Консультация №2 по курсовой работе

Дисциплина «Экологически безопасные технологии на ТЭС»

РАСЧЕТ ПАРОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ В СОСТАВЕ ПГУ-ТЭС

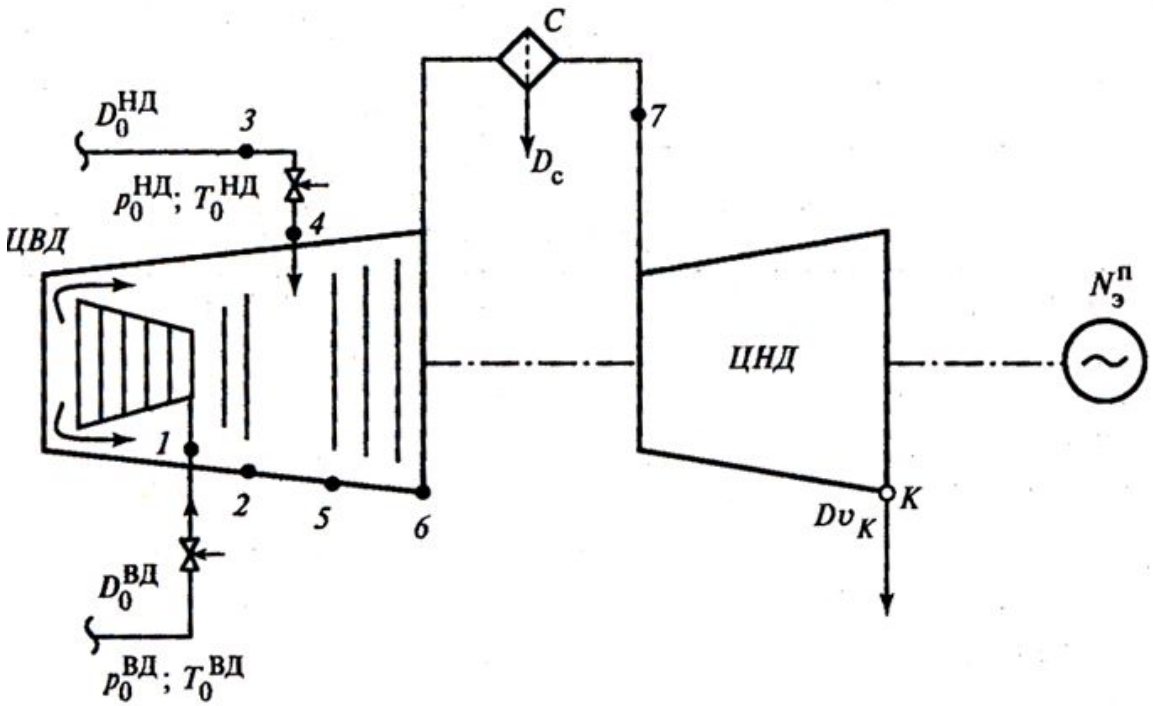
РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

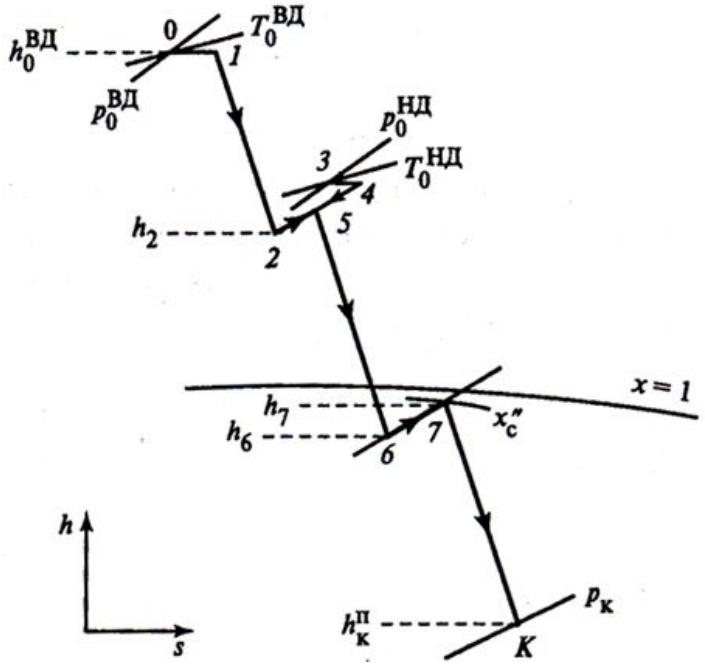
Макаревич Елена Владимировна, к.т.н., доцент каф. «Тепловых электрических станций».
Тел.: (495) 362-71-50,
E-mail:iufemia@mail.ru , MakarevichYV@mpei.ru

