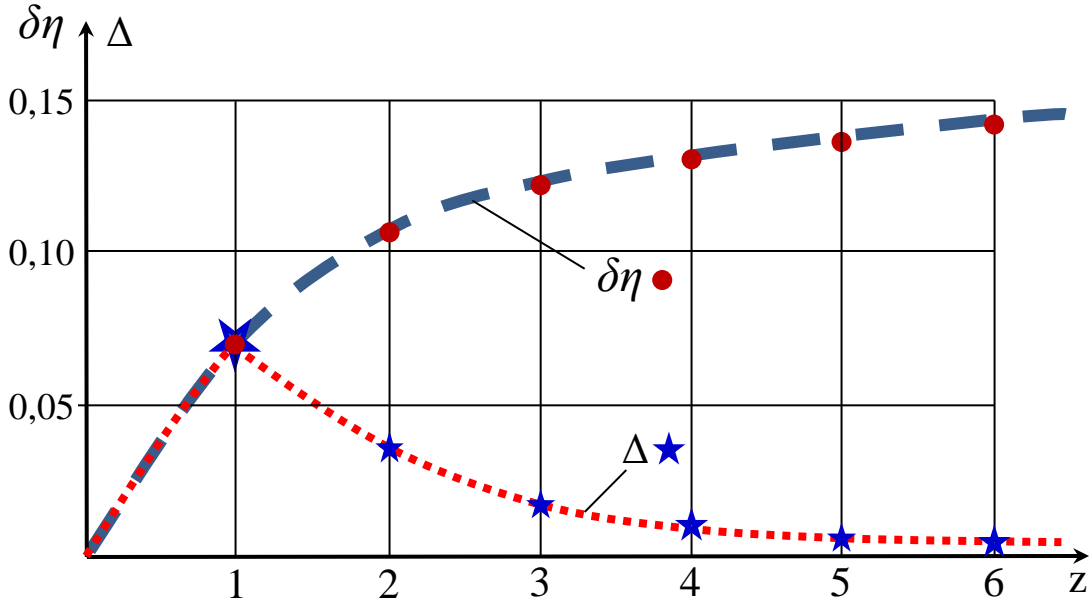


Обобщающие выводы



Выигрыш от установки дополнительного подогревателя:

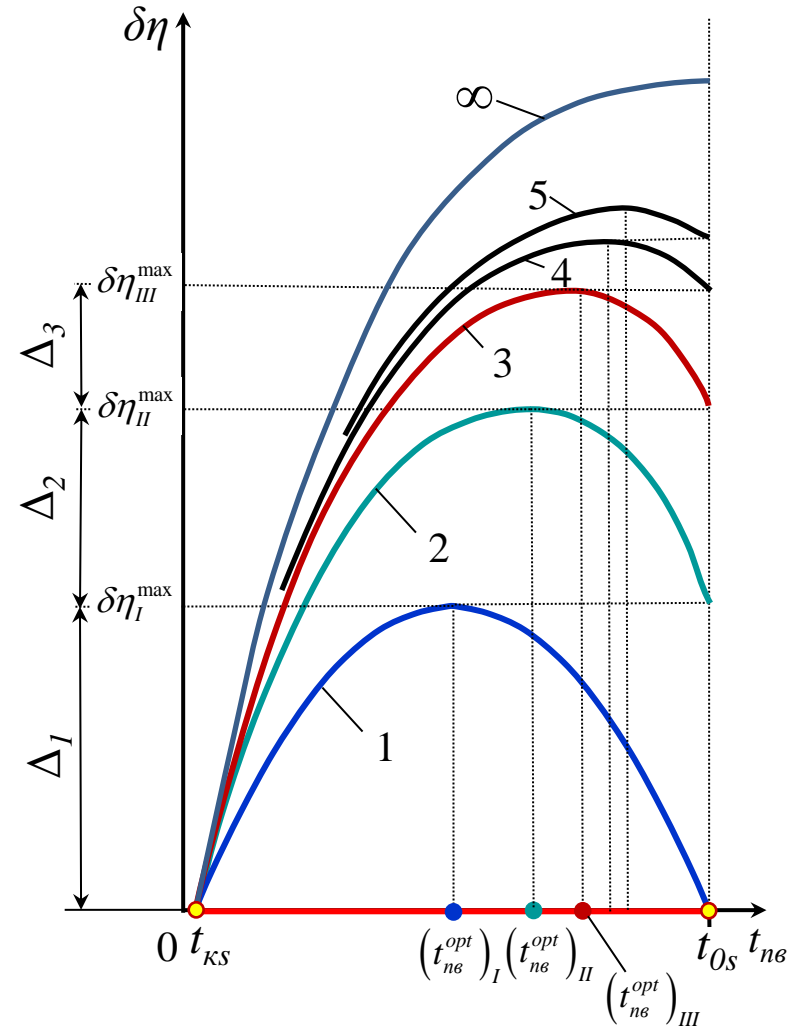
$$\Delta = \delta\eta_j - \delta\eta_{(j-1)}$$

