

Уравнения материального баланса

$$\sum G_{BX} = \sum G_{BIX}, \text{ кг / с}$$

$$[D, G] = \text{кг/с (т/ч)}$$

Уравнения теплового баланса

$$Q_{\text{подвед}} \approx Q_{\text{отвед}}, \text{ кВт}$$

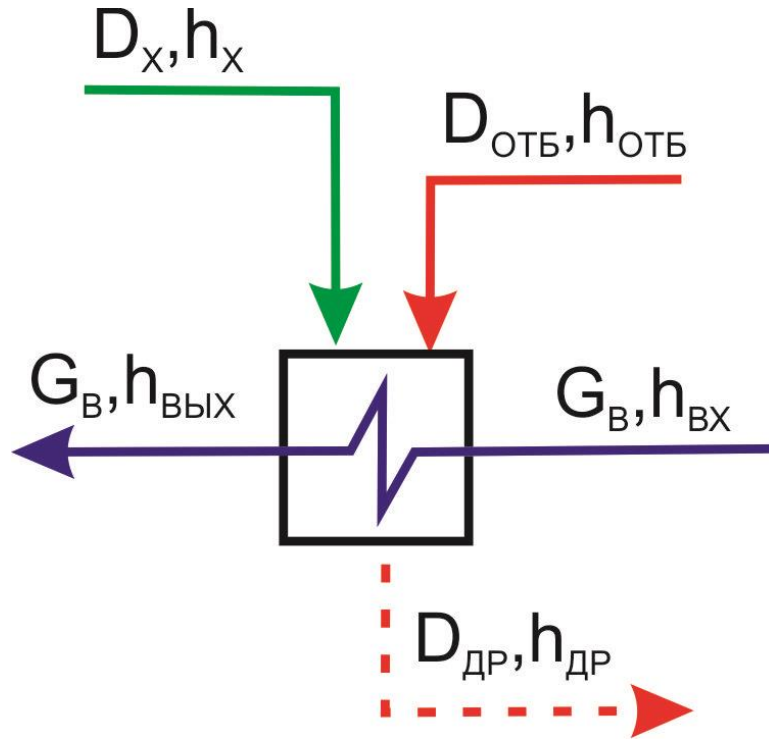
$$P = \text{const} \Rightarrow Q = G \cdot \Delta h$$

$$[h] = \text{кДж/кг}$$

$$[Q] = (\text{кг/с}) \cdot (\text{кДж/кг}) = \text{кДж/с} = \text{кВт}$$

1. Поверхностные т/обменники

(передача теплоты через поверхность)



Уравнение
материального
баланса ???

Уравнение
теплового баланса

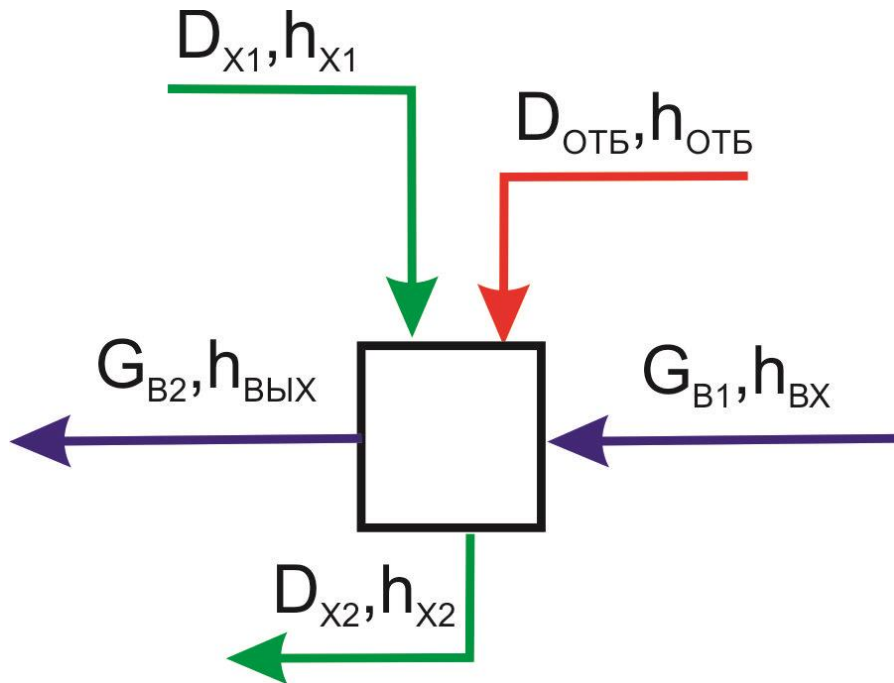
$$\left[D_{\text{ОТБ}} \cdot (h_{\text{ОТБ}} - h_{\text{ДР}}) + D_X \cdot (h_X - h_{\text{др}}) \right] \cdot \eta_{\text{П}} = G_B \cdot (h_{\text{ВЫХ}} - h_{\text{ВХ}})$$

$Q_{\text{подвед}}$

$Q_{\text{отвед}}$

2. Смешивающие т/обменники

(передача теплоты при смешивании потоков)



1. Уравнение
материального
баланса

$$D_{OTB} + D_{X1} + G_{B1} = G_{B2} + D_{X2}$$

2. Уравнение
теплового баланса

$$[D_{OTB} \cdot h_{OTB} + D_{X1} \cdot h_{X1} + G_{B1} \cdot h_{BX}] \cdot \eta_{см} = G_{B2} \cdot h_{BЫX} + D_{X2} \cdot h_{X2}$$

Уравнения материального баланса

В ОТНОСИТЕЛЬНЫХ ЕДИНИЦАХ

$$\sum \alpha_{BX} = \sum \alpha_{ВЫХ}$$

$$\alpha_j = \frac{D_j}{D_0}$$

Относительный
расход

Абсолютный
расход пара на
турбину

$$D_0, \text{кг} / \text{с} (\text{т} / \text{ч})$$

Уравнения теплового баланса

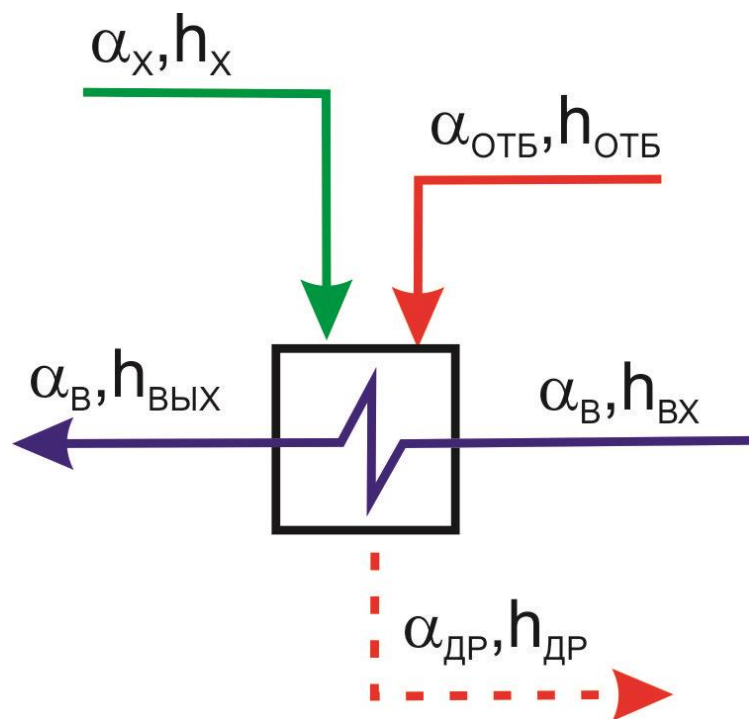
В ОТНОСИТЕЛЬНЫХ ЕДИНИЦАХ

$$q_{\text{подвед}} \approx q_{\text{отвед}}, \text{кДж} / \text{кг}$$

$$[q] = [h] = \text{кДж} / \text{кг}$$

Уравнения теплового баланса для поверхностных т/обменников

В ОТНОСИТЕЛЬНЫХ ЕДИНИЦАХ



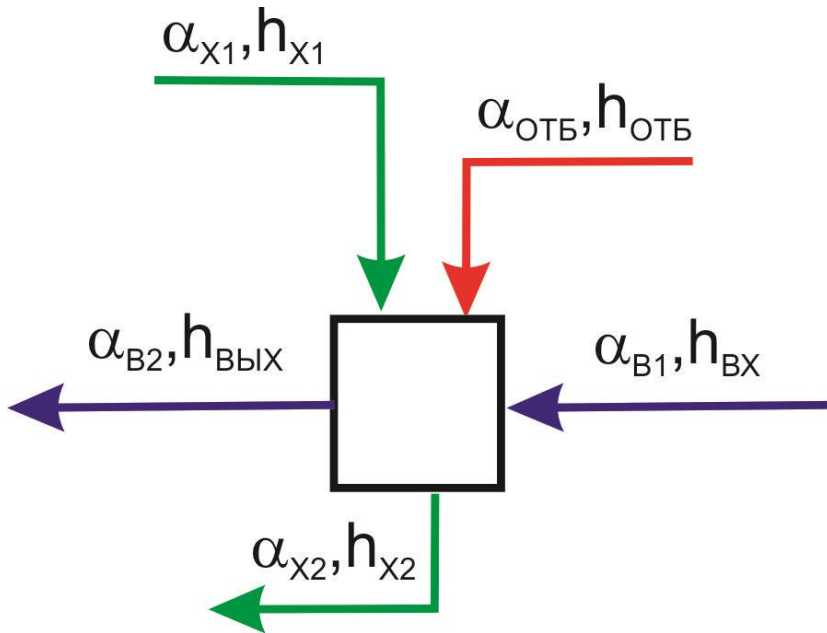
!!! СЛАЙД С ОШИБКОЙ

$$\left[\alpha_{OTB} \cdot (h_{OTB} - h_{DR}) + \alpha_X \cdot (h_X - h_{BYX}) \right] \cdot \eta_{II} = \alpha_B \cdot (h_{BYX} - h_{BX})$$