ОСНОВНЫЕ ТЕМЫ

1. тепловая схема ПТУ в составе ПГУ;
2. особенности ПТУ для схем ПГУ;
3. порядок расчета ПТУ в составе ПГУ;
4. построение уравнения мощности ПТУ;
5. расчет энергетических показателей
6. задание к следующему занятию

ТЕПЛОВАЯ СХЕМА ПТУ (2-х уровней давления)





Вариант тепловой схемы ПТУ в схеме ПГУ с КУ

С – сепаратор; ЦВД, ЦНД – соответственно цилиндр высокого и низкого давления; 1-7 точки расчетов параметров пара в проточной части паровой турбины

Представление процесса расширения пара в проточной части паровой турбины, сходящей в состав ПГУ с КУ

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ПРОЦЕССА

Параметры пара в точках «1» и «4» при построении процесса его расширения, определены с учетом сопротивления стопорно-регулирующих клапанов.

Параметры пара в точке «5» получены из баланса потоков среды (с учетом ее теплосодержания) со стороны расширяющегося в первой части ЦВД потока пара высокого давления (точка «2») и со стороны подводимого из котла-утилизатора пара низкого давления (точка «4»).

В интервале «5-6» процесс расширения пара определяют с учетом потерь от влажности, линия «6-7» характеризует процесс сепарации в сепараторе влаги.

На интервале «7 - ...к» процесс расширения пара в ЦНД построен также с учетом потерь от влажности пара и потери с выходной скоростью.

ОСОБЕННОСТИ ПТУ ДЛЯ СХЕМ ПГУ

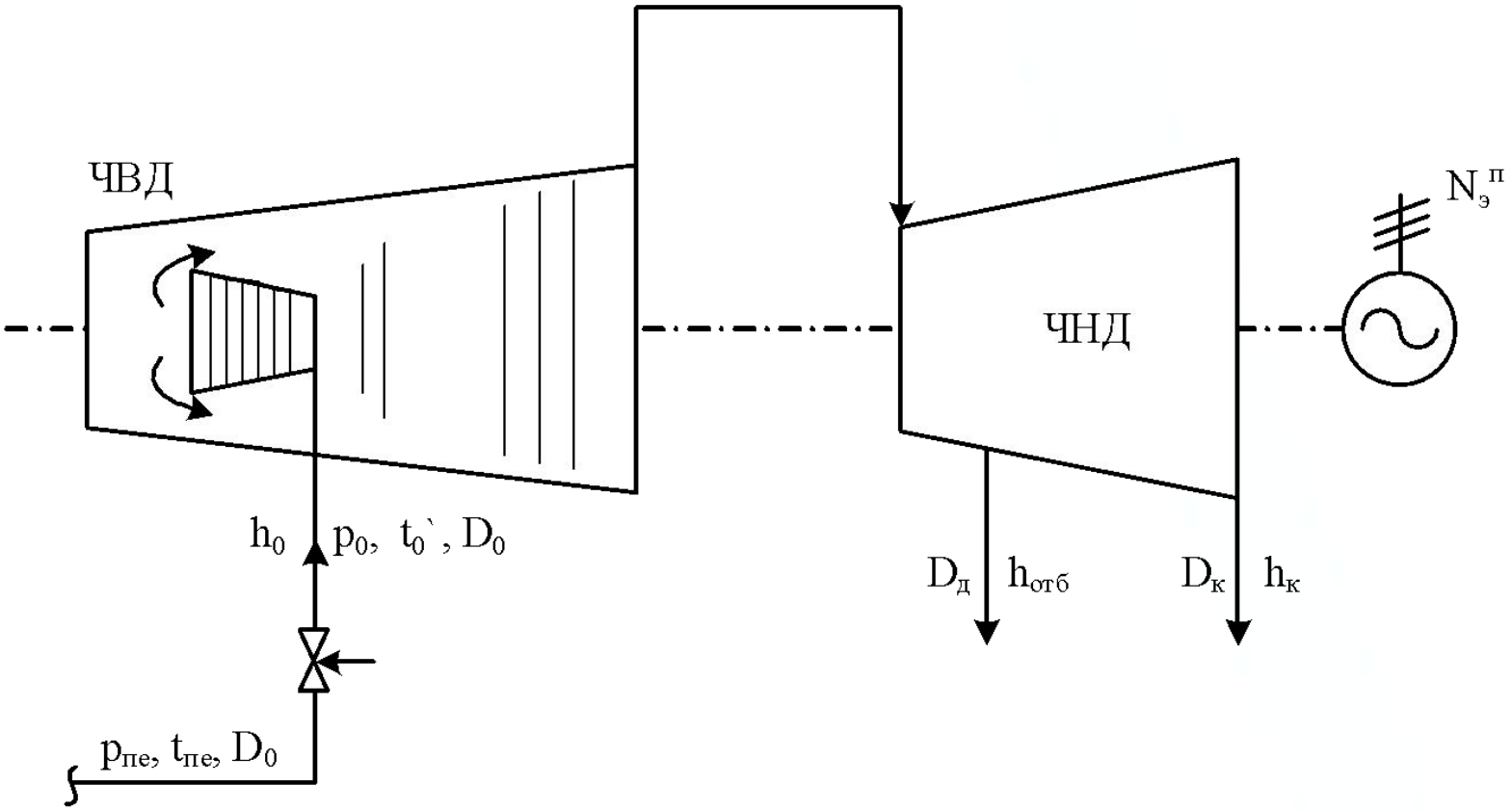
Конструкции паровых турбин для парогазовых установок аналогичны паровым турбинам ТЭС. Они при меньшем располагаемом теплоперепаде за счет более низких значений давления и температуры водяного пара на входе обычно выполняются двухцилиндровыми.

