

Дисциплина **TU 3218** «Турбинные установки»

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

Специальность **6B07108** - «Теплоэнергетика»

Факультет энергетики, автоматике и телекоммуникации

Кафедра «Энергетические системы»

Калытка Валерий Александрович

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

Лекция №3. Паровые турбины в промышленности. ТЭС, ГЭС, АЭС

Цель лекции состоит в ознакомлении с принципами работы турбинных ступеней скорости и давления, критериями классификации и маркировкой промышленных паровых турбин ТЭС, ГЭС, АЭС.

План лекции

1. Ступени скорости и ступени давления
2. Паровые турбины в промышленности. Классификация
3. Паровые турбины в промышленности. ТЭС, ГЭС, АЭС
4. КОНДЕНСАЦИОННЫЕ паровые турбины в промышленности_ТЭС,АЭС
5. МАРКИРОВКА СТАЦИОНАРНЫХ ПАРОВЫХ ТУРБИН
6. Видеоролик на тему: «Описание турбины К-800-240-5 ЛМЗ»
продолжительностью 24 мин.

<https://www.youtube.com/watch?v=EQ8V6MpxxII>

• Ступени скорости и ступени давления

Условием высокого КПД ступени является ее выполнение с оптимальным отношением скоростей $u/c = 0,5$.



Условия прочности вращающегося ротора ограничивают окружную скорость величиной $u = 180 - 200$ м/сек.

$$c = 400 \text{ м/сек} \\ \Rightarrow H_0 = c^2/2 = 80 \text{ кДж/кг}$$

! Для использования всего располагаемого теплоперепада применяют многоступенчатую конструкцию турбины.

Ступени скорости (регулирующие ступени) используются при применении соплового парораспределения. Регулирующая ступень обычно выполняется увеличенного диаметра.



Это позволяет увеличить окружную скорость и сработать в ступени больший теплоперепад, что уменьшает число ступеней следующих за ней.

Мощные турбины атомных станций выполняют с дроссельным парораспределением, поэтому их проточная часть состоит только из ступеней давления. После ступени скорости применяют ступени давления, которые представляют собой ряд одноступенчатых турбин, включенных последовательно друг за другом.



Пар расширяется последовательно в каждой ступени. В каждой ступени используется только часть всего теплового перепада и скорость на входе в ступень будет соответственно меньше чем, в одноступенчатой турбине. Можно значительно снизить частоту вращения, сохраняя наивыгоднейшие условия работы ступени.

