

МЭИ
Кафедра тепловых электростанций

КУРСОВАЯ РАБОТА

РАСЧЕТ ТЕПЛОВОЙ СХЕМЫ ТУРБОУСТАНОВКИ

(поверочный)

Выполнил студент:

Турбоустановка Т-110-12,8 ОАО УТЗ

Исходные параметры рассчитываемого режима

Расход охлаждающей воды через конденсатор, м ³ /ч	8000
Температура охлаждающей воды, °C	19
Коэффициент теплофикации	0,52
Доля нагрузки горячего водоснабжения	0,25
Климатическая зона	Москва
Топливо - природный газ газопровода Ставрополь-Москва (3 нитка)	
Тепловая схема ТЭС (блочная или с поперечными связями)	с поперечными связями
Теплофикационная нагрузка отборов турбины, МВт	Q _T 192

Выполнить расчет режима для температуры наружного воздуха принятой в качестве расчётной для проектирования системы отопления города

-26

Поворотные диафрагмы ЦНД уплотненные

Паспортные показатели турбоустановки

Максимальный расход свежего пара, кг/с	134,72
Максимальная теплофикационная нагрузка отборов, МВт	213,99
Номинальная теплофикационная нагрузка, МВт	203,5
Макс. давление в камере верхнего теплофикац.отбора, МПа	0,2453
Температура свежего пара (перед СК), °C	555
Давление свежего пара, МПа	12,75

Выбираем в состав энергоблока паровой котел ТГМЕ-464 АО ТКЗ

Максимальный расход свежего пара котла, кг/с	138,89
Максимальный расход питательной воды котла	141,67
КПД брутто котла, %	92,8
Температура пара на выходе из котла, °C	560
Давление пара на выходе из котла, МПа	13,734
Температура пара после промперегрева	нет



КУРСОВАЯ РАБОТА

Рабочий лист "Насосы"

Выбор питательного насоса (ПН) тепловой схемы

Наименование показателя	Расчетная формула или пояснение	Значение
Отметка оси барабана котла ТГМЕ-464, м	Из чертежа поперечного разреза глав.корпуса	30,6
Отметка оси питательного насоса	Из чертежа поперечного разреза глав.корпуса	3
Давление в барабане котла, МПа	Из инструкции по эксплуатации котла	15,2
Плотность воды на входе в барабан котла (при недогреве 36 °C), кг/м ³	При P_b и $t_b^s - \Delta t_{\text{эк}}$	710,4
Средняя плотность на выходе ПН, кг/м ³	При $P_{\text{пп}}^{\text{вых}}$ и $t_d^s + \Delta t_{\text{пп}}$ (подогрев в ПН 6,5°C предварительн)	913,53
Средняя плотность столба воды в напорной линии ПН, кг/м ³	$\rho_n = (\rho_{\text{вх.бар}} + \rho_{\text{вых.пп}})/2$	811,965
Геодезический подпор в напорной линии ПН, МПа	$\Delta P_{\text{геод}} = (H_{\text{ур.б.к}} - H_{\text{пп}}) \rho g 10^{-6}$	0,2198
Необходимое давление на выходе ПН, МПа	$P_{\text{пп}}^{\text{вых}} = P_0 + \Delta P_{\text{тр.п}} + \Delta P_{\text{пк}} + \Delta P_{\text{тр.в}} + \Delta P_{\text{рпк}} + \Delta P_{\text{пвд}} + \Delta P_{\text{геод}} + \Delta P_{\text{зап}}$	18,562
Удельный объем воды на выходе из ПН	При P_d на линии насыщения воды	0,0010947
Удельный объем воды на входе в ПН	При P_d на линии насыщения воды	0,0010995
Средняя плотность воды в насосе	$\rho_n = (\rho_{\text{пп}}^{\text{вх}} + \rho_{\text{пп}}^{\text{вых}})/2$	911,50
Давление в деаэраторе, МПа		0,5872
Отметка уровня воды в баке деаэратора (деаэратор на отметке 12 м), м	Из чертежа поперечного разреза глав.корпуса	14,5
Средняя плотность воды в линии от Д до ПН, кг/м ³	$\rho = (\rho_d^{\text{вых}} + \rho_{\text{пп}}^{\text{вх}})/2$	909,44
Давление на входе ПН, МПа	$P_{\text{пп}}^{\text{вх}} = P_d + (H_{\text{ур.д}} - H_{\text{пп}}) \rho g 10^{-6} - \Delta P_{\text{лин}}$	0,680
Необходимое напор ПН (без запаса), МПа	$\Delta P_{\text{пп}} = P_{\text{пп}}^{\text{вых}} - P_{\text{пп}}^{\text{вх}}$	17,883
то же в м		1999,9
Максимальный расход через насос (с запасом 5%), кг/с	Из паспортных данных котла	148,75
Необходимая подача ПН, м ³ /с		0,1636
то же в м ³ /ч		588,806

В соответствии с нормами проектирования блочных ТЭЦ выбираем к установке

один питательный насос ПЭ 580-200-3 имеющий по паспорту:

подачу, м ³ /с	0,181 (146 кг/с)
напор, м; давление, МПа	2300 20,57
кавитационный запас (не более), м	9
КПД не менее	0,815

Определение давления для расчета тепловой схемы на листе "Реген.сис"

Подача питательного насоса, м ³ /с	0,1452
Напор насоса, МПа	21,255
Давление на выходе ПЭ 580-200-3	21,935

При подаче 0,1636 м ³ /с напор насоса, м	2295,036	20,522
---	----------	--------

Запас: по подаче, %	10,66
по напору, %	14,76

Рабочий лист "Насосы" стр. 2

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

Выбор конденсатного насоса (КН) тепловой схемы

Максимальный расход осн.конденсата через КН, кг/с		80
Минимальное давление в конденсаторе, МПа	По характеристике конденсатора $P_k = 0,0049t_{ob}^2 + 1,34$	0,0014625
Отметка патрубка ввода основного конденсата в Д, м	Из чертежа поперечного разреза глав.корпуса	16
Отметка конденсатосборника конденсатора, м	Из чертежа поперечного разреза глав.корпуса	5,5
Отметка выходного патрубка конденсатного насоса, м	Из чертежа поперечного разреза глав.корпуса	3
Удельный объем воды на входе в КН при $min P_k$, м ³ /кг		0,001000623
Плотность осн. конденсата перед КН при $t_{ob}=12$ °C, кг/м ³		998,58
Плотность столба осн. конденсата в тракте КН - П1		1000
Плотность столба осн.конденсата в тракте П4 - Д, кг/м ³	$\rho = (\rho_d^{\text{вх}} + \rho_{\text{ппд4}}^{\text{вых}})/2$	916,87
Геодезическое давление в напорной линии КН, МПа	Сумма давлений столба П4-Д и столба КН-П1	0,1145
Давление на выходе КН, МПа	$P_{\text{пп}}^{\text{вых}} = P_d + \Delta P_{\text{геод}} + \Delta P_{\text{пнд}} + \Delta P_{\text{кур}} + \Delta P_{\text{сп}} + \Delta P_{\text{оз}} + \Delta P_{\text{лин}}$	1,4017
Давление на входе КН, МПа	$P_{\text{пп}}^{\text{вх}} = P_k + (H_{\text{к.с}} - H_{\text{пп}}) \rho g 10^{-6}$	0,0210
Необходимый напор КН, МПа	$\Delta P_{\text{пп}} = P_{\text{пп}}^{\text{вых}} - P_{\text{пп}}^{\text{вх}}$	1,3807
Необходимый напор КН, м		140,8
Необходимая подача КН, м ³ /с	$V = D_{\text{max}} v_{\text{вх}}$	0,0800

Выбираем к установке конденсатный насос КсВ 320-160-2 имеющий

подачу м ³ /с	0,089	запас по подаче, %	11,2
напор, м; напор, МПа	160 1,56	запас по напору, %	-100,0
допустимый кавитационный запас, м	1,6		
КПД	0,75		

При подаче 0,0800 напор насоса равен 165 м

При работе турбины с закрытой поворотной диафрагмой при расходе через КН 39 кг/с его напор возрастает до 180 м (1,76 МПа)

Давление на выходе КН в теплофикационном режиме, МПа

1,781

Расчет давления в теплофикационных отборах турбины Т-110-12,8 (итерация 1)

Давление сетевой воды перед ПСГ1, МПа	0,8
Потеря давления сетевой воды в одном ПСГ, МПа	0,067
Давление сетевой воды после ПВК, МПа	2,00

Потеря давления пара в линии отбора на ПСГ2, %	7
Потеря давления пара в линии отбора на ПСГ1, %	5

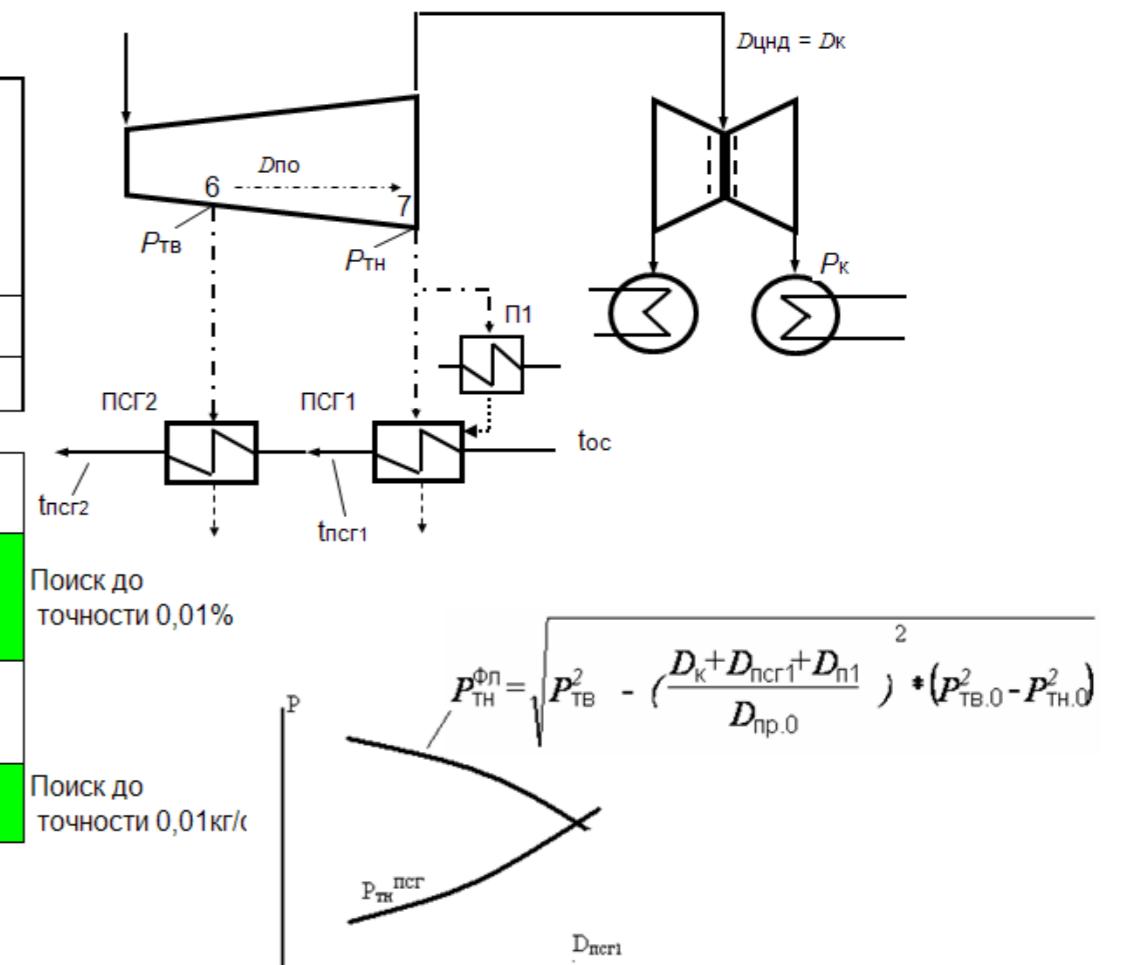
Расход пара через промежуточный отсек в опорном режиме, кг/с	59,444
Давление в камере верхнего теплофикационного отбора в опорном режиме, МПа	0,1275
Давление в камере нижнего теплофикационного отбора в опорном режиме, МПа	0,0644

