

Дисциплина **TU 3218** «Турбинные установки»

Модуль **ESTA 08** «Электрические станции и теплообменные аппараты»

Специальность **6B07108** - «Теплоэнергетика»

Факультет энергетики, автоматики и телекоммуникации

Кафедра «Энергетические системы»

Калытка Валерий Александрович

Доктор PhD; ассоциированный профессор (доцент); доцент
кафедры «Энергетические системы»

I. Общие принципы работы и технологические схемы турбинных установок тепловых и атомных электростанций

В данном блоке лекций рассматриваются общие вопросы, касающиеся физических принципов работы, а также структуры и свойств технологических схем турбин тепловых и атомных электростанций (ТЭС, АЭС), работающих на комбинированную (совместную) выработку тепловой и электрической энергии для нужд потребителей (промышленные предприятия; объекты жилищно-коммунального сектора; административные и др. общественные учреждения). В данном блоке лекций турбина рассматривается как энергетическое устройство (машина), являющаяся частью силовой энергетической установки, составляющей основу технологической схемы тепловой (или атомной) электростанции, на основании чего, турбину можно определить как тепловой двигатель ротационного типа, предназначенный для преобразования внутренней энергии (энтальпии) потока рабочего вещества (пара (или газа), вырабатываемого на котлах) в механическую энергию вращательного движения ротора, а затем энергию переменного электрического тока, снимаемого с электрогенератора. Затем, электрический ток, по токоотводящим проводам поступает на вспомогательные элементы электротехнической схемы генератора (трансформаторы, открытые и закрытые распределительные устройства и др.) и, далее, во внешнюю энергосистему (электрические станции и подстанции) и, по линиям электропередач (ЛЭП) передается к потребителю. На паротурбинных ТЭС, работающих по теплофикационному графику – теплоэлектроцентралях (ТЭЦ), снабженных теплофикационными турбинами (паровые турбины с отопительными, или регулируемыми отборами пара), кроме электроэнергии, вырабатывается тепловая энергия, расходуемая для покрытия нагрузок системы отопления и горячего водоснабжения.

Лекция №1. Технологическая схема, конструкция и принцип работы турбинной установки тепловых и атомных электрических станций

Цель лекции состоит в ознакомлении с общими физическими и технологическими принципами функционирования и принципами конструирования турбинных установок тепловых и атомных электрических станций и, на этой основе, в исследовании механизмов преобразования различных видов энергии на элементах турбинной ступени. Турбинная ступень, в данном случае, рассматривается как функциональный элемент проточной части турбины ТЭС и АЭС.

Применительно к ТЭС и АЭС, *турбину* можно определить как *ротационный тепловой двигатель*, в котором внутренняя энергия (энтальпия) потока рабочего вещества (пара, газа) преобразуется в кинетическую (скоростную) энергию потока, далее в энергию вращательного движения ротора и, затем, в энергию переменного электрического тока, снимаемого с электрогенератора. В технологических схемах ТЭС, работающих в *теплофикационном* режиме - теплоэлектроцентралях (ТЭЦ), устанавливаются паровые турбины с отопительными отборами пара (как правило, со ступеней цилиндров высокого и среднего давления) для нагрева *сетевой* воды, поступающей в качестве *теплоносителя* в систему отопления и горячего водоснабжения (в теплосети) и используемую для покрытия *присоединенных* тепловых нагрузок потребителя. Технологически нагрев сетевой воды осуществляется в пароводяных сетевых теплообменниках (бойлерах), работающих по принципу «*труба в трубе*». Также турбины ТЭЦ снабжены системами конденсации и регенерации пара.

План лекции

1. Энергетические установки и машины
2. Паровые и газовые турбины
3. Паровая турбина как тепловой двигатель
4. Турбинная ступень
5. Сопловой аппарат
6. Рабочий аппарат
7. Принцип работы паровой турбины
8. Видеоролики:

8.1. **«Как работает тепловая электростанция»** продолжительностью 7 мин.

<https://www.youtube.com/watch?v=k8LPoUf3-ps>

8.2. **«Принцип работы паровой турбины»** продолжительностью 6 мин.

<https://www.youtube.com/watch?v=epJvdh0llgs>

8.3. **«Схема работы тепловой электростанции, на примере Хабаровской ТЭЦ-1»**
продолжительностью 6 мин.

