

ПАРОВАЯ ТУРБИНА

Учитель физики
МБОУ СОШ № 75
Исланкина

Маргарита Вячеславовна

ЧТО ТАКОЕ ПАРОВАЯ ТУРБИНА?

Паровая турбина — тепловой двигатель, в котором энергия пара преобразуется в механическую работу.

В лопаточном аппарате паровой турбины потенциальная энергия сжатого и нагретого водяного пара преобразуется в кинетическую, которая в свою очередь преобразуется в механическую работу — вращение вала турбины.

Пар от парокотельного агрегата поступает через направляющие аппараты на криволинейные лопатки, закрепленные по окружности ротора, и, воздействуя на них, приводит ротор во вращение.

Паровая турбина является одним из элементов паротурбинной установки (ПТУ).

Паровая турбина и электрогенератор составляют турбоагрегат.

□ Монтаж ротора паровой турбины, производства компании Siemens, Германия

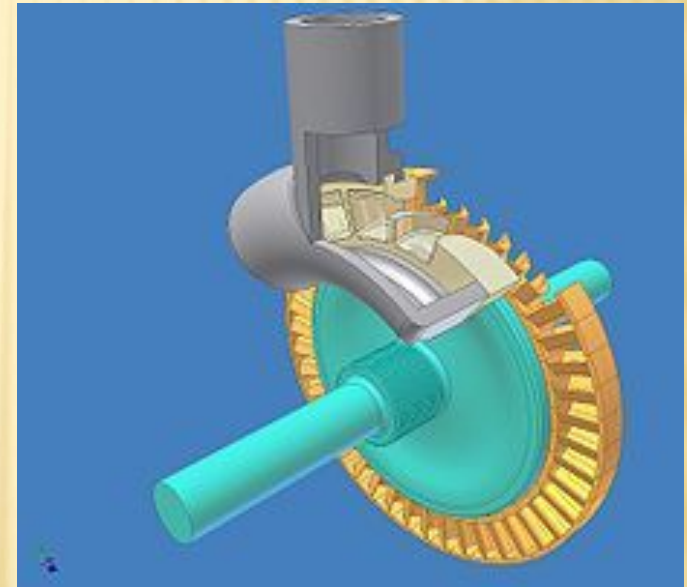


ОСНОВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ПАРОВЫХ ТУРБИН

Паровая турбина состоит из двух основных частей. **Ротор с лопатками** — подвижная часть турбины. **Статор с соплами** — неподвижная часть.

По направлению движения потока пара различают **аксиальные паровые турбины**, у которых поток пара движется вдоль оси турбины, и **радиальные**, направление потока пара в которых перпендикулярно, а рабочие лопатки расположены параллельно оси вращения. В России и странах СНГ используются только аксиальные паровые турбины.

По числу цилиндров турбины подразделяют на *одноцилиндровые и двух—трёх-, четырёх-пятицилиндровые*. Многоцилиндровая турбина позволяет использовать большие располагаемые тепловые перепады энтальпии, разместив большое число ступеней давления, применить высококачественные материалы в частях высокого давления и раздвоение потока пара в частях среднего и низкого давления. Такая турбина получается более дорогой, тяжёлой и сложной. Поэтому многокорпусные турбины используются в мощных паротурбинных установках.



■ Модель одной ступени паровой турбины

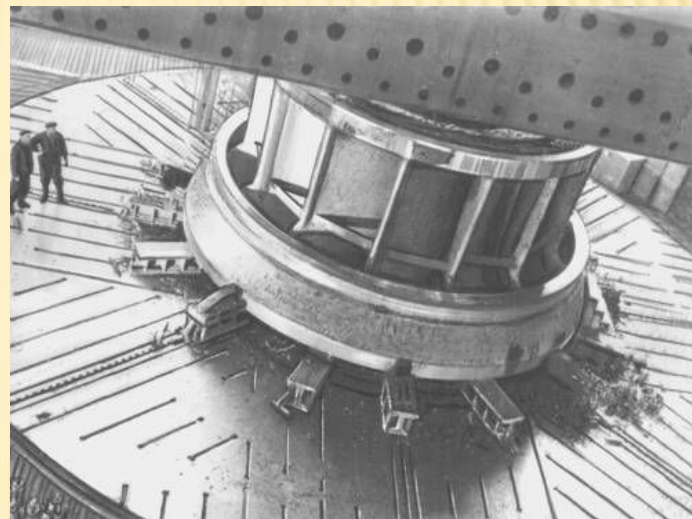
КАКИЕ БЫВАЮТ ПАРОВЫЕ ТУРБИНЫ ПО ЧИСЛУ ВАЛОВ?