Удельная теплота, отдаваемая паром в ПСГ1 (предварительная оценка, уточняемая по итогам расчета на листе РегенСис), кДж/кг	2155
Удельная теплота, отдаваемая в ПСГ1 дренажем сливаляем из П1 (предварительная оценка), кДж/кг	1,20
Оценка расхода пара в П1 (в П2 для турбины Т-250), подключенным к камере нижнего теплофикационного отбора и дренаж которого сливается в ПСГ1 (уточняется после расчета на листе РегенСис), кг/с	0,7

Температера обратной сетевой воды, °C	62,7
Энталпия обратной сетевой воды (перед ПСГ1), кДж/кг	263,100
Расход пара в ПСГ1 (итеративная переменная), кг/с	65,7260
Расход пара в конденсатор (итеративная переменная), кг/с	2,670

Температура прямой сетевой воды (после ПВК), °C(из темп. графика)	150
Энталпия прямой сетевой воды (после ПВК), кДж/кг	633,193
Расход сетевой воды через ПСГ, кг/с	993,696

Элементы тепловой схемы	Давление сетевой воды на выходе, МПа	Энталпия сетевой воды на выходе, кДж/кг	Температур а сетевой воды на выходе, °C	Оценка недогрева, °C	Температура насыщения, °C	Давление пара в корпусе, МПа	Давление пара в камере отбора, Мпа Ртв и Ртн
ПСГ2	0,6660	455,549	108,535	4,5	113,03	0,1586	0,1706
ПСГ1	0,7330	405,071	96,558	5,0	101,56	0,1072	0,1128



Давление пара в камере нижнего теплофикационного отбора по зависимости Стодола-Флюгеля для промежуточного отсека	0,112821962
Целевая ячейка 1 (Итеративная разность значений давления в камере нижнего теплофикационного отбора по расчету ПСГ1 и по расчету промежуточного отсека турбины), %	0,00596307
Расход пара в конденсатор в зависимости от давления в камере нижнего отбора (по уравнению пропускной характеристики повор. диафрагмы), кг/с	2,664302911
Целевая ячейка 2 (Итеративная разность значений расхода пара в конденсатор), кг/с	0,0056971

В ячейке C21 переменная ИсхДанные!I16 - это $\alpha_{тэц}$ с рабочего листа исходных данных

Расчет давления в теплофикационных отборах турбины Т-110-12,8 (итерация 2)

Давление сетевой воды перед ПСГ1, МПа	0,8
Потеря давления сетевой воды в одном ПСГ, МПа	0,067
Давление сетевой воды после ПВК, МПа	2,00

Потеря давления пара в линии отбора на ПСГ2, %	7
Потеря давления пара в линии отбора на ПСГ1, %	5

Расход пара через промежуточный отсек в опорном режиме, кг/с	59,444
Давление в камере верхнего теплофикационного отбора в опорном режиме, МПа	0,1275
Давление в камере нижнего теплофикационного отбора в опорном режиме, МПа	0,0644

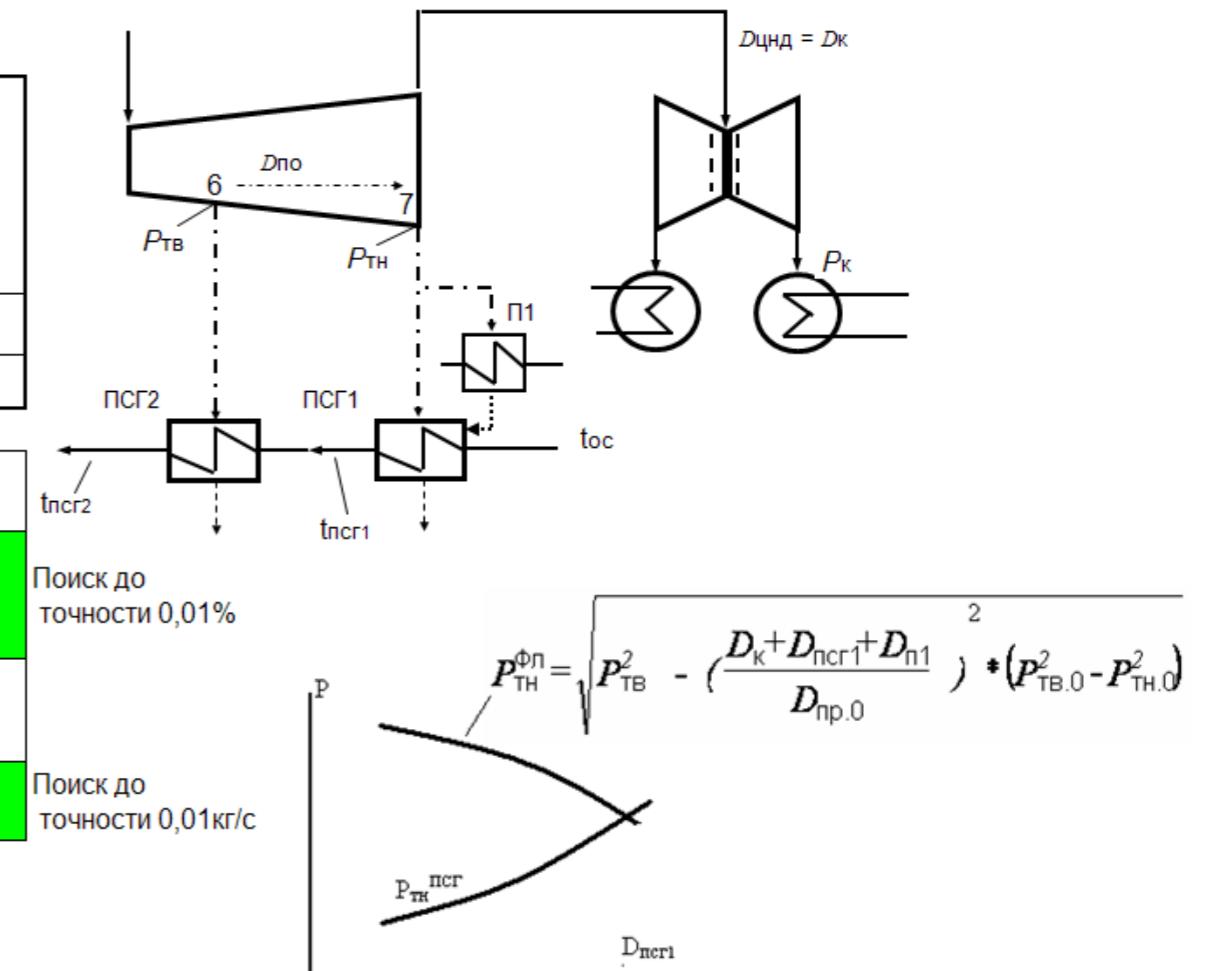
Удельная теплота, отдаваемая паром в ПСГ1 (предварительная оценка, уточняемая по итогам расчета на листе РегенСис), кДж/кг	2155,87
Удельная теплота, отдаваемая в ПСГ1 дренажем сливаемым из П1 (предварительная оценка), кДж/кг	1,25
Оценка расхода пара в П1 (в П2 для турбины Т-250), подключенным к камере нижнего теплофикационного отбора и дренаж которого сливается в ПСГ1 (уточняется после расчета на листе РегенСис), кг/с	0,69668

Температура обратной сетевой воды, °C	62,7
Энталпия обратной сетевой воды (перед ПСГ1), кДж/кг	263,100
Расход пара в ПСГ1 (итеративная переменная), кг/с	65,7130
Расход пара в конденсатор (итеративная переменная), кг/с	2,665

Температура прямой сетевой воды (после ПВК), °C (из темп. графика)	150
Энталпия прямой сетевой воды (после ПВК), кДж/кг	633,193
Расход сетевой воды через ПСГ, кг/с	993,696

Элементы тепловой схемы	Давление сетевой воды на выходе, МПа	Энталпия сетевой воды на выходе, кДж/кг	Температура сетевой воды на выходе, °C	Оценка недогрева, °C	Температура насыщения, °C	Давление пара в корпусе, МПа	Давление пара в камере отбора, МПа Ртв и Ртн
ПСГ2	0,6660	455,549	108,535	4,5	113,03	0,1586	0,1706
ПСГ1	0,7330	405,101	96,565	5,0	101,56	0,1072	0,1129

Давление пара в камере нижнего теплофикационного отбора по зависимости Стодола-Флюгеля для промежуточного отсека	0,112866694
Целевая ячейка 1 (Итеративная разность значений давления в камере нижнего теплофикационного отбора по расчету ПСГ1 и по расчету промежуточного отсека турбины), %	0,00912351
Расход пара в конденсатор в зависимости от давления в камере нижнего отбора (по уравнению пропускной характеристики повор. диафрагмы), кг/с	2,664981747
Целевая ячейка 2 (Итеративная разность значений расхода пара в конденсатор), кг/с	0,0000183



В ячейке C21 переменная ИсхДанные!!16 - это $\alpha_{тэц}$ с рабочего листа исходных данных

Расчет давления в теплофикационных отборах турбины Т-110-12,8 (итерация 3)

