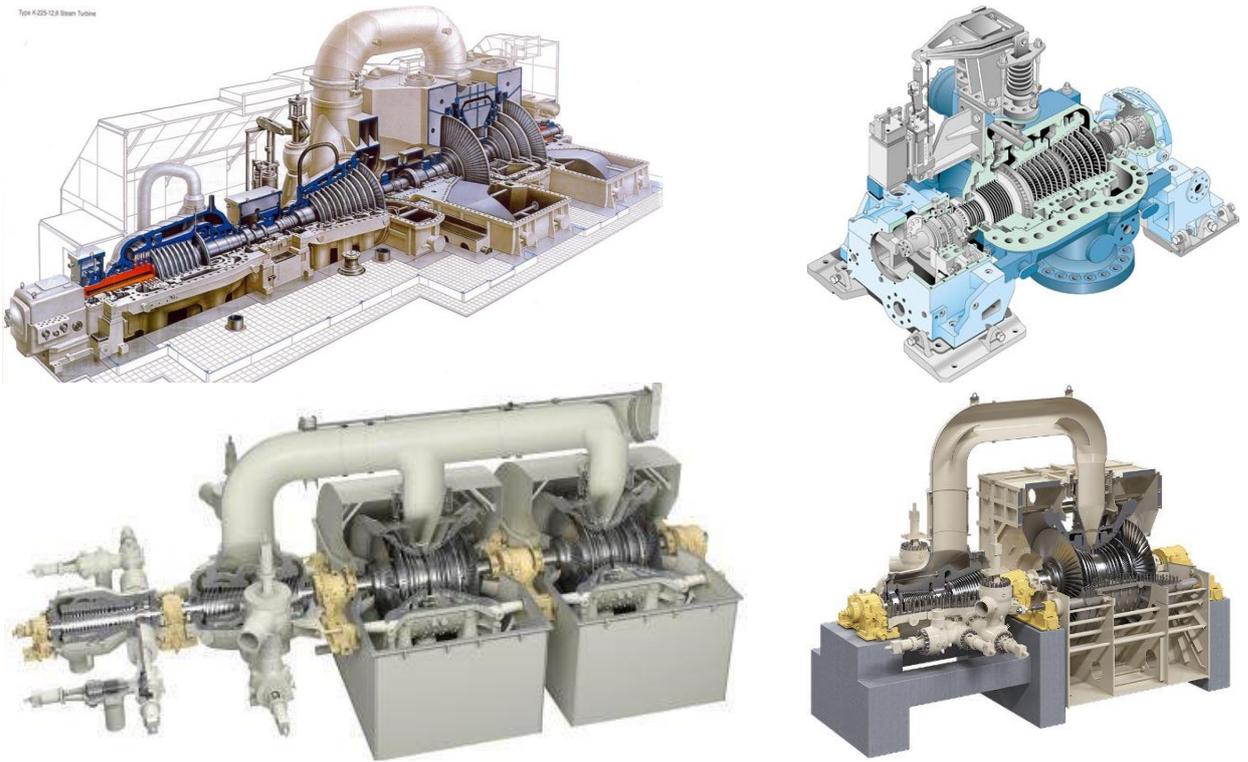


Рисунок 1.4.9 - Паровые турбины [8]