(≈) Оптимальная температура питательной воды при равномерном нагреве в подогревателях:

$$(t_{ne}^{opt})_z = t_{sk} + \frac{z}{z+1}(t_{s0} - t_{sk})$$

(≈) Оптимальный нагрев воды в ступени регенеративного подогрева питательной воды

$$(\Delta t_{\epsilon})_j^{opt} = t_{\epsilon j} - t_{\epsilon(j+1)} = \frac{(t_{ne} - t_{sk})}{z}$$



Дополнение по вопросу многоступенчатого РППВ

Используя формулы:

$$\delta\eta^R = \frac{1-\eta}{\frac{1}{A_{\mathcal{E}R}} + \eta}; \quad A_{\mathcal{E}R}^i = \frac{H_{CB}^i \sum_{j=1}^i \alpha_j}{\left(1 - \sum_{j=1}^i \alpha_j\right) H_{\kappa}}. \quad H_{CB}^i = h_0 - h_{CB}^i \quad h_{CB}^i = \frac{\sum_{j=1}^i \alpha_j h_j}{\sum_{j=1}^i \alpha_j}$$

Доказано, что при одинаковой температуре питательной воды:

$$\delta\eta^{R(k)} > \delta\eta^{R(n)} \quad k > n$$

т.к. $A_{\mathcal{E}R}^k > A_{\mathcal{E}R}^n$, потому что $H_{CB}^k > H_{CB}^n$, полагая, что $\sum_{j=1}^k \alpha_j = \sum_{j=1}^n \alpha_j$

Однако этого недостаточно

$$\eta^R = 1 - \frac{\alpha_{\kappa} q_K}{q_{TV}^R}$$

$$q_{TV}^R = h_0 - h_{нв}$$

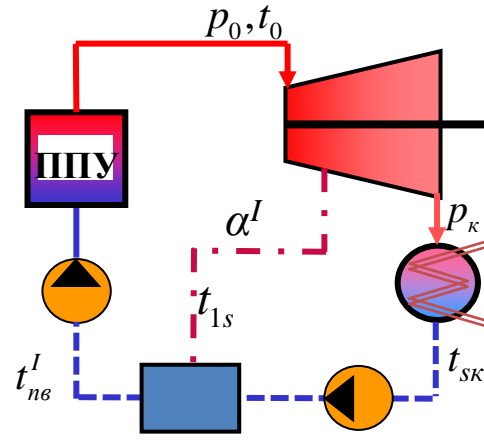
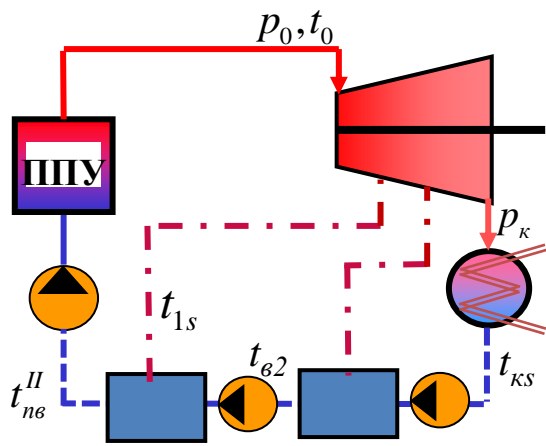
$$q_K = h_{\kappa} - h'_{\kappa}$$

