

Расход пара из отбора турбины на ПВД-3:

$$D_3 = \frac{D_{г.в} (h_{г.в} - h_{г.пк}) + D_{др.2} (h_{др.2} - h_{др.3}) + D_{гт.3} (h_{гт.3} - h_{др.3})}{h_3 - h_{др.3}}$$

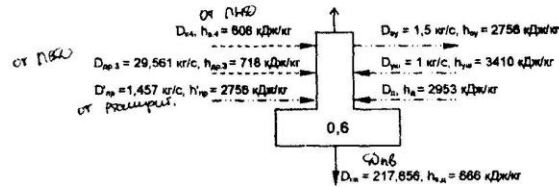
$$D_3 = \frac{217,656(788-689) + 1,005 \cdot 21,247(813-693) + 1,267(3202-718)}{2953-718} = 7,047 \text{ кг/с}$$

$$D_{др.3} = D_3 + D_{др.2} + D_{гт.3} = 7,047 + 21,247 + 1,267 = 29,561 \text{ кг/с}$$

$$D_3 = 7,047 \text{ кг/с}$$

$$D_{др.3} = 29,561 \text{ кг/с}$$

3.5. Расчет деаэратора питательной воды.



*D_{гт.3} = 1,5 кг/с
D_{гт.3} - количество штокв клапанов*

Составляем уравнение материального баланса деаэратора:

$$D_{к.4} + D_d + D_{др.3} + D'_{пр} + D_{уш} = D_{гв} + D_{гт.3}$$

Подставляем ранее найденные величины:

$$D_{к.4} + D_d + 29,561 + 1,457 + 1 = 217,656 + 1,5$$

Откуда:

$$D_{к.4} = 187,138 - D_d$$

Составляем уравнение теплового баланса деаэратора:

$$D_{к.4} \cdot h_{в.4} + D_d \cdot h_d + D_{др.3} \cdot h_{др.3} + D'_{пр} \cdot h'_{пр} + D_{уш} \cdot h_{уш} = (D_{гв} \cdot h_{гв} + D_{гт.3} \cdot h_{гт.3}) \cdot \kappa$$

Подставляем числовые значения и $D_{к.4}$ из уравнения материального баланса:

$$(187,138 - D_d) \cdot 608 + D_d \cdot 2953 + 29,561 \cdot 718 + 1,457 \cdot 2756 + 1 \cdot 3410 = (217,656 \cdot 866 + 1,5 \cdot 2756) \cdot 1,005$$

Откуда:

$$D_d = 3,474 \text{ кг/с}$$

Определяем $D_{к.4}$:

$$D_{к.4} = 187,138 - D_d = 187,138 - 3,474 = 183,664 \text{ кг/с}$$

$$D_d = 3,474 \text{ кг/с};$$

$$D_{к.4} = 183,664 \text{ кг/с}.$$

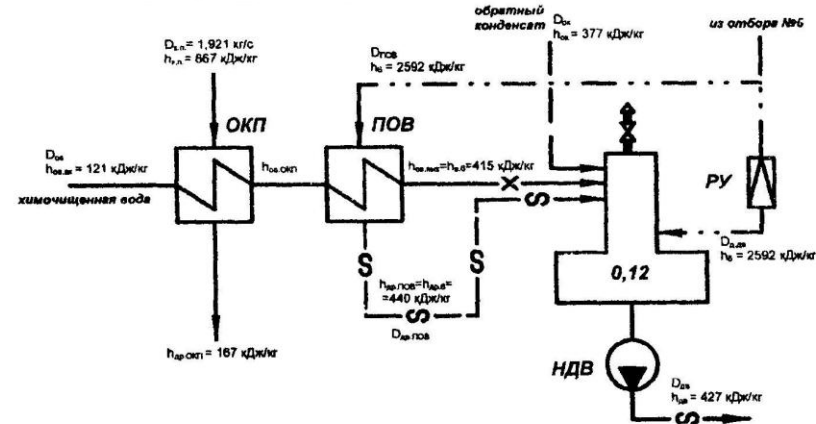
3.6. Расчет установки для подогрева и деаэрации добавочной воды.