При этом для турбин двух давлений в цилиндре высокого давления выделяется проточная часть высокого (ЧВД) и среднего (ЧСД) давлений, разделение между которыми осуществляется камерой смешения. Поскольку к данным турбинам предъявляются высокие требования по экономичности, то они выполняются с дроссельным парораспределением, исключающим наличие регулирующей ступени. Большинство режимов эксплуатации осуществляются на основе скользящих параметров свежего пара.

Главной особенностью тепловой схемы паротурбинной установки ПГУ является отсутствие системы регенеративного подогрева конденсата и питательной воды. В этой связи в конструкциях паровых турбинах ПГУ не предусмотрена организация нерегулируемых отборов пара.

В тепловой схеме обычно присутствуют охладители пара из концевых уплотнений (ОУ) турбины.

ТЕПЛОВАЯ СХЕМА ПТУ (1-го уровня давления)



Вариант тепловой схемы ПТУ в схеме ПГУ с КУ

ЧВД, ЧНД – соответственно цилиндр высокого и низкого давления

ПОРЯДОК РАСЧЕТА ПТУ В СОСТАВЕ ПГУ

1. Внутренний относительный КПД проточной части ЦВД/ЧВД до смешения пара определяют по приближенной эмпирической формуле:

$$\eta_{0i}^{ВД} = \left(0{,}92 - \frac{0{,}2}{D_{П}^{ВД} \cdot v_{СР}}\right)\left[1 + \frac{H_0^{ВД} - 7 \cdot 10^2}{2 \cdot 10^4}\right]$$

$H_0^{ВД}$, кДж/кг – располагаемое (изоэнтропийное) теплопадение группы ступеней Z ЦВД до смешения.

$v_{СР} = 0{,}5(v_0 + v_Z)$, м^3/кг – средний удельный объем пара группы средней ступени Z в ЦВД до смешения, определяемый с использованием h,S – диаграммы;

Теплопадение пара в ЦВД до смешения, кДж/кг $H_i^{ВД} = H_0^{ВД} \cdot \eta_{0i}^{ВД}$

2. Внутренний относительный КПД проточной части ЦНД определяют по приближенной эмпирической формуле:

$$\eta_{0i}^{НД} = 0{,}87 \cdot \left(1 + \frac{H_0^{НД} - 400}{10^4}\right) \cdot K_{ВЛ} - \frac{\Delta H_{ВС}}{H_0^{НД}}$$

