

ЗАДАНИЕ-2

Эксплуатация энергоблоков 2007/2008 уч. год (осенний семестр)

Для заданного варианта рассчитать и построить следующие зависимости:

1. Изменение электрической мощности турбины Т-110/120-130 при работе по тепловому графику.

2. Изменение температуры сетевой воды за СП-2 в зависимости от режима работы.

3. Изменение удельных расходов топлива на выработку электроэнергии и тепла отпускаемого из отборов турбины.

Объяснить характер полученных зависимостей.

Для расчетов использовать энергетические характеристики турбины.

$$Q_{TURB} = 122,11P_T + 2,326N - 1,314N_T + Q_T$$

$$N_T = 0,546(Q_T - 15,12)/(10P_T)^{0,14}$$

где Q_{TURB} -расход тепла в голову турбины (МДж/с);

Q_T -теплофикационная нагрузка отборов турбины (МДж/с);

N_T , N -электрическая мощность развиваемая турбиной при работе по тепловому графику, и по электрическому, соответственно (МВт);

P_T -давление в верхнем отопительном отборе (МПа).

Для всех режимов работы принять недогрев в сетевых подогревателях $\theta=5^{\circ}\text{C}$, а потери давления в подводящих трубопроводах $\Delta P=0,06P_{СП2}$. Максимально-допустимое давление в верхнем отопительном отборе принять $P_T=0,25\text{МПа}$.

Задание 2.

Используя диаграмму режимов для турбины Т-250/300-240 (рис.2) определить следующие изменения режимов работы:

Теплофикационная турбина работает по тепловому графику с тепловой нагрузкой Q_T (см табл.2) и температура сетевой воды за СП $t_{св}$ (см. табл 2). Используя диаграмму режимов определить, как изменится расход пара в голову турбины при переходе работы по электрическому графику с увеличением выработки эл. мощности на ΔN_2 (см. табл.2). Если тепловая нагрузка и ее параметры остаются неизменными.

Указания к выполнению задания.

Отпуск тепла от ТЭЦ осуществляется в соответствии с температурными графиками теплосети. При работе по такому температурному графику, первоначально максимально загружают теплофикационные отборы турбины и только при повышении давления в отборах выше допустимого или при увеличении тепловой нагрузки выше максимально возможной, включают ПВК, которые увеличивают отпуск тепла от станции в целом до заданного уровня. По заданному значению $t_{нв}$. находим по графику рис.1 температуру прямой и обратной сетевой воды.

Суммарная тепловая нагрузка блока определяется по выражению:

$$Q_{БЛ}=C_p \cdot G_{св} \cdot (t_{нп}-t_{оc}). \quad (1)$$

Если $Q_{БЛ}$ меньше 203,5 МВт, то нагрузка блока равна нагрузке отборов, а если $Q_{БЛ}$ больше 203,5МВт, то за нагрузку отборов принимается максимальная нагрузка отборов, равная $Q_T=203,5\text{МВт}$.

В этом случае температура воды за СП2 определяется из выражения:

$$t_{сп2}=t_{оc}+203,5/(C_p \cdot G_{св}) \quad (2)$$

Далее расчет производим в следующей последовательности. Давление в верхнем отборе определяем следующим образом:

сначала находим температуру насыщения в верхнем сетевом подогревателе:

$$t_{sncr2}=t_{нп}+v, \quad (3)$$

где v -недогрев воды в сетевом подогревателе, принимаем 5°C .

С учетом потери давления в подводящих трубопроводах находим давление в отборе:
 - по $t_{\text{спг}2}$ находим по таблицам свойств воды и водяного пара $P_{\text{спг}2}$, тогда

$$P_{\text{отб}2} = P_{\text{спг}2} + \Delta P \quad (4)$$

Далее по характеристикам находим N_T , Q_{TURB} . При работе турбоагрегата по тепловому графику считаем $N_T = N$.