$$\alpha_{\kappa} = 1 - \sum \alpha_j$$

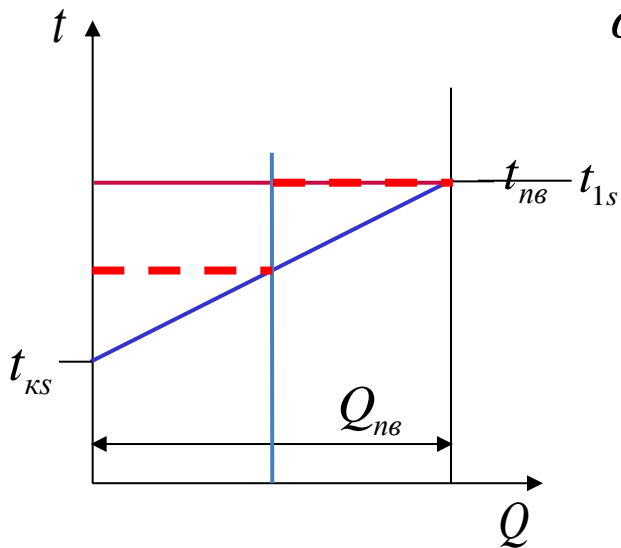
$$\eta^{R(k)} > \eta^{R(n)}$$

ТОЛЬКО, ЕСЛИ

$$\sum_{j=1}^k \alpha_j > \sum_{j=1}^n \alpha_j$$

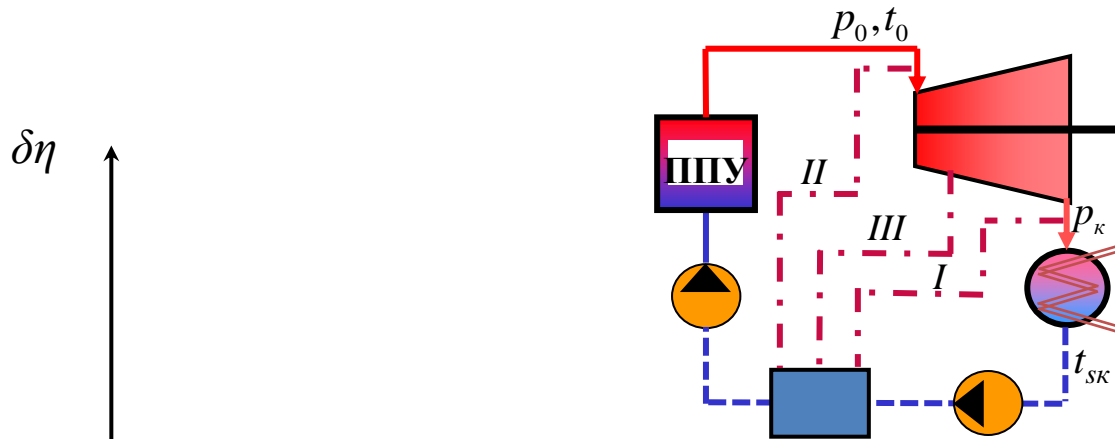


$$t_{n6}^{II} = t_{n6}^I = t_{n6}$$

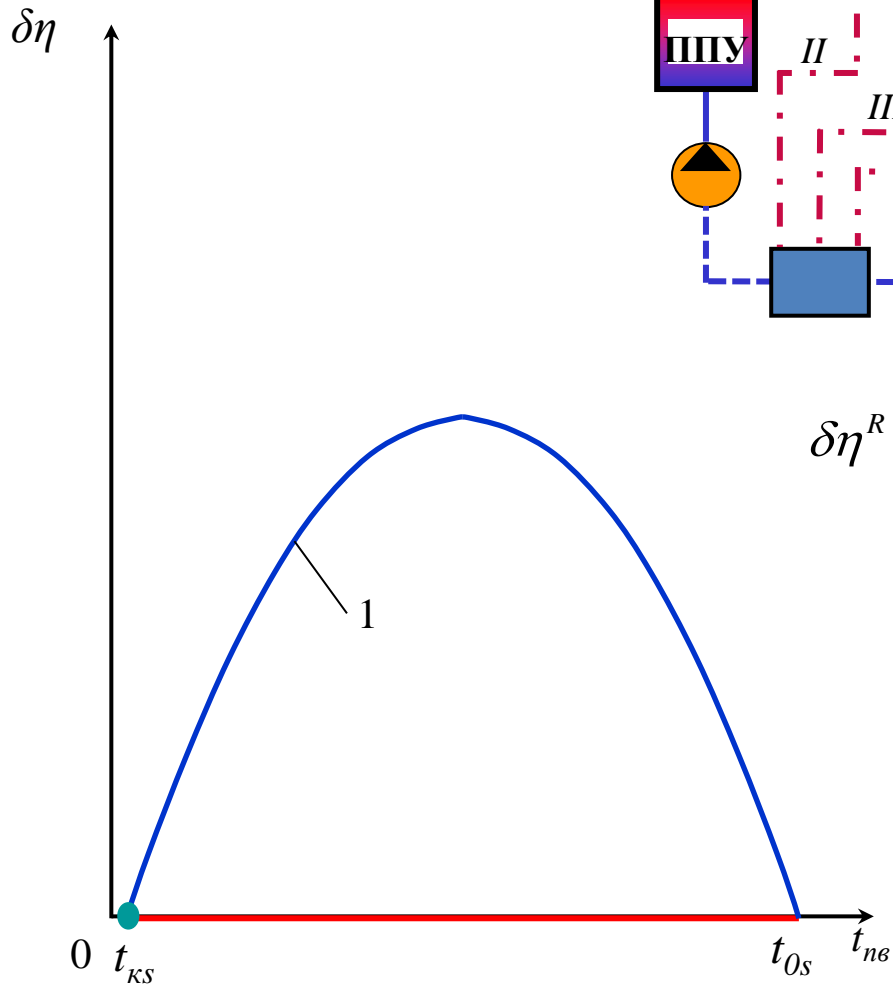


$$\alpha^I = \frac{c_p (t_{n6} - t_{KS})}{h_1 - h'_1} = \frac{c_p (t_{n6} - t_{np})}{h_1 - h'_1} + \frac{c_p (t_{np} - t_{KS})}{h_1 - h'_1}$$

2.5.3. РППВ в ПТУ с промежуточным перегревом пара (с сепарацией и промежуточным перегревом)