$q_{\text{подвед}}, \text{кДж} / \text{кг}$

$q_{\text{отвед}}, \text{кДж} / \text{кг}$

Уравнения т. и м. балансов для смешивающих т/обменников в относительных единицах



1. Уравнение
???

$$\alpha_{OTB} + \alpha_{X1} + \alpha_{B1} = \alpha_{B2} + \alpha_{X2}$$

2. Уравнение
???

$$[\alpha_{OTB} \cdot h_{OTB} + \alpha_{X1} \cdot h_{X1} + \alpha_{B1} \cdot h_{BX}] \cdot \eta_{см} = \alpha_{B2} \cdot h_{BВЫХ} + \alpha_{X2} \cdot h_{X2}$$

1. Схемы регенеративного подогрева питательной воды

Регенеративный подогрев питательной воды – подогрев воды в схемах ТЭС паром, частично отработавшим в турбине.

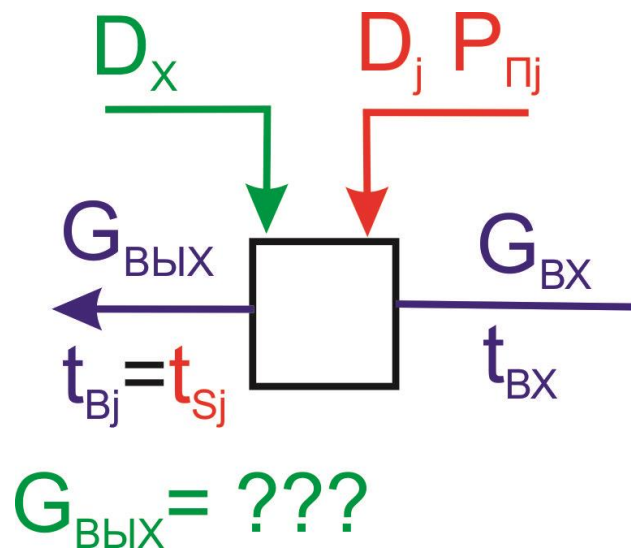
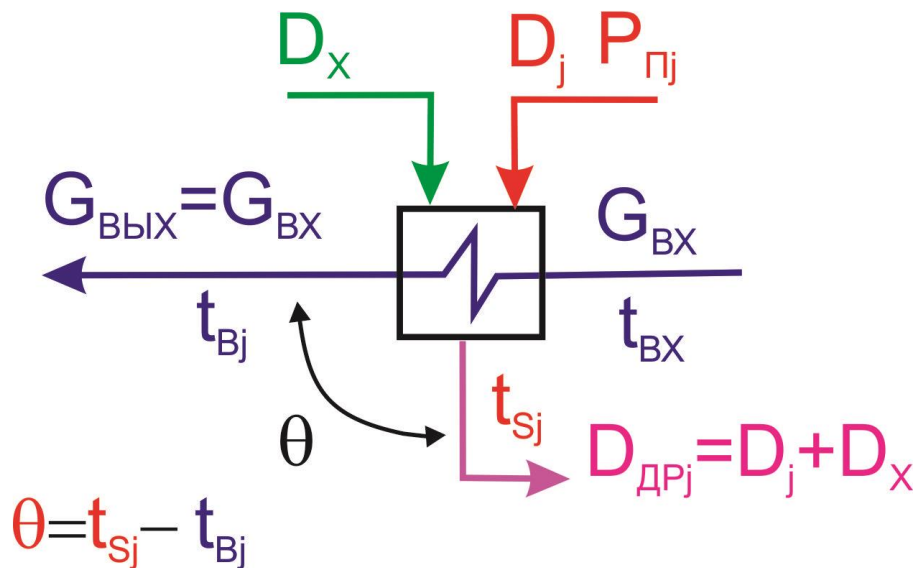
Регенеративные подогреватели – пароводяные теплообменники, в которых вода нагревается за счет теплоты конденсации пара.

Регенеративный отбор – отбор (паропровод) пара из турбины на регенеративный подогреватель.

Типы регенеративных подогревателей (по взаимодействию теплоносителей)

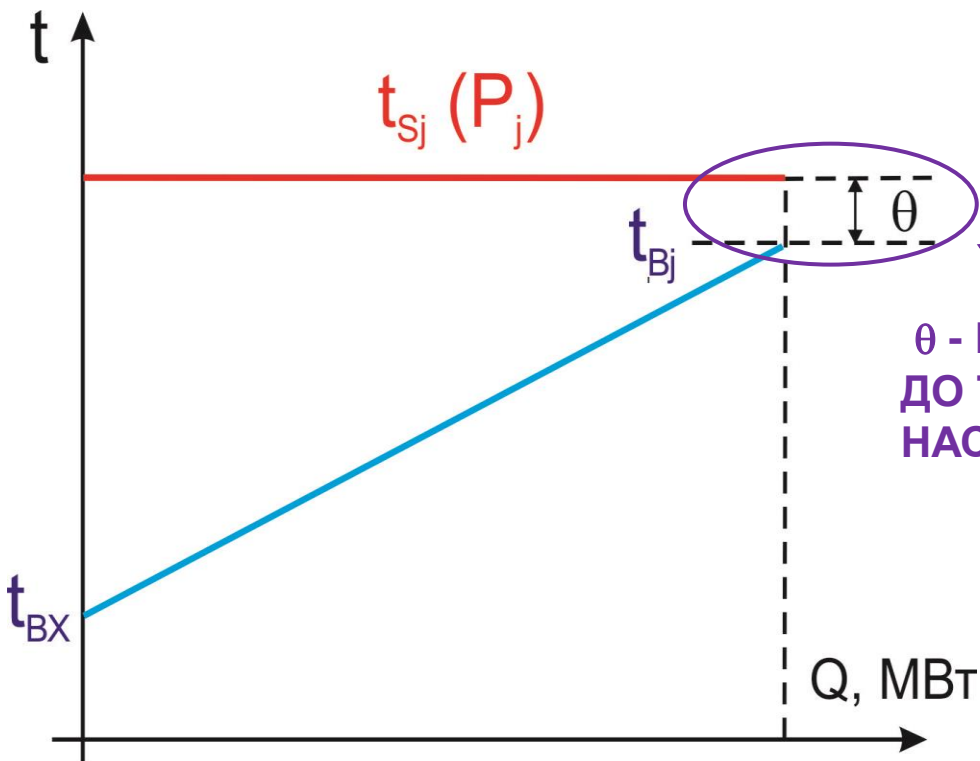
1. **Поверхностные** – теплообмен между паром и водой - через поверхность теплообмена
2. **Смешивающие** – вода нагревается при непосредственном контакте с греющим паром

