

ЗАДАНИЕ

На рис.1 изображен фрагмент схемы регенерации некоторой турбины с номинальной (экономической) мощностью $N_H = N_3 = 210$ МВт и начальными параметрами пара $p_0 = 13$ МПа и $t_0 = 540^\circ\text{C}$. Вариантно в таблице задана температура питательной воды $t_{пв}$ за ПВД ПП при номинальной нагрузке и давлении $p_{пв} = 1,4 \cdot p_0$. Деаэратор питается греющим паром из 3-го отбора и является предвключенным к ПВД-3. В нем во всем рассматриваемом диапазоне нагрузок турбины поддерживается постоянное давление p_d , заданное в таблице вариантов. Определить, при какой частичной нагрузке надо перевести питание деаэратора паром с 3-го на 2-й отбор.

Дренажи греющего пара всех ПВД П1+П2+П3 по нормальной схеме при номинальной нагрузке каскадно сливаются в деаэратор. Определить, при какой частичной нагрузке f_1 надо сброс дренажа ПВД П3 перевести с деаэратора на ПНД П5, сохранив сброс дренажей из ПВД П1+П2 в деаэратор. При этом учесть наличие разности отметок установки деаэратора и ПВД ДН, заданной в таблице вариантов.

Давление пара в отборах турбины p_1 , p_2 и p_3 в номинальном режиме определить с учетом заданной $t_{пв}$ и при равных интервалах подогрева питательной воды в П1, П2 и П3 (подогревом питательной воды в питательном насосе – пренебречь). При определении p_4 исходить из условия подогрева основного конденсата в деаэраторе на 15°C . Давление основного конденсата в П4 принять равным $p_{кн}$ по таблице вариантов заданий.

Потерю давлений пара в линиях отборов на ПВД и ПНД принимать в размере 5%. При подводе пара в деаэратор, с учетом дополнительного сопротивления дроссельного клапана считать сопротивление трубопровода 10%. Недогрев воды в ПВД и ПНД ϑ принимать в соответствии с таблицей вариантов заданий.

Коэффициент холостого хода турбины $X = 0,05$.

Построить графики изменения давлений в отборах турбины p_1 , p_2 , p_3 , p_4 в зависимости от относительной нагрузки.

Построить по точкам, приняв $f = 1,0; 0,8; 0,6; 0,4$ и $0,2$, изменение температуры подогрева питательной воды и основного конденсата за всеми указанными подогревателями П1, П2, П3, Д и П4. Определить графически нагрузку, при которой питание деаэратора паром переключить с 2-го на 4-й отбор. Определить графически также нагрузку турбины, при которой дренаж из ПВД П3 с деаэратора следует перенести на ПНД П5.

Величины относительных нагрузок f_d и f_1 сопоставить с графиками $p_i = f(f)$.

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Номера вариантов	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	29	30
$t_{пв}, ^\circ\text{C}$	260		265		270		272		275	
$P_d, \text{МПа}$	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,7
$\vartheta, ^\circ\text{C}$	5									
	4									
	3									
$\Delta H, \text{м}$	20					21				
	22					23				
	24					25				
$P_{кн}, \text{МПа}$	1,5					2,0				