Уравнение материального баланса атмосферного деаэратора обратного конденсата и добавочной воды:

$$D_{дв} = D_{ок} + D_{ов} + D_{д.дв} + D_{др.пов}$$

где $D_{ок} = 0,5 \cdot D_{пр} = 0,5 \cdot 83,333 = 41,667 \text{ кг/с}$

$$D_{ов} = (D_n - D_{ок}) + D_{кл} + D_{гт} = (83,333 - 41,667) + 1,921 + 3,167 = 46,754 \text{ кг/с}$$



Уравнение теплового баланса охладителя продувочной воды:

$$D_{кл} (h_{кп} - h_{др.окп}) \eta_{окп} = D_{ов} (h_{ов.окп} - h_{ов.вх}),$$

где $\eta_{окп} = 0,99$

$h_{др.окп} = 167 \text{ кДж/кг}$ (принимаем, что концентрат продувки охлаждается до 40°C)

Таким образом, энтальпия очищенной воды на выходе из ОКП равна:

$$h_{ов.окп} = h_{ов.вх} + \frac{D_{кл} (h_{кп} - h_{др.окп}) \eta_{окп}}{D_{ов}}$$

$$h_{ов.окп} = 121 + \frac{1,921 \cdot (667 - 167) \cdot 0,99}{46,754} = 141 \text{ кДж/кг}$$

Тепловой баланс подогревателя очищенной воды (ПОВ):

$$D_{пов} (h_6 - h_{др.пов}) \eta_{пов} = D_{ов} (h_{ов.вх} - h_{ов.окп}),$$

Откуда:

$$D_{пов} = \frac{D_{ов} (h_{ов.вх} - h_{ов.окп})}{(h_6 - h_{др.пов}) \eta_{пов}}$$

$$D_{пов} = \frac{46,754 \cdot (415 - 141)}{(2592 - 440) \cdot 0,99} = 6,013 \text{ кг/с}$$

Таким образом, уравнение материального баланса деаэратора добавочной воды примет вид ($D_{др.пов} = D_{пов}$):

$$D_{дв} = 41,667 + 46,754 + D_{дв} + 6,013 = 94,434 + D_{дв}$$

Тепловой баланс деаэратора добавочной воды:

$$D_{дв} h_{дв} K_d = D_{ок} h_{ок} + D_{ов} h_{ов, вых} + D_{дв} h_b + D_{др, поз} h_{др, поз}$$

где $h_{ок}$ – энтальпия обратного конденсата (принимая температуру обратного конденсата 90 °С, таким образом $h_{ок} = 377$ кДж/кг).
 K_d – коэффициент потерь тепла деаэратора (принимаяем $K_d = 1,006$)

$$(94,434 + D_{дв}) \cdot 427 \cdot 1,006 = 41,667 \cdot 377 + 46,754 \cdot 415 + D_{дв} \cdot 2592 + 6,013 \cdot 440$$

Откуда: расход пара на деаэратор: $D_{дв} = 1,299$ кг/с,
 расход добавочной воды в конденсатный тракт: $D_{др} = 95,733$ кг/с

3.7. Расчет ПНД-4.

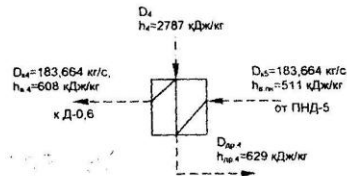
Уравнение теплового баланса ПНД-4:

$$D_4 (h_4 - h_{др,4}) \eta_n = D_{к5} (h_{к5} - h_{к5,5})$$

Откуда:

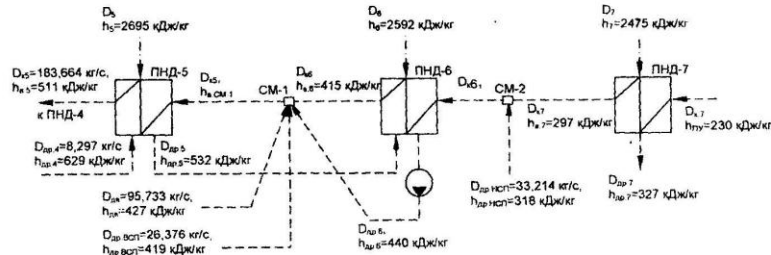
$$D_4 = \frac{D_{к5} (h_{к5} - h_{к5,5})}{(h_4 - h_{др,4}) \eta_n} = \frac{183,664 \cdot (608 - 511)}{(2787 - 629) \cdot 0,995} = 8,297 \text{ кг/с}$$

$$D_4 = D_{др,4} = 8,297 \text{ кг/с};$$



Джу - фибрика Д-0,6

3.8. Расчет ПНД-5.