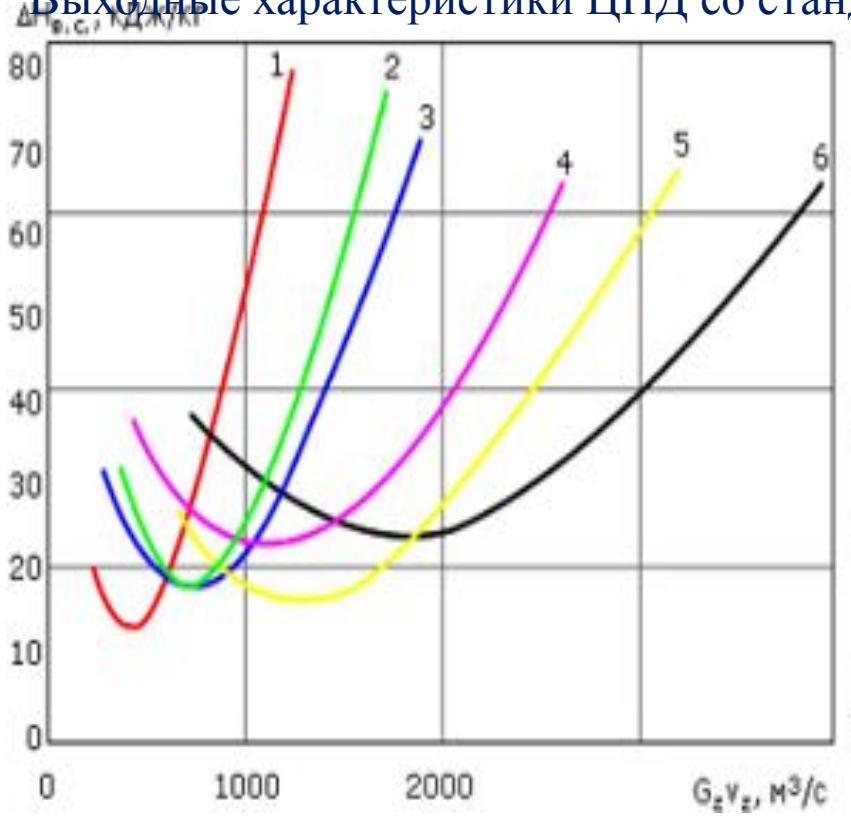
Поправочный коэффициент влажности пара $K_{ВЛ} = 1 - 0{,}4 \cdot (1 - \beta_{ВЛ}) \cdot (y_0 + y_Z) \cdot \frac{H_0^{ВЛ}}{H_0^{НД}}$

$\beta_{ВЛ}$ – коэффициент учета влияния средней влажности на величину η_{0i} в зависимости от конструкции проточной части ($\beta_{ВЛ} = 0{,}1 \div 0{,}2$);

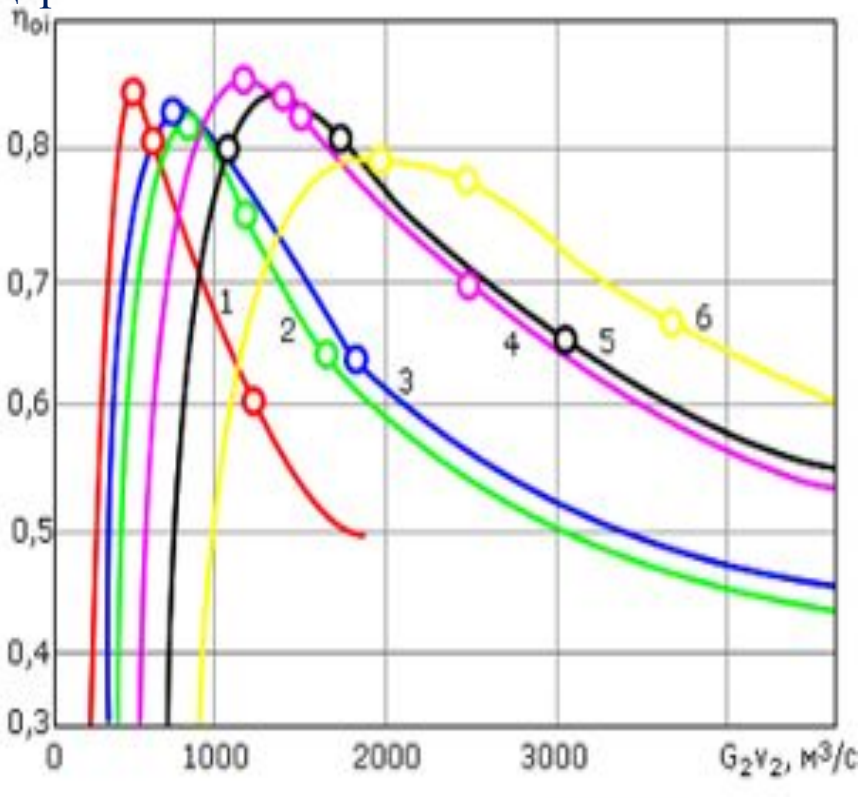
y_0, y_Z – влажность пара в начале и в конце группы ступеней Z.