Далее определим расход топлива на выработку эл. энергии и тепла.

$$Q_3 = Q_{\text{TURB}} - Q_T / \eta_{\text{псг}} \quad (5)$$

$$B_3 = Q_3 / Q_p^{**} \eta_{\text{тр}} \eta_{\text{ка}} \quad (6)$$

$$b_3^{\text{эп}} = B_3 / N_T \eta_{\text{эм}} \quad (7)$$

$$b_T = Q_T / Q_p^{**} \eta_{\text{псг}} \eta_{\text{ка}} \eta_{\text{тр}} \quad (8)$$

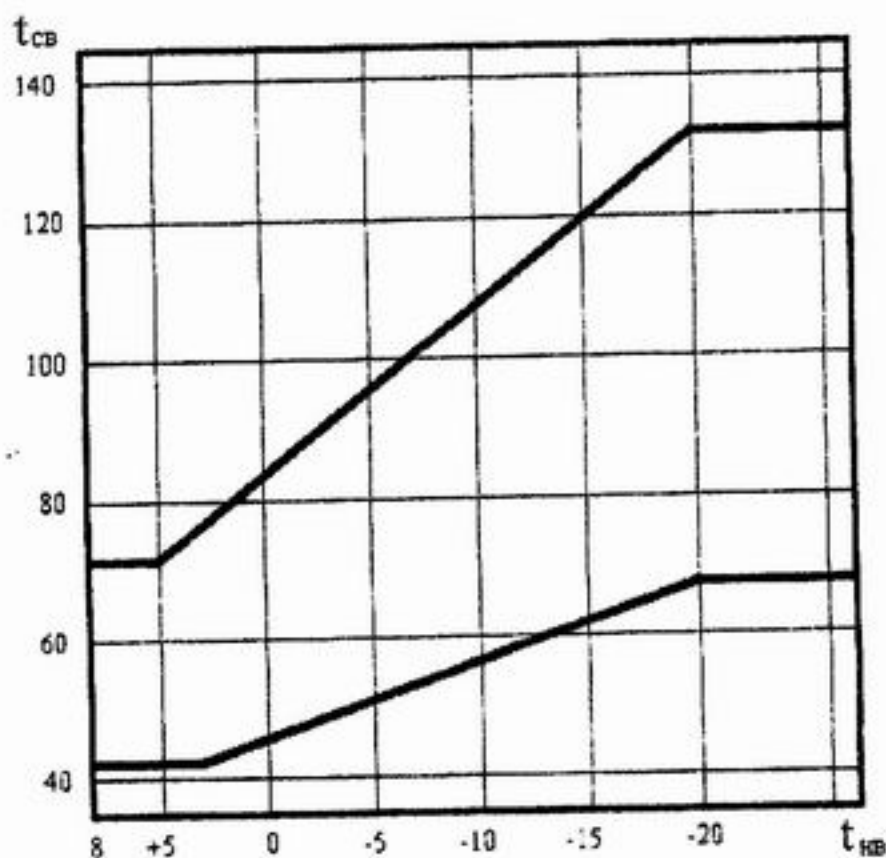


Рис. 1. Температурный график теплосети.

Таблица 1.

Исходные варианты.

№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
$t_{нв}, ^\circ\text{C}$	0, -10, -20	-3, -10, -15	-5, -15, -25	-3, -8, -18	-5, -12, -20	-0, -10, -20	-3, -10, -15	-2, -9, -27	-4, -11, -21	-5, -13, -26	-6, -14, -22	-1, -8, -18	-2, -7, -19	-7, -15, -23	
$t_{св}, ^\circ\text{C}$	0, -10, -20	-3, -10, -15	-5, -15, -25	-3, -8, -18	-5, -12, -20	-0, -10, -20	-3, -10, -15	-2, -9, -27	-4, -11, -21	-5, -13, -26	-6, -14, -22	-1, -8, -18	-2, -7, -19	-7, -15, -23	
$G_{св}, \text{кг/с}$	900					950					1000				
$G_{св}, \text{кг/с}$	1050					1100					1150				

Таблица 2.