По числу валов различают одновальные, двувальные, реже трёхвальные, связанных общностью теплового процесса или общей зубчатой передачей (редуктором). Расположение валов может быть как коаксиальным, так и параллельным с независимым расположением осей валов.

Неподвижную часть — корпус (статор) — выполняют разъёмной в горизонтальной плоскости для возможности выемки или монтажа ротора. В корпусе имеются выточки для установки диафрагм, разъем которых совпадает с плоскостью разъёма корпуса турбины. По периферии диафрагм размещены сопловые каналы (решётки), образованные криволинейными лопатками, залитыми в тело диафрагм или приваренными к нему.

В местах прохода вала сквозь стенки корпуса установлены концевые уплотнения для предупреждения утечек пара наружу (со стороны высокого давления) и засасывания воздуха в корпус (со стороны низкого). Уплотнения устанавливают в местах прохода ротора сквозь диафрагмы во избежание перетечек пара из ступени в ступень в обход сопел.

На переднем конце вала устанавливается предельный регулятор (регулятор безопасности), автоматически останавливающий турбину при увеличении частоты вращения на 10—12 % сверх номинальной.

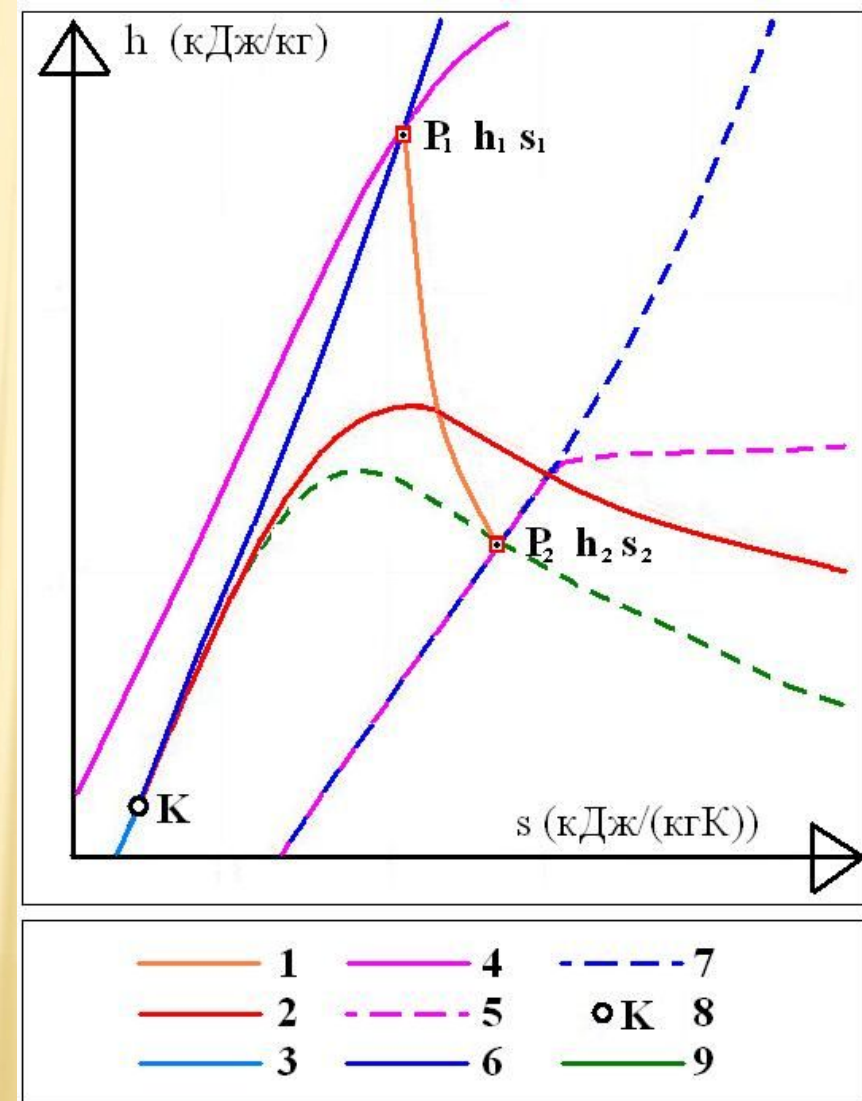


ПРОЦЕСС РАСШИРЕНИЯ ПАРА В ПАРОВОЙ ТУРБИНЕ

P_1 h_1 s_1 — давление, энтальпия и энтропия пара на входе в турбину;

P_2 h_2 s_2 — давление, энтальпия и энтропия отработанного пара на выходе из турбины;

- 1 — расширение пара в турбине;
- 2 — насыщенный пар;
- 3 — вода в состоянии насыщения (кипения);
- 4 — изотерма начальной температуры;