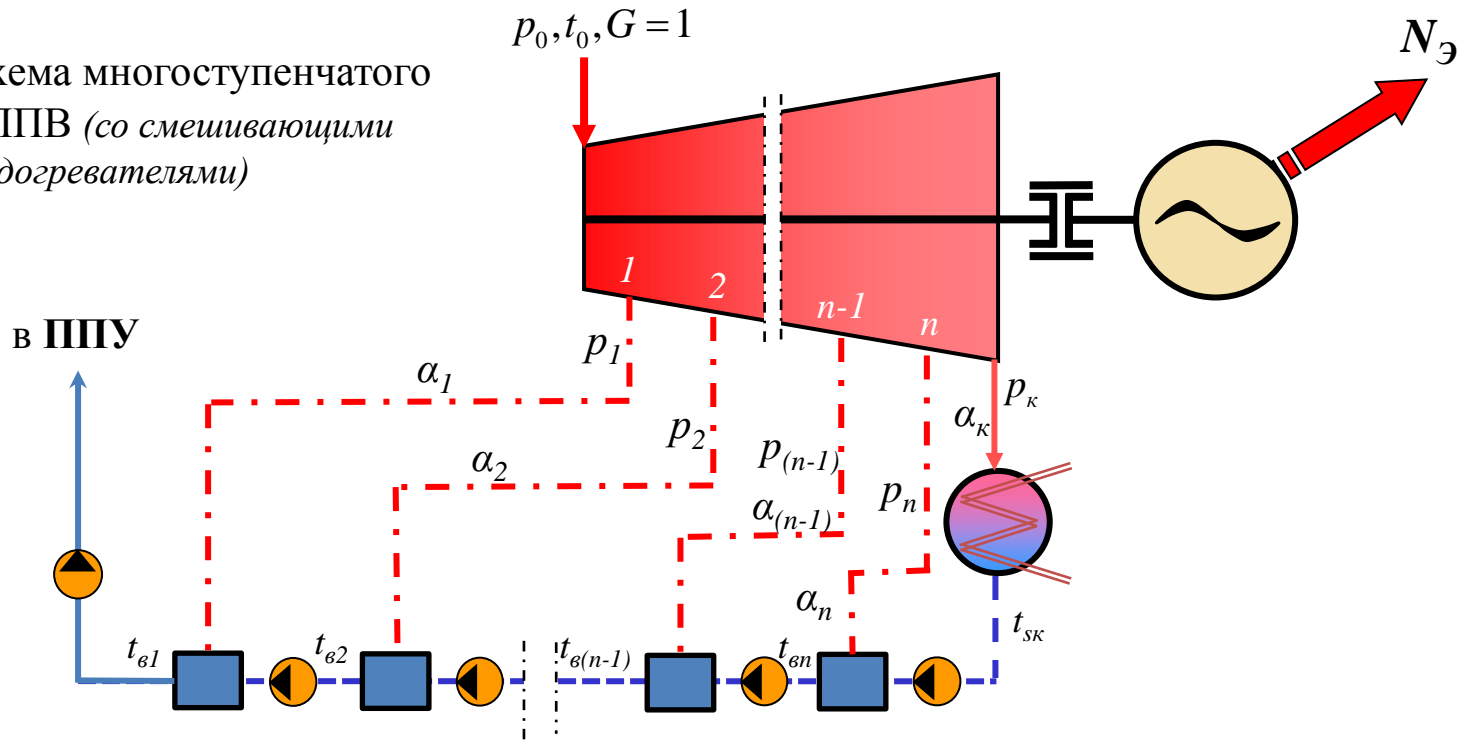


$$\delta\eta^R = \frac{1 - \eta}{\frac{1}{A_{\mathcal{E}R}} + \eta}$$



2.5.4. Определение расхода пара на турбину в ПТУ с РППВ

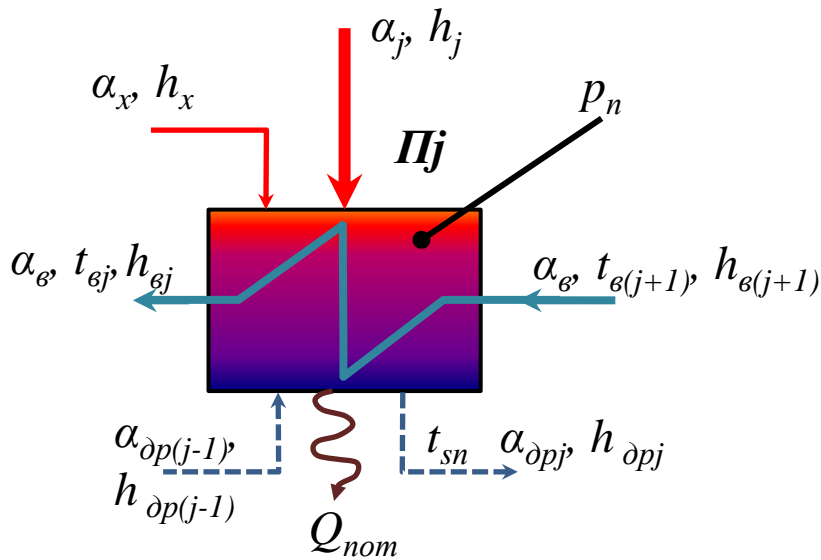
Схема многоступенчатого РППВ (со смешивающими подогревателями)



В схемах РППВ используются:

- поверхностные подогреватели;
- смешивающие подогреватели.

Поверхностный подогреватель



$$\alpha_{\delta pj} = \alpha_j + \alpha_x + \alpha_{\delta p(j-1)}$$

