

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

доцент, к.т.н. Пирогова
Ольга Владимировна

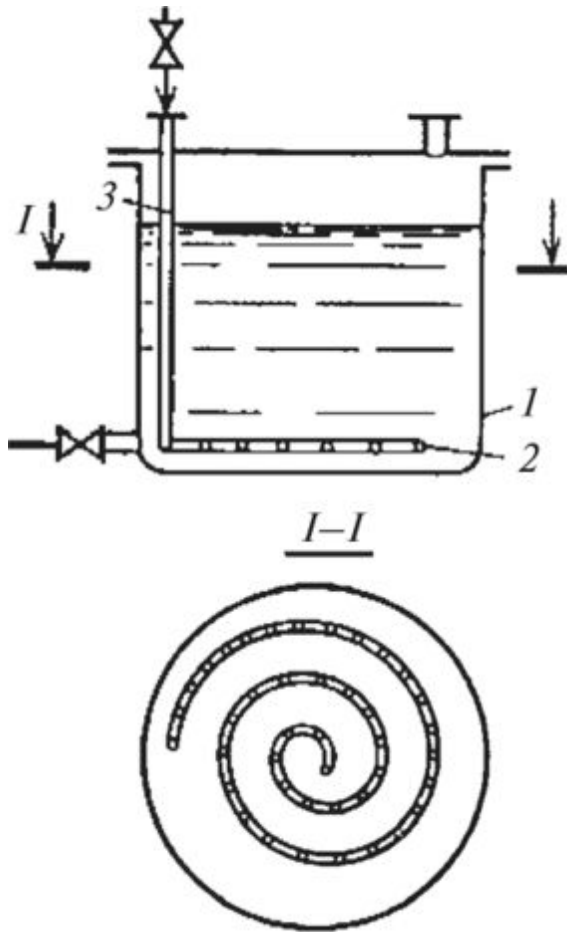
Нагревание

- - процесс повышения температуры продуктов путем подвода к ним тепла.
- Способы нагрева:
 - водяным паром (до 170-180^oC);
 - топочными газами (до 1000^oC);
 - промежуточным теплоносителем (до 1000^oC);
 - электрическим током (до 1800^oC).

Нагревание водяным паром

- Применяют преимущественно насыщенный водяной пар давлением до 10-12 атмосфер.
- **Достоинства процесса:**
 - выделение большого количества тепла при конденсации пара;
 - высокий коэффициент теплоотдачи;
 - равномерность обогрева;
 - пожаробезопасность.
- **Недостатки процесса:**
 - верхний предел нагрева 170-180 °С

Нагревание «острым» паром



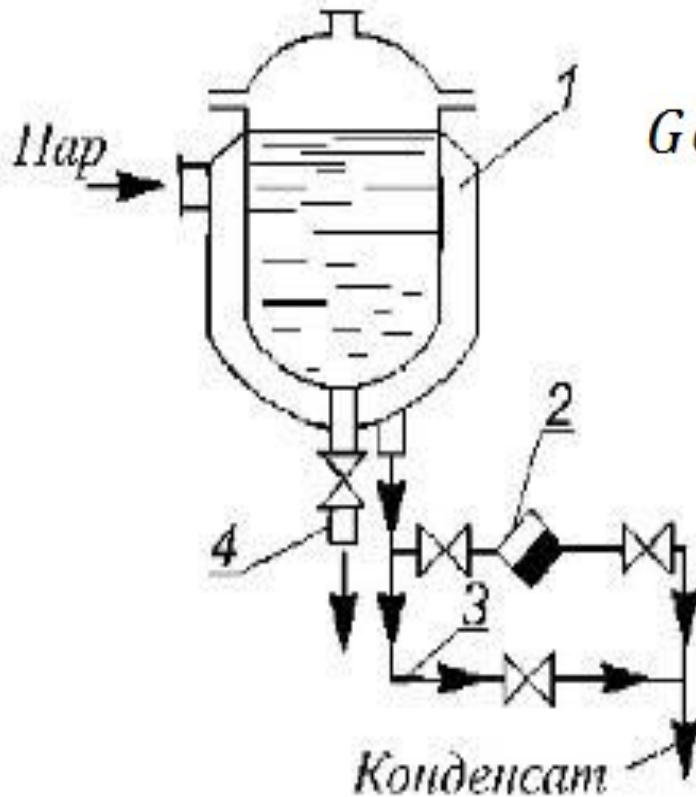
Тепловой баланс (ТБ):

$$Gc_B t_H + DH = (G + D)c_B t_K + Q_{\Pi}$$

Расход пара:

$$D = \frac{Gc_B(t_K - t_H)}{H - c_B t_K}$$

Нагревание «глухим» паром



ТБ:

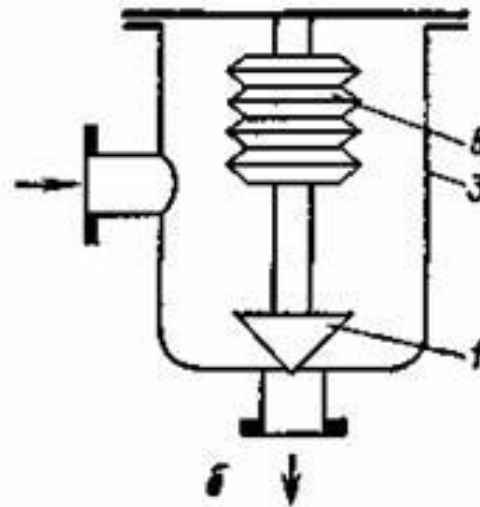
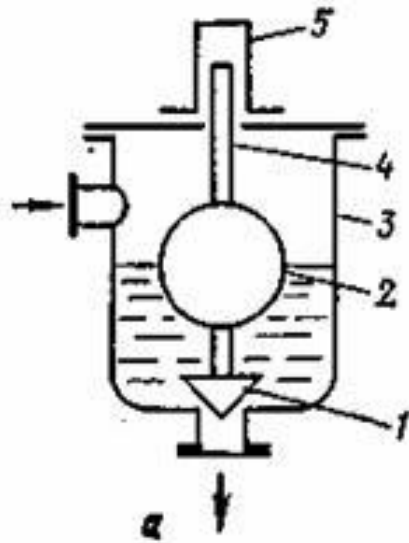
$$Gc_{\text{ж}}t_{\text{H}} + DH = Gc_{\text{ж}}t_{\text{K}} + Dc_{\text{B}}t_{\text{B}} + Q_{\text{П}}$$

Расход пара:

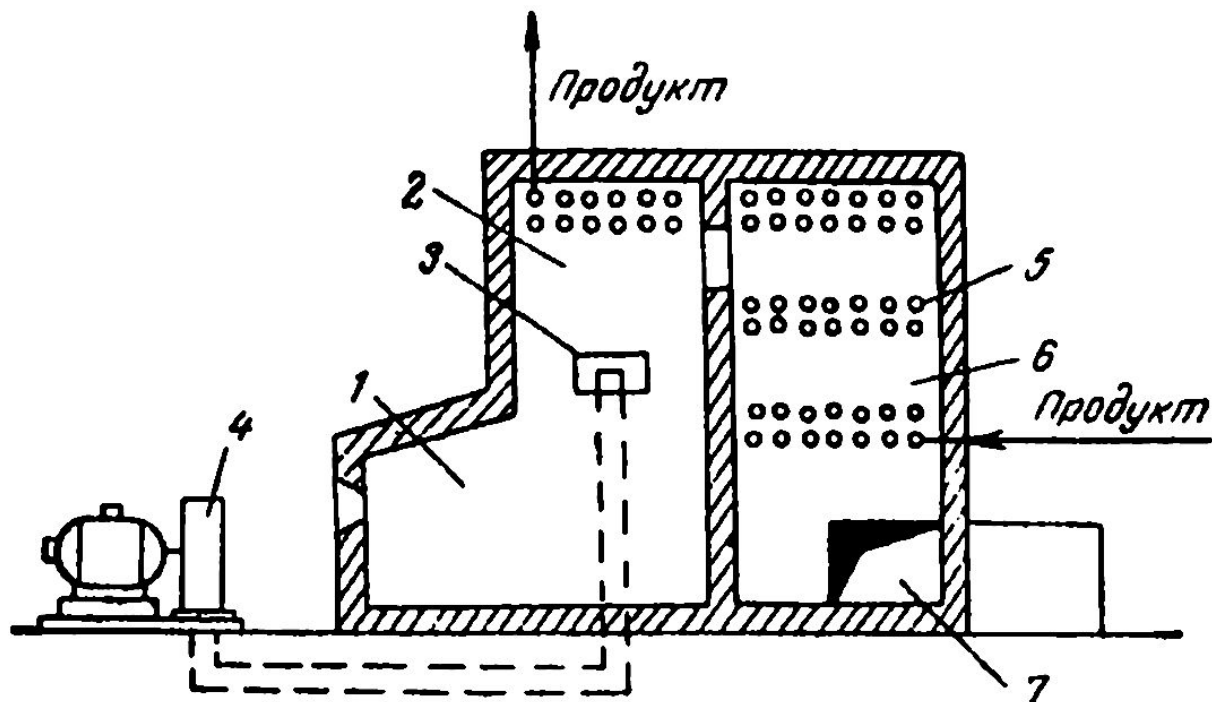
$$D = \frac{Gc_{\text{ж}}(t_{\text{K}} - t_{\text{H}})}{H - c_{\text{B}}t_{\text{B}}}$$

Конденсатоотводчики

Приспособления для быстрого автоматического удаления конденсата из парового пространства аппарата без потери пара.

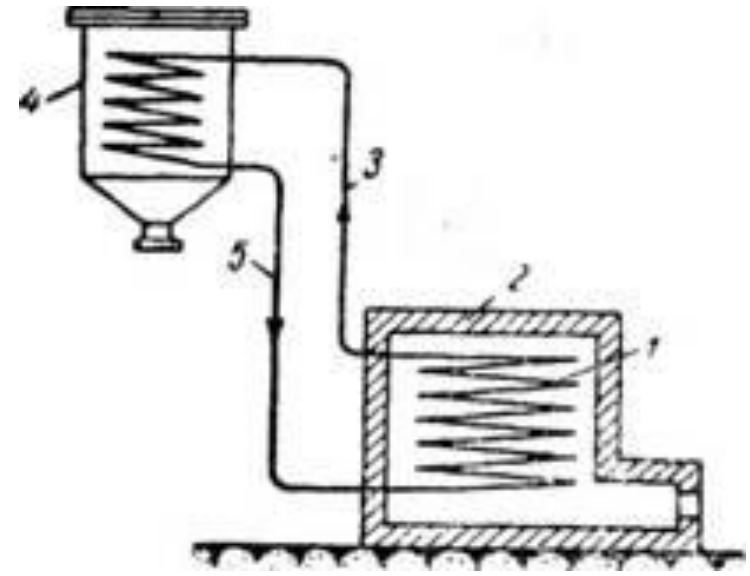
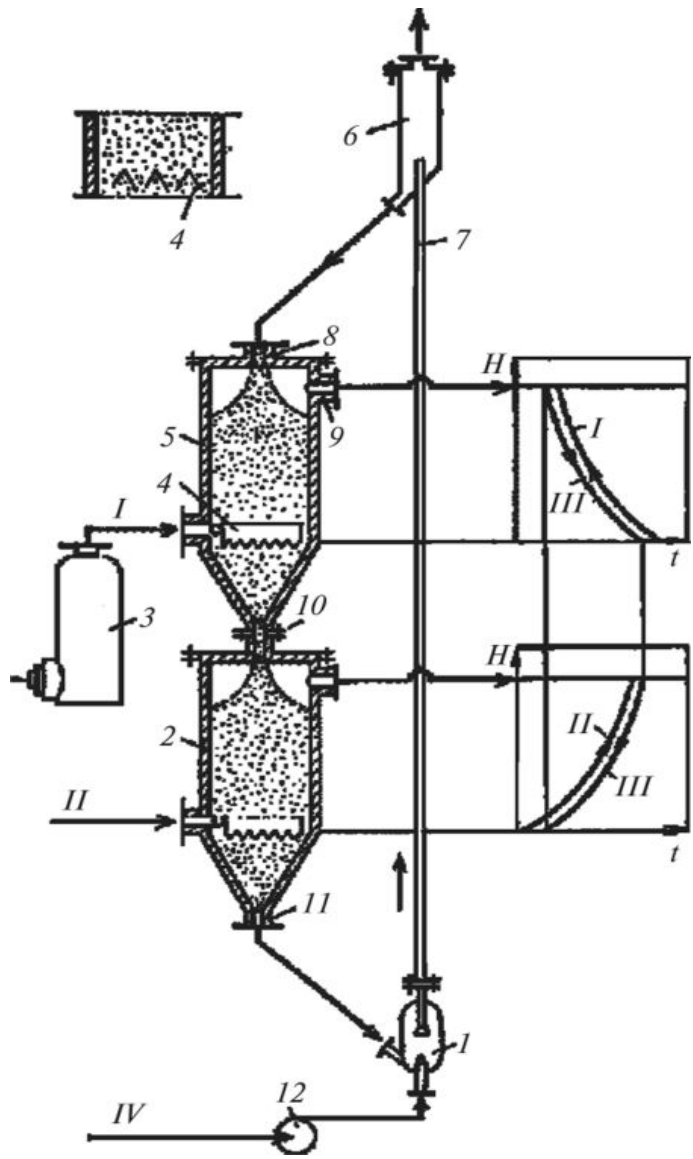


Нагревание топочными (дымовыми) газами



$$Gc_{\text{Ж}}t_{\text{Н}} + Q_0 = Gc_{\text{Ж}}t_{\text{К}} + Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_{\text{П}}$$

Нагревание промежуточными теплоносителями



Нагревание электрическим ТОКОМ

- Осуществляется в электрических печах.
- По способу превращения электрической энергии в тепловую различают:
 1. электрические печи сопротивления (прямого и косвенного действия);
 2. индукционные печи;
 3. дуговые печи.