Уравнение материального баланса СМ-1:

$$D_{к5} = D_{к6} + D_{дв} + D_{др,всп} + D_{др,6}$$

где $D_{др,6} = D_4 + D_5 + D_6 = 8,297 + D_5 + D_6$

Откуда:

$$D_{к5} = D_{к6} - D_{дв} - D_{др,всп} - D_4 - D_5 - D_6$$

$$D_{к5} = 183,664 - 95,733 - 26,376 - 8,297 - D_5 - D_6$$

$$D_{к5} = 53,258 - D_5 - D_6 \quad (1)$$

Уравнение теплового баланса СМ-1:

$$k \cdot D_{к5} \cdot h_{в,СМ-1} = D_{к6} \cdot h_{к6} + D_{дв} \cdot h_{дв} + D_{др,всп} \cdot h_{др,всп} + D_{др,6} \cdot h_{др,6} \quad (2)$$

Уравнение теплового баланса ПНД-5:

$$D_5 (h_5 - h_{др,5}) + D_{др,4} (h_{др,4} - h_{др,5}) = k D_{к5} (h_{к5} - h_{к5,5})$$

Раскроем скобки с использованием (2):

$$D_5 (h_5 - h_{др,5}) + D_{др,4} (h_{др,4} - h_{др,5}) = k D_{к5} h_{к5} - k D_{к5} h_{к5,5}$$

$$D_5 (h_5 - h_{др,5}) + D_{др,4} (h_{др,4} - h_{др,5}) = k D_{к5} h_{к5} - D_{к6} h_{к6} - D_{дв} h_{дв} - D_{др,всп} h_{др,всп} - D_{др,6} h_{др,6} \quad (3)$$

Подставляем числовые значения:

$$D_5 (2695 - 532) + 8,297 \cdot (629 - 532) = 1,006 \cdot 183,664 \cdot 511 - (53,258 - D_5 - D_6) \cdot 415 - 95,733 \cdot 427 - 26,376 \cdot 419 - (8,297 + D_5 + D_6) \cdot 440$$

$$2163 \cdot D_5 + 804,809 = 94415,417824 - 22102,07 + 415 \cdot D_5 + 415 \cdot D_6 - 40877,991 - 11051,544 - 3650,68 \cdot 440 - D_5 \cdot 440 - D_6 \cdot 440$$

Получаем уравнение с двумя неизвестными:

$$2188 \cdot D_5 + 25 \cdot D_6 = 15928,324 \quad (4)$$

3.9. Расчет ПНД-6.

Уравнение материального баланса ПНД-6:

$$D_{к6} = D_{к7} + D_{др,нсп}$$

Уравнение теплового баланса СМ-2:

$$k \cdot D_{к6} \cdot h_{в,СМ-2} = D_{к7} \cdot h_{к7} + D_{др,нсп} \cdot h_{др,нсп} \quad (5)$$

Уравнение теплового баланса ПНД-6:

$$D_6 (h_6 - h_{др,6}) + D_{др,5} (h_{др,5} - h_{др,6}) = k D_{к6} (h_{к6} - h_{к6,6}) \quad (6)$$

где $D_{др,5} = D_4 + D_5$.

$$D_6 (h_6 - h_{др,6}) + (D_4 + D_5) (h_{др,5} - h_{др,6}) = k D_{к6} h_{к6} - k D_{к6} h_{к6,6} \quad (7)$$

Подставим (1) и (5) в (7):

$$D_6 (h_6 - h_{др,6}) + (D_4 + D_5) (h_{др,5} - h_{др,6}) = k (53,258 - D_5 - D_6) h_{к6} - D_{к7} h_{к7} - D_{др,нсп} h_{др,нсп}$$

где $D_{к7} = D_{к6} - D_{др,нсп} = 53,258 - D_5 - D_6 - 33,214 = 20,044 - D_5 - D_6$

Подставляем численные значения:

$$D_6 (2592 - 440) + (8,297 + D_5) (532 - 440) = 1,006 (53,258 - D_5 - D_6) 415 - (20,044 - D_5 - D_6) 297 - 33,214 \cdot 318$$

$$212,49 \cdot D_5 + 2272,49 \cdot D_6 = 4956,238 \quad (8)$$

Решаем систему из двух уравнений {(4) и (8)} с двумя неизвестными:

$$\begin{cases} 2188 \cdot D_5 + 25 \cdot D_6 = 15928,324 \\ 212,49 \cdot D_5 + 2272,49 \cdot D_6 = 4956,238 \end{cases}$$

Получаем:

$$D_5 = 7,263 \text{ кг/с}, \quad D_6 = 1,502 \text{ кг/с},$$

$$D_{к7} = 20,044 - 7,263 - 1,502 = 11,279 \text{ кг/с};$$

$$D_{к7} = 11,279 \text{ кг/с}$$

3.10. Расчет ПНД-7.