- 5 — изотерма конечной температуры;
- 6 — изобара начального давления;
- 7 — изобара конечного давления;
- 8 — критическая точка(в критической точке происходит превращение всего объёма воды в пар (исчезает различие между жидкой и газообразной фазами воды).);
- 9 — кривая постоянной влажности пара.



КЛАССИФИКАЦИЯ ПАРОВЫХ ТУРБИН

В зависимости от характера теплового процесса паровые турбины подразделяются на **3** основные группы:

- ❖ *конденсационные* - без регулируемых (с поддержанием давления) отборов пара;
- ❖ *теплофикационные* - с регулируемыми отборами;
- ❖ турбины специального назначения.

КОНДЕНСАЦИОННЫЕ ПАРОВЫЕ ТУРБИНЫ

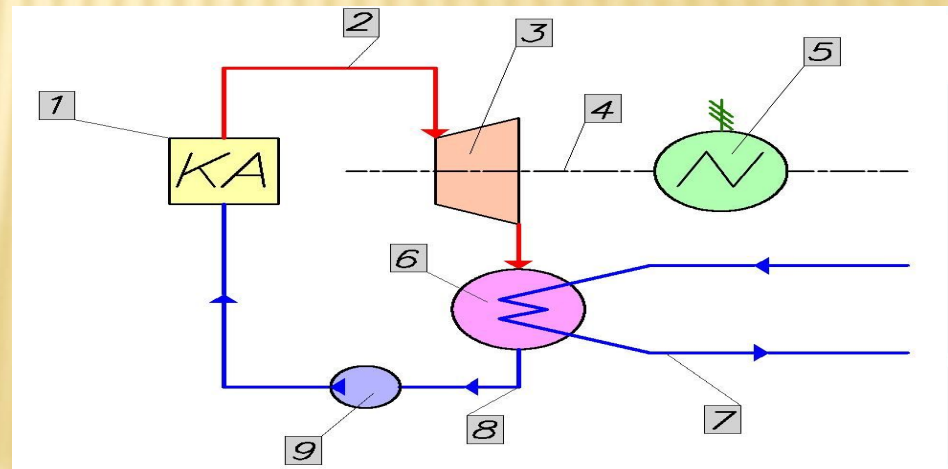
Конденсационные паровые турбины служат

для превращения максимально возможной части теплоты пара в механическую работу. Они работают с выпуском (выхлопом) отработавшего пара в конденсатор (отсюда возникло наименование), в котором поддерживается вакуум. Конденсационные турбины бывают стационарными и транспортными.

Транспортные паровые турбины используются в качестве главных и вспомогательных двигателей на кораблях и судах. Неоднократно делались попытки применить паровые турбины на локомотивах, однако паротурбовозы распространения не получили. Для соединения быстроходных турбин с гребными винтами, требующими небольшой (от 100 до 500 об/мин) частоты вращения, применяют зубчатые редукторы. В отличие от стационарных турбин (кроме турбовоздуходувок), судовые работают с переменной частотой вращения, определяемой необходимой скоростью хода судна.