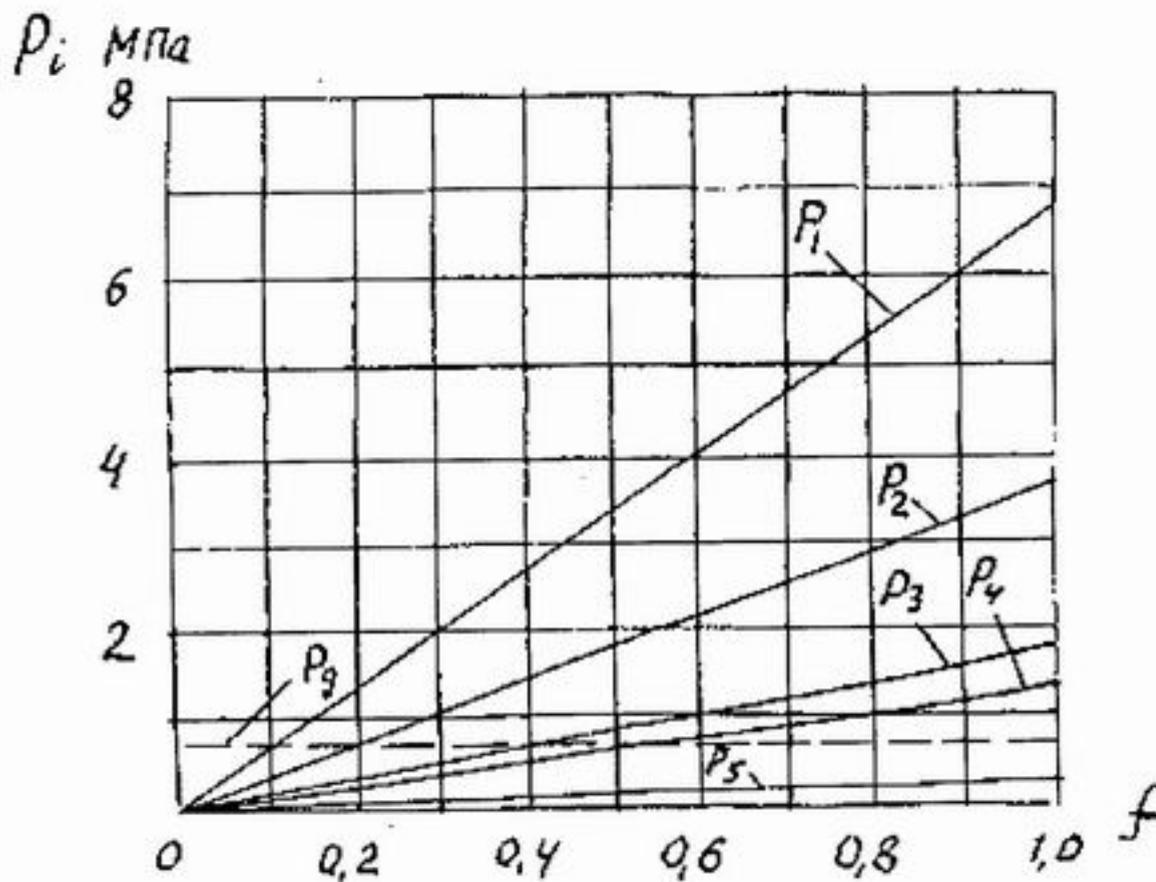


Рис.2. Изменение давления в отборах системы регенерации при изменении нагрузки.