ПОТЕРИ С ВЫХОДНОЙ СКОРОСТЬЮ

Выходные характеристики ЦНД со стандартными лопатками ОАО «ЛМЗ»



Потери с выходной скоростью пара в зависимости от объемного расхода



КПД последней ступени в зависимости от объемного расхода

ПОТЕРИ С ВЫХОДНОЙ СКОРОСТЬЮ

Выходные характеристики ЦНД

Номер кривой	Высота лопатки lz	Корневой диаметр dк
1	550 мм	1350 мм
2	755 мм	1350 мм
3	755 мм	1520 мм
4	960 мм	1520 мм
5	1000 мм	1800 мм
6	1200 мм	1800 мм

УРАВНЕНИЕ МОЩНОСТИ ПТУ

Давление пара на выходе в ЧВД =0,3÷0,4 МПа;

Давление пара на входе в ЧНД (за сепаратором влаги) $p_{ЦНД}$ =0,25÷0,35 МПа;

Давление в конденсаторе паровой турбины 4 – 7 кПа

Степень сухости пара после сепаратора влаги $x''_C \approx 0{,}99$

Потери давления в стопорно-регулирующих клапанах на потоках пара высокого и низкого давления $\Delta p \approx 3 \div 5\,\%$

Потери давления в ресиверах на тракте ЧВД - сепаратор – ЧНД $\Delta p \approx 2\,\%$

Целью расчета тепловой схемы паротурбинной установки в составе ПГУ является определение электрической нагрузки турбогенератора в соответствии с поступающим из котла паром

$$N_Э^{ПТУ} = [\, D_{ПЕ} \times (h_0 - h_2) + D_{ПЕ} \times (h_2 - h_3) + (D_{ПЕ} - D_д) \times (h_3 - h_К)\,] \times \eta_{МЕХ} \times \eta_{ЭГ}.$$

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

- *Подразделяются на две основные группы:*
- *Технико-экономические показатели*
- *Показатели коммерческой эффективности*

Технико-экономические показатели (ТЭП) электростанции - система удельных параметров, характеризующая эффективность принятых проектных решений и отражающая соответствие вновь сооружаемого энергообъекта передовому отечественному и зарубежному уровню развития науки и техники.

Эти показатели отражают совершенство технологического процесса производства электрической и тепловой энергии на электростанции и эффективность использования энергоресурсов

МЕТОДЫ РАЗДЕЛЕНИЯ ЗАТРАТ ПО ВИДАМ ПРОДУКЦИИ

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ МЕТОДЫ

1. **ФИЗИЧЕСКИЙ МЕТОД**
2. **МЕТОД «ОРГРЭС» (пропорциональный)**
3. **ЭКСЕРГЕТИЧЕСКИЙ МЕТОД**

ЗАРУБЕЖНЫЕ МЕТОДЫ

1. **МЕТОД РАЗДЕЛЬНОЙ РЕНТАБЕЛЬНОСТИ**
2. **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОЛИ ОБЩИХ ЗАТРАТ ПРОПОРЦИОНАЛЬНО СЕБЕСТОИМОСТИ**
3. **ЦЕНОВОЙ МЕТОД**

ОСНОВНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ (физический метод)

Электрическая мощность ПГУ-ТЭЦ: $$N_Э = n_{БЛ} \times N_Э^{ГТУ} + N_Э^{ПТУ}$$

КПД по производству электроэнергии (брутто): $$\eta_Э^{брутто} = \frac{N_Э}{B \times Q_H^P - Q_T^{ГВТО} / \eta_m}$$

Коэффициент использования теплоты топлива (брутто): $$\eta_{КИТТ} = \frac{N_Э + Q_T^{ГВТО}}{B \times Q_H^P}$$

Удельный расход условного топлива (брутто) на единицу вырабатываемой электроэнергии, г/(кВт · ч):

$$b^{У_Э брутто} = 122{,}8 / \eta_Э^{брутто}$$

Удельный расход условного топлива (брутто) на единицу вырабатываемой тепловой энергии, кг/(Гкал):

$$b^{У_Т брутто} = 142{,}8 / \eta_m$$

ЗАДАНИЕ К СЛЕДУЮЩЕМУ ЗАНЯТИЮ

1. Составить принципиальную тепловую схему паротурбинной установки.
2. Рассчитать величины внутреннего относительного КПД η_{0i} ЧВД и ЧНД паровой турбины и построить процесс расширения пара в паровой турбине в h,s-диаграмме.
3. Составить энергетическое уравнение паротурбинной установки и определить ее электрическую мощность
4. Рассчитать основные энергетические показатели ПГУ-ТЭС :

✔общую электрическую мощность ПГУ с учетом коррекции мощности ГТУ в составе тепловой схемы ПГУ;

✔коэффициент использования теплоты топлива;

✔КПД производства электроэнергии ПГУ (брутто и нетто);

✔КПД производства тепловой энергии;

✔удельный расход условного топлива на единицу отпускаемой электрической и тепловой энергии ПГУ.

5. Заполнить таблицу 2.