$$t_{Bj} < t_{Sj} \text{ !!!!}$$



Определение параметров рабочего тела в регенеративных подогревателях

Q, t – диаграмма поверхностного регенеративного теплообменника

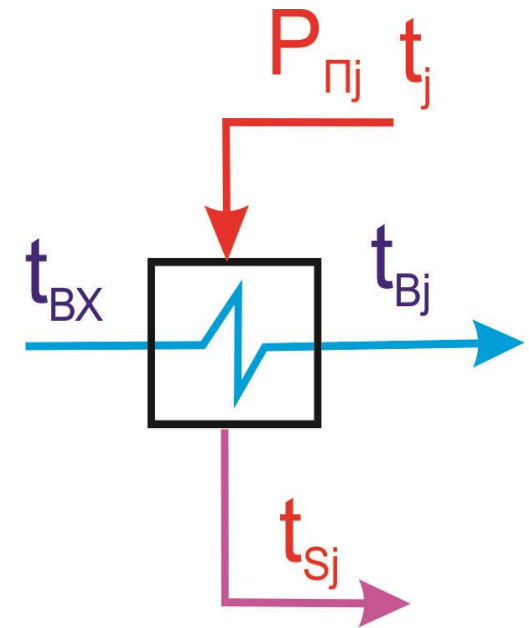


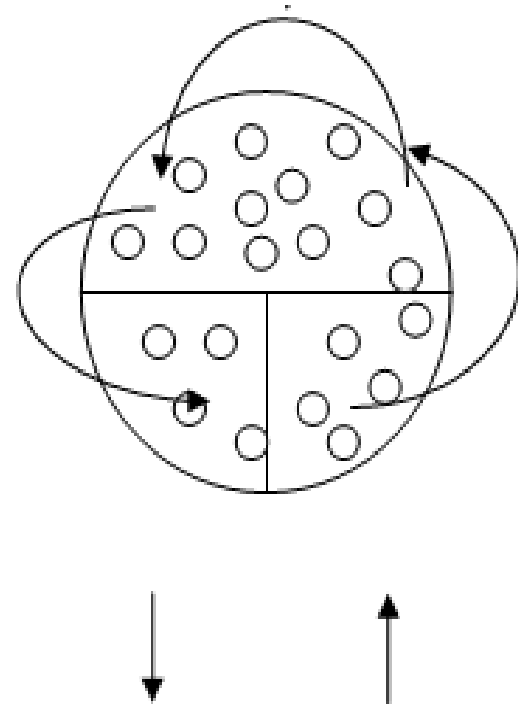
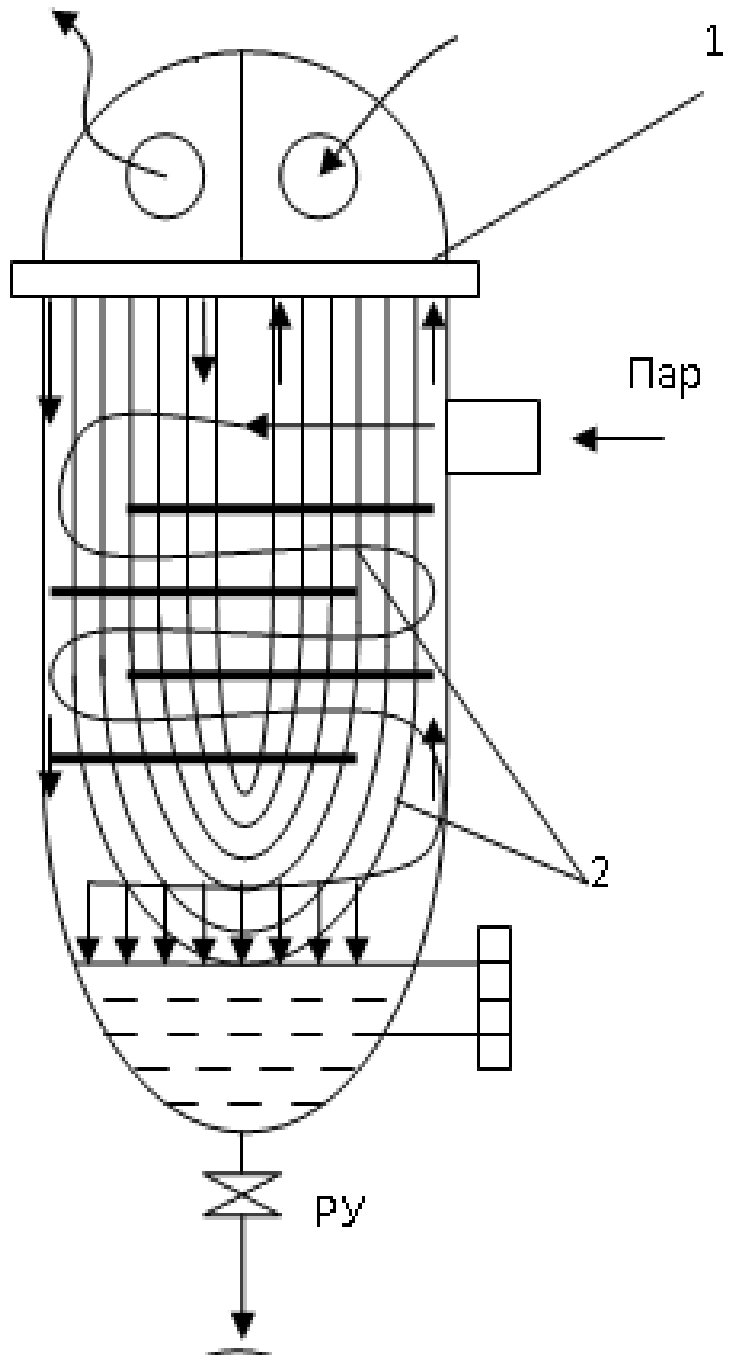
θ - НЕДОГРЕВ ВОДЫ
ДО ТЕМПЕРАТУРЫ
НАСЫЩЕНИЯ ПАРА

