

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».

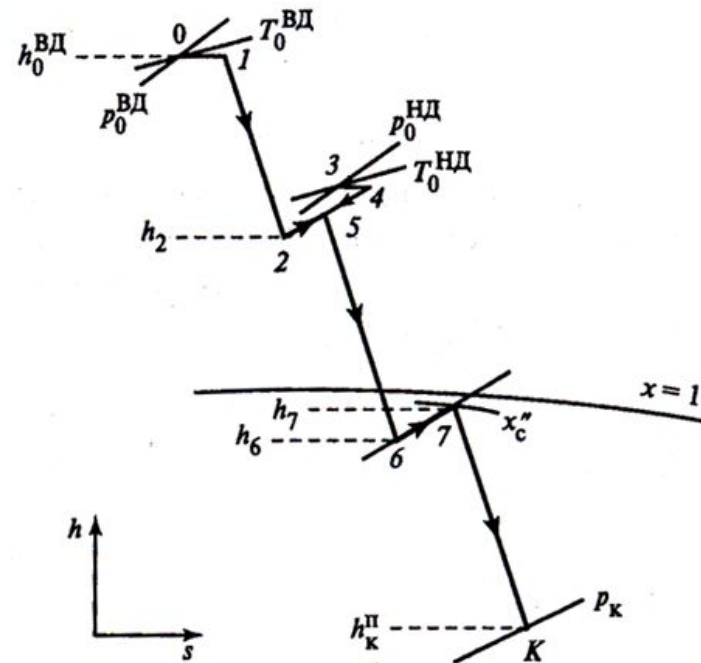
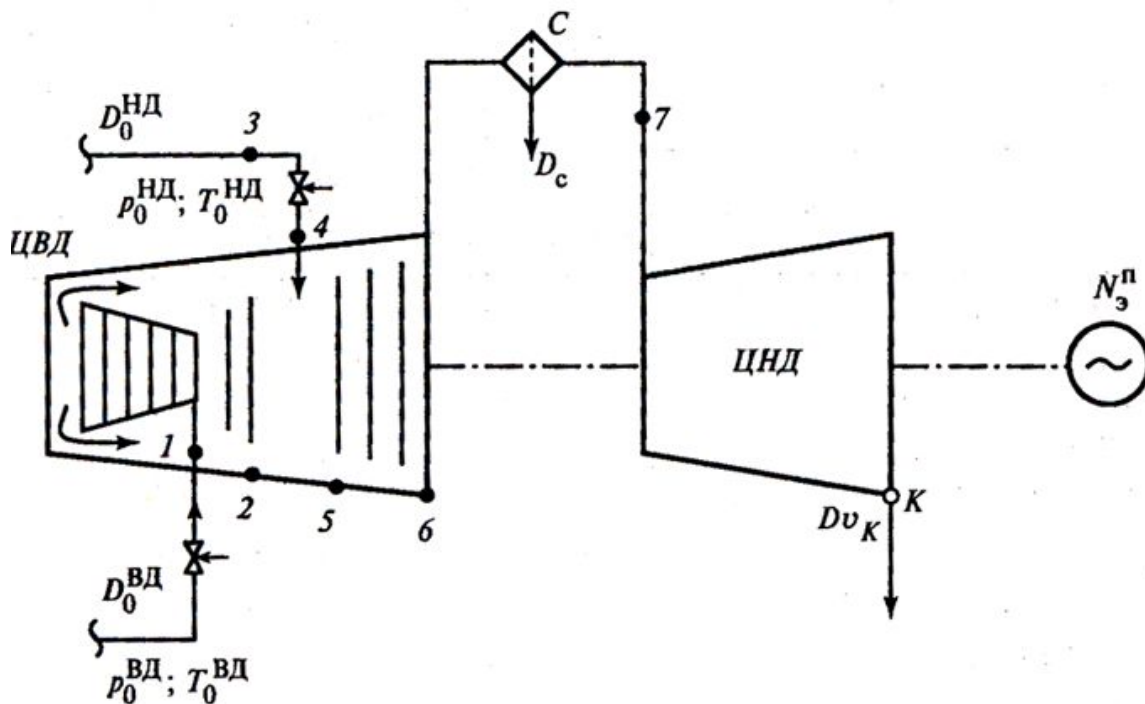
Тел.: (495) 362-71-50,

[E-mail: iufemia@mail.ru](mailto:iufemia@mail.ru) , MaikarevichYV@mpei.ru



- 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**





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



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.