$$h_{\delta pj} = h'_j = f(p_n)$$

$$t_{\epsilon j} = t_{sn} - \mathcal{G}_n$$

$$\mathcal{G}_n = (2 \div 7)^\circ \text{C}$$

$$h_\epsilon = f(t_\epsilon, p_\epsilon)$$

Уравнение теплового баланса подогревателя (закон сохранения энергии)

Для поверхностного подогревателя удобно сформулировать таким образом:

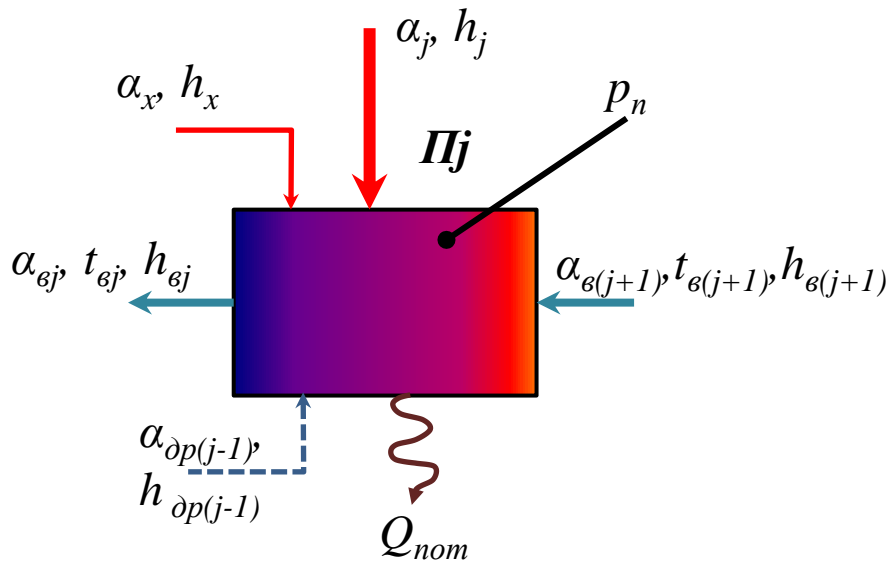
- количество отданной теплоты равно количеству теплоты воспринятой.