Давление сетевой воды перед ПСГ1, МПа	0,8	Потеря давления пара в линии отбора на ПСГ2, %	7
Потеря давления сетевой воды в одном ПСГ, МПа	0,067	Потеря давления пара в линии отбора на ПСГ1, %	5
Давление сетевой воды после ПВК, МПа	2,00		

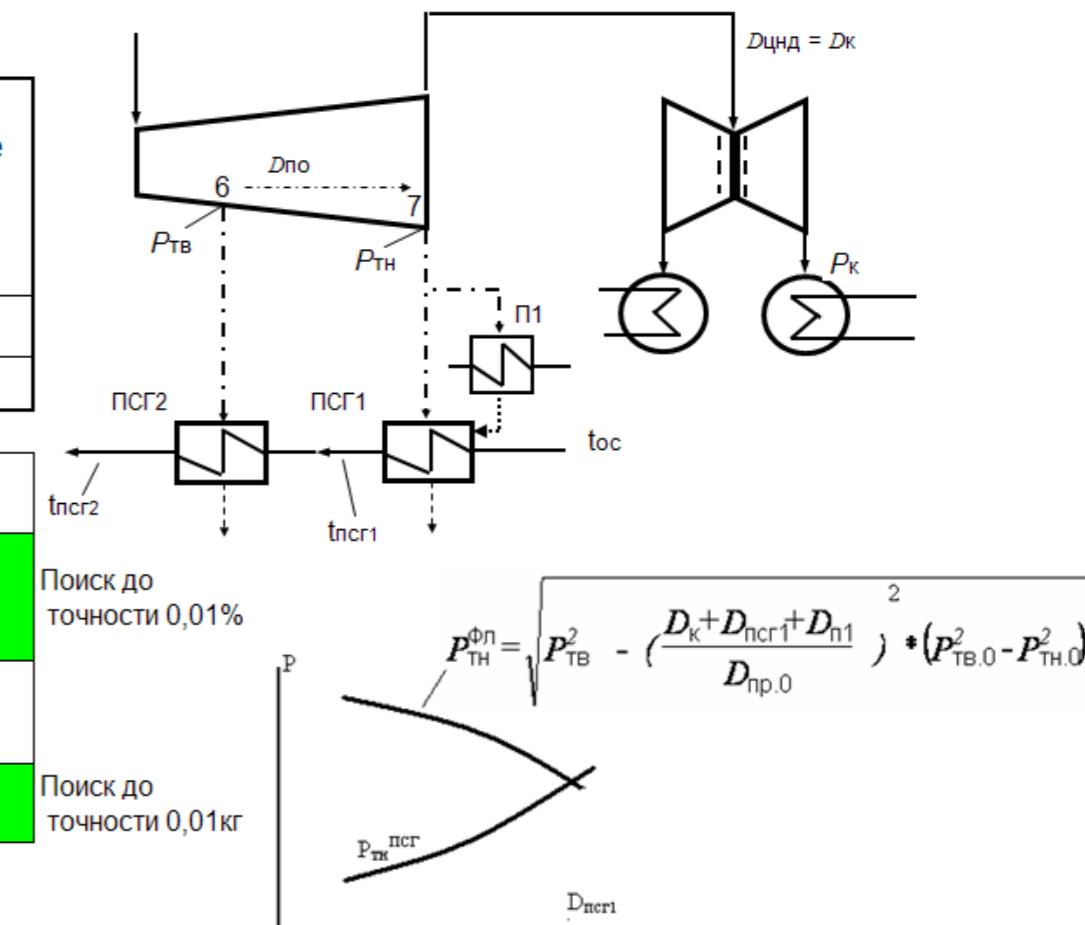
Расход пара через промежуточный отсек в опорном режиме, кг/с	59,444
Давление в камере верхнего теплофикационного отбора в опорном режиме, МПа	0,1275
Давление в камере нижнего теплофикационного отбора в опорном режиме, МПа	0,0644

Удельная теплота, отдаваемая паром в ПСГ1 (предварительная оценка, уточняемая по итогам расчета на листе РегенСис), кДж/кг	2157,529
Удельная теплота, отдаваемая в ПСГ1 дренажем сливаляем из П1 (предварительная оценка), кДж/кг	1,25
Оценка расхода пара в П1 (в П2 для турбины Т-250), подключенным к камере нижнего теплофикационного отбора и дренаж которого сливается в ПСГ1 (уточняется после расчета на листе РегенСис), кг/с	0,41337

Температера обратной сетевой воды, °C	62,7
Энталпия обратной сетевой воды (перед ПСГ1), кДж/кг	263,100
Расход пара в ПСГ1 (итеративная переменная), кг/с	65,8350
Расход пара в конденсатор (итеративная переменная), кг/с	2,665

Температура прямой сетевой воды (после ПВК), °C(из темп. графика)	150
Энталпия прямой сетевой воды (после ПВК), кДж/кг	633,193
Расход сетевой воды через ПСГ, кг/с	993,696

Элементы тепловой схемы	Давление сетевой воды на выходе, МПа	Энталпия сетевой воды на выходе, кДж/кг	Температур а сетевой воды на выходе, °C	Оценка недогрева, °C	Температура насыщения, °C	Давление пара в корпусе, МПа	Давление пара в камере отбора, Мпа Ртв и Ртн
ПСГ2	0,6660	455,549	108,535	4,5	113,03	0,1586	0,1706
ПСГ1	0,7330	405,473	96,653	5,0	101,65	0,1075	0,1132



Давление пара в камере нижнего теплофикационного отбора по зависимости Стодола-Флюгеля для промежуточного отсека	0,113204085
Целевая ячейка 1 (Итеративная разность значений давления в камере нижнего теплофикационного отбора по расчету ПСГ1 и по расчету промежуточного отсека турбины), %	0,00518746
Расход пара в конденсатор в зависимости от давления в камере нижнего отбора (по уравнению пропускной характеристики повор. диафрагмы), кг/с	2,67364397
Целевая ячейка 2 (Итеративная разность значений расхода пара в конденсатор), кг/с	0,0086440

В ячейке C21 переменная ИсхДанные!I16 - это $\alpha_{\text{тэц}}$ с рабочего листа исходных данных

Расчет давления в теплофикационных отборах турбины Т-110-12,8 (итерация 4)

Давление сетевой воды перед ПСГ1, МПа	0,8	Потеря давления пара в линии отбора на ПСГ2, %	7
Потеря давления сетевой воды в одном ПСГ, МПа	0,067	Потеря давления пара в линии отбора на ПСГ1, %	5
Давление сетевой воды после ПВК, МПа	2,00		

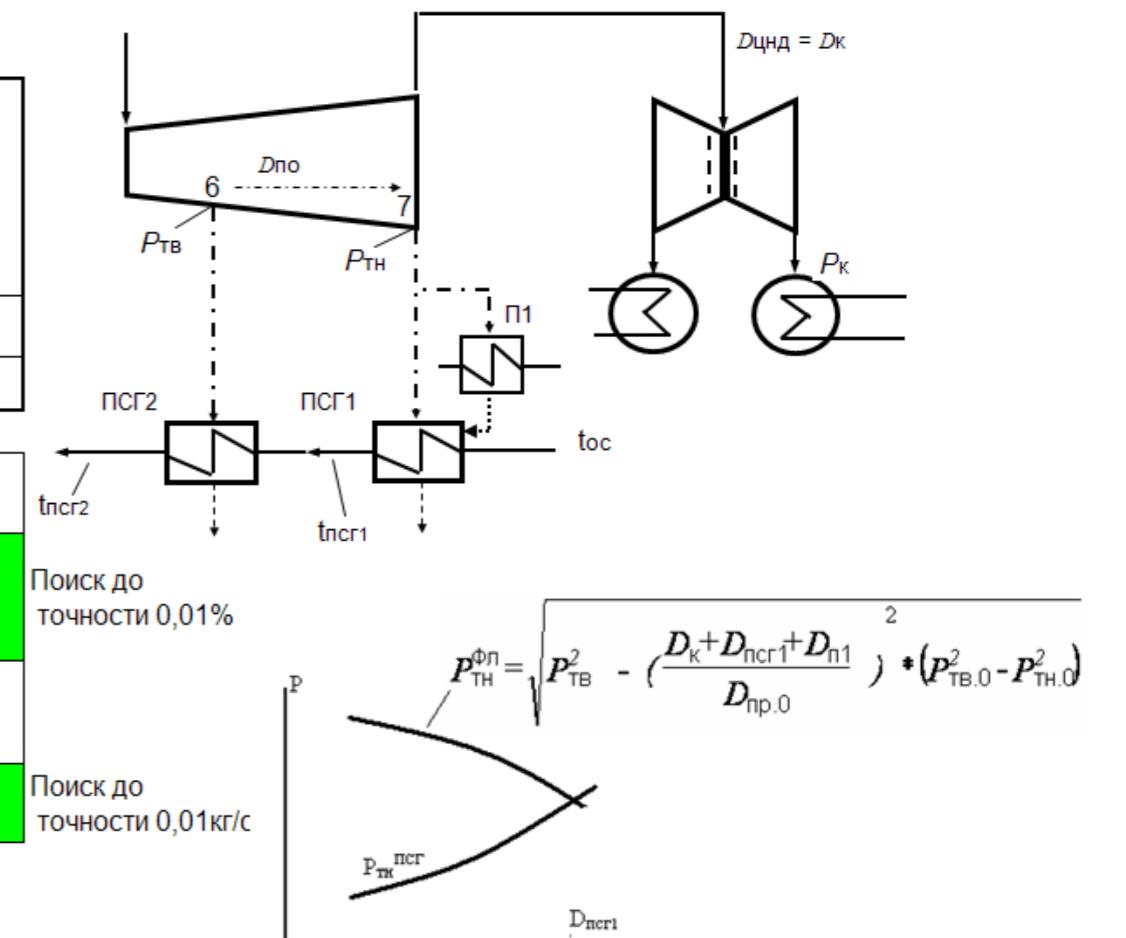
Расход пара через промежуточный отсек в опорном режиме, кг/с	59,444
Давление в камере верхнего теплофикационного отбора в опорном режиме, МПа	0,1275
Давление в камере нижнего теплофикационного отбора в опорном режиме, МПа	0,0644

Удельная теплота, отдаваемая паром в ПСГ1 (предварительная оценка, уточняемая по итогам расчета на листе РегенСис), кДж/кг	2158,174
Удельная теплота, отдаваемая в ПСГ1 дренажем сливаляем из П1 (предварительная оценка), кДж/кг	1,25
Оценка расхода пара в П1 (в П2 для турбины Т-250), подключенным к камере нижнего теплофикационного отбора и дренаж которого сливается в ПСГ1 (уточняется после расчета на листе РегенСис), кг/с	0,30462