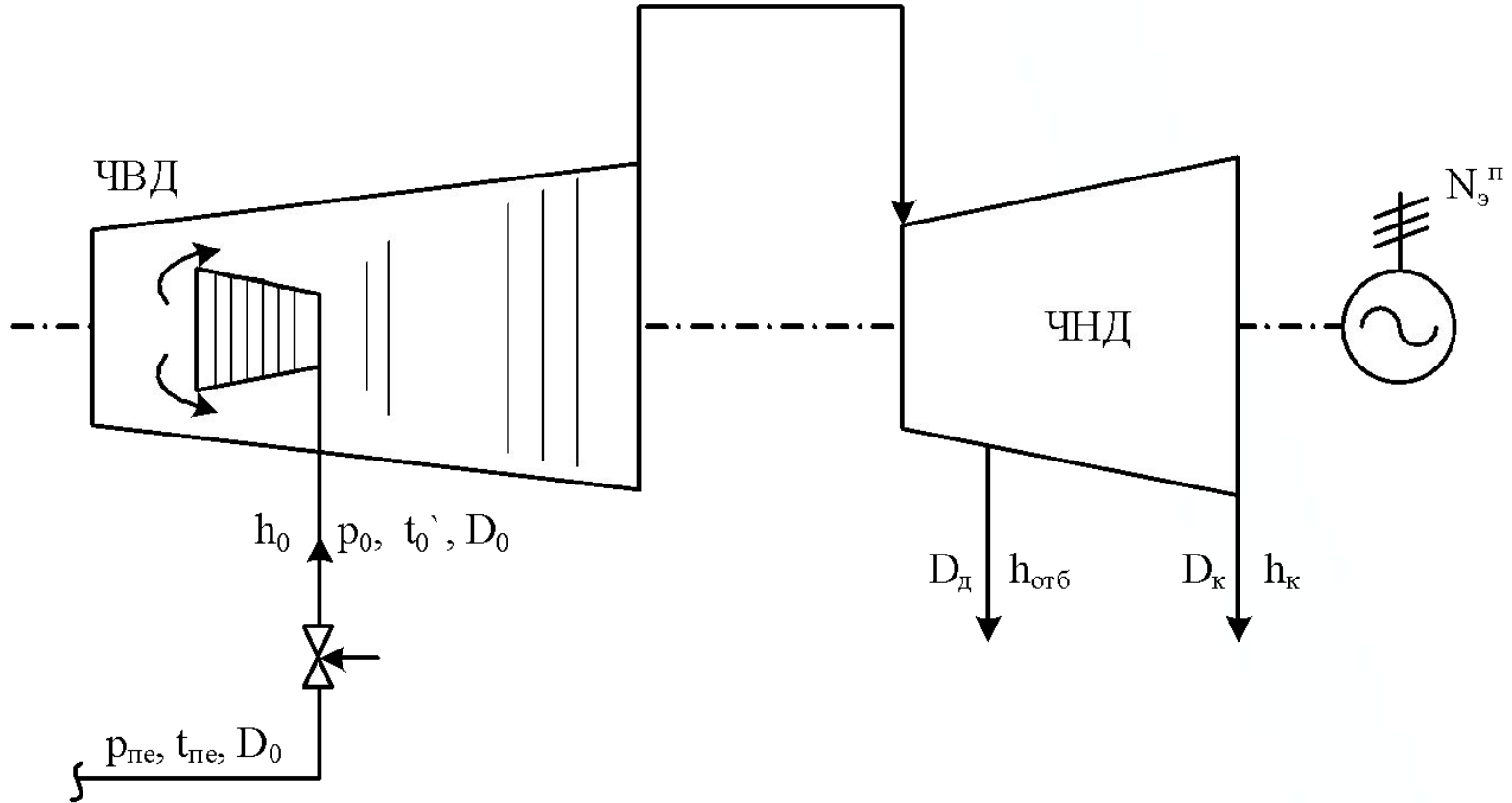


Конструкции паровых турбин для парогазовых установок аналогичны паровым турбинам ТЭС. Они при меньшем располагаемом теплоперепаде за счет более низких значений давления и температуры водяного пара на входе обычно выполняются двухцилиндровыми.

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, исключая 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.



Вариант тепловой схемы ПТУ в схеме ПГУ с КУ

ЧВД, ЧНД – соответственно цилиндр высокого и низкого давления



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

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

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

$v_{CP} = 0,5(v_0 + v_Z)$, м³/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:

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

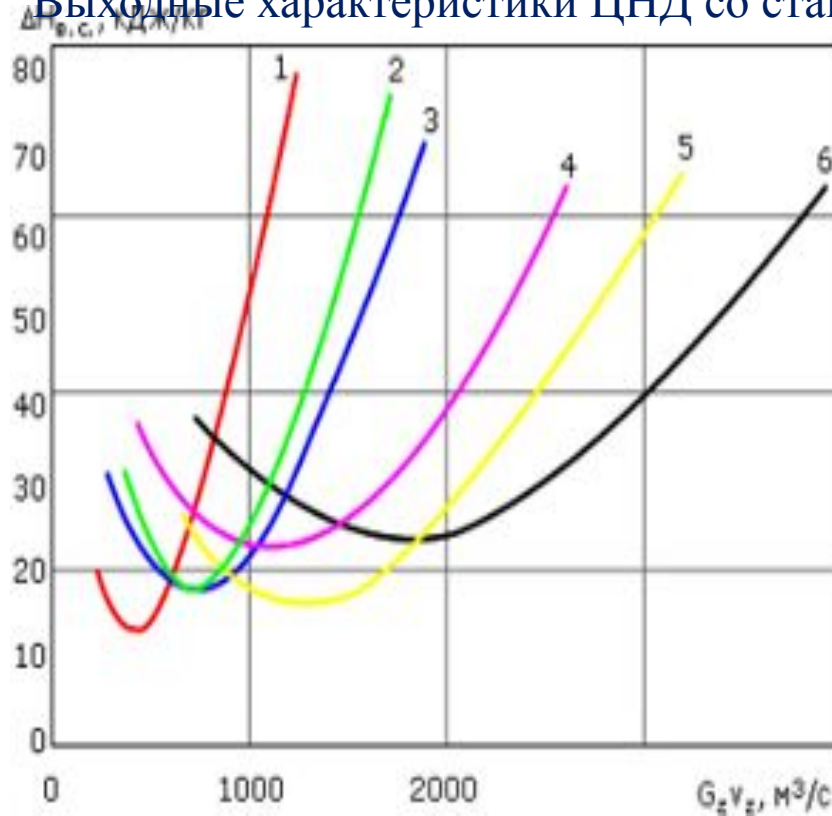
Поправочный коэффициент влажности пара $K_{ВЛ} = 1 - 0,4 \cdot (1 - \beta_{ВЛ}) \cdot (y_0 + y_Z) \cdot \frac{H_0^{ВЛ}}{H_0^{НД}}$