№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
$Q_T, \text{МВт}$	200 300	210 310	220 320	240 340	230 330	250 340	260 330	270 320	280 310	290 340	215 265	225 275	235 285	245 295	
$t_{сп}, ^\circ\text{C}$	90/105					100/110					80/115				
$\Delta N_T, \text{МВт}$	20					15					10				

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**МОСКОВСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)**

Институт Теплоэнергетики и Технической Физики
КАФЕДРА ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ
СТАНЦИЙ

Практическое задание №5

по курсу

«Режимы работы и эксплуатации ТЭС»

«Показатели работы теплофикационной турбины при различной температуре
наружного воздуха»

Студент:

Группа:

Вариант : 11

Преподаватель: Куличихин В.В.

Задание №1

Исходные данные:

Температура наружного воздуха: $t_{нв} = \begin{pmatrix} -6 \\ -14 \\ -22 \end{pmatrix} \text{ } ^\circ\text{C}$

Расход сетевой воды: $G_{св} = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$

По температурному графику теплосети определяю температуры прямой и обратной сетевой воды, при заданной температуре наружного воздуха:

Температура прямой сетевой воды: $t_{пр} = \begin{pmatrix} 96 \\ 116 \\ 132 \end{pmatrix} \text{ } ^\circ\text{C}$

Температура обратной сетевой воды: $t_{oc} = \begin{pmatrix} 61 \\ 51 \\ 67 \end{pmatrix} \text{ } ^\circ\text{C}$

Средняя изобарная теплоёмкость для воды: $C_p = 4.19 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$

Тепловая нагрузка блока для трёх заданных значений температуры наружного воздуха:

$Q_{бл} = G_{св} \cdot C_p \cdot (t_{пр} - t_{oc}) \cdot 10^{-3}$ $Q_{бл} = \begin{pmatrix} 188.6 \\ 230.5 \\ 272.4 \end{pmatrix} \text{ МВт}$

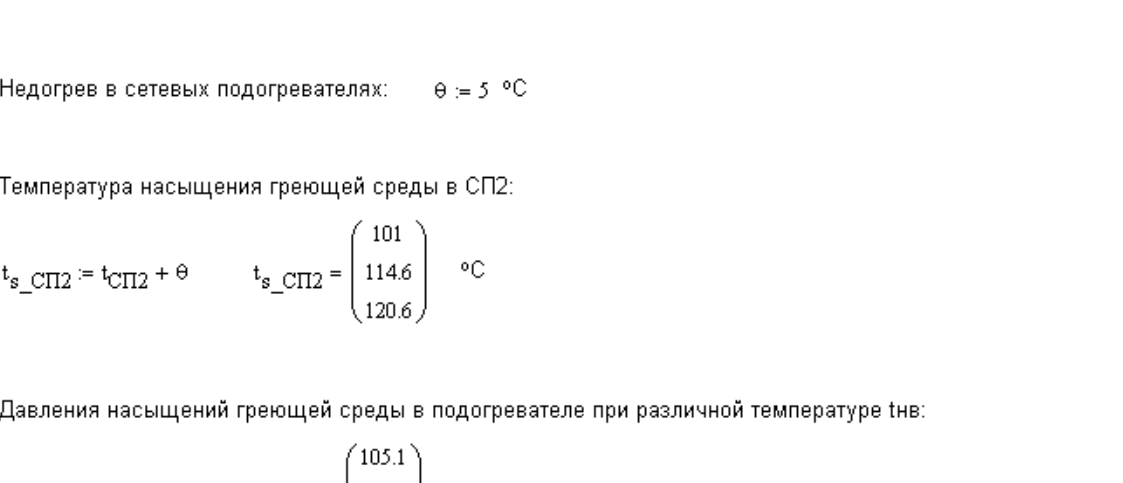
Величина максимальной тепловой нагрузки для отборов турбины составляет 203.5 МВт. Поэтому при заданных температурах наружного воздуха тепловая нагрузка отборов турбины составит:

$Q_T = \begin{pmatrix} Q_{бл1} \\ 203.5 \\ 203.5 \end{pmatrix}$ $Q_T = \begin{pmatrix} 188.6 \\ 203.5 \\ 203.5 \end{pmatrix} \text{ МВт}$