Температера обратной сетевой воды, °C	62,7
Энталпия обратной сетевой воды (перед ПСГ1), кДж/кг	263,100
Расход пара в ПСГ1 (итеративная переменная), кг/с	65,8750
Расход пара в конденсатор (итеративная переменная), кг/с	2,670

Температура прямой сетевой воды (после ПВК), °C(из темп. графика)	150
Энталпия прямой сетевой воды (после ПВК), кДж/кг	633,193
Расход сетевой воды через ПСГ, кг/с	993,696

Элементы тепловой схемы	Давление сетевой воды на выходе, МПа	Энталпия сетевой воды на выходе, кДж/кг	Температура сетевой воды на выходе, °C	Оценка недогрева, °C	Температура насыщения, °C	Давление пара в корпусе, МПа	Давление пара в камере отбора, Мпа Ртв и Ртн
ПСГ2	0,6660	455,549	108,535	4,5	113,03	0,1586	0,1706
ПСГ1	0,7330	405,602	96,684	5,0	101,68	0,1077	0,1133



Давление пара в камере нижнего теплофикационного отбора по зависимости Стодола-Флюгеля для промежуточного отсека	0,113336949
Целевая ячейка 1 (Итеративная разность значений давления в камере нижнего теплофикационного отбора по расчету ПСГ1 и по расчету промежуточного отсека турбины), %	0,00396732
Расход пара в конденсатор в зависимости от давления в камере нижнего отбора (по уравнению пропускной характеристики повор. диафрагмы), кг/с	2,676645088
Целевая ячейка 2 (Итеративная разность значений расхода пара в конденсатор), кг/с	0,0066451

В ячейке C21 переменная ИсхДанные!I16 - это $\alpha_{\text{тэц}}$ с рабочего листа исходных данных

0,001018221

Удельный объем сетевой воды на выходе сетевого насоса первой ступени

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ И ЭНТАЛЬПИИ В КАМЕРАХ ОТБОРОВ
на 1 итерации по данным опорного режима

Турбоустановка Т-110-12,8

Температура обратной сетевой воды, °C	62,7
Теплофикационная нагрузка, МВт	192
Расход сетевой воды, кг/с	980

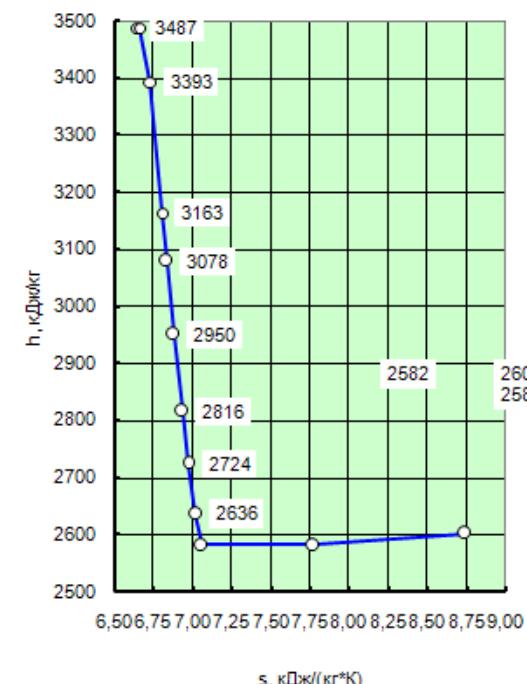
Температура и расход охлаждающей воды 19 °C 8000 м3/ч

Принимаем расход свежего пара в рассчитываемом режиме на 1 итерации, кг/с 125,6

Расход острого пара в опорном режиме 125

Отношение расходов свежего пара 1,005

Номер отбора	Давление в камере отбора в опорном режиме МПа	Исходное давление в камере отбора в рассчитываемом режиме на 1 итерации	Расход пара через отсек в опорном режиме кг/с	КПД отсека в опорном режиме о.е.	КПД в рассчитываемом режиме (сух/вл)	Энталпия пара в камере отбора в изоинтропном процессе	Энталпия пара в камере отбора на 1 итерации кДж/кг	Энтропия пара в камере отбора на 1 итерации кДж/(кг*К)	Степень сухости пара, о.е.
Свежий пар	12,75	12,75	125,00	-	-	-	3487,0	6,636	-
Перед 1 ст.	12,1125	12,151	124,47	-	-	-	3487,0	6,656	-
РС	7,780	7,8173	124,47	0,632	0,635	3338,6	3392,8	6,728	-
1	3,110	3,1270	123,39	0,831	0,831	3116,7	3163,3	6,801	-
2	2,119	2,1321	117,60	0,82	0,82	3059,7	3078,3	6,833	-
3	1,138	1,1490	110,36	0,842	0,842	2926,4	2950,4	6,879	-
4	0,535	0,5492	104,28	0,848	0,848	2791,4	2815,6	6,932	-
5	0,289	0,3115	101,50	0,85	0,85	2707,5	2723,7	6,972	
6	0,1275	0,1706	97,19	0,833	0,833	2618,2	2635,8	7,017	0,971489
7	0,0644	0,1128	59,44	0,847	0,79	2567,1	2581,5	7,056	0,956076
Перед 1 ст. ЦНД	0,0226	-	-	-	-	-	2581,5	7,770	0,9864
выхлоп	0,00294	0,0031	8,166	нет	-0,04	2096,8	2600,9	8,740	-
Расход пара через последний отсек турбины с учетом плотности поворотной диафрагмы, кг/с 2,664									
Температура свежего пара		555 °C	Давление свежего пара, МПа				12,75		

График процесса расширения пара в турбине в координатах *hs*-диаграммы

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ И ЭНТАЛЬПИИ В КАМЕРАХ ОТБОРОВ

на 2 итерации по данным опорного режима

Турбоустановка Т-110-12,8

Температура обратной сетевой воды, °C

62,7

Теплофикационная нагрузка, МВт

192

Расход сетевой воды, кг/с

980

Температура и расход охлаждающей воды

19 °C

8000 м3/ч

Принимаем расход свежего пара в рассчитываемом режиме на 2 итерации, кг/с

120

Расход острого пара в опорном режиме

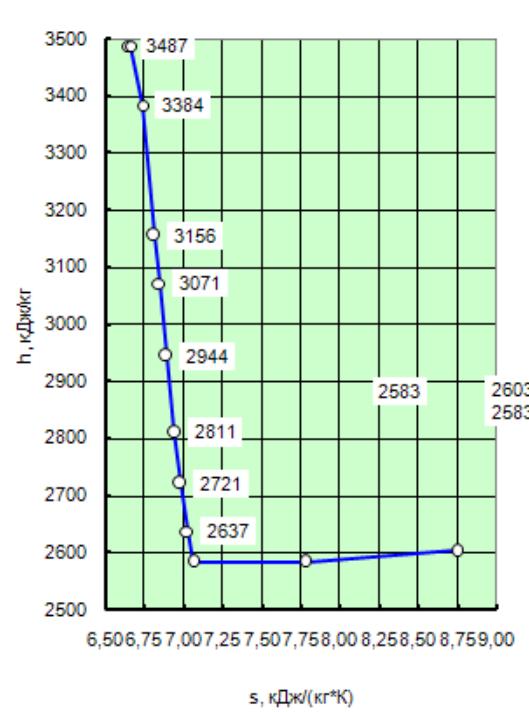
125

Отношение расходов свежего пара

0,960

Номер отбора	Давление в камере отбора в опорном режиме МПа	Исходное давление в камере отбора в рассчитываемом режиме на 2 итерации	Расход пара через отсек в опорном режиме кг/с	КПД отсека в опорном режиме о.е.	КПД в рассчитываемом режиме (сух/вл)	Энталпия пара в камере отбора в изоинтропном процессе	Энталпия пара в камере отбора на 2 итерации кДж/кг	Энтропия пара в камере отбора на 2 итерации кДж/(кг*К)	Степень сухости пара, о.е.
Свежий пар	12,75	12,75	125,00	-	-	-	3487,0	6,636	-
Перед 1 ст.	12,1125	12,151	124,47	-	-	-	3487,0	6,656	-
РС	7,780	7,4688	124,47	0,632	0,635	3324,1	3383,6	6,736	-
1	3,110	2,9880	123,39	0,831	0,831	3109,1	3155,5	6,809	-
2	2,119	2,0377	117,60	0,82	0,82	3052,5	3071,1	6,841	-
3	1,138	1,0989	110,36	0,842	0,842	2920,3	2944,1	6,886	-
4	0,535	0,5272	104,28	0,848	0,848	2786,8	2810,7	6,940	-
5	0,289	0,3018	101,50	0,85	0,85	2704,9	2720,8	6,979	
6	0,1275	0,1706	97,19	0,833	0,833	2620,8	2637,5	7,022	0,972256
7	0,0644	0,1129	59,44	0,847	0,79	2568,8	2583,2	7,060	0,956822
Перед 1 ст. ЦНД	0,0226	-	-	-	-	-	2583,2	7,775	0,987114
выхлоп	0,00294	0,0031	8,166	нет	-0,04	2098,1	2602,6	8,745	-
Расход пара через последний отсек турбины с учетом плотности поворотной диафрагмы, кг/с									
Температура свежего пара		555 °C	Давление свежего пара, МПа				12,75		

График процесса расширения пара в турбине в координатах h-s-диаграммы



**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ И ЭНТАЛЬПИИ В КАМЕРАХ ОТБОРОВ
на 3 итерации по данным опорного режима**

Турбоустановка Т-110-12,8

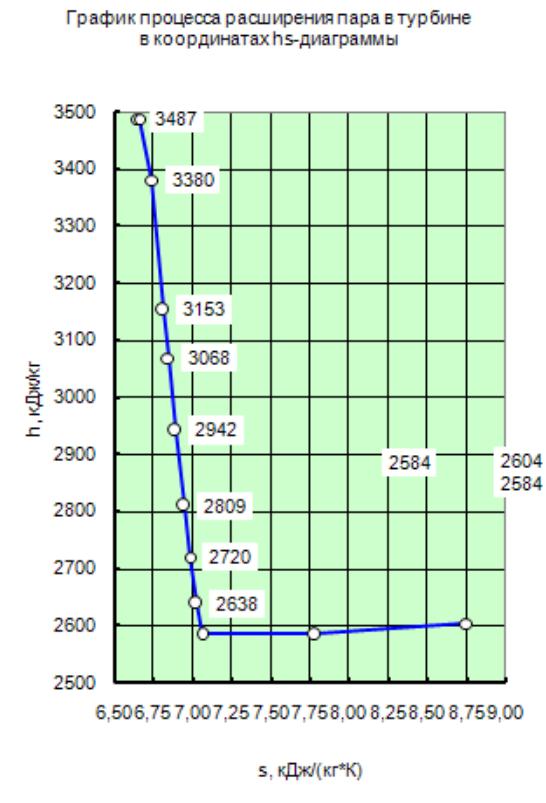
Температура обратной сетевой воды, °C	62,7
Теплофизическанская нагрузка, МВт	192
Расход сетевой воды, кг/с	980