$$\alpha_j (h_j - h_{\delta pj}) + \alpha_x (h_x - h_{\delta pj}) + \alpha_{\delta p(j-1)} (h_{\delta p(j-1)} - h_{\delta pj}) = \alpha_\epsilon (h_{\epsilon j} - h_{\epsilon(j+1)}) \frac{1}{\eta_n}$$

$$\eta_n = (0,98 \div 0,99)$$

$$\alpha_j = \frac{\alpha_\epsilon (h_{\epsilon j} - h_{\epsilon(j+1)}) \frac{1}{\eta_n} - \alpha_x (h_x - h_{\delta pj}) - \alpha_{\delta p(j-1)} (h_{\delta p(j-1)} - h_{\delta pj})}{(h_j - h_{\delta pj})}$$

Смешивающий подогреватель



$$t_{\epsilon j} = t_{sn} - \mathcal{G}_{cm} = t_{sn}, \quad \text{т.к. } \mathcal{G}_{cm} \approx 0$$

$$h_{\epsilon} = h'_{\epsilon} = f(p_n)$$

Уравнение материального баланса подогревателя:

$$\alpha_{\epsilon j} = \alpha_{\epsilon(j+1)} + \alpha_j + \alpha_x + \alpha_{\delta p(j-1)}$$

Уравнение теплового баланса подогревателя (закон сохранения энергии)

Для смешивающего подогревателя удобно сформулировать таким образом:

- количество вошедшей теплоты равно количеству вышедшей теплоты.

$$\alpha_{\epsilon(j+1)} h_{\epsilon(j+1)} + \alpha_j h_j + \alpha_x h_x + \alpha_{\delta p(j-1)} h_{\delta p(j-1)} = \alpha_{\epsilon} h_{\epsilon j} \frac{1}{\eta_n}$$

$$\eta_n = (0,98 \div 0,99)$$

$$\alpha_j = \frac{\alpha_{\epsilon(j+1)} \left(\frac{h_{\epsilon j}}{\eta_n} - h_{\epsilon(j+1)} \right) + \alpha_x \left(\frac{h_{\epsilon j}}{\eta_n} - h_x \right) + \alpha_{\delta p(j-1)} \left(\frac{h_{\epsilon j}}{\eta_n} - h_{\delta p j} \right)}{\left(h_j - \frac{h_{\epsilon j}}{\eta_n} \right)}$$

Задача

Спроектировать (?) тепловую схему ПТУ АЭС с Z ступенями РППВ при заданных p_0, t_0, p_k (и т.д.) и электрической мощности $N_э$.

Примечание: а) «и т.д.»: м.б. заданы промежуточный перегрев пара, сепарация влаги, отпуск теплоты внешним потребителям, т.е. все, что отражается на структуре турбины и процессе расширения пара в турбине;

б) в нашем случае задан тип подогревателей.

Спроектировать тепловую схему:

- составить тепловую схему ПТУ с последовательным размещением подогревателей, их подключением к турбине и установкой необходимого числа насосов;
- определить параметры пара и воды в узловых точках схемы (параметры воды на выходе из подогревателей и пара на выходе из турбины);
- определить потоки воды и пара по тепловой схеме в относительных единицах (отнесенных к расходу пара на турбину) или в абсолютных, выраженных через расход пара на турбину. Определяется путем решения системы уравнений теплового и материального балансов подогревателей и другого тепломеханического оборудования;
- определить расход пара на турбину в размерных величинах ($кг/с, т/ч$) по энергетическому уравнению турбины;
- определить показатели тепловой экономичности: абсолютные КПД, удельные расходы теплоты и пара.

1. Составление тепловой схемы.