1. Изменение температуры сетевой воды за СП2 в зависимости от режима работы

Тогда значение температуры воды на выходе из СП2 составят:

$$t_{СП2} = \begin{pmatrix} t_{пр1} \\ t_{oc2} + \frac{203.5 \cdot 10^{-3}}{(G_{св} \cdot C_p)} \\ t_{oc3} + \frac{203.5 \cdot 10^{-3}}{(G_{св} \cdot C_p)} \end{pmatrix} \quad t_{СП2} = \begin{pmatrix} 96 \\ 109.6 \\ 115.6 \end{pmatrix} \text{ } ^\circ\text{C}$$



Недогрев в сетевых подогревателях: $\theta = 5 \text{ } ^\circ\text{C}$

Температура насыщения греющей среды в СП2:

$t_{с_СП2} = t_{СП2} + \theta$ $t_{с_СП2} = \begin{pmatrix} 101 \\ 114.6 \\ 120.6 \end{pmatrix} \text{ } ^\circ\text{C}$

Давления насыщений греющей среды в подогревателе при различной температуре тнв:

$P_{с_СП2} = \begin{pmatrix} 105.1 \\ 166.4 \\ 202.5 \end{pmatrix} \text{ кПа}$

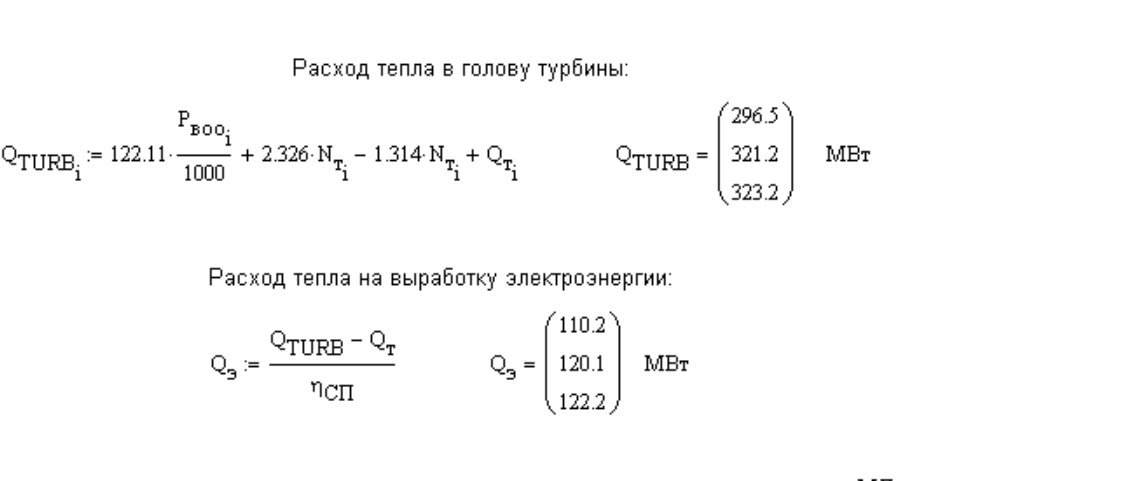
Давления в верхних отопительных отборах турбины, с учётом потерь:

$P_{воо} = P_{с_СП2} \cdot 1.06$ $P_{воо} = \begin{pmatrix} 111.4 \\ 176.4 \\ 214.7 \end{pmatrix} \text{ кПа}$

2. Изменение электрической мощности турбины Т-110/120-130 при работе по тепловому графику

$i = 1..3$

$N_{T_i} = 0.546 \cdot \frac{(Q_{T_i} - 15.12)}{\left(\frac{P_{воо_i}}{1000}\right)^{0.14}}$ $N_T = \begin{pmatrix} 93.27 \\ 95 \\ 92.42 \end{pmatrix} \text{ МВт}$



3. Изменение удельного расхода топлива на выработку электроэнергии и тепла, отпускаемого из отборов турбины

Задань следующие значениями:

Величина КПД сетевого подогревателя: $\eta_{СП} = 0.98$

Величина КПД котельного агрегата: $\eta_{ка} = 0.91$

Величина КПД транспорта теплоты: $\eta_{тр} = 0.99$

Электро - механический КПД турбоагрегата: $\eta_{эм} = 0.98$

Расход тепла в голову турбины:

$Q_{TURB_i} = 122.11 \cdot \frac{P_{воо_i}}{1000} + 2.326 \cdot N_{T_i} - 1.314 \cdot N_{T_i} + Q_{T_i}$ $Q_{TURB} = \begin{pmatrix} 296.5 \\ 321.2 \\ 323.2 \end{pmatrix} \text{ МВт}$

Расход тепла на выработку электроэнергии:

$Q_3 = \frac{Q_{TURB} - Q_T}{\eta_{СП}}$ $Q_3 = \begin{pmatrix} 110.2 \\ 120.1 \\ 122.2 \end{pmatrix} \text{ МВт}$

Значение низшей рабочей теплоты сгорания условного топлива: $Q_{н_р} = 29.3 \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$

Значения расходов топлива на выработку электроэнергии:

$B_3 = \frac{Q_3}{Q_{н_р} \cdot \eta_{тр} \cdot \eta_{ка}}$ $B_3 = \begin{pmatrix} 4.175 \\ 4.549 \\ 4.629 \end{pmatrix} \frac{\text{кг}}{\text{с}}$

Значения удельного расхода топлива на выработку электроэнергии:

$b_{3_i} = \frac{B_3 \cdot 3600}{N_{T_i} \cdot \eta_{эм}}$ $b_3 = \begin{pmatrix} 164 \\ 176 \\ 184 \end{pmatrix} \frac{\text{г}}{\text{кВт}\cdot\text{час}}$

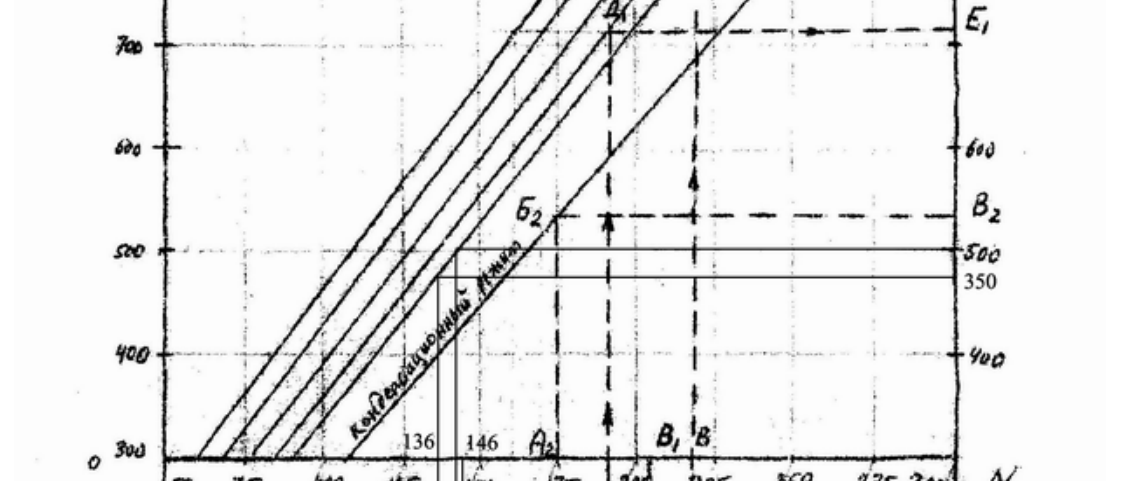
Значения расхода условного топлива на выработку тепловой энергии:

$B_T = \frac{Q_T}{Q_{н_р} \cdot \eta_{СП} \cdot \eta_{ка} \cdot \eta_{тр}}$ $B_T = \begin{pmatrix} 7.289 \\ 7.867 \\ 7.867 \end{pmatrix} \frac{\text{кг}}{\text{с}}$