Температура и расход охлаждающей воды 19 °C 8000 м3/ч

Принимаем расход свежего пара в рассчитываемом режиме на 3 итерации, кг/с 118

Расход острого пара в опорном режиме	125
Отношение расходов свежего пара	0,944

Номер отбора	Давление в камере отбора в опорном режиме МПа	Исходное давление в камере отбора в рассчитываемом режиме на 3 итерации	Расход пара через отсек в опорном режиме кг/с	КПД отсека в опорном режиме о.е.	КПД в рассчитываемом режиме (сух/вл)	Энталпия пара в камере отбора в изоинтропном процессе	Энталпия пара в камере отбора на 3 итерации кДж/кг	Энтропия пара в камере отбора на 3 итерации кДж/(кг*К)	Степень сухости пара, о.е.
Свежий пар	12,75	12,75	125,00	-	-	-	3487,0	6,636	-
Перед 1 ст.	12,1125	12,151	124,47	-	-	-	3487,0	6,656	-
РС	7,780	7,3443	124,47	0,632	0,635	3318,8	3380,2	6,738	-
1	3,110	2,9383	123,39	0,831	0,831	3106,4	3152,6	6,812	-
2	2,119	2,0040	117,60	0,82	0,82	3049,9	3068,4	6,843	-
3	1,138	1,0810	110,36	0,842	0,842	2918,0	2941,8	6,889	-
4	0,535	0,5193	104,28	0,848	0,848	2785,1	2808,9	6,943	-
5	0,289	0,2984	101,50	0,85	0,85	2704,0	2719,7	6,981	
6	0,1275	0,1706	97,19	0,833	0,833	2621,8	2638,1	7,023	0,972542
7	0,0644	0,1132	59,44	0,847	0,79	2569,9	2584,3	7,061	0,957208
Перед 1 ст. ЦНД	0,0226	-	-	-	-	-	2584,3	7,777	0,987496
выхлоп	0,00294	0,0031	8,166	нет	-0,04	2098,5	2603,7	8,748	-
Расход пара через последний отсек турбины с учетом плотности поворотной диафрагмы, кг/с						2,674			-
Температура свежего пара	555 °C					Давление свежего пара, МПа	12,75		



ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ И ЭНТАЛЬПИИ В КАМЕРАХ ОТБОРОВ
на 4 итерации по данным опорного режима

Турбоустановка Т-110-12,8

Температура обратной сетевой воды, °C	62,7
Теплофикационная нагрузка, МВт	192
Расход сетевой воды, кг/с	980

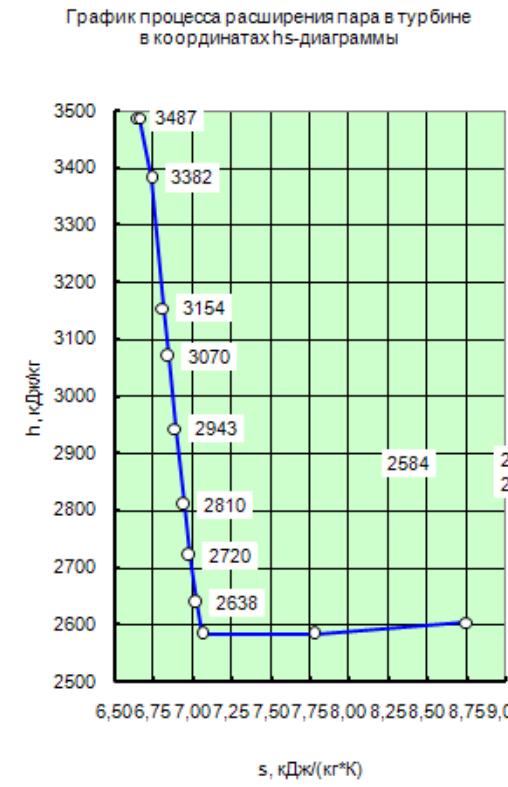
Температура и расход охлаждающей воды 19 °C 8000 м3/ч

Принимаем расход свежего пара в рассчитываемом режиме на 4 итерации, кг/с 119,1

Расход острого пара в опорном режиме 125

Отношение расходов свежего пара 0,953

Номер отбора	Давление в камере отбора в опорном режиме МПа	Исходное давление в камере отбора в рассчитываемом режиме на 4 итерации	Расход пара через отсек в опорном режиме кг/с	КПД отсека в опорном режиме о.е.	КПД в рассчитываемом режиме (сух/вл)	Энталпия пара в камере отбора в изоинтропном процессе	Энталпия пара в камере отбора на 4 итерации кДж/кг	Энтропия пара в камере отбора на 4 итерации кДж/(кг*К)	Степень сухости пара, о.е.
Свежий пар	12,75	12,75	125,00	-	-	-	3487,0	6,636	-
Перед 1 ст.	12,1125	12,151	124,47	-	-	-	3487,0	6,656	-
РС	7,780	7,4128	124,47	0,632	0,635	3321,7	3382,0	6,737	-
1	3,110	2,9656	123,39	0,831	0,831	3107,9	3154,2	6,810	-
2	2,119	2,0225	117,60	0,82	0,82	3051,4	3069,9	6,842	-
3	1,138	1,0909	110,36	0,842	0,842	2919,3	2943,1	6,888	-
4	0,535	0,5236	104,28	0,848	0,848	2786,0	2809,9	6,941	-
5	0,289	0,3003	101,50	0,85	0,85	2704,5	2720,3	6,980	
6	0,1275	0,1706	97,19	0,833	0,833	2621,2	2637,8	7,023	0,972384
7	0,0644	0,1133	59,44	0,847	0,79	2569,8	2584,0	7,060	0,957095
Перед 1 ст. ЦНД	0,0227	-	-	-	-	-	2584,0	7,776	0,987392
выхлоп	0,00294	0,0031	8,166	нет	-0,04	2098,2	2603,5	8,748	-
Расход пара через последний отсек турбины с учетом плотности поворотной диафрагмы, кг/с 2,677									
Температура свежего пара		555 °C	Давление свежего пара, МПа				12,75		



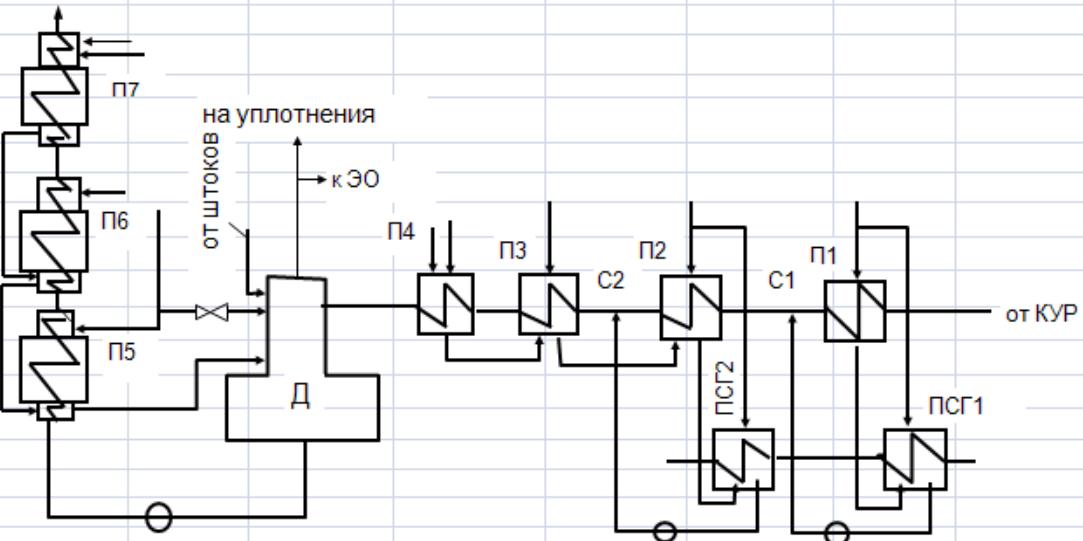
КУРСОВАЯ РАБОТА

Турбоустановка Т-110-12,8

РАСЧЕТ РАСХОДОВ ПАРА И КОНДЕНСАТА

В СИСТЕМЕ РЕГЕНЕРАТИВНОГО ПОДОГРЕВА И В ТЕПЛОФИКАЦИОННОЙ УСТАНОВКЕ
(на 1 итерации)

Выполнил студент:

Расход свежего пара, кг/с **125,60**Теплофикационная нагрузка, МВт **192**Температура обратной сетевой воды, °C **62,7**Расход и энталпия протечек пара через штоки клапанов в деаэратор, кг/с **0,6** 3487,0Энталпия пара на выходе регул.ступени ЦВД **3338,6**Расход и энталпия пара из деаэратора на концевые уплотнения и эжекторы **1,1** 2755,3Расход и энталпия пара из переднего уплотнения ЦВД в ПВД7 **0,9** 3338,6Давление питательного насоса (ΔP), МПа **21,935**Давление в конденсаторе турбины, МПа **0,0031**Сумма расходов пара в реген.подогреватели из отборов **26,9**Расход питательной воды принят равным расходу свежего пара **125,6**давление в насосе, Мпа **21,346**удельный объем на входе в ПН, м³/кг **0,001100**подогрев в насосе, кДж/кг **28,236**Тепловая мощность сальникового подогревателя, кВт **3894**Тепловая мощность охладителей эжекторов, кВт **1400**Минимально-допустимый расход осн.конденсата через КН, кг/с **39**