<https://www.youtube.com/watch?v=3lpwxVTkpQo>

8.4. **Принцип работы генератора переменного тока**

<https://www.youtube.com/watch?v=7klhqlZok8c>

Энергетические машины и установки

1. Турбинные установки

1.1. Паротурбинные установки

1.2. Газотурбинные и парогазовые установки

1.3. Установки с ядерными реакторами

2. Поршневые двигатели

2.1. Двигатели внутреннего сгорания

2.2. Двигатели Стирлинга

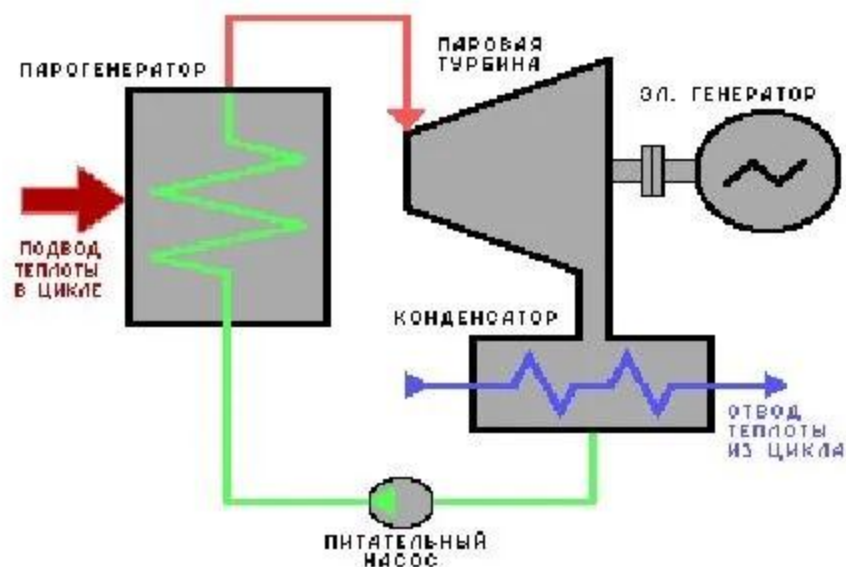
3. Установки для получения низких температур

ПАРОВЫЕ И ГАЗОВЫЕ ТУРБИНЫ

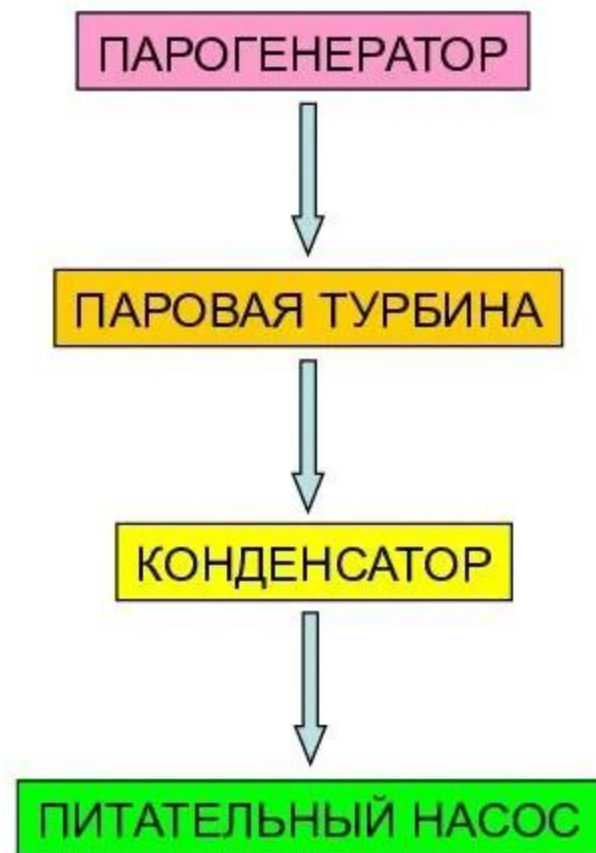
Турбинные тепловые двигатели отличаются тем, что они кинетическую энергию газа преобразовывают в механическую работу. Поэтому потенциальная энергия топлива должна быть предварительно преобразована в кинетическую. С этой целью за счёт подвода тепловой энергии к рабочему телу турбины, в результате чего происходит изменение его объёма и как следствие скорости движения потока.

Преобразования кинетической энергии потока в механическую в турбине происходит в процессе расширения, т.е. изменения параметров потока — давления, температуры и скорости потока. Процесс расширения в турбине происходит в специальных элементах конструкции турбины называемых сопловыми и рабочими каналами или часто говорят решётками, которые формируются из специально профилируемых лопаток.