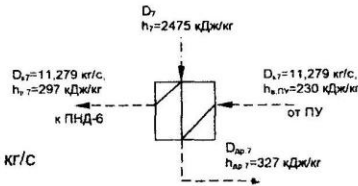
Уравнение материального баланса ПНД-7:

$$D_7(h_7 - h_{др7})\eta_n = D_{к7}(h_{в7} - h_{впу}),$$

Откуда:

$$D_7 = \frac{D_{к7}(h_{в7} - h_{впу})}{(h_7 - h_{др7})\eta_n} = \frac{11,279 \cdot (297 - 230)}{(2475 - 327) \cdot 0,995} = 0,354 \text{ кг/с}$$

$$D_7 = D_{др7} = 0,354 \text{ кг/с}.$$



4. Проверка баланса по воде и пару.

Выхлоп турбины, рассчитанный по водяной стороне:

$$D_{\text{выкл}}^{\text{вод}} = D_{к7} - D_7 - D_{пу} - D_{зв}$$

$$D_{\text{выкл}}^{\text{вод}} = 11,279 - 0,354 - 1,900 - 1,500 = 7,525 \text{ кг/с}$$

Выхлоп турбины, рассчитанный по паровой стороне:

$$D_{\text{выкл}}^{\text{пар}} = D_0 - D_{гт} - D_{у.шт.} - (\sum D_{i,отс} + D_n + D_{всп} + D_{нсп} + D_{пов} + D_{дав})$$

$$D_{\text{выкл}}^{\text{пар}} = 211,111 - 3,167 - 1,000 - (11,115 + 10,132 + 7,047 + 3,474 + 8,297 + 7,263 + 1,502 + 0,354 + 83,333 + 26,376 + 33,214 + 6,013 + 1,299) = 7,525 \text{ кг/с}$$

$$\delta = \frac{D_{\text{выкл}}^{\text{вод}} - D_{\text{выкл}}^{\text{пар}}}{D_{\text{выкл}}^{\text{вод}}} \cdot 100\%$$

$$\delta = \frac{7,525 - 7,525}{7,525} \cdot 100\% = 0$$

Как видно, $\delta=0$ при допустимой погрешности расчета 0,5 %. **Баланс сведен.**

5. Составление энергетического баланса турбоагрегата.

Таблица 2. Расходы пара и мощности по отсекам турбины.

Отсек турбины (между отборами)	Интервал давления	Пропуск пара через отсек			Теплоперепад по отсекам, $H_{отс}$, кДж/кг	Мощность по отсекам, W_i , МВт
		Обозначение	Формула	Значение, кг/с		
0-1	12,35-3,390	D_{0-1}	$D_0 - D_{гт,з} - D_{уш}$	208,844	308	64,324
1-2	3,390-2,145	D_{1-2}	$D_{0-1} - D_1$	197,729	91	17,993
2-3	2,145-1,270	D_{2-3}	$D_{1-2} - D_2$	187,597	98	18,385
3-4	1,270-0,490	D_{3-4}	$D_{2-3} - D_{пр} - D_3 - D_4$	93,743	166	15,561
4-5	0,490-0,261	D_{4-5}	$D_{3-4} - D_4$	85,446	92	7,861
5-6	0,261-0,128	D_{5-6}	$D_{4-5} - D_5$	78,183	103	8,053
6-7	0,128-0,048	D_{6-7}	$D_{5-6} - D_6 - D_{всп} - D_{пов} - D_{дав}$	42,993	117	5,030
7-К	0,048-0,0034	$D_{7-к}$	$D_{6-7} - D_7 - D_{нсп}$	9,425	262	2,469

Суммарная внутренняя мощность турбины: $W_{i,з} = 139,68 \text{ МВт}$.

6. Энергетические показатели турбоустановки и турбоагрегата.