Паровые турбины в промышленности

Классификация

НАЗНАЧЕНИЕ

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ

ПРОМЫШЛЕННЫЕ

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ

характер теплового процесса

КОНДЕНСАЦИОННЫЕ

ТЕПЛОФИКАЦИОННЫЕ

С ПРОТИВОДАВЛЕНИЕМ

начальные параметры пара

НИЗКИЕ

СРЕДНИЕ

ВЫСОКИЕ

СВЕРХКРИТИЧЕСКИЕ

НАСЫЩЕННЫЙ ПАР

наличие промежуточного перегрева

БЕЗ ПРОМЕЖУТОЧНОГО ПЕРЕГРЕВА

С ПРОМЕЖУТОЧНЫМ ПЕРЕГРЕВОМ

конструкционные особенности

ОДНОЦИЛИНДРОВЫЕ

МНОГОЦИЛИНДРОВЫЕ

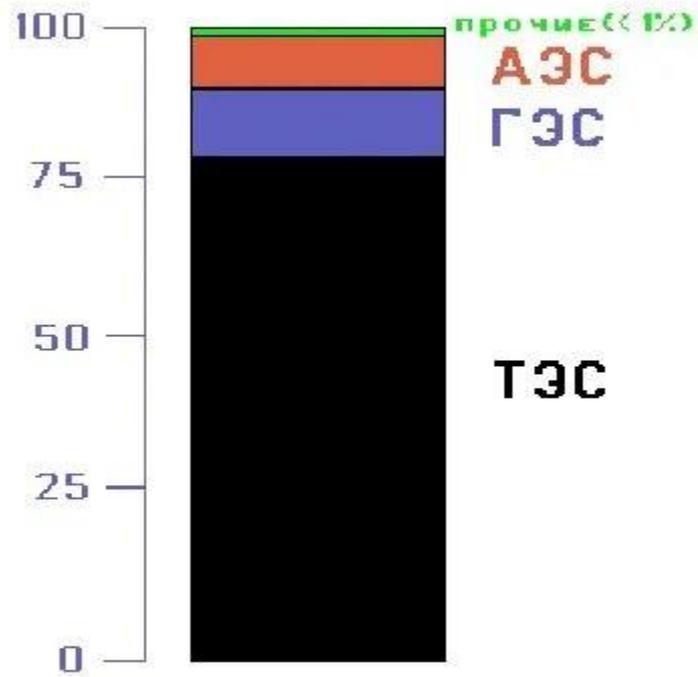
число часов использования в году

БАЗОВЫЕ

ПОЛУПИКОВЫЕ

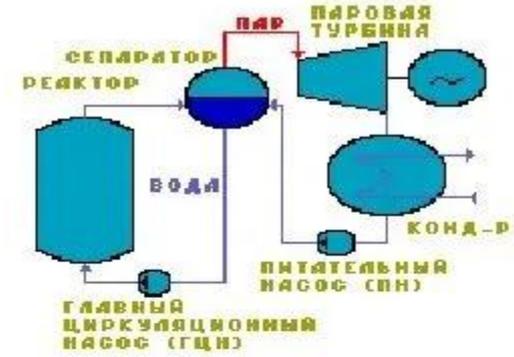
ПИКОВЫЕ

Применение паровых турбин

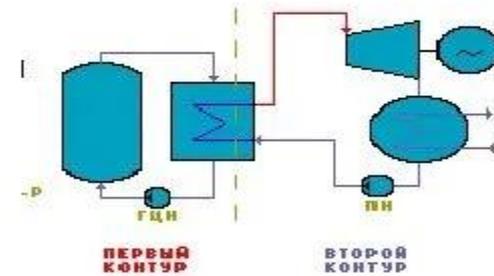


Выработка электроэнергии

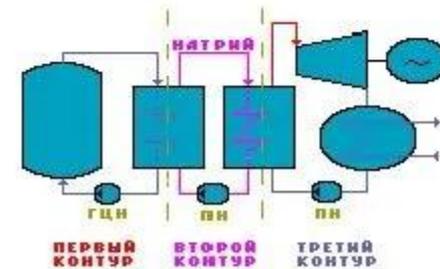
ОДНОКОНТУРНАЯ АЭС



ДВУХКОНТУРНАЯ АЭС



ТРЕХКОНТУРНАЯ АЭС



Паровые турбины в промышленности

Маркировка

ТЭС:

Тип – $N_{ном}$ – P_0 – модификация Завод

1. К-300-240-2 ХТГЗ - конденсационная турбина номинальной мощностью 300 МВт, номинальным начальным давлением 240 кгс/см² второй модификации, Харьковского турбогенераторного завода.
2. К-1200-240 ЛМЗ - конденсационная, $N_{ном}=1200$ МВт, $p_0=240$ кгс/см² Ленинградского металлического завода.

АЭС: Тип – $N_{ном}$ – $P_0/p_{ном}$ – модификация Завод

1. К-1000-60/1500-1 ХТГЗ - конденсационная турбина номинальной мощностью 1000 МВт, номин. начальным давлением 60 кгс/см², номин. частотой вращения 1500 об/мин, первой модификации, Харьковского турбогенераторного завода. (ВВЭР)
2. К-500-65/3000 ХТГЗ - конденсационная, $N_{ном}=500$ МВт, $p_0=65$ кгс/см², $n=3000$ об/мин, ХТГЗ. (РБМК)

Маркировка стационарных паровых турбин

- Маркировка состоит из **буквенной и числовой** частей. Буквенная часть указывает тип турбины, следующее за ней число — номинальную мощность турбины в мегаваттах. Если необходимо указать и максимальную мощность турбины, то ее значение приводят через косую черту. Следующее число указывает номинальное давление пара перед турбиной в МПа: для теплофикационных турбин далее через косую черту указывают давление в отборах или противодавление в МПа. Наконец, последняя цифра, если она имеется, указывает номер модификации турбины, принятый на заводе-изготовителе.

Приведем несколько примеров обозначений турбин.

- Турбина К-210-12,8-3 — типа К, номинальной мощностью 210 МВт с начальным абсолютным давлением пара 12,8 МПа (130 кгс/см²), третьей модификации.
- Турбина П-6-3,4/0,5 — типа П, номинальной мощностью 6 МВт, с начальным абсолютным давлением пара 3,4 МПа и абсолютным давлением отбираемого пара 0,5 МПа.
- Турбина Т-110/120-12,8 — типа Т, номинальной мощностью 110 МВт и максимальной мощностью 120 МВт, с начальным абсолютным давлением пара 12,8 МПа.
- Турбина ПТ-25/30-8,8/1 — типа ПТ, номинальной мощностью 25 МВт и максимальной мощностью 30 МВт, с начальным абсолютным давлением пара 8,8 МПа (90 ат) и абсолютным давлением отбираемого пара 1 МПа.
- Турбина Р-100/105-12,8/1,45 — типа Р, номинальной мощностью 100 МВт максимальной мощностью 105 МВт, с начальным абсолютным давлением пара 12,8 МПа и абсолютным противодавлением 1,45 МПа.
- Турбина ПР-12/15-8,8/1,45/0,7 — типа ПР, номинальной мощностью 12 МВт и максимальной мощностью 15 МВт, с начальным абсолютным давлением 8,8 МПа, давлением в отборе 1,45 МПа и противодавлением 0,7 МПа.