$$t_{Bj} \rightarrow t_{Sj} = t_{Bj} + \theta \rightarrow$$

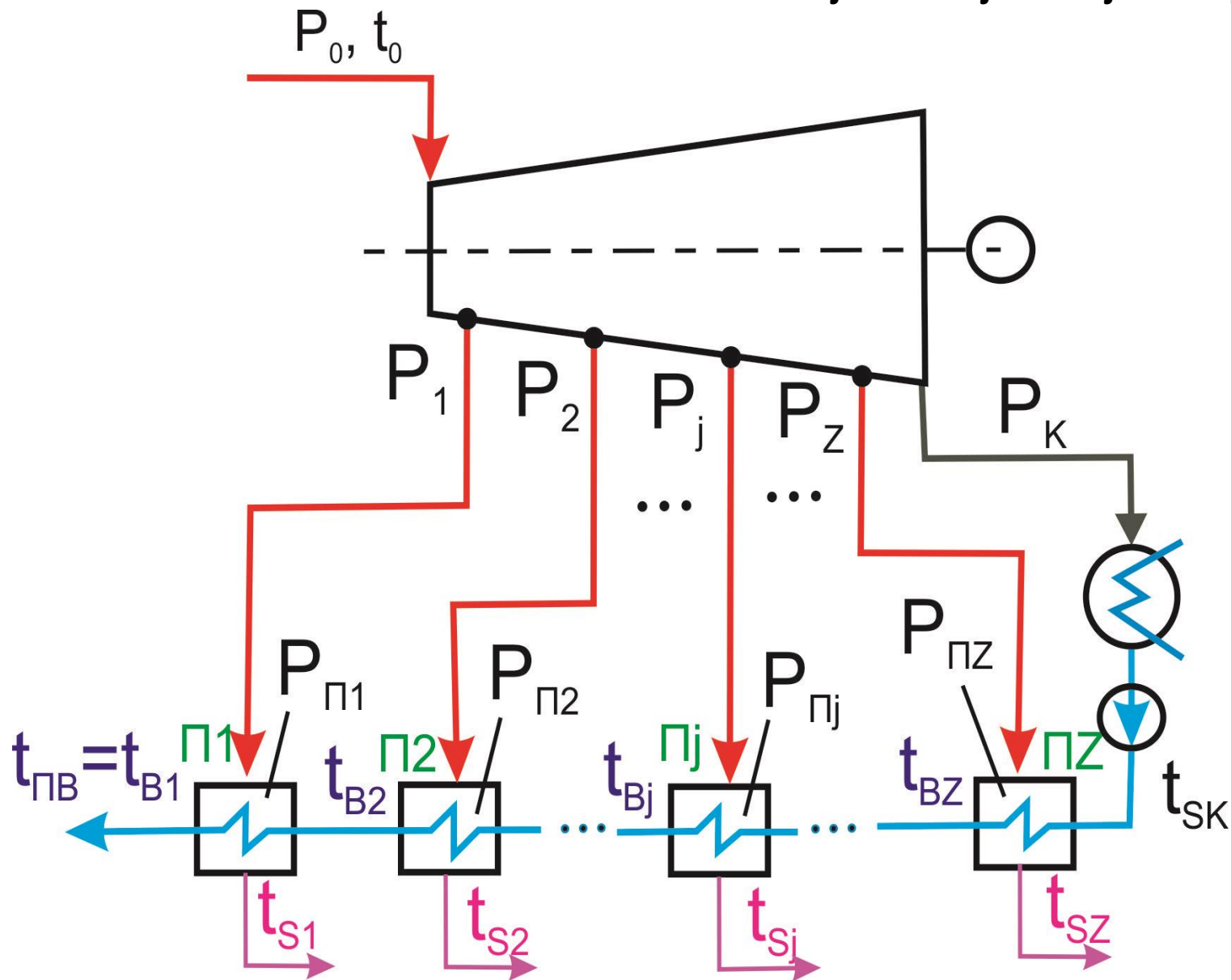
$$P_{\Pi j} = f(t_{Sj}) \rightarrow$$

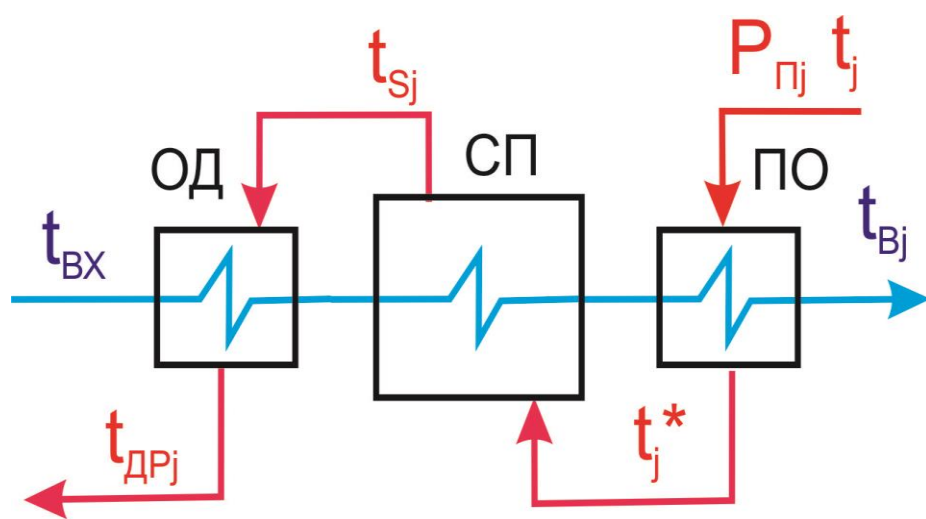
$$P_j = P_{\Pi j} / (0,92 \div 0,95)$$





$$P_j \rightarrow P_{\pi j} \rightarrow t_{sj} \rightarrow t_{Bj}$$

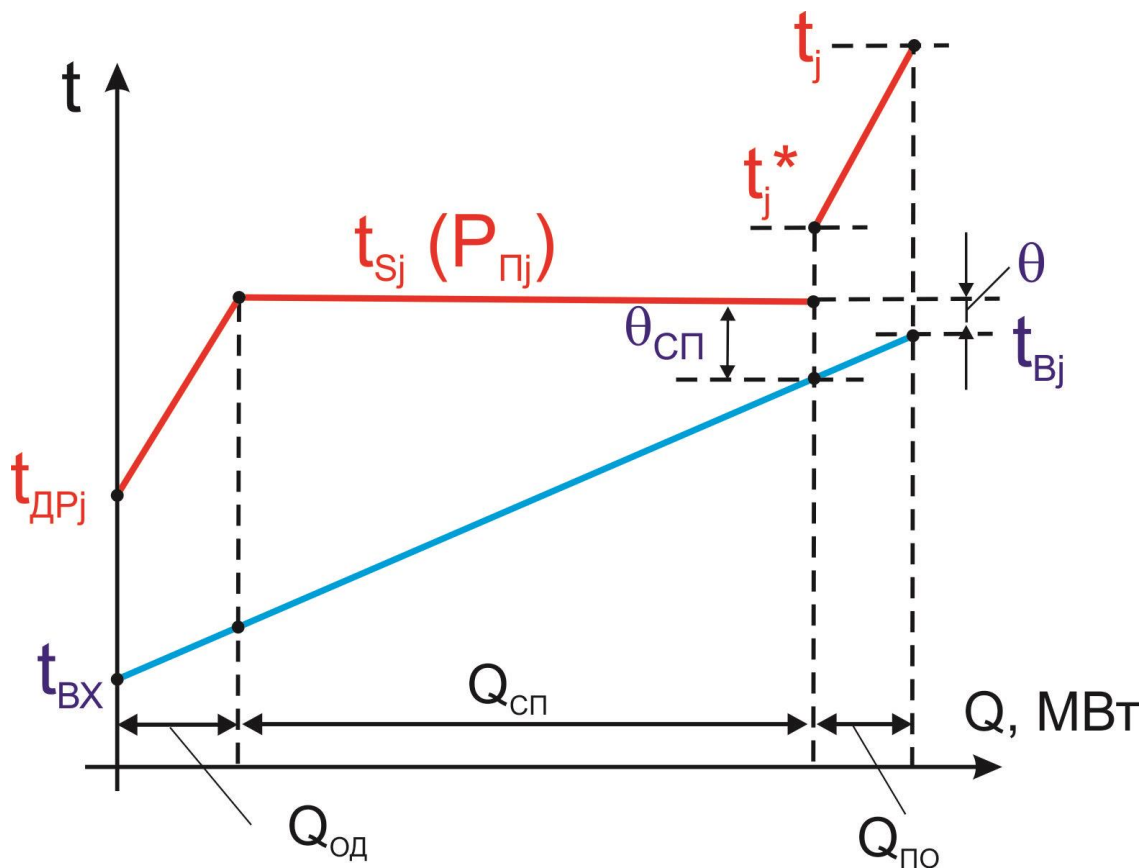


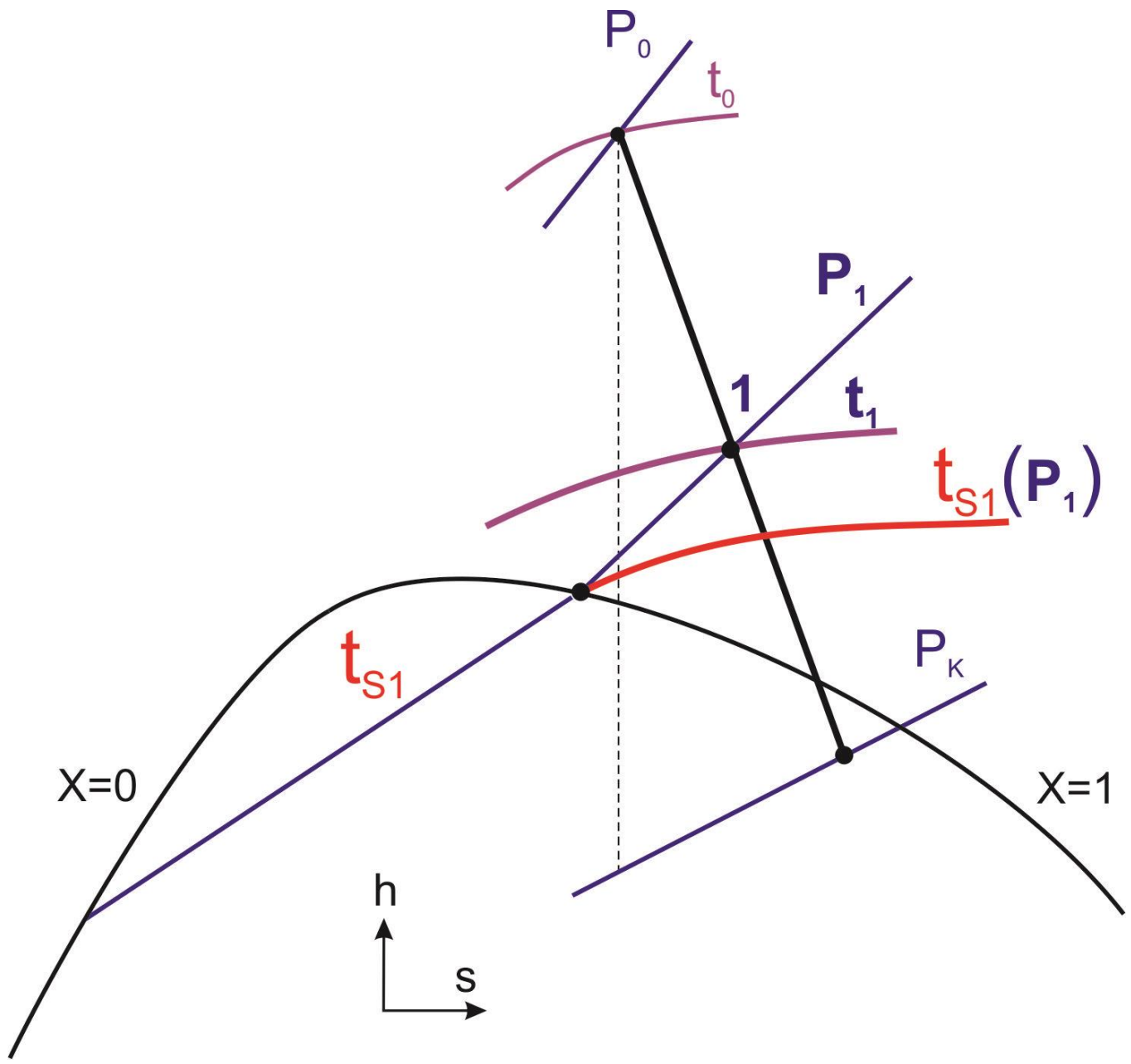


Q,t – диаграмма теплообменника с выделенными зонами ПО и ОД

$$t_{sj} \quad \text{и} \quad P_{Пj}$$

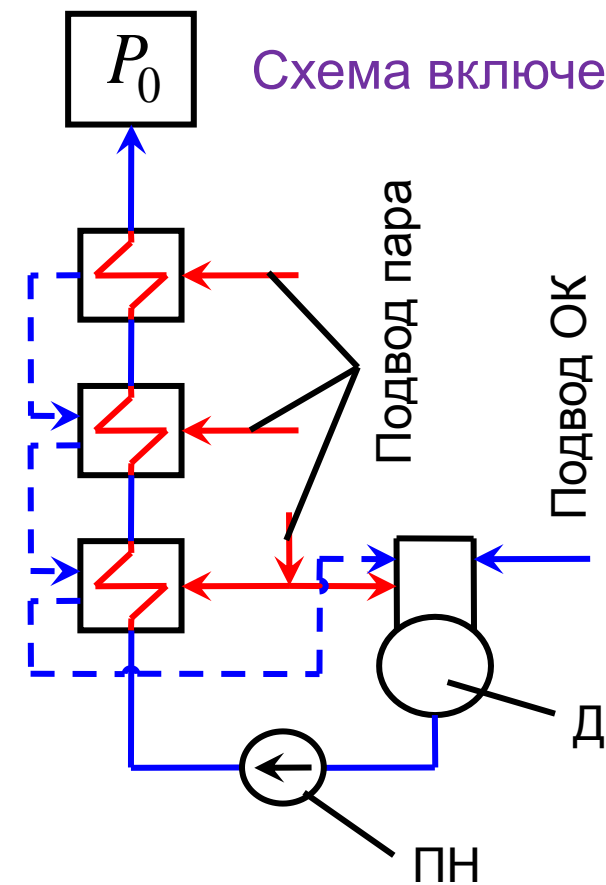
$$t_j^* = t_{sj} + (15 \div 25)^\circ\text{C}$$