Полный расход тепла на турбоустановку, МВт:

$$Q_{ту} = D_0(h_0 - h_{пв}) \cdot 10^{-3},$$

где $h_{пв}$ – энтальпия питательной воды, кДж/кг ($h_{пв} = 1010 \text{ кДж/кг}$).

$$Q_{ту} = 211,111 \cdot (3450 - 1010) \cdot 10^{-3} = 515,11 \text{ МВт}.$$

Расход тепла на производственных потребителей, МВт:

$$Q_{пр} = D_n \cdot h_n - D_{ок} \cdot h_{ок} - (D_{пр} - D_{ок}) \cdot h_{ов,окп}$$

$$Q_{пр} = 83,333 \cdot 2953 - 41,667 \cdot 377 - (83,333 - 41,667) \cdot 141 = 224,5 \text{ МВт}$$

Расход тепла на отопление, МВт:

$$Q_{от} = 128 \text{ МВт}$$

Общий расход тепла на внешних потребителей, МВт:

$$Q_T = Q_{пр} + Q_{от} = 224,5 + 128 = 352,5 \text{ МВт}$$

Расход тепла на турбоустановку по производству электроэнергии, МВт:

$$Q_{ту}^э = Q_{ту} - Q_T - D'_{пр} \cdot (h'_{пр} - h_{пв}) \cdot 10^{-3} - (D_{гт} + D_{кп}) \cdot (h_{пв} - h_{ов,окп}) \cdot 10^{-3},$$

$$Q_{ту}^э = 515,11 - 352,5 - 1,457 \cdot (2756 - 1010) \cdot 10^{-3} - (3,167 + 1,921) \cdot (1010 - 141) \cdot 10^{-3},$$

$$Q_{ту}^э = 155,65 \text{ МВт}$$

Электрическая мощность турбогенератора, МВт:

$$W_э = W_{i,з} \cdot \eta_m \cdot \eta_g = 139,68 \cdot 0,98 \cdot 0,99 = 135,52 \text{ МВт}.$$

КПД турбоустановки по производству электроэнергии:

$$\eta_{TY}^2 = \frac{W}{Q_{TY}^2} = \frac{135,52}{155,65} = 0,871; \quad \eta_{TY}^2 = 87,1 \%$$

Удельный расход тепла на производство электроэнергии, кДж/кВт·ч:

$$q_{TY}^2 = \frac{1}{\eta_{TY}^2} = \frac{1}{0,871} = 1,15; \quad q_{TY}^2 = 1,15 \cdot 3600 = 4133 \text{ кДж/кВт} \cdot \text{ч}$$

Расчет энергетических показателей ТЭЦ.

Параметры перегретого пара у котла:

$$p_{KA} = 13,8 \text{ МПа}, \quad T_{KA} = 550 \text{ }^\circ\text{C}, \quad h_{KA} = 3455 \text{ кДж/кг.}$$

Тепловая нагрузка котельного агрегата, МВт:

$$Q_{KA} = [D_{KA} \cdot (h_{KA} - h_{на}) + D_{пр} \cdot (h_{пр} - h_{на})] \cdot 10^{-3},$$

$$Q_{KA} = [214,278 \cdot (3455 - 1010) + 3,378 \cdot (1600 - 1010)] \cdot 10^{-3} = 525,9 \text{ МВт.}$$

КПД трубопроводов:

$$\eta_{mp} = \frac{Q_{TY}}{Q_{KA}} = \frac{515,11}{525,9} = 0,979; \quad \eta_{mp} = 97,9 \%$$

КПД ТЭЦ по производству электроэнергии:

$$\eta_{TЭЦ}^3 = \eta_{TY}^2 \cdot \eta_{KA} \cdot \eta_{mp} = 0,871 \cdot 0,92 \cdot 0,979 = 0,784; \quad \eta_{TЭЦ}^3 = 78,4 \%$$

где $\eta_{KA} = 0,92$ - КПД котла (принимается по данным завода-изготовителя).

КПД ТЭЦ по производству и отпуску тепла на отопление:

$$\eta_{TЭЦ}^m = \eta_m \cdot \eta_{KA} \cdot \eta_{mp} = 0,995 \cdot 0,92 \cdot 0,979 = 0,896; \quad \eta_{TЭЦ}^m = 89,6 \%$$

где $\eta_m = 0,995$ - КПД теплообменников (по данным завода-изготовителя).

Удельный расход условного топлива на производство электроэнергии:

$$b_y^2 = \frac{123}{\eta_{TЭЦ}^3} = \frac{123}{0,784} = 156,9 \text{ г/кВт} \cdot \text{ч}$$

Удельный расход условного топлива на производство тепловой энергии:

$$b_y^m = \frac{34,1}{\eta_{TЭЦ}^m} = \frac{34,1}{0,896} = 38,1 \text{ кг/ГДж}$$

$P_{сеп.} = 1 \text{ год} - \text{МАД}$
но таоп.