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
Элементы тепловой схемы	Давление в камере отбора Мпа	Давление в подогревателе	Температура насыщения	Температурный напор (подогрев)	Недоизжадение	Темпера-тура основного конденсата на выходе	Энталпия греющего пара кДж/кг	Энталпия слива конденсата греющего пара	Энталпия основного конденсата на выходе	Энталпия основного конденсата на выходе	Коэф. учета рассеивания теплоты	Расход основного конденсата на выходе	Расход основного конденсата на входе	Расход греющего пара, кг/с	Расход слива конденсата	Расход дополнительных потоков	Давление питат.воды (осн.конд) на выходе Мпа
ПВД7	3,1270	3,0019	233,89	-0,5	10	234,39	3163,33	953,322	1014,625	914,169	1,007	125,60	125,60	4,778	5,678	0,9	20,835
ПВД6	2,1321	2,0469	213,56	1,5	12	212,06	3078,34	826,591	914,169	783,367	1,007	125,60	125,60	7,028	12,705		21,085
ПВД5	1,1490	1,1030	184,19	2,0	14	182,19	2950,42	744,223	783,367	695,488	1,006	125,60	125,60	4,559	17,264		21,335
ПН						161,67	*	*	695,488	667,252	*	125,60	125,60	*	*		21,935
Деаэратор	1,1490	0,5886	158,08	0	*	158,08	2950,42	*	667,252	645,316	1,006	125,60	107,89	0,975	*	0,5 ; 1,13	
ПНД4	0,5492	0,5218	153,45	0,5	*	152,95	2815,59	647,160	645,316	553,604	1,005	107,89	107,89	3,404	4,404	1,00	1,041
ПНД3	0,3115	0,2959	133,05	1,5	*	131,55	2723,74	559,440	553,604	463,980	1,005	107,89	107,89	4,312	8,716		1,141
C2	Небаланс энталпии на входе в ПНД3 и выходе из C2						0,006	463,986	465,796	*	107,89	74,78	*	*			C2
ПНД2	0,1706	0,1603	113,36	2,5	*	110,86	2635,79	475,595	465,796	424,260	1,005	74,78	74,78	1,107	9,823		1,241
ПСГ2	0,1706	0,1586	113,03	4,5	*	108,53	2635,79	474,220	455,549	405,071	1,004	993,70	993,70	23,291	33,114		0,666
C1	Небаланс энталпии на входе в ПНД2 и выходе из C1						0,005	424,265	413,097	*	74,78	8,38	*	*			C1
ПНД1	0,1128	0,1083	101,85	3,5	*	98,35	2581,54	426,926	413,097	234,620	1,004	8,377129	8,38	0,697	0,697		1,341
ПСГ1	0,1128	0,1072	101,56	5,0	*	96,56	2581,54	425,674	405,071	263,100	1,004	993,70	993,70	65,703	66,399		0,733
КУР	Небаланс энталпии на входе в П1 и выходе из КУР						0,004	234,624	234,624	*				*	*	35,423	1,441
СП						55,70	*	*	234,624	*	1,003			*	*		1,741
ЭО + ЭУ						*	*	*	*	*	1,003			*	*		1,711
КН						26,83	*	*	114,128	111,872		43,80	43,80	*	*		1,781
Конденсатор	0,0031	24,68		26,68	2600,93	*	111,872										КН

Удельная теплота, отдаваемая греющим паром в ПСГ2, кДж/кг **2161,6**Удельная теплота, отдаваемая греющим паром в ПСГ1, кДж/кг **2155,9**Среднее значение удельной теплоты, отдаваемой паром в ПСГ **1,252**

КУРСОВАЯ РАБОТА

Турбоустановка Т-110-12,8

РАСЧЕТ РАСХОДОВ ПАРА И КОНДЕНСАТА

В СИСТЕМЕ РЕГЕНЕРАТИВНОГО ПОДОГРЕВА И В ТЕПЛОФИКАЦИОННОЙ УСТАНОВКЕ
(на 2 итерации)

Выполнил студент:

Расход свежего пара, кг/с	120,00
Теплофикационная нагрузка, МВт	192
Температура обратной сетевой воды, °C	62,7
Расход и энталпия протечек пара через штоки клапанов в деаэратор, кг/с	0,6
Энталпия пара на выходе регул.ступени ЦВД	3324,1
Расход и энталпия пара из деаэратора на концевые уплотнения и эжекторы	1,1
Расход и энталпия пара из переднего уплотнения ЦВД в ПВД7	2755,3
Давление питательного насоса (ΔP), МПа	0,9
Давление в конденсаторе турбины, МПа	0,0031

Сумма расходов пара в реген.подогреватели из отборов

Расход питательной воды принят равным расходу свежего пара

Элементы тепловой схемы	Давление в камере отбора	Давление в подогревателе	Температура насыщения	Температурный напор (подогрев)	Недоохлаждение	Темпера-тура основного конден-сата на выходе	Энталпия греющего пара кДж/кг	Энталпия слива конденсата греющего пара	Энталпия основного конденсата на выходе	Энталпия основного конденсата на входе	Коэф. учета рассеиваний теплоты	Расход основного конден-сата на выходе	Расход основного конден-сата на входе	Расход греющего пара, кг/с	Расход слива конден-сата	Расход дополнительных потоков	Давление питат.воды (осн.конд) на выходе	Мпа
	Мпа	Мпа	Мпа	Мпа		Мпа	Мпа	Мпа	Мпа	Мпа	Мпа	Мпа	Мпа	Мпа	Мпа	Мпа	Мпа	
ПВД7	2,9880	2,8684	231,38	-0,5	10	231,88	3155,51	942,720	1003,192	903,999	1,007	120,00	120,00	4,448	5,348	0,9	20,835	ПВД7
ПВД6	2,0377	1,9562	211,27	1,5	12	209,77	3071,08	817,779	903,999	774,851	1,007	120,00	120,00	6,629	11,978		21,085	ПВД6
ПВД5	1,0989	1,0550	182,22	2,0	14	180,22	2944,10	744,197	774,851	695,488	1,006	120,00	120,00	3,954	15,932		21,335	ПВД5
ПН						161,67	*	*	695,488	667,252	*	120,00	120,00	*	*		21,935	ПН
Деаэратор	1,0989	0,5886	158,08	0	*	158,08	2944,10	*	667,252	638,619	1,006	120,00	103,32	1,273	*	0,5 ; 1,13		Д
ПНД4	0,5272	0,5008	151,90	0,5	*	151,40	2810,70	640,445	638,619	549,050	1,005	103,32	103,32	3,102	4,102	1,00	1,041	ПНД4
ПНД3	0,3018	0,2867	131,99	1,5	*	130,49	2720,78	554,874	549,050	463,845	1,005	103,32	103,32	3,923	8,025		1,141	ПНД3
C2	Небаланс энталпии на входе в ПНД3 и выходе из C2					0,002	463,843	465,796		*	103,32	70,98	*	*			C2	
ПНД2	0,1706	0,1603	113,36	2,5	*	110,86	2637,49	475,595	465,796	424,840	1,005	70,98	70,98	1,057	9,082		1,241	ПНД2
ПСГ2	0,1706	0,1586	113,03	4,5	*	108,53	2637,49	474,220	455,549	405,101	1,004	993,70	993,70	23,260	32,342		0,666	ПСГ2
C1	Небаланс энталпии на входе в ПНД2 и выходе из C1					0,006	424,834	413,127		*	70,98	4,90	*	*			C1	
ПНД1	0,1129	0,1083	101,86	3,5	*	98,36	2583,23	426,955	413,127	232,060	1,004	4,903055	4,90	0,413	0,413		1,341	ПНД1
ПСГ1	0,1129	0,1072	101,56	5,0	*	96,56	2583,23	425,703	405,101	263,100	1,004	993,70	993,70	65,666	66,079		0,733	ПСГ1
КУР	Небаланс энталпии на входе в П1 и выходе из КУР					0,003	232,057	232,057		*			*	*	38,897	1,441	КУР	
СП						55,08	*	*	232,057		1,003			*	*		1,741	СП
ЭО + ЭУ						*	*	*	*		1,003			*	*		1,711	ЭО+ЭУ
KН						26,83	*	*	114,128	111,872		43,80	43,80	*	*		1,781	КН
Конденсатор	0,0031	24,68				26,68	2602,64	*	111,872									

Удельная теплота, отдаваемая греющим паром в ПСГ2, кДж/кг

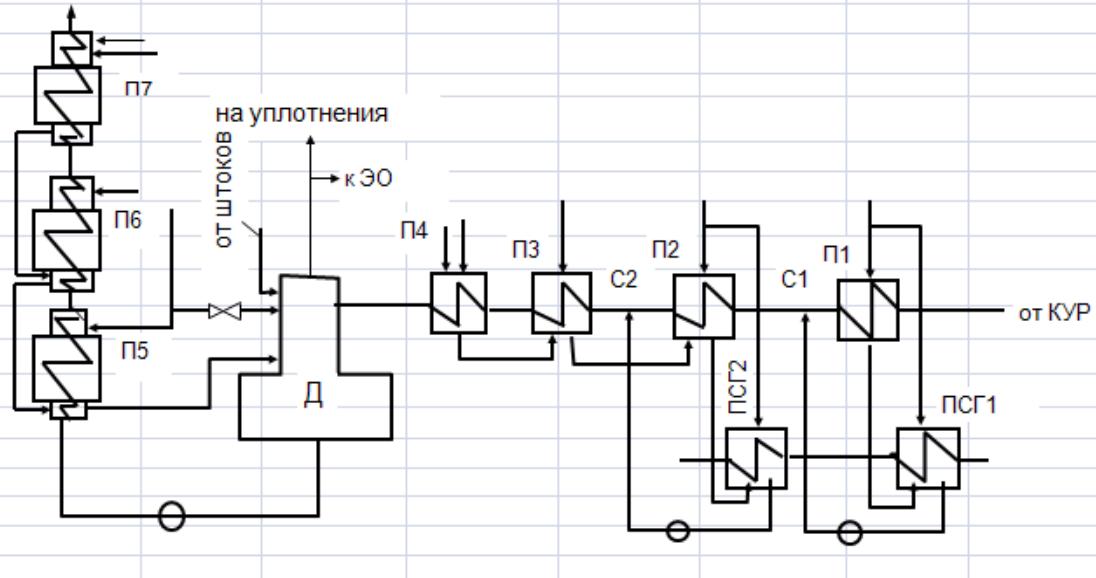
2163,3

Удельная теплота, отдаваемая греющим паром в ПСГ1, кДж/кг

2157,5

Среднее значение удельной теплоты, отдаваемой паром в ПСГ

1,252



КУРСОВАЯ РАБОТА

Турбоустановка Т-110-12,8

РАСЧЕТ РАСХОДОВ ПАРА И КОНДЕНСАТА

В СИСТЕМЕ РЕГЕНЕРАТИВНОГО ПОДОГРЕВА И В ТЕПЛОФИКАЦИОННОЙ УСТАНОВКЕ
(на 3 итерации)