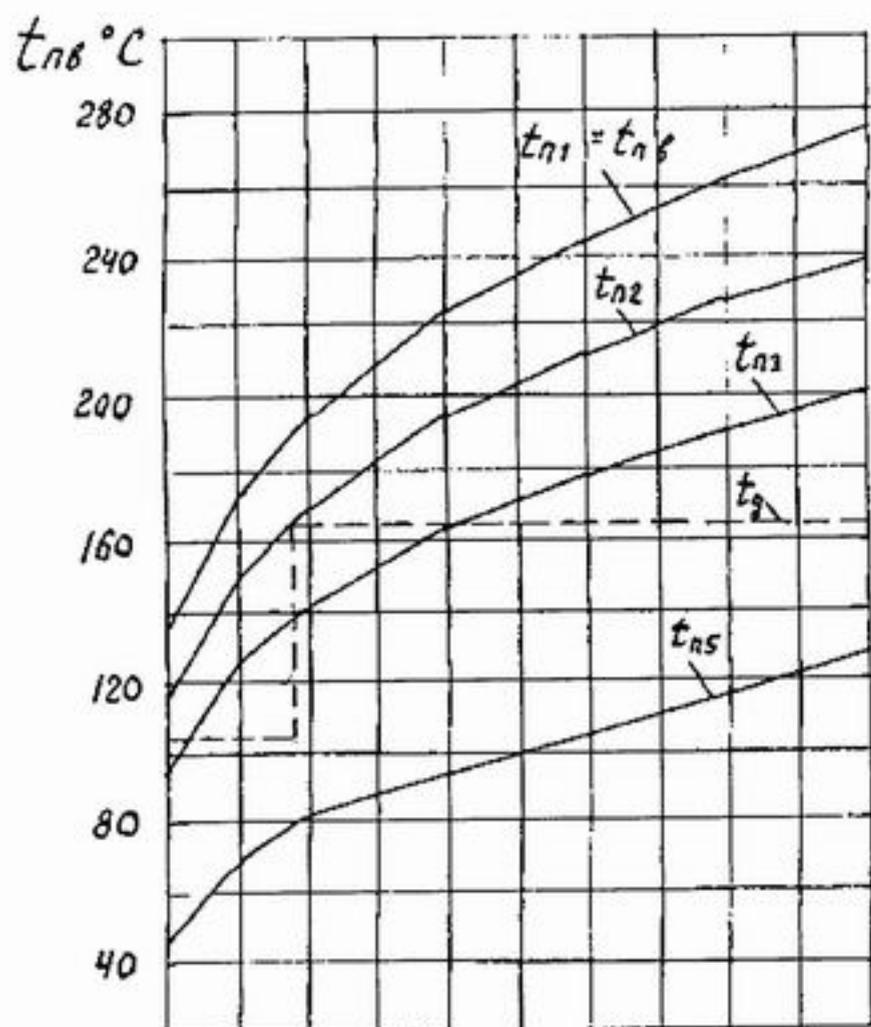


Рис.3. Примерное изменение температуры питательной воды и конденсата за регенеративными подогревателями при изменении нагрузки турбины.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**МОСКОВСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)**

Институт Теплоэнергетики и Технической Физики
КАФЕДРА ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ
СТАНЦИЙ

Практическое задание №3

по курсу

«Режимы работы и эксплуатации ТЭС»

«Работа деаэратора при частичных нагрузках»

Студент:

Группа:

Вариант : 11

Преподаватель: Куличихин В.В.

Исходные данные:

Температура питательной воды:	$t_{пв} := 260$	°C
Давление среды в деаэраторе:	$p_d := 0.6$	МПа
Значение недогрева в подогревателях:	$\theta := 4$	°C
Разность отметок установки деаэратора и ПВД:	$\Delta H := 22$	м
Давление, развиваемое конденсатным насосом:	$p_{кн} := 1.5$	МПа
Потери давления в отборах турбины:	$\Delta p_{отб} := 5\%$	
Потери давления в отборе на деаэратора:	$\Delta p_d := 10\%$	
Коэффициент холостого хода турбины:	$X := 0.05$	
Номинальная мощность турбины:	$N_{ном} := 210$	МВт
Давление пара перед турбиной:	$p_0 := 13$	МПа
Температура пара перед турбиной:	$t_0 := 540$	°C
Подогрев основного конденсата в деаэраторе:	$\Delta t_d := 15$	°C
Давление питательной воды:	$p_{пв} := 1.4 p_0$	$p_{пв} = 18.2$ МПа

Расчёт

Температура среды в деаэраторе (по давлению насыщения в деаэраторе):

$$t_d := \text{wspTSP}(p_d \cdot 10^6) - 273.15 \quad t_d = 158.8 \quad \text{°C}$$

Значение перепада температуры на 1 ПВД (температурное распределение):

$$\Delta t_{пвд} := \frac{t_{пв} - t_d}{3} \quad \Delta t_{пвд} = 33.723 \quad \text{°C}$$

Температура воды за ПВД 1: $t_{пв1} := t_{пв} \quad t_{пв1} = 260 \quad \text{°C}$

Температура воды за ПВД 2: $t_{пв2} := t_{пв} - \Delta t_{пвд} \quad t_{пв2} = 226.3 \quad \text{°C}$

Температура воды за ПВД 3: $t_{пв3} := t_{пв} - 2\Delta t_{пвд} \quad t_{пв3} = 192.6 \quad \text{°C}$

Температура воды за ПВД 4: $t_{ок} := t_d - 15 \quad t_{ок} = 143.8 \quad \text{°C}$

Температуры греющей среды в подогревателях:

$$t_{п1S} := t_{пв1} + \theta \quad t_{п1S} = 264 \quad \text{°C} \quad t_{п3S} := t_{пв3} + \theta \quad t_{п3S} = 196.6 \quad \text{°C}$$

$$t_{п2S} := t_{пв2} + \theta \quad t_{п2S} = 230.3 \quad \text{°C} \quad t_{п4S} := t_{ок} + \theta \quad t_{п4S} = 147.8 \quad \text{°C}$$

Давления греющей среды в подогревателях (по температуре насыщения):

$$p_{п1S} := \text{wspPST}(t_{п1S} + 273.15) \quad p_{п1S} = 5.005 \times 10^6 \quad \text{Па}$$

$$p_{п2S} := \text{wspPST}(t_{п2S} + 273.15) \quad p_{п2S} = 2.811 \times 10^6 \quad \text{Па}$$

$$p_{п3S} := \text{wspPST}(t_{п3S} + 273.15) \quad p_{п3S} = 1.446 \times 10^6 \quad \text{Па}$$

$$p_{п4S} := \text{wspPST}(t_{п4S} + 273.15) \quad p_{п4S} = 4.491 \times 10^5 \quad \text{Па}$$