Схема работы паротурбинной установки с конденсационной турбиной

- ✓ Свежий (острый) пар из котельного агрегата (1)
- ✓ по паропроводу (2) попадает
- ✓ на рабочие лопатки паровой турбины (3).
- ✓ При расширении кинетическая энергия пара превращается в механическую энергию вращения ротора турбины, который расположен на одном валу (4)
- ✓ с электрическим генератором (5). Отработанный (мятый) пар из турбины направляется в конденсатор (6),
- ✓ в котором, охладившись до состояния воды путём теплообмена с циркуляционной водой (7) пруда-охладителя, градирни или водохранилища
- ✓ по трубопроводу (8) направляется обратно в котельный агрегат
- ✓ при помощи насоса (9). Большая часть полученной энергии используется для генерации электрического тока.



ТЕПЛОФИКАЦИОННЫЕ ПАРОВЫЕ ТУРБИНЫ

Теплофикационные паровые турбины служат для одновременного получения электрической и тепловой энергии. Тепловые электростанции, на которых установлены теплофикационные паровые турбины, называются теплоэлектроцентралями (ТЭЦ). К теплофикационным паровым турбинам относятся турбины с:

- противодавлением;
- регулируемым отбором пара;
- отбором и противодавлением.



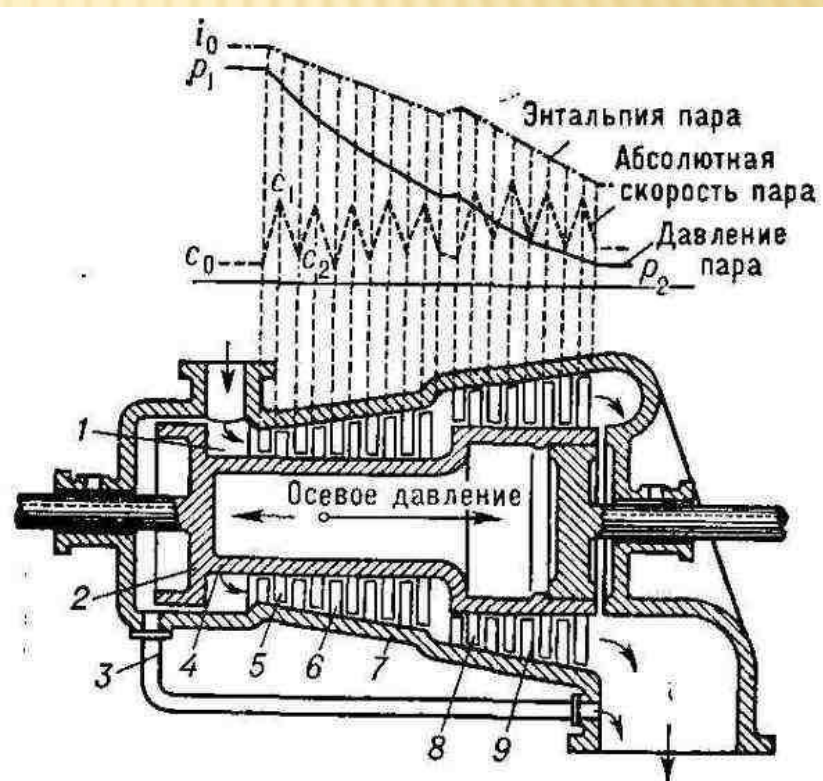
ПАРОВЫЕ ТУРБИНЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Паровые турбины специального назначения обычно работают на отбросном тепле металлургических, машиностроительных, и химических предприятий. К ним относятся турбины мятого (дросселированного) пара, турбины двух давлений и предвключённые (форшалты).