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

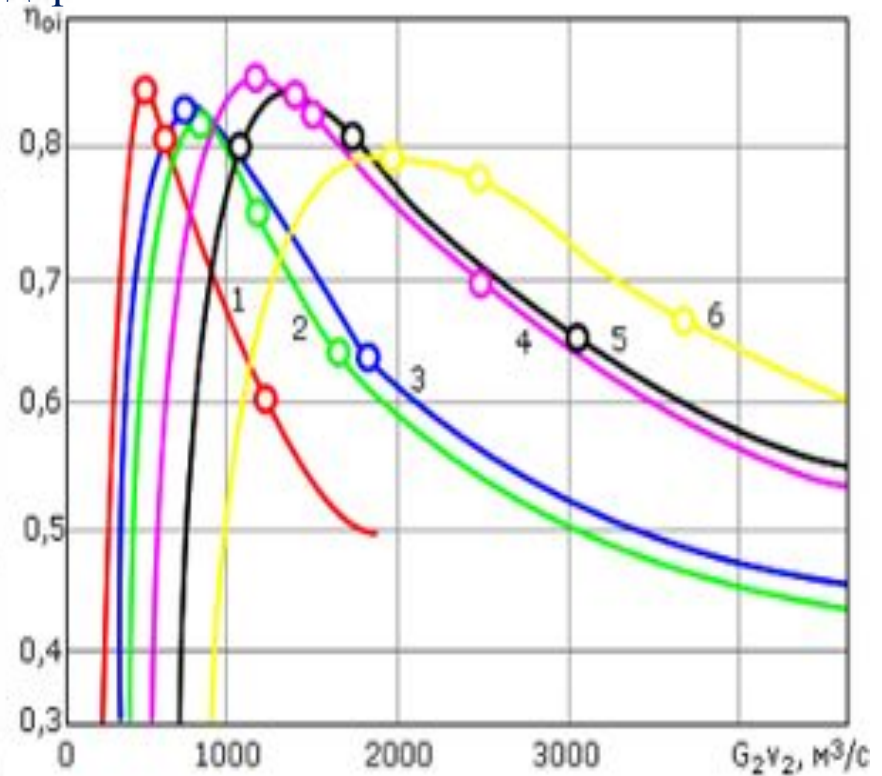
y_0, y_Z – влажность пара в начале и в конце группы ступеней Z .



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



Выходные характеристики ЦНД

Номер кривой	Высота лопатки l_z	Корневой диаметр d_k
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



Давление пара на выходе в ЧВД $=0,3 \div 0,4$ МПа;

Давление пара на входе в ЧНД (за сепаратором влаги) $p_{\text{ЧНД}} = 0,25 \div 0,35$ 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

$$N_{\text{Э}}^{\text{ПГУ}} = [D_{\text{ПЕ}} \times (h_0 - h_2) + D_{\text{ПЕ}} \times (h_2 - h_3) + (D_{\text{ПЕ}} - D_{\text{д}}) \times (h_3 - h_{\text{к}})] \times \eta_{\text{МЕХ}} \times \eta_{\text{ЭГ}}$$





- *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





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



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

КПД по производству электроэнергии (брутто): $\eta_{\text{Э}}^{\text{брутто}} = \frac{N_{\text{Э}}}{B \times Q_{\text{H}}^{\text{P}} - Q_{\text{T}}^{\text{ГВТО}} / \eta_{\text{т}}}$

Коэффициент использования теплоты топлива (брутто): $\eta_{\text{КИТТ}} = \frac{N_{\text{Э}} + Q_{\text{T}}^{\text{ГВТО}}}{B \times Q_{\text{H}}^{\text{P}}}$

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

$$b_{\text{Э}}^{\text{брутто}} = 122,8 / \eta_{\text{Э}}^{\text{брутто}}$$

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

$$b_{\text{Т}}^{\text{брутто}} = 142,8 / \eta_{\text{т}}$$



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.