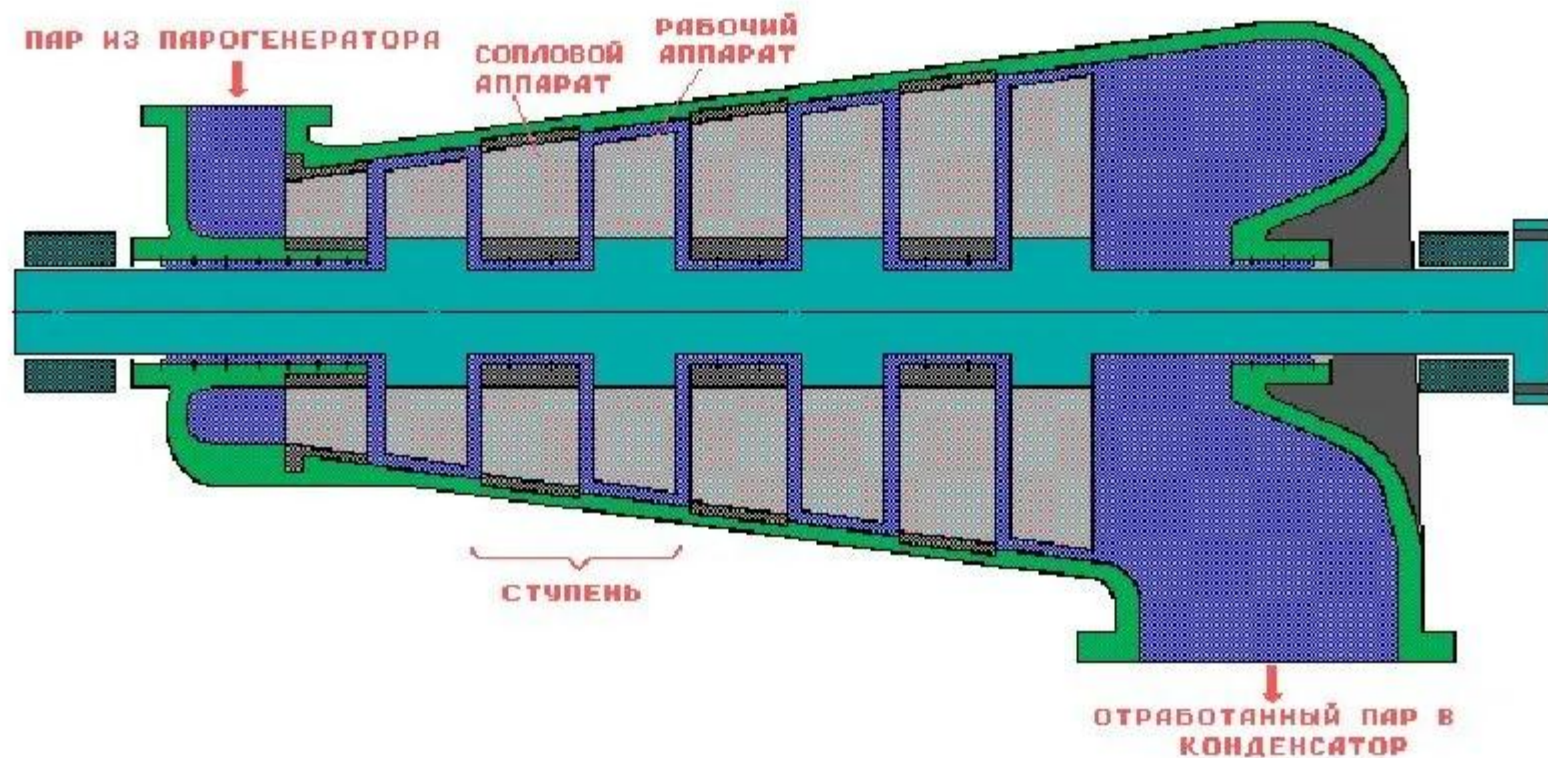
Паровая турбина как тепловой двигатель



Паровая турбина - это тепловой двигатель с непрерывным процессом превращения энергии подводимого рабочего тела в механическую энергию вращения ротора турбины.