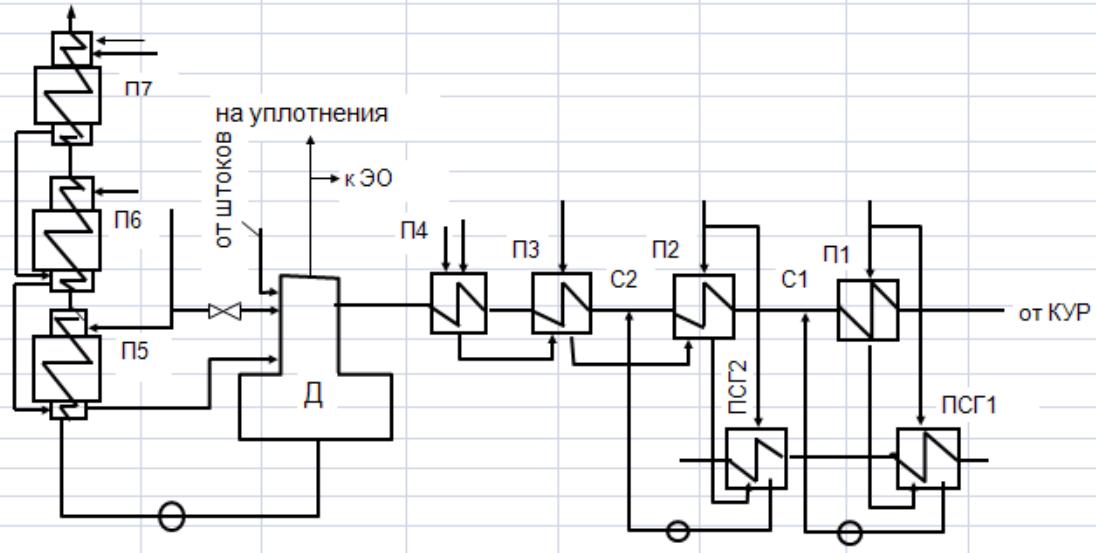
Выполнил студент

Расход свежего пара, кг/с	118
Теплофикационная нагрузка, МВт	192
Температура обратной сетевой воды, °С	62,7
Расход и энталпия протечек пара через штоки клапанов в деаэратор, кг/с	0,6
Энталпия пара на выходе регул.ступени ЦВД	3487,0
Расход и энталпия пара из деаэратора на концевые уплотнения и эжекторы	3318,8
Расход и энталпия пара из переднего уплотнения ЦВД в ПВД7	1,1
Давление питательного насоса (ΔP), МПа	2755,3
Давление в конденсаторе турбины, МПа	0,9
Давление в конденсаторе турбины, МПа	21,935

Сумма расходов пара в реген.подогреватели из отборов	24,1
Расход питательной воды принят равным расходу свежего пара	118,0

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	
Элементы тепловой схемы	Давление в камере отбора Мпа	Давление в подогревателе	Температура насыщения	Температурный напор (недогрев)	Недоизжадение	Темпера-тура основного конден-сата на выходе	Энталпия греющего пара кДж/кг	Энталпия слива конденсата греющего пара	Энталпия основного конденсата на выходе	Энталпия основного конденсата на выходе	Коэф. учета рассеивания теплоты	Расход основного конден-сата на выходе	Расход основного конден-сата на входе	Расход греющего пара, кг/с	Расход слива конден-сата	Расход дополнительных потоков	Давление питат.воды (осн.конд) на выходе Мпа	
ПВД7	2,9383	2,8208	230,47	-0,5	10	230,97	3152,65	938,850	999,019	900,285	1,007	118,00	118,00	4,332	5,232	0,9	20,835	
ПВД6	2,0040	1,9238	210,43	1,5	12	208,93	3068,42	814,562	900,285	771,741	1,007	118,00	118,00	6,488	11,720		21,085	
ПВД5	1,0810	1,0378	181,50	2,0	14	179,50	2941,79	744,188	771,741	695,488	1,006	118,00	118,00	3,744	15,464		21,335	
ПН						161,67	*	*	695,488	667,252	*	118,00	118,00	*	*		21,935	
Деаэратор	1,0810	0,5886	158,08	0	*	158,08	2941,79	*	667,252	636,182	1,006	118,00	101,69	1,375	*	0,5 ; -1,13	ПВД7	
ПНД4	0,5193	0,4933	151,33	0,5	*	150,83	2808,93	638,002	636,182	547,411	1,005	101,69	101,69	2,995	3,995	1,00	1,041	ПВД6
ПНД3	0,2984	0,2835	131,60	1,5	*	130,10	2719,73	553,231	547,411	463,780	1,005	101,69	101,69	3,789	7,783		1,141	ПВД5
C2	Небаланс энталпии на входе в ПНД3 и выходе из C2							0,006	463,774	465,796	*	101,69	69,80	*	*		C2	
ПНД2	0,1706	0,1603	113,36	2,5	*	110,86	2638,13	475,595	465,796	425,420	1,005	69,80	69,80	1,030	8,814		1,241	ПНД4
ПСГ2	0,1706	0,1586	113,03	4,5	*	108,53	2638,13	474,220	455,549	405,473	1,004	993,70	993,70	23,082	31,895		0,666	ПНД3
C1	Небаланс энталпии на входе в ПНД2 и выходе из C1							0,005	425,415	413,500	*	69,80	3,67	*	*		C1	
ПНД1	0,1132	0,1087	101,95	3,5	*	98,45	2584,25	427,329	413,500	235,300	1,004	3,672146	3,67	0,305	0,305		1,341	ПНД4
ПСГ1	0,1132	0,1075	101,65	5,0	*	96,65	2584,25	426,077	405,473	263,100	1,004	993,70	993,70	65,819	66,123		0,733	ПНД3
КУР	Небаланс энталпии на входе в П1 и выходе из КУР							0,010	235,290	235,290	*			*	*	38,638	КУР	
СП						55,86	*	*	235,290	*	1,003			*	*		1,741	СП
ЭО + ЭУ						*	*	*	*	*	1,003			*	*		1,711	ЭО+ЭУ
КН						26,83	*	*	114,128	111,872		42,31	42,31	*	*		1,781	КН
Конденсатор	0,0031	24,68				26,68	2603,68	*	111,872									

Удельная теплота, отдаваемая греющим паром в ПСГ2, кДж/кг	2163,9
Удельная теплота, отдаваемая греющим паром в ПСГ1, кДж/кг	2158,2
Среднее значение удельной теплоты, отдаваемой паром в ПСГ	1,253



КУРСОВАЯ РАБОТА

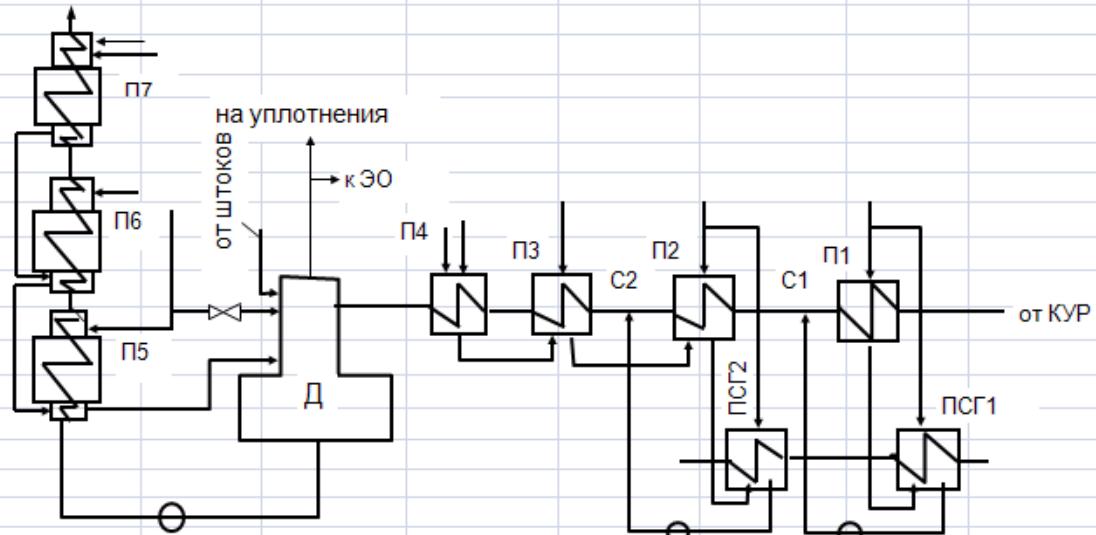
Турбоустановка Т-110-12,8

РАСЧЕТ РАСХОДОВ ПАРА И КОНДЕНСАТА

В СИСТЕМЕ РЕГЕНЕРАТИВНОГО ПОДОГРЕВА И В ТЕПЛОФИКАЦИОННОЙ УСТАНОВКЕ
(на 4 итерации)

Выполнил студент:

Расход свежего пара, кг/с	119,1
Теплофикационная нагрузка, МВт	192
Температура обратной сетевой воды, °C	62,7
Расход и энталпия протечек пара через штоки клапанов в деаэратор, кг/с	0,6
Энталпия пара на выходе регул.ступени ЦВД	3487,0
Расход и энталпия пара из деаэратора на концевые уплотнения и эжекторы	3321,7
Расход и энталпия пара из переднего уплотнения ЦВД в ПВД7	1,1
Давление питательного насоса (ΔP), МПа	2755,3
Давление в конденсаторе турбины, МПа	0,9
Давление в конденсаторе турбины, МПа	0,0031
Сумма расходов пара в реген.подогреватели из отборов	21,935
Расход питательной воды принят равным расходу свежего пара	119,1



давление в насосе, Мпа
удельный объём на входе в ПН, м³/кг
подогрев в насосе, кДж/кг

Тепловая мощность сальникового подогревателя, кВт	3763
Тепловая мощность охладителей эжекторов, кВт	1400
Минимально-допустимый расход осн.конденсата через КН, кг/с	39