$t_{нс} = 105^\circ\text{C}$
 $t_{ос} = 60^\circ\text{C}$

2. Расчет теплофикационной установки.

$$Q_t = G_{св} \cdot (t_{нс} - t_{ос}) \cdot C_p$$

Откуда:

$$G_{св} = \frac{Q_t}{(t_{нс} - t_{ос}) \cdot C_p} = \frac{128 \cdot 10^3}{(105 - 60) \cdot 4,19} = 678,9 \text{ кг/с}$$

Тепловой баланс нижнего сетевого подогревателя (НСП):

$$G_{св} (h_{нс}^* - h_{ос}) = D_{нс} (h_{нс} - h_{др,нс}) \eta_{НСП}$$

Расход пара на НСП:

$$D_{нс} = G_{св} \frac{h_{нс}^* - h_{ос}}{(h_{нс} - h_{др,нс}) \eta_{НСП}} = 678,9 \frac{356 - 251}{(2475 - 318) \cdot 0,995} = 33,214 \text{ кг/с}$$

Тепловой баланс верхнего сетевого подогревателя (ВСП):

$$G_{св} (h_{вс}^* - h_{нс}^*) = D_{вс} (h_{вс} - h_{др,вс}) \eta_{ВСП}$$

Расход пара на ВСП:

$$D_{вс} = G_{св} \frac{h_{вс}^* - h_{нс}^*}{(h_{вс} - h_{др,вс}) \eta_{ВСП}} = 678,9 \frac{440 - 356}{(2592 - 419) \cdot 0,995} = 28,376 \text{ кг/с}$$

3. Расчет регенеративной установки.

3.1. Расчет ПВД-1.

Уравнение теплового баланса:

$$D_1 (h_1 - h_{др,1}) \eta_{П} = D_{пв} (h_{в,1} - h_{с,2})$$

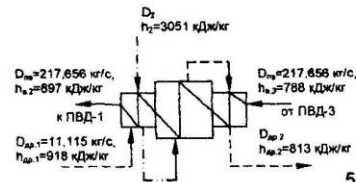
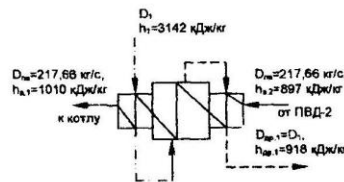
Расход пара из отбора турбины на ПВД-1:

$$D_1 = D_{пв} \frac{h_{в,1} - h_{с,2}}{(h_1 - h_{др,1}) \eta_{П}}$$

$$D_1 = 217,656 \cdot \frac{1010 - 897}{(3142 - 918) \cdot 0,995} = 11,115 \text{ кг/с}$$

$$D_1 = D_{др,1} = 11,115 \text{ кг/с}$$

3.2. Расчет ПВД-2.



Уравнение теплового баланса:

$$D_2 (h_2 - h_{др,2}) + D_{др,1} (h_{др,1} - h_{др,2}) = D_{пв} (h_{в,2} - h_{с,3}) k, \quad \text{где } k = \frac{1}{\eta_{П}}$$

Расход пара из отбора турбины на ПВД-2:

$$D_2 = \frac{D_{пв} (h_{в,2} - h_{с,3}) k - D_{др,1} (h_{др,1} - h_{др,2})}{h_2 - h_{др,2}}$$

$$D_2 = \frac{217,656(897-788)1,005 - 11,115(918-813)}{3051 - 813} = 10,132 \text{ кг/с}$$

$$D_{др,2} = D_2 + D_{др,1} = 10,132 + 11,115 = 21,247 \text{ кг/с}$$

$$D_2 = 10,132 \text{ кг/с}$$

$$D_{др,2} = 21,247 \text{ кг/с}$$

3.3. Расчет подогрева воды в питательном насосе.

В идеальном процессе работа сжатия воды в насосе может быть рассчитана по формуле, кДж/кг:

$$h_{нв} = 10^3 \cdot v_{ср} \cdot (p_{н} - p_{с})$$

где $v_{ср} = 0,0011 \text{ м}^3/\text{кг}$ при $p_{ср} = 0,5(17,5 + 0,6) = 9,05 \text{ МПа}$ и $t_{нвс} = t_d = 158^\circ\text{C}$. $k_{ср} = \frac{P_1 + P_2}{2}$

$$h_{нв} = 10^3 \cdot 0,0011 \cdot (17,5 - 0,6) = 18,6 \text{ МПа}$$

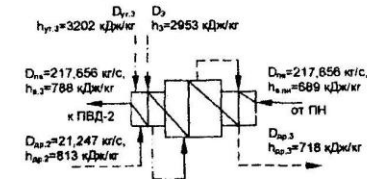
Учитываем механические и прочие потери насоса с помощью КПД $\eta_{нас} = 0,8$ и определяем внутреннюю работу сжатия воды в насосе и подогрев воды в насосе:

$$h_{н1} = \frac{h_{нв}}{\eta_{нас}} = \frac{18,6}{0,8} = 23 \text{ кДж/кг}$$

Энтальпия воды после питательного насоса:

$$h_{в,пн} = h_{в,д} + h_{н1} = 666 + 23 = 689 \text{ кДж/кг}$$

3.4. Расчет ПВД-3.