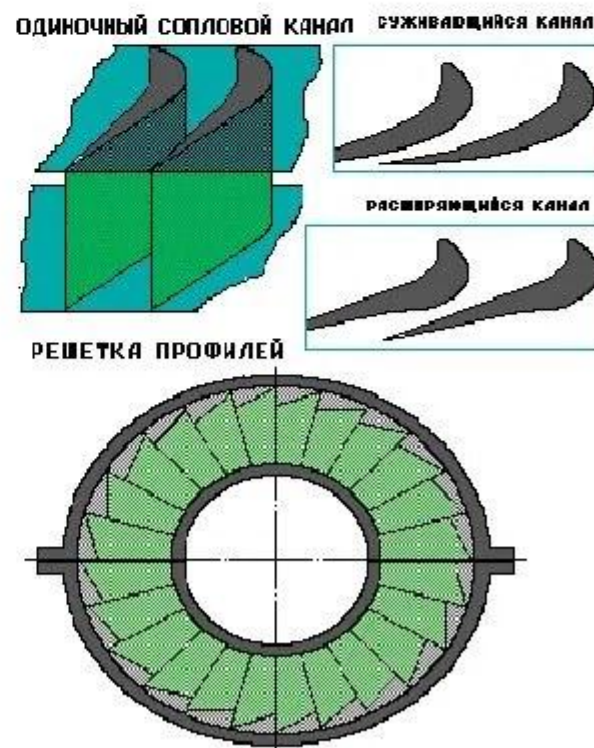
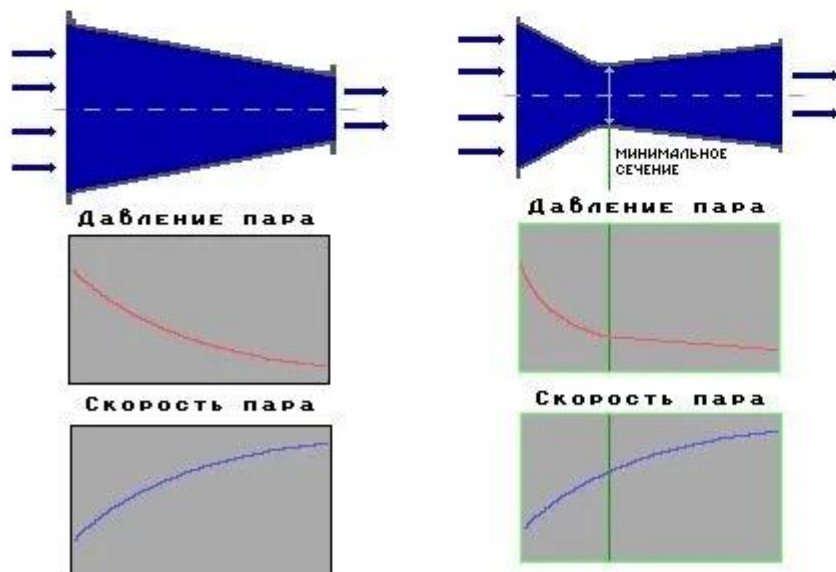
Турбинная ступень