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
Элементы тепловой схемы	Давление в камере отбора Мпа	Давление в подогревателе	Температура насыщения	Температурный напор (недогрев)	Недоохлаждение	Темпера-тура основного конден-сата на выходе	Энталпия греющего пара кДж/кг	Энталпия слива конденсата греющего пара	Энталпия основного конденсата на выходе	Энталпия основного конденсата на входе	Коэф. учета рассеивания теплоты	Расход основного конден-сата на выходе	Расход основного конден-сата на входе	Расход греющего пара, кг/с	Расход слива конден-сата	Расход дополнительных потоков	Давление питат.воды (осн.конд.) на выходе Мпа
ПВД7	2,9656	2,8470	230,97	-0,5	10	231,47	3154,22	940,984	1001,320	902,333	1,007	119,10	119,10	4,396	5,296	0,9	20,835
ПВД6	2,0225	1,9416	210,89	1,5	12	209,39	3069,88	816,336	902,333	773,457	1,007	119,10	119,10	6,566	11,862		21,085
ПВД5	1,0909	1,0472	181,90	2,0	14	179,90	2943,06	744,193	773,457	695,488	1,006	119,10	119,10	3,859	15,721		21,335
ПН						161,67	*	*	695,488	667,252	*	119,10	119,10	*	*		21,935
Деаэратор	1,0909	0,5886	158,08	0	*	158,08	2943,06	*	667,252	637,525	1,006	119,10	102,59	1,320	*	0,5 ; -1,13	Д
ПНД4	0,5236	0,4974	151,64	0,5	*	151,14	2809,90	639,348	637,525	548,313	1,005	102,59	102,59	3,054	4,054	1,00	1,041
ПНД3	0,3003	0,2852	131,81	1,5	*	130,31	2720,31	554,135	548,313	463,790	1,005	102,59	102,59	3,864	7,917		1,141
C2	Небаланс энталпии на входе в ПНД3 и выходе из C2							0,009	463,799	465,796	*	102,59	70,61	*	*		C2
ПНД2	0,1706	0,1603	113,36	2,5	*	110,86	2637,78	475,595	465,796	425,440	1,005	70,61	70,61	1,037	8,954		1,241
ПСГ2	0,1706	0,1586	113,03	4,5	*	108,53	2637,78	474,220	455,549	405,602	1,004	993,70	993,70	23,026	31,980		0,666
C1	Небаланс энталпии на входе в ПНД2 и выходе из C1							0,010	425,430	413,629	*	70,61	4,36	*	*		C1
ПНД1	0,1133	0,1088	101,98	3,5	*	98,48	2584,05	427,459	413,629	235,160	1,004	4,359102	4,36	0,362	0,362		1,341
ПСГ1	0,1133	0,1077	101,68	5,0	*	96,68	2584,05	426,206	405,602	263,100	1,004	993,70	993,70	65,888	66,250		0,733
КУР	Небаланс энталпии на входе в П1 и выходе из КУР							0,005	235,165	235,165	*		*	*	*	38,171	1,441
СП						55,83	*	*	235,165		1,003			*	*		1,741
ЭО + ЭУ						*	*	*	*	1,003				*	*		1,711
КН						26,83	*	*	114,128	111,872		42,53	42,53	*	*		1,781
Конденсатор	0,0031	24,68			26,68	2603,48	*	111,872									КН

Удельная теплота, отдаваемая греющим паром в ПСГ2, кДж/кг

Удельная теплота, отдаваемая греющим паром в ПСГ1, кДж/кг

Среднее значение удельной теплоты, отдаваемой паром в ПСГ

Удельный объем конденсата на входе в сливной насос ПСГ2

Удельный объем конденсата на входе в сливной насос ПСГ1

0,001054

0,0010446

Итеративный расчет давления и расхода по отсекам турбины

Расход рабочего пара на эжектор уплотнений и основной эжектор из Д

0,38

Элемент тепловой схемы	Утечки пара через уплотнения, кг/с							Сумма расходов утечек, кг/с	Энтальпия пара после смешения утечек
	уплотнение штоков клапанов	внутреннее уплотнение	переднее уплотнение ЦВД	заднее уплотнение ЦВД	переднее уплотнение ЦСД	заднее уплотнение ЦСД	уплотнение ЦНД		
П7			0,9					0,9	3392,79
Д	0,5							0,5	3487,01
П4			0,2	0,4	0,4			1	3209,22
СП			0,1	0,25	0,25			0,6	3201,57
ЭУ	0,1		0,15	0,15	0,15	0,1	0,1	0,75	2655,47
Суммарный расход из проточной части	0,6		1,2	0,65	0,65	0	0	3	***
Энтальпия утечек	3487,01		3392,79	3163,33	3163,33	2581,54	2755,30	***	***

КОНТРОЛЬ >	Суммарный расход потоков в конденсатор, кг/с	42,310
	Расход основного конденсата из конденсатора через КН	42,310
	Материальный небаланс в конденсаторе, кг/с	0,000

Номер отсека (по номеру отбора)	Давление в камере отбора в опорном режиме, МПа	Исходное давление в камере отбора на 2 итерации расчета	Исходное давление в камере отбора на 3 итерации расчета	Исходное давление в камере отбора на 4 итерации расчета	Расход пара через отсек в опорном режиме	Расход пара через отсек на 1 итерации	Расход пара через отсек на 2-й итерации	Расход пара через отсек на 3-й итерации	Расход пара через отсек на 4-й итерации	Итеративная разность расходов через отсек, кг/с	Энтальпия пара в камере отбора на 4 итерации
Свеж. пар	-	-	-	-	125	125,6	120,0	118	119,1		3487,01
Рег. ступень	7,779	7,816	7,468	7,4434	124,47	125,0	119,4	117,4	118,5	1,100	3382,04
1	3,110	3,1211	2,9814	2,9315	123,39	123,80	118,20	116,20	117,3	1,100	3154,22
2	2,119	2,1272	2,0332	1,9996	117,50	117,72	112,45	110,57	111,60	1,036	3069,88
3	1,138	1,1480	1,0988	1,0812	110,36	110,69	105,82	104,080	105,04	0,959	2943,06
4	0,535	0,5503	0,5289	0,5213	104,28	105,16	100,594	98,960	99,86	0,899	2809,90
5	0,289	0,3110	0,3019	0,2987	101,50	101,76	97,492	95,966	96,81	0,840	2720,31
6	0,1275	0,1706	0,17056	0,17056	97,19	97,44	93,569	92,177	92,94	0,765	2637,78
7	0,0644	0,1129	0,1132	0,1133	59,44	73,05	69,252	68,065	68,88	0,814	2584,05
Выхлоп турбины	0,00294	0,0033	0,0033	0,0033	8,17	6,65	3,173	1,942	2,63	0,687	2603,48

Расход пара через закрытые пов. диафрагмы ЦНД (по пропускной характеристике) >

2,669 2,674 2,677 2,681

Расчет мощности турбины Т-110-12,8

Расход и энталпия свежего пара, кг/с	119,10	3487,00
Утечки пара из проточной части турбины кг/с:		
через штоки клапанов в деаэратор и ЭУ	0,6	
через переднее уплотнение ЦВД	1,2	
через заднее уплотнение ЦВД	0,65	
через переднее уплотнение ЦСД	0,65	
Протечка в турбину через заднее уплотнение ЦСД	0,05	
Энталпия питательной воды		1001,32

Подогреватели	Расход пара в подогреватели
ПВД7	4,396
ПВД6	6,566
ПВД5	3,859
Деаэратор	1,320
ПНД4	3,054
ПНД3	3,864
ПНД2	1,037
ПСГ2	23,026
ПНД1	0,362
ПСГ1	65,888

Номер отсека	Номера ступеней в отсеке	Расход пара через отсек, кг/с	Энталпия на входе в отсек	Энталпия на выходе из отсека	Теплоперепад в отсеке, кДж/кг	Мощность отсека, кВт	Мощность отсека вырабатываемая теплофикационным потоком пара, кВт
РС	1	118,50	3487,00	3382,0	104,96	12437,8	9332,4
1	2 - 9	117,300	3382,04	3154,22	227,82	26722,8	20256,0
2	10 - 12	111,604	3154,22	3069,88	84,34	9412,5	7498,9
3	13 - 14	105,038	3069,88	2943,06	126,82	13321,4	11276,5
4	15 - 17	99,859	2943,06	2809,90	133,16	13296,9	11839,4
5	18 - 19	96,806	2809,90	2720,3	89,60	8673,6	7966,5
6	20 - 21	92,942	2720,31	2637,8	82,53	7670,6	7338,1
7	22 - 23	68,880	2637,78	2584,05	53,73	3700,8	3540,1
8	24 - 25	2,679	2584,05	2603,48	-19,43	-52,1	0
Сумма мощностей отсеков (внутренняя мощность турбины)					95184,3	79047,9	
тоже, МВт					95,184		

Потери мощности механические и в генераторе, кВт

Мощность электрическая на зажимах генератора, кВт :	93377	77240
---	-------	-------

Показатели энергетической эффективности турбоустановки в расчетном режиме

Расход теплоты турбоустановкой, кВт	296044,5
Расход теплоты на сетевые подогреватели, кВт	191993,9
Тепловая нагрузка сетевых подогревателей, кВт	191235,06
тоже в Гкал/ч	164,433
Контрольное значение КПД сетевых подогревателей	0,996
КПД турбоустановки с генератором по совместному производству электроэнергии и теплоты	0,961
Расход теплоты турбоустановкой на получение электрической мощности, кВт	104051
КПД турбоустановки с генератором по производству электроэнергии	0,897
Удельный расход теплоты на производство электроэнергии (брутто), кДж/(кВт ² *ч)	4011,5
Удельный расход пара турбоустановкой, кг/(кВт ² *ч)	4,59
Удельная выработка электроэнергии по теплофикационному циклу, (кВт ² *ч)/Гкал	469,7

Показатели энергоблока

Удельная теплота сгорания условного топлива, кДж/кг	29308
Энталпия пара на выходе из котла, кДж/кг	3490,49
Тепловая нагрузка котла, кВт	296459,59
КПД транспорта теплоты от котла к турбине	0,9986
КПД котла брутто	0,932
Расход теплоты топлива в котле, кВт, Гкал/ч	318089,69
Расход условного топлива, кг/с	10,853
Расход топлива относимый на вырабатываемую электроэнергию, кг/с	3,815
Расход топлива на выработку теплоты теплофикационных отборов кг/с	7,039
Удельный расход топлива на теплоту передаваемую сетевой воде, кг/ГДж	36,81
Удельный расход топлива на теплоту передаваемую сетевой воде, кг у.т./Гкал	154,043
Удельный расход топлива на выработку электроэнергии, г у.т.//(кВт ² *ч)	147,1
КПД брутто энергоблока по выработке электроэнергии	0,835
КПД энергоблока по совместному производству электроэнергии и теплоты	0,895

Показатели нетто

Коэффициент затрат электроэнергии на собственные нужды блока, от.ед.	0,035
Мощность электропривода сливных насосов ПСГ КсВ-320-160, кВт	160,3
Мощность электропривода сетевых насосов первого подъема СЭ-2500-60, кВт	805,0
Удельный расход топлива блоком на отпускаемую электроэнергию, г у.т.//(кВт ² *ч)	154,1
Удельный расход топлива блоком на теплоту переданную сетевой воде в ПСГ, кг/ГДж (с учетом затрат на транспорт до ПВК)	0,1333
тоже, в пересчете на 1 Гкал отпускаемой теплоты, кг/Гкал	155,01

Расход натурального топлива энергоблоком

Удельная теплота сгорания природного газа в кольце газопровода "Мострансгаз" (в нормальных условиях), кДж/м ³	33830
Плотность природного газа в нормальных условиях, кг/м ³	0,786
Удельная теплота сгорания природного газа в кольце "Мострансгаза", кДж/кг	43040,7
Расход натурального топлива, кг/с	7,390
Расход натурального топлива (в нормальных условиях), м ³ /с	9,403
Часовой расход природного газа (в нормальных условиях), м ³ /ч	33849,33