Давление пара в отборах турбины при номинальном режиме:

$$p_{1ном} := \frac{p_{п1S}}{1 - \Delta p_{отб}} \quad p_{1ном} = 5.268 \times 10^6 \quad \text{Па}$$

$$p_{2ном} := \frac{p_{п2S}}{1 - \Delta p_{отб}} \quad p_{2ном} = 2.959 \times 10^6 \quad \text{Па}$$

$$p_{3ном} := \frac{p_{п3S}}{1 - \Delta p_{отб}} \quad p_{3ном} = 1.522 \times 10^6 \quad \text{Па}$$

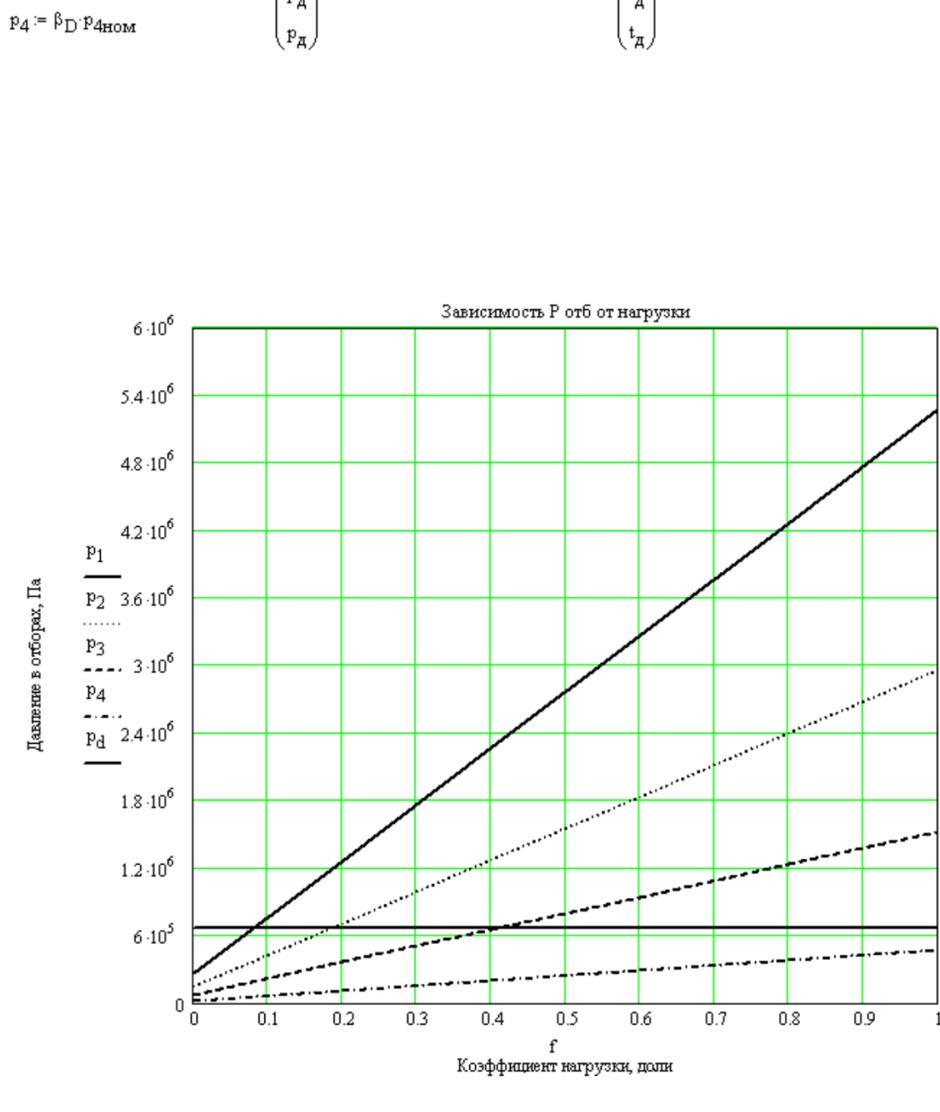
$$p_{4ном} := \frac{p_{п4S}}{1 - \Delta p_{отб}} \quad p_{4ном} = 4.727 \times 10^5 \quad \text{Па}$$