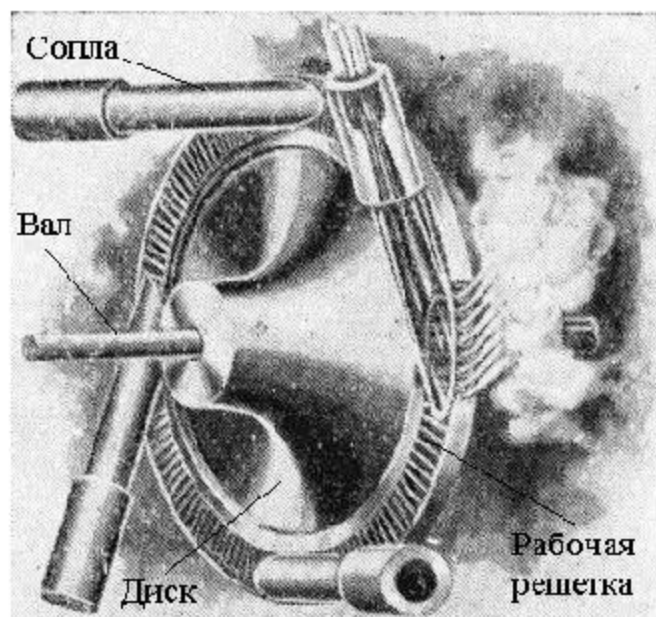
Сопловой аппарат



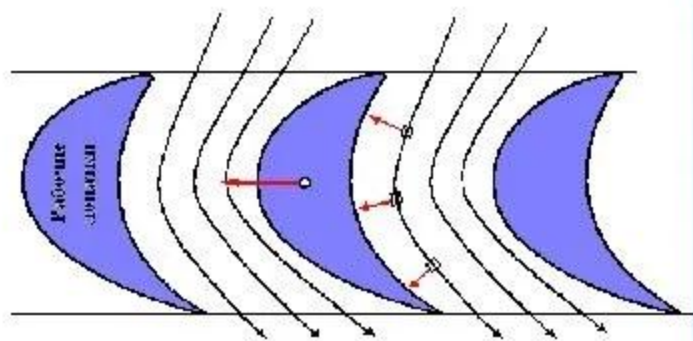
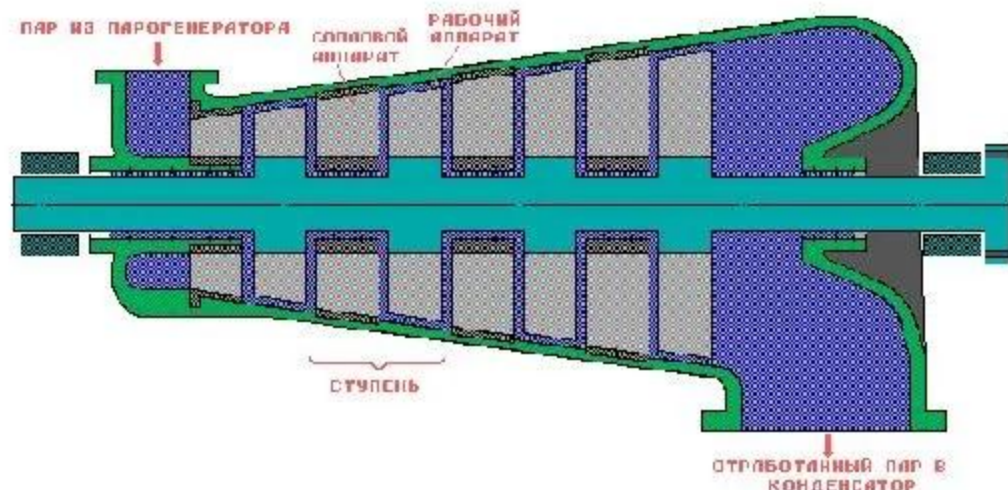
Преобразование потенциальной энергии пара в кинетическую энергию потока осуществляется в сопловом аппарате, состоящем из сопл.



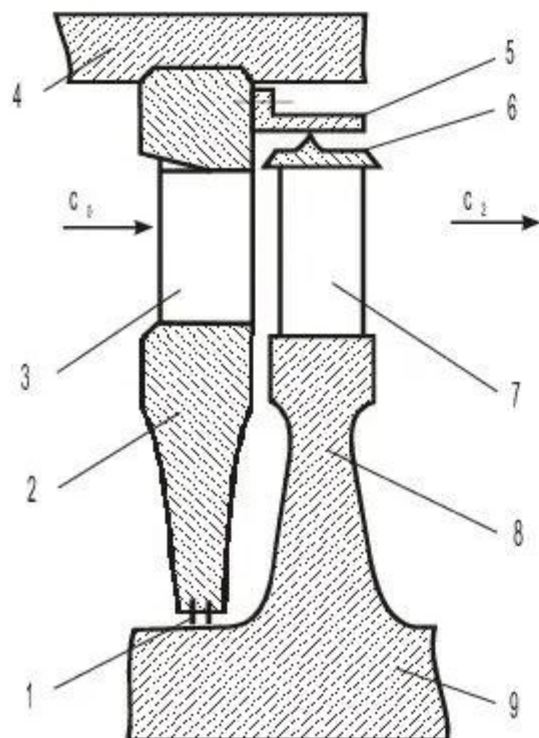
Рабочий аппарат



Преобразование кинетической энергии потока в механическую энергию вращения ротора турбины происходит на рабочем аппарате, размещенном на дисках ротора.



Принцип работы



- 1- диафрагменное уплотнение;
- 2- диафрагма;
- 3- сопловая решетка;
- 4- корпус турбины;
- 5- надбандажное уплотнение;
- 6- ленточный бандаж;
- 7- рабочая решетка;
- 8- диск;
- 9- вал.

Турбина (от латинского turbo–вихрь, вращение с большой скоростью) - первичный двигатель с вращательным движением рабочего органа - ротора и непрерывным рабочим процессом, преобразующий в механическую работу кинетическую энергию подводимого рабочего тела - пара, газа или воды.

Совокупность неподвижной и вращающейся решеток называют **турбинной ступенью**.

В неподвижной решетке происходит преобразование потенциальной энергии пара в кинетическую, и поэтому эту решетку обычно называют **сопловой** (иногда называют направляющая решетка).

Во вращающейся решетке кинетическая энергия пара преобразуется в энергию вращения ротора.