- Турбины мятого пара используют отработавший пар поршневых машин, паровых молотов и прессов, имеющих давление немного выше атмосферного.
- Турбины двух давлений работают как на свежем, так и на отработавшем паре паровых механизмов, подводимом в одну из промежуточных ступеней.
- Предвключённые турбины представляют собой агрегаты с высоким начальным давлением и высоким противодавлением; весь отработавший пар этих турбин направляют в другие с более низким начальным давлением пара. Необходимость в предвключённых турбинах возникает при модернизации электростанций, связанной установкой паровых котлов более высокого давления, на которое не рассчитаны ранее установленные на электростанции турбоагрегаты.
- Также к турбинам специального назначения относятся и приводные турбины различных агрегатов, требующих высокой мощности привода. Например питательные насосы мощных энергоблоков электростанций, нагнетатели и компрессоры газокompрессорных станций и т. д.

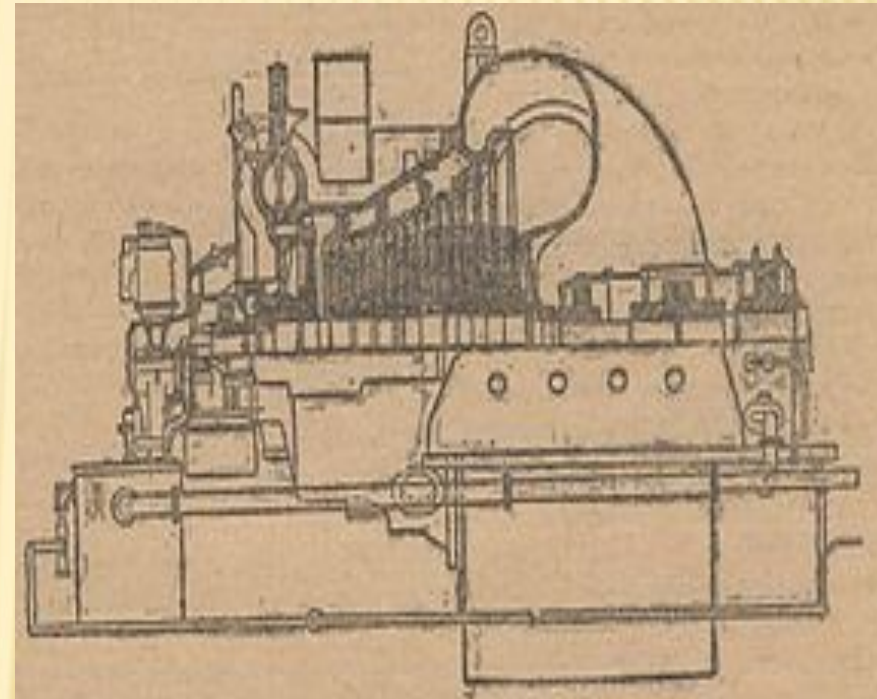
Часто стационарные паровые турбины имеют регулируемые или нерегулируемые отборы пара из ступеней давления для регенеративного подогрева питательной воды.

Паровые турбины специального назначения не строят сериями, как конденсационные и теплофикационные, а в большинстве случаев изготавливают по отдельным заказам.



ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ НОМИНАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ

- Номинальная мощность турбины — наибольшая мощность, которую турбина должна длительно развивать на зажимах электрогенератора, при нормальных величинах основных параметров или при изменении их в пределах, оговоренных отраслевыми и государственными стандартами. Турбина с регулируемым отбором пара может развивать мощность выше номинальной, если это соответствует условиям прочности её деталей.
- Экономическая мощность турбины — мощность, при которой турбина работает с наибольшей экономичностью. В зависимости от параметров свежего пара и назначения турбины номинальная мощность может быть равна экономической или больше её на 10-25 %.
- Номинальная температура регенеративного подогрева питательной воды — температура питательной воды за последним по ходу воды подогревателем.
- Номинальная температура охлаждающей воды — температура охлаждающей воды при входе в конденсатор.



Паровая турбина Харьковского турбогенераторного завода (ХТГЗ) мощностью 50 тыс. кВт (1500 об/мин). (две таких турбины работают на Зуевской государственной районной станции „ЗугрЭС“).

ВСЕМ СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