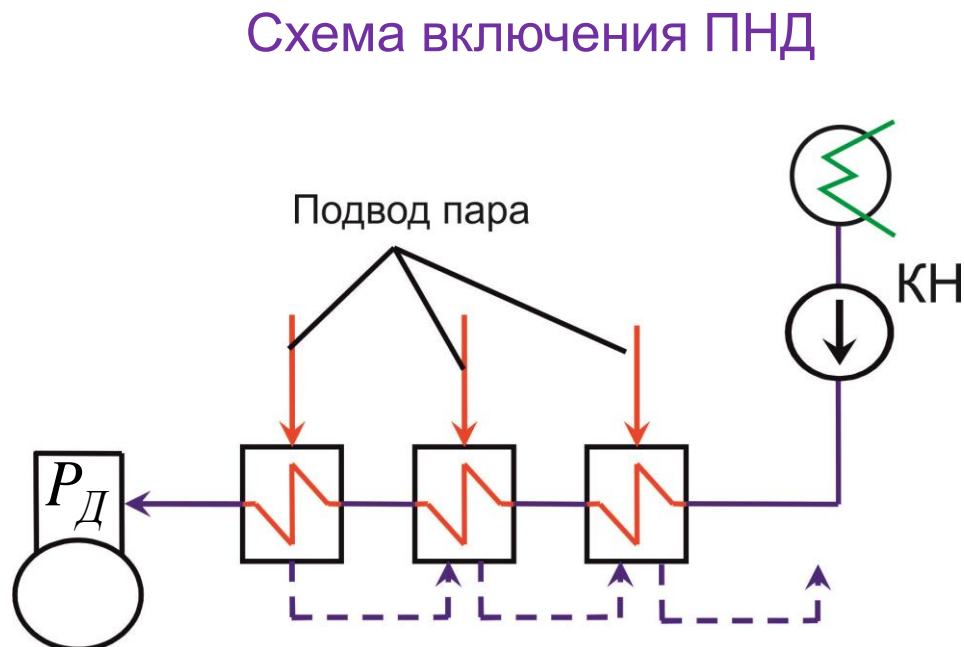


Типы регенеративных подогревателей (по месту включения в тепловую схему)

1. Подогреватели высокого давления (воды) – ПВД
2. Подогреватели низкого давления (воды) - ПНД



$$P_{ПВ} = (1,2 \div 1,3) \cdot P_0$$



$$P_{ОК} = (1,4 \div 1,5) \cdot P_Д$$

$$P_Д = (0,6 \div 1,0) \text{ МПа}$$

Схема движения пара и конденсата в ПВД

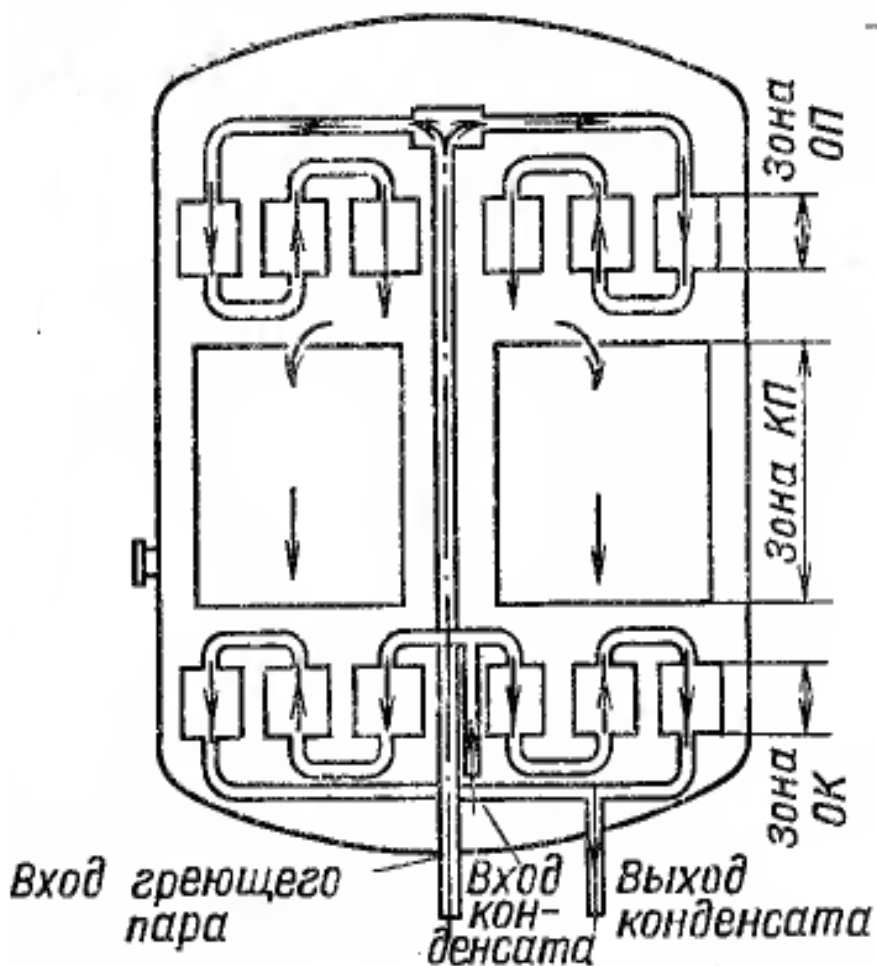
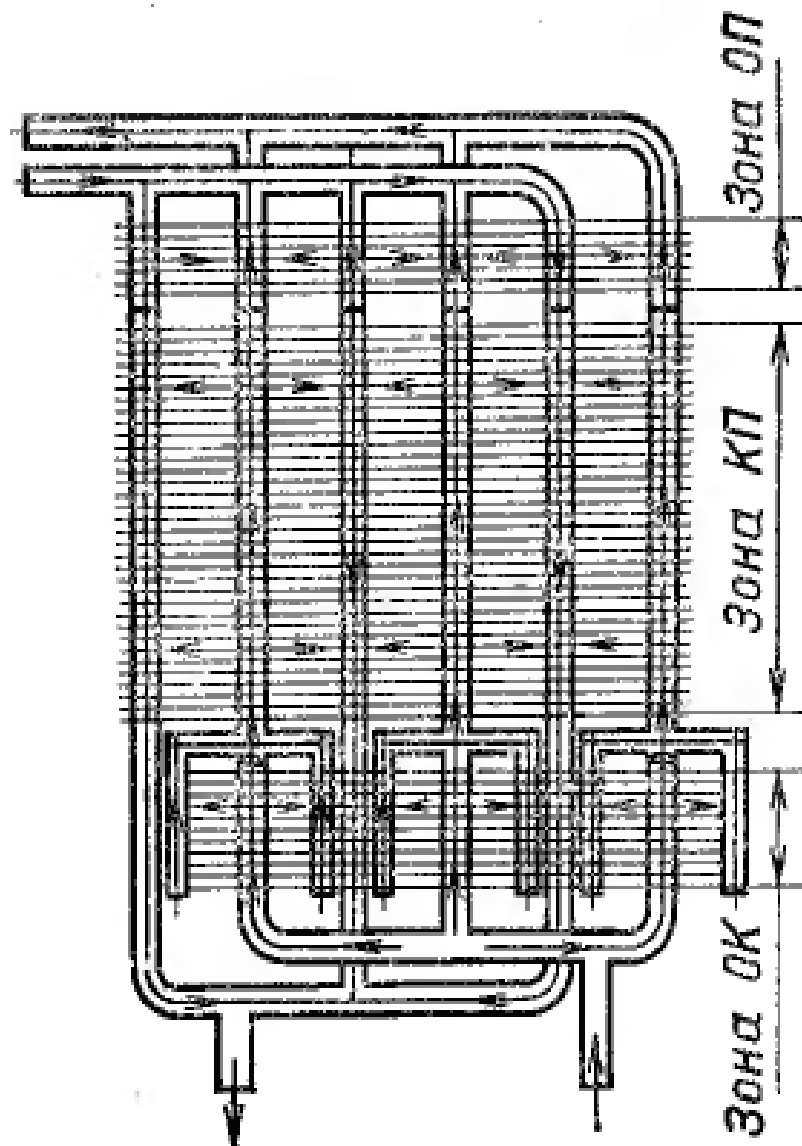
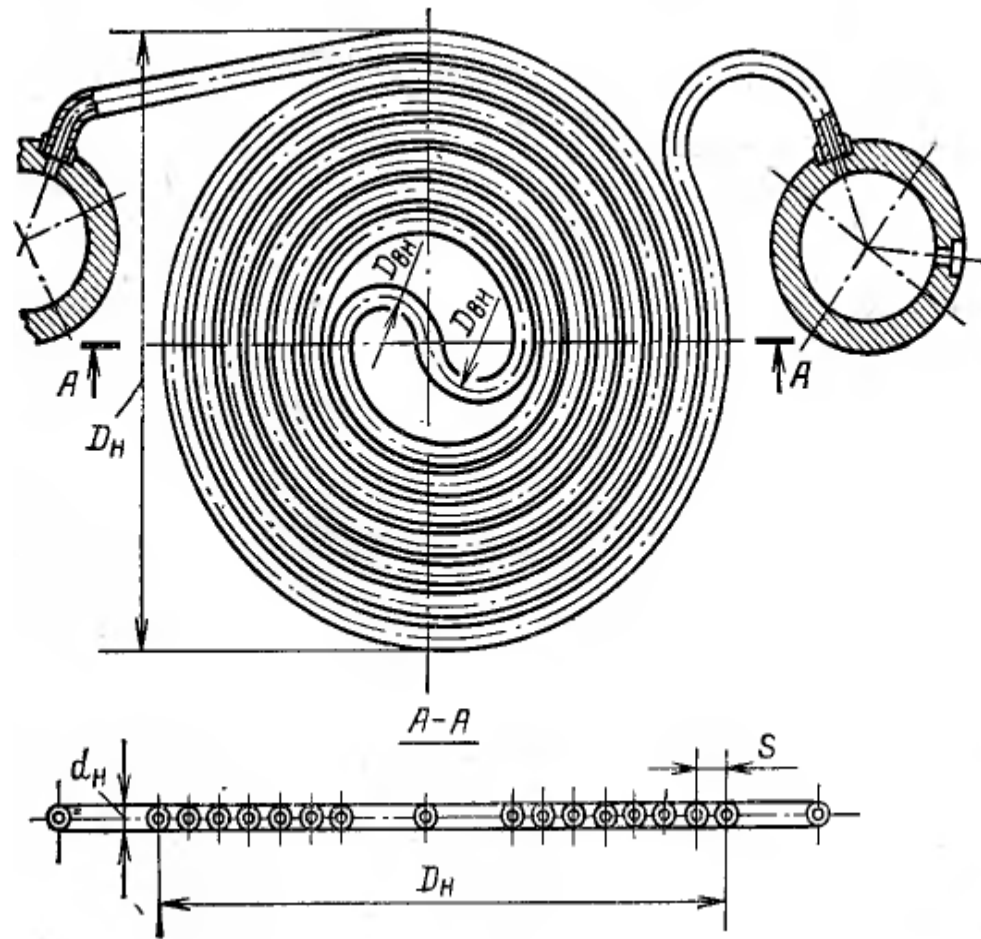
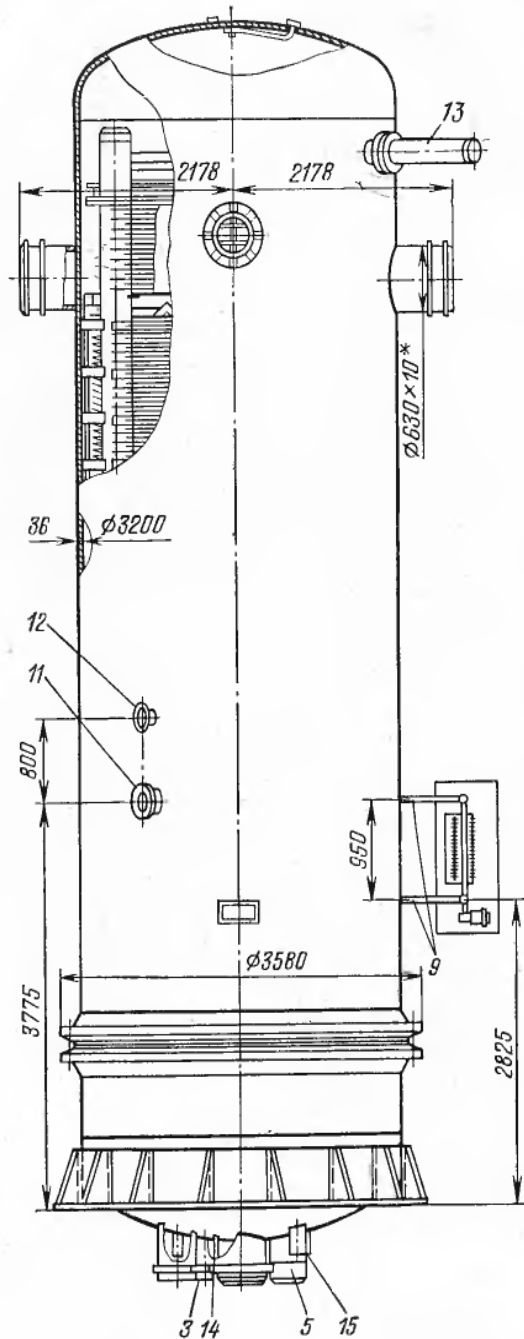