Уравнение теплового баланса:

$$D_3 (h_3 - h_{др,3}) + D_{г,3} (h_{г,3} - h_{др,3}) + D_{др,2} (h_{др,2} - h_{др,3}) = D_{пв} (h_{в,3} - h_{в,пн}) k,$$

$$\text{где } h_{г,3} = \frac{h_0 + h_3}{2} = \frac{3450 + 2953}{2} = 3202 \text{ кДж/кг}$$

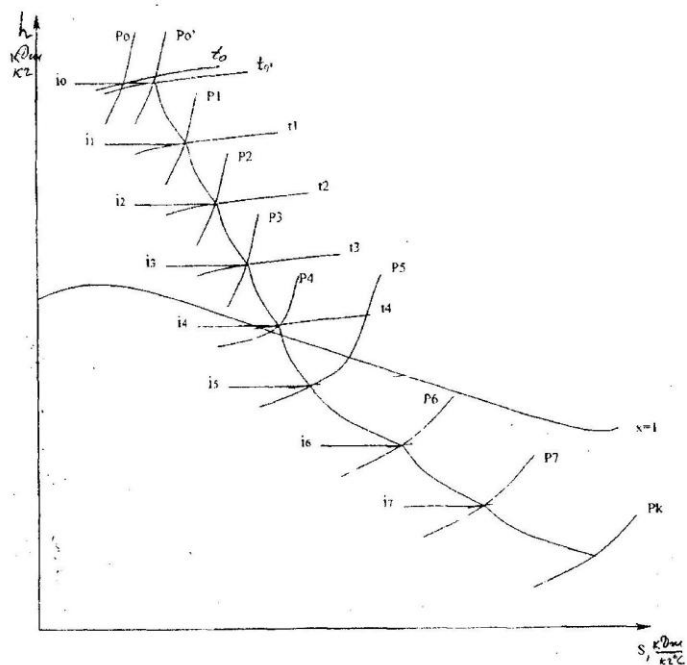


Рис. 2. Процесс расширения пара в турбине.

Таблица 1. Параметры пара и воды.

Точки отбора пара	Подогреватель	Пар в отборах				Пар в подогревателях				Недогрев, θ , °C	Температура воды, t_w , °C	Энтальпия воды, h_w , кДж/кг	Параметры дренажа			
		p , МПа	t , °C	h_i , кДж/кг	h_e , кДж/кг	p' , МПа	$t_{w,i}$, °C	$h_{w,i}$, кДж/кг	t_{dr} , °C				h_{dr} , кДж/кг			
0		12,75	545	3450	3450											
0'		12,113	542	3450	3450											
1	ПВД-1	3,390	366	3070	3142	3,221	238	997	3	235	1010	216	918			
2	ПВД-2	2,145	314	3030	3051	2,038	213	892	3	210	897	192	813			
3	ПВД-3	1,270	260	2930	2953	1,207	189	792	3	186	788	170	718			
3	Д-0,6	1,270	260	2930	2953	0,588	158	662	—	158	666	—	—			
4	ПНД-4	0,490	170	2750	2787	0,466	149	624	5	144	608	149	629			
5	ПНД-5	0,261	130	2675	2695	0,248	127	532	5	122	511	127	532			
6	ПНД-6	0,128	108	2570	2592	0,122	105	440	6	99	415	105	440			
7	ПНД-7	0,048	82	2450	2475	0,046	78	327	7	71	297	78	327			
К	Кон-р	0,0034	29	2155	2213	0,0034	26	109	—	26	109	—	—			
6	Д-0,12	0,128	108	2570	2592	0,108	102	427	—	102	427	—	—			
6	ВСП	0,128	108	2570	2592	0,105	100	419	6	94	394	100	419			
7	НСП	0,048	82	2450	2475	0,041	76	318	7	69	289	76	318			

3

1. Составление баланса пара и воды.

1.1. Утечки пара и конденсата:

$$D_{ут} = 0,015 \cdot D_0 = 0,015 \cdot 211,111 = 3,167 \text{ кг/с}$$

Протечки направляются в ПВД-3 (40%) и в подогреватель уплотнений (60 %):

$$D_{ут,3} = 0,4 \cdot D_{ут} = 0,4 \cdot 3,167 = 1,267 \text{ кг/с}$$

$$D_{пу} = 0,6 \cdot D_{ут} = 0,6 \cdot 3,167 = 1,900 \text{ кг/с}$$

1.2. Потери с продувкой:

$$D_{пр} = 0,016 \cdot D_0 = 0,016 \cdot 211,111 = 3,378 \text{ кг/с}$$

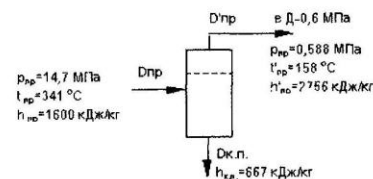
1.3. Расход питательной воды:

$$D_{пв} = D_0 + D_{ут} + D_{пр} = 211,111 + 3,167 + 3,378 = 217,656 \text{ кг/с}$$

1.4. Паровая нагрузка котла:

$$D_{ка} = D_{пв} - D_{пр} = 217,656 - 3,378 = 214,278 \text{ кг/с}$$

1.5. Расчет расширителя непрерывной продувки:



Уравнение теплового баланса расширителя:

$$D_{пр} \cdot h_{пр} \cdot \eta_{пр} = D'_{но} \cdot h'_{пр} + (D_{пр} - D'_{пр}) \cdot h_{к.п.}$$

Откуда:

$$D'_{пр} = D_{пр} \cdot \frac{h_{пр} \cdot \eta_{пр} - h_{к.п.}}{h'_{пр} - h_{к.п.}}$$

$$D'_{пр} = 3,378 \cdot \frac{1600 \cdot 0,98 - 667}{2756 - 667} = 1,457 \text{ кг/с}$$

Расход концентрата продувки:

$$D_{к.п.} = D_{пр} - D'_{пр} = 3,378 - 1,457 = 1,921 \text{ кг/с}$$

№ п/п	D ₀ т/ч	D _{пр} т/ч	Q _{от} МВт	t _{ис} °C	t _{ос} °C	Давление в отборах турбины, МПа									
						0'	1	2	3	4	5	6	7	конд	
1	750	295	130	102	68	12,11	3,378	2,228	1,260	0,490	0,265	0,152	0,066	0,0041	
2	742	292	129	101	67	11,98	3,342	2,205	1,246	0,484	0,262	0,151	0,065	0,0041	
3	734	289	127	100	67	11,85	3,306	2,181	1,233	0,479	0,259	0,149	0,064	0,0040	
4	728	287	126	99	66	11,75	3,279	2,163	1,223	0,475	0,257	0,148	0,064	0,0040	
5	715	281	124	97	65	11,54	3,221	2,124	1,201	0,467	0,253	0,145	0,063	0,0039	
6	706	278	122	96	64	11,40	3,180	2,098	1,186	0,461	0,249	0,143	0,062	0,0039	
7	698	275	121	95	63	11,27	3,144	2,074	1,173	0,456	0,247	0,142	0,061	0,0038	
8	685	270	119	93	62	11,06	3,085	2,035	1,151	0,447	0,242	0,139	0,060	0,0038	
9	673	265	117	91	61	10,86	3,031	2,000	1,131	0,439	0,238	0,137	0,059	0,0037	
10	664	261	115	90	60	10,72	2,991	1,973	1,115	0,433	0,235	0,135	0,058	0,0036	
11	657	259	114	89	60	10,61	2,959	1,952	1,104	0,429	0,232	0,133	0,058	0,0036	
12	650	256	113	88	59	10,49	2,928	1,931	1,092	0,424	0,230	0,132	0,057	0,0036	
13	644	254	112	87	58	10,40	2,901	1,913	1,082	0,420	0,228	0,131	0,057	0,0035	
14	639	252	111	87	58	10,31	2,878	1,899	1,073	0,417	0,226	0,130	0,056	0,0035	
15	630	248	109	86	57	10,17	2,838	1,872	1,058	0,411	0,223	0,128	0,055	0,0035	
16	625	246	108	85	57	10,09	2,815	1,857	1,050	0,408	0,221	0,127	0,055	0,0034	
17	618	243	107	84	56	9,98	2,784	1,836	1,038	0,403	0,218	0,125	0,054	0,0034	
18	610	240	106	83	55	9,85	2,748	1,812	1,025	0,398	0,216	0,124	0,054	0,0034	