Значения удельного расхода топлива на выработку тепловой энергии:

$b_{T_i} = \frac{B_T \cdot 3600}{Q_{T_i} \cdot \eta_{эм}}$ $b_T = \begin{pmatrix} 142 \\ 142 \\ 142 \end{pmatrix} \frac{\text{г}}{\text{кВт}\cdot\text{час}}$

Зависимость расходов топлива на выработку электрической и тепловой энергии от температуры наружного воздуха:



Зависимость удельных расходов топлива на выработку электрической и тепловой энергии от температуры наружного воздуха:



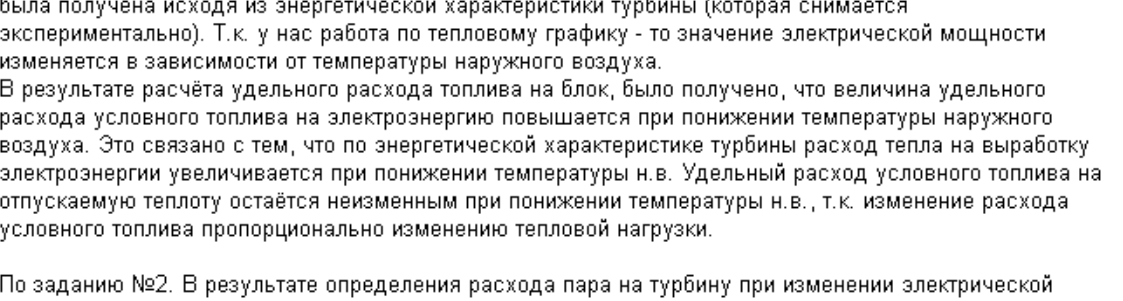
Задание №2

Исходные данные:

Тепловая нагрузка отборов турбины: $Q_T = 215 \text{ МВт}$

Температура воды за сетевым подогревателем: $t_{СП} = 80 \text{ } ^\circ\text{C}$

Изменение электрической мощности турбины: $\Delta N_T = 10 \text{ МВт}$



Электрическая нагрузка турбины в исходном режиме: $N_1 = 136 \text{ МВт}$

Электрическая нагрузка турбины во втором режиме:

$N_2 = N_1 + \Delta N_T$ $N_2 = 146 \text{ МВт}$

Значение расхода пара на турбину в первом режиме: $D_{01} = 350 \frac{\text{т}}{\text{ч}}$

Значение расхода пара на турбину во втором режиме: $D_{02} = 500 \frac{\text{т}}{\text{ч}}$

Выводы:

По заданию №1. В результате расчёта было получено, что температура прямой сетевой воды повышается при понижении температуры наружного воздуха. Это связано с тем, что потребителю надо больше теплоты при понижении температуры воздуха. Также связано с температурой обратной сетевой воды, т.к. она повышается при понижении температуры воздуха по температурному графику теплосети (т.е. является в данном случае исходными данными).
 Были получены результаты для расчёта изменения электрической мощности турбины при понижении температуры наружного воздуха и работе по тепловому графику. Зависимость получилась нелинейная - сначала, при понижении температуры воздуха мощность возрасла, затем упала. Данная зависимость была получена исходя из энергетической характеристики турбины (которая снимается экспериментально). Т.к. у нас работа по тепловому графику - то значение электрической мощности изменяется в зависимости от температуры наружного воздуха.
 В результате расчёта удельного расхода топлива на блок, было получено, что величина удельного расхода условного топлива на электроэнергию повышается при понижении температуры наружного воздуха. Это связано с тем, что по энергетической характеристике турбины расход тепла на выработку электроэнергии увеличивается при понижении температуры н.в. Удельный расход условного топлива на отпускаемую теплоту остаётся неизменным при понижении температуры н.в., т.к. изменение расхода условного топлива пропорционально изменению тепловой нагрузки.

По заданию №2. В результате определения расхода пара на турбину при изменении электрической мощности по диаграмме режимов теплофикационных турбин, был определен новый расход пара и получены навыки владения диаграммой режимов теплофикационных турбин.