Схема движения питательной воды в ПВД

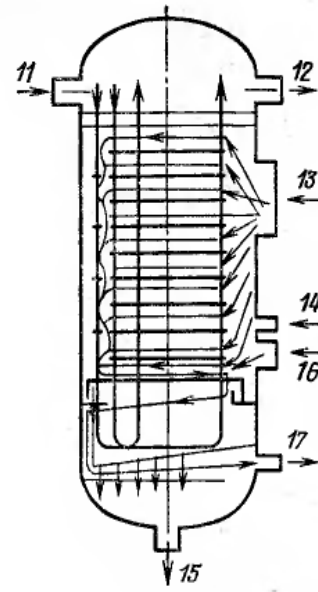
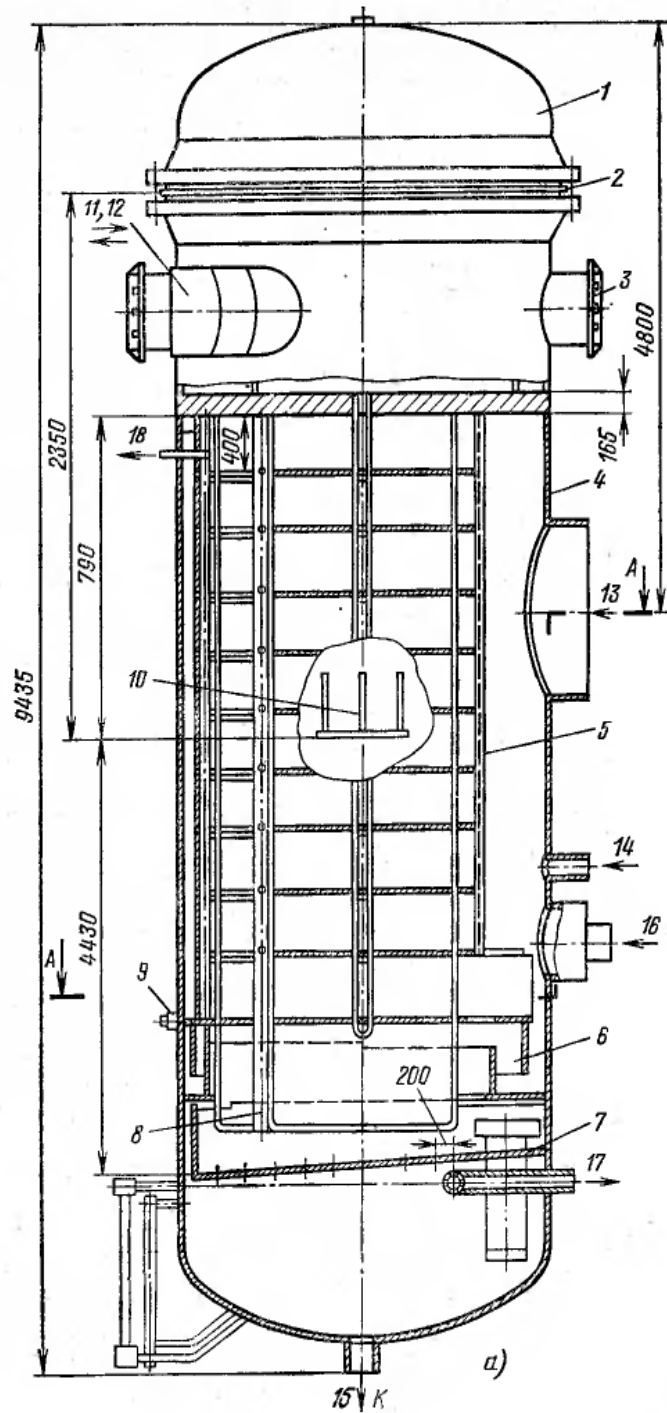


Конструкция ПВД



Форма навивки спиральных труб в ПВД

Конструкция ПНД



$\varnothing 16 \times 1,2 =$
 $= 5008$ шт.