Значение относительной нагрузки турбины: $f := \begin{pmatrix} 0 \\ 0.2 \\ 0.4 \\ 0.6 \\ 0.8 \\ 1 \end{pmatrix}$

Значение относительного расхода пара через проточную часть: $\beta_D := X + (1 - X) \cdot f \quad \beta_D = \begin{pmatrix} 0.05 \\ 0.24 \\ 0.43 \\ 0.62 \\ 0.81 \\ 1 \end{pmatrix}$

Значения давлений в отборах турбины на частичных нагрузках:

$$\begin{matrix} p_1 := \beta_D \cdot p_{1ном} \\ p_2 := \beta_D \cdot p_{2ном} \\ p_3 := \beta_D \cdot p_{3ном} \\ p_4 := \beta_D \cdot p_{4ном} \end{matrix} \quad p_d := \begin{pmatrix} p_d \\ p_d \\ p_d \\ p_d \\ p_d \end{pmatrix} \cdot 10^6 \quad p_d := \frac{p_d}{(1 - \Delta p_d)} \quad t_d := \begin{pmatrix} t_d \\ t_d \\ t_d \\ t_d \\ t_d \end{pmatrix}$$



Значения давлений греющей среды в подогревателях при частичных нагрузках:

$$p_{п1S} := \frac{p_1}{1.05} \quad p_{п1S} = \begin{pmatrix} 2.509 \times 10^5 \\ 1.204 \times 10^6 \\ 2.157 \times 10^6 \\ 3.111 \times 10^6 \\ 4.064 \times 10^6 \\ 5.017 \times 10^6 \end{pmatrix} \quad \text{Па} \quad p_{п2S} := \frac{p_2}{1.05} \quad p_{п2S} = \begin{pmatrix} 1.409 \times 10^5 \\ 6.763 \times 10^5 \\ 1.212 \times 10^6 \\ 1.747 \times 10^6 \\ 2.283 \times 10^6 \\ 2.818 \times 10^6 \end{pmatrix} \quad \text{Па}$$

$$p_{п3S} := \frac{p_3}{1.05} \quad p_{п3S} = \begin{pmatrix} 7.247 \times 10^4 \\ 3.478 \times 10^5 \\ 6.232 \times 10^5 \\ 8.986 \times 10^5 \\ 1.174 \times 10^6 \\ 1.449 \times 10^6 \end{pmatrix} \quad \text{Па} \quad p_{п4S} := \frac{p_4}{1.05} \quad p_{п4S} = \begin{pmatrix} 2.251 \times 10^4 \\ 1.08 \times 10^5 \\ 1.936 \times 10^5 \\ 2.791 \times 10^5 \\ 3.647 \times 10^5 \\ 4.502 \times 10^5 \end{pmatrix} \quad \text{Па}$$

Расчет температур греющей среды в подогревателях при частичных нагрузках:

$$i := 0, 1 \dots 5$$

Задаю функции поиска температуры насыщения при различных давлениях, для частичных нагрузок:

$$t_{п1S_i} := \text{wspTSP}(p_{п1S_i}) \quad t_{п1S} := t_{п1S} - 273.15$$

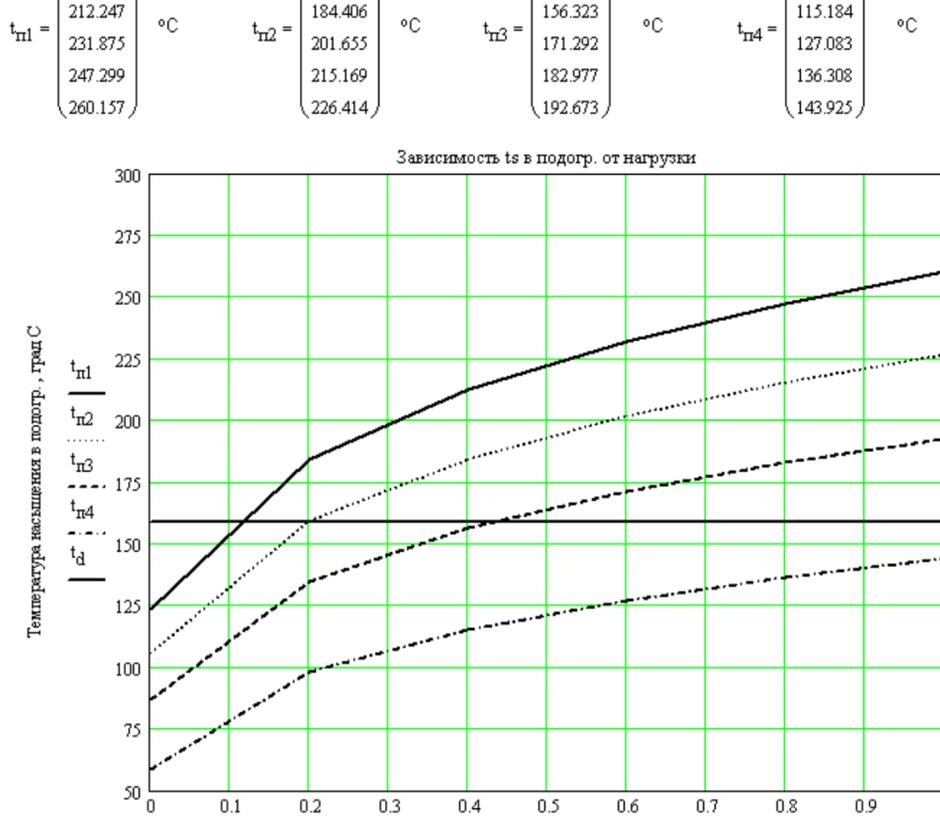
$$t_{п2S_i} := \text{wspTSP}(p_{п2S_i}) \quad t_{п2S} := t_{п2S} - 273.15$$

$$t_{п3S_i} := \text{wspTSP}(p_{п3S_i}) \quad t_{п3S} := t_{п3S} - 273.15$$

$$t_{п4S_i} := \text{wspTSP}(p_{п4S_i}) \quad t_{п4S} := t_{п4S} - 273.15$$

Расчет температур нагреваемой среды за подогревателями при частичных нагрузках:

$$\begin{matrix} t_{п1} := t_{п1S} - \theta \\ t_{п2} := t_{п2S} - \theta \\ t_{п3} := t_{п3S} - \theta \\ t_{п4} := t_{п4S} - \theta \end{matrix} \quad \begin{matrix} t_{п1} = \begin{pmatrix} 123.526 \\ 184.119 \\ 212.247 \\ 231.875 \\ 247.299 \\ 260.157 \end{pmatrix} \quad \text{°C} \\ t_{п2} = \begin{pmatrix} 105.483 \\ 159.571 \\ 184.406 \\ 201.655 \\ 215.169 \\ 226.414 \end{pmatrix} \quad \text{°C} \\ t_{п3} = \begin{pmatrix} 86.846 \\ 134.644 \\ 156.323 \\ 171.292 \\ 182.977 \\ 192.673 \end{pmatrix} \quad \text{°C} \\ t_{п4} = \begin{pmatrix} 58.637 \\ 97.784 \\ 115.184 \\ 127.083 \\ 136.308 \\ 143.925 \end{pmatrix} \quad \text{°C} \end{matrix}$$



Определение нагрузки турбины при которой необходимо переводить деаэратор на 2ой отбор:

$$f_D := \frac{p_d \cdot 10^6 - X \cdot (1 - \Delta p_d) \cdot p_{3ном}}{(1 - X) \cdot (1 - \Delta p_d) \cdot p_{3ном}} \quad f_D = \frac{0.6 \cdot 10^6 - 0.05 \cdot (1 - 0.1) \cdot (1.522 \times 10^6)}{(1 - 0.05) \cdot (1 - 0.1) \cdot (1.522 \times 10^6)} \quad f_D = 0.408$$

Определение нагрузки турбины при которой необходимо переводить сброс дренажа ПВД 3 с деаэратора на ПВД 4:

$$f_{Ддр} := \frac{p_d \cdot 10^6 + \Delta H \cdot 10^4 - X \cdot (1 - \Delta p_{отб}) \cdot p_{3ном}}{(1 - X) \cdot (1 - \Delta p_{отб}) \cdot p_{3ном}} \quad f_{Ддр} = \frac{(0.6 \cdot 10^6) + 22 \cdot 10^4 - 0.05 \cdot (1 - 0.1) \cdot (1.522 \cdot 10^6)}{(1 - 0.05) \cdot (1 - 0.1) \cdot (1.522 \cdot 10^6)} \quad f_{Ддр} = 0.544$$