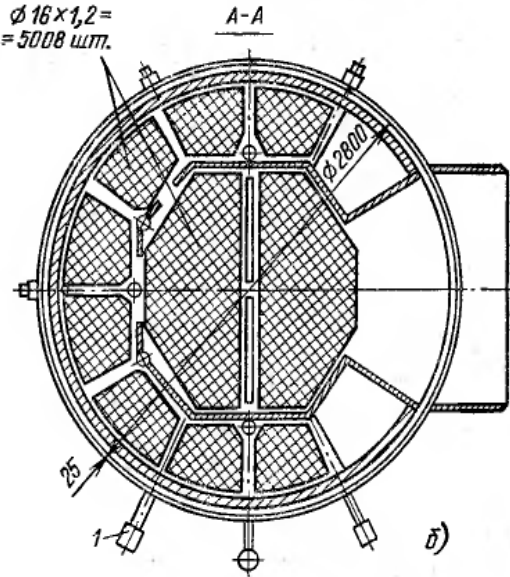
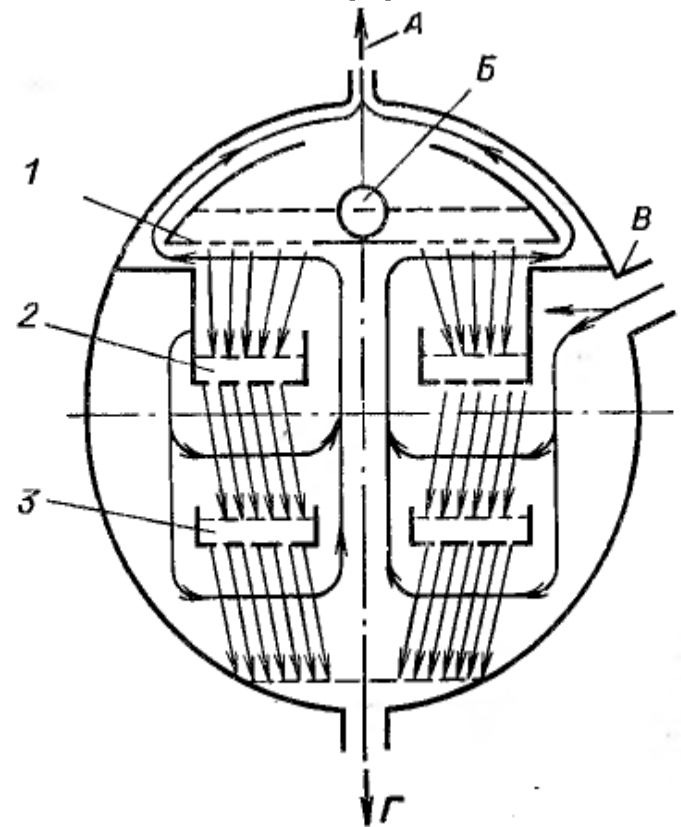
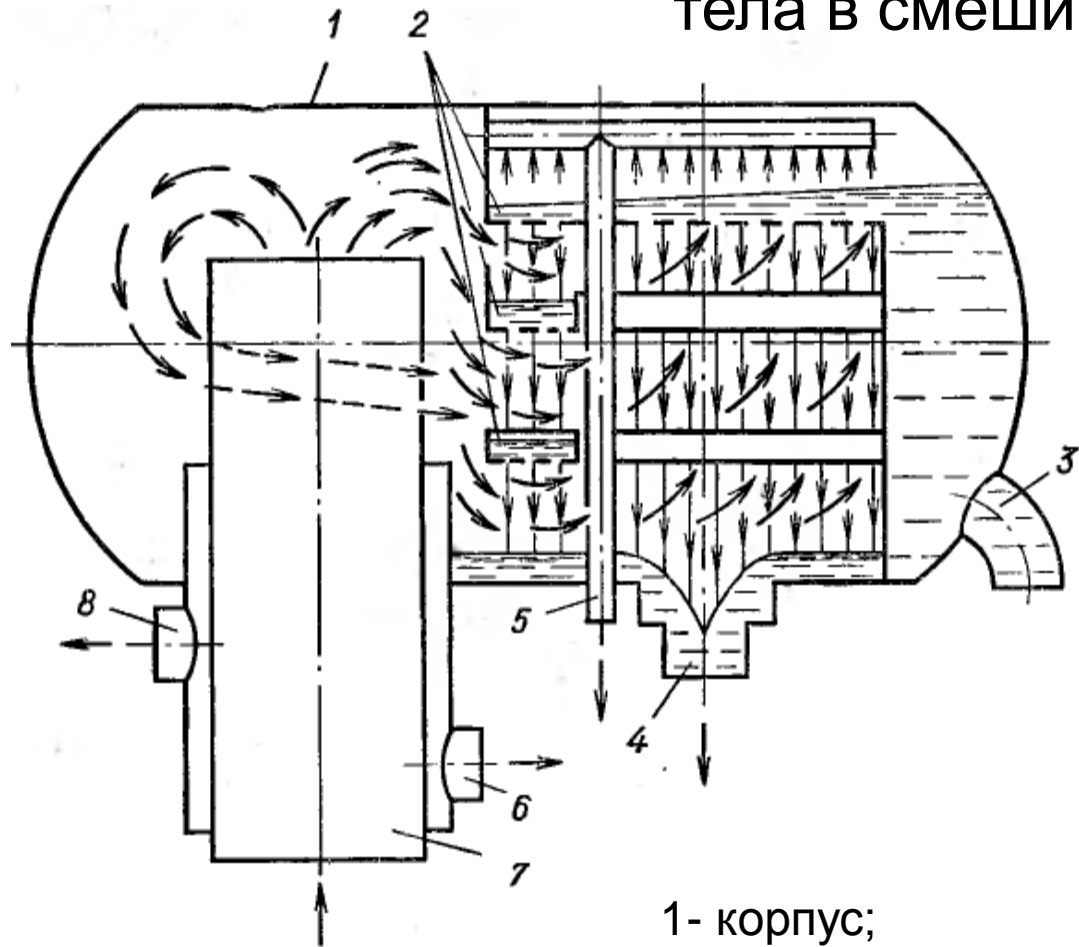


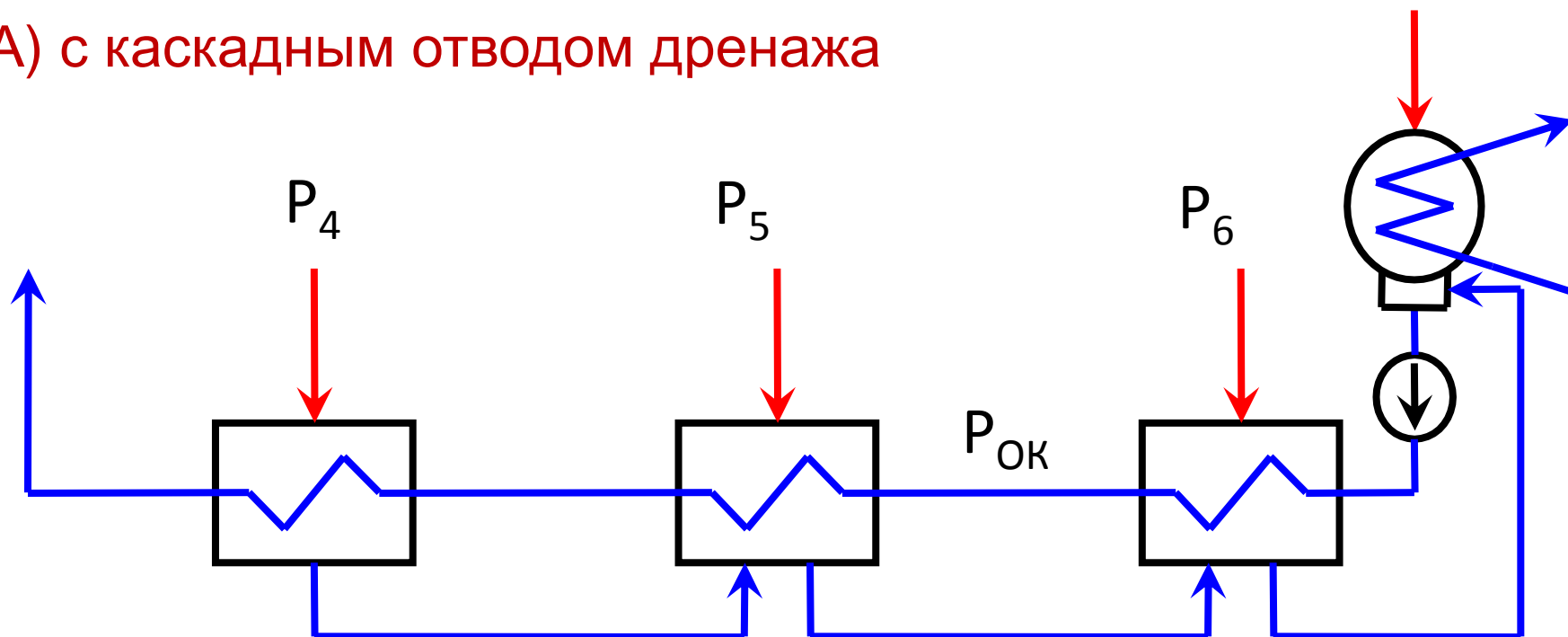
Схема движения рабочего тела в смешивающем ПНД



- 1- корпус;
- 2- блок перфорированных тарелок;
- 3, 4 – подвод и отвод основного конденсата;
- 5 – отвод паровоздушной смеси в конденсатор;
- 6, 8 – аварийные отвод (во всасывающий коллектор) и сброс (в конденсатор) конденсата;
- 7 – подвод греющего пара из отбора

Схемы слива дренажей из подогревателей

А) с каскадным отводом дренажа



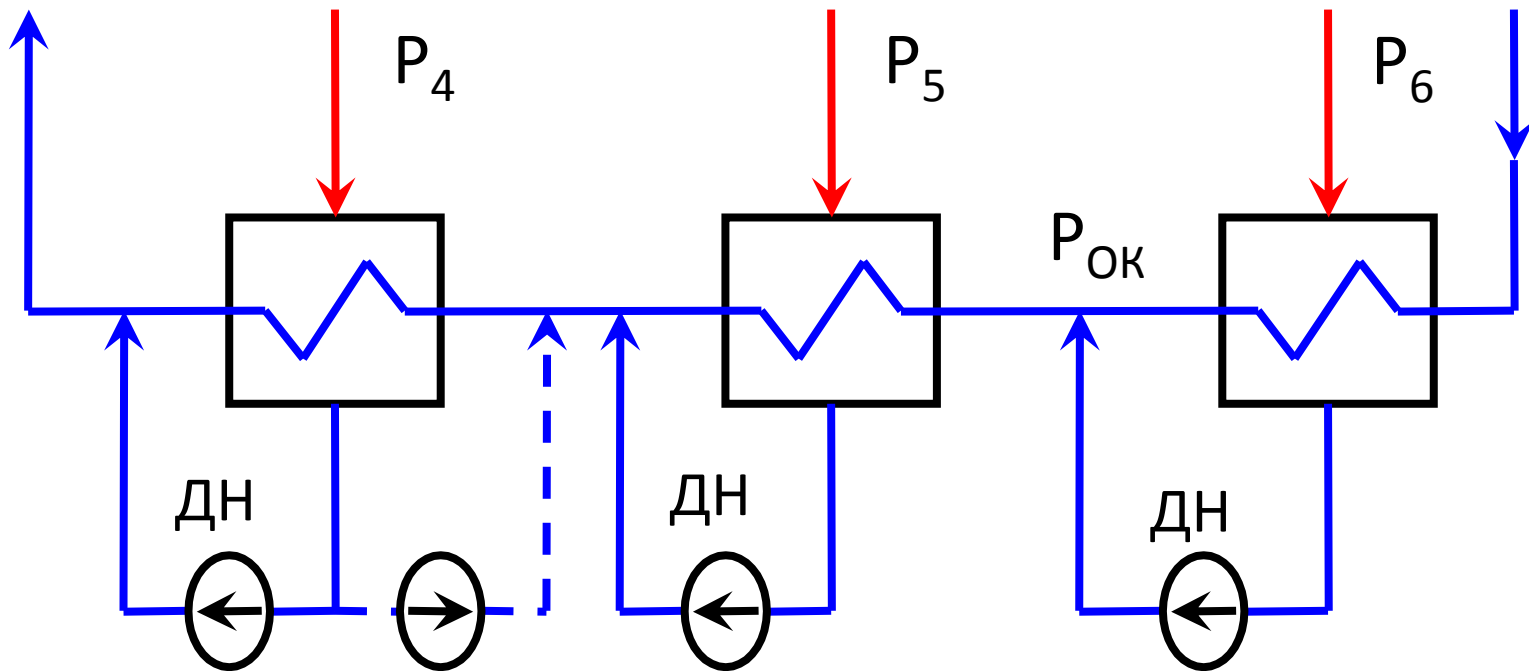
Преимущества

- Простота (отсутствие дренажных насосов - ????)

Недостатки

- Пониженная тепловая экономичность

б) с дренажными насосами у каждого подогревателя



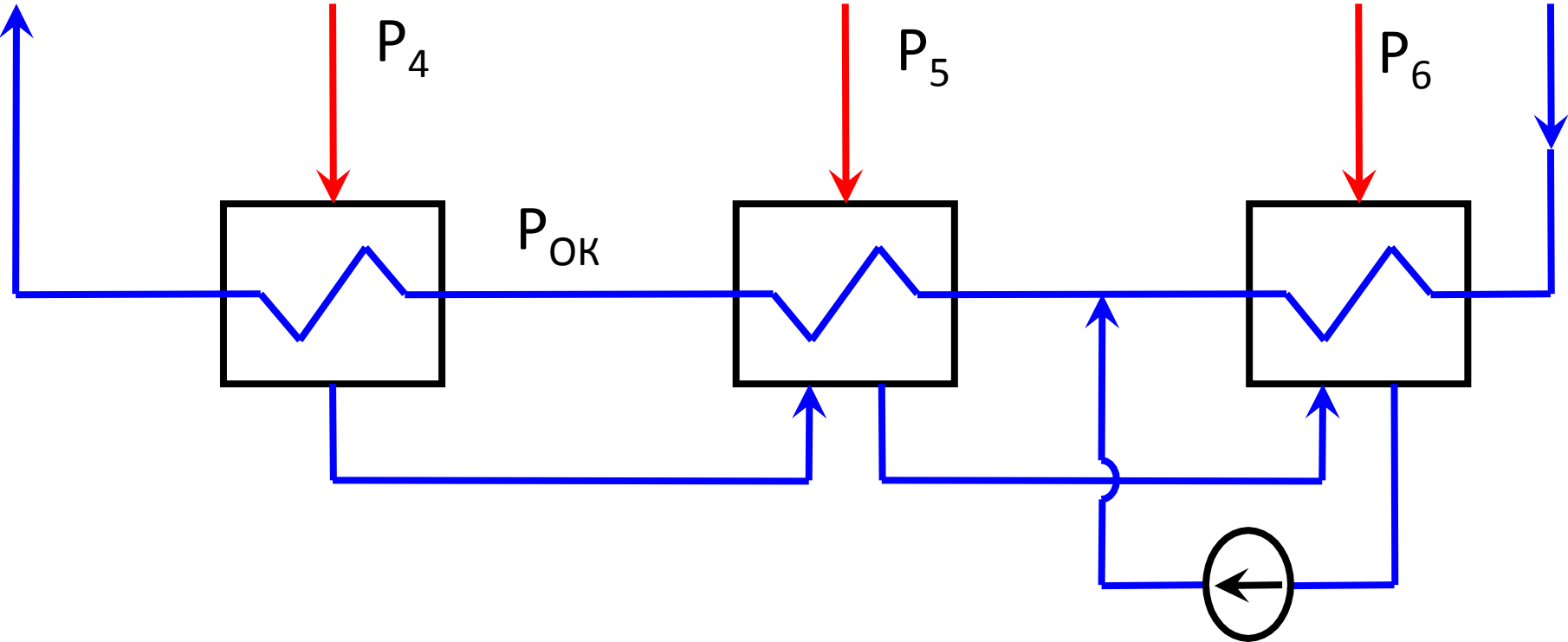
Преимущества

- высокая тепловая экономичность

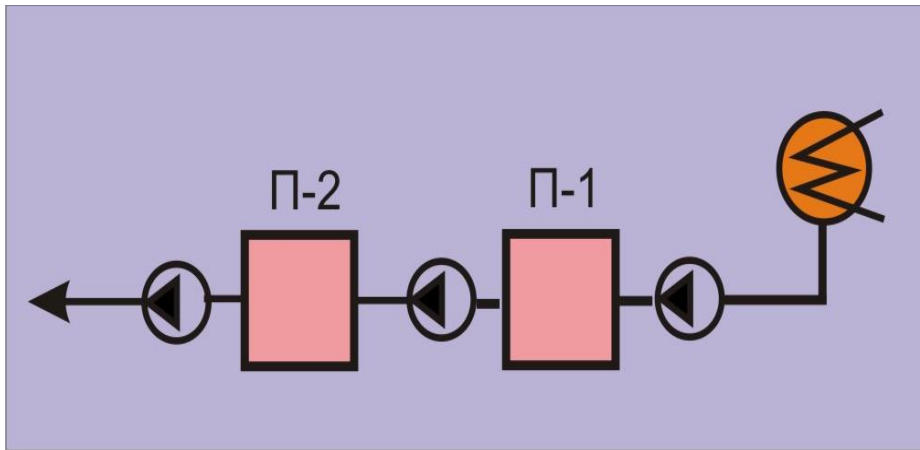
Недостатки

- Усложнение схемы, дополнительные насосы (ДН)

в) со смешанным отводом дренажа



Схемы включения регенеративных подогревателей смешивающего типа



С перекачивающими насосами

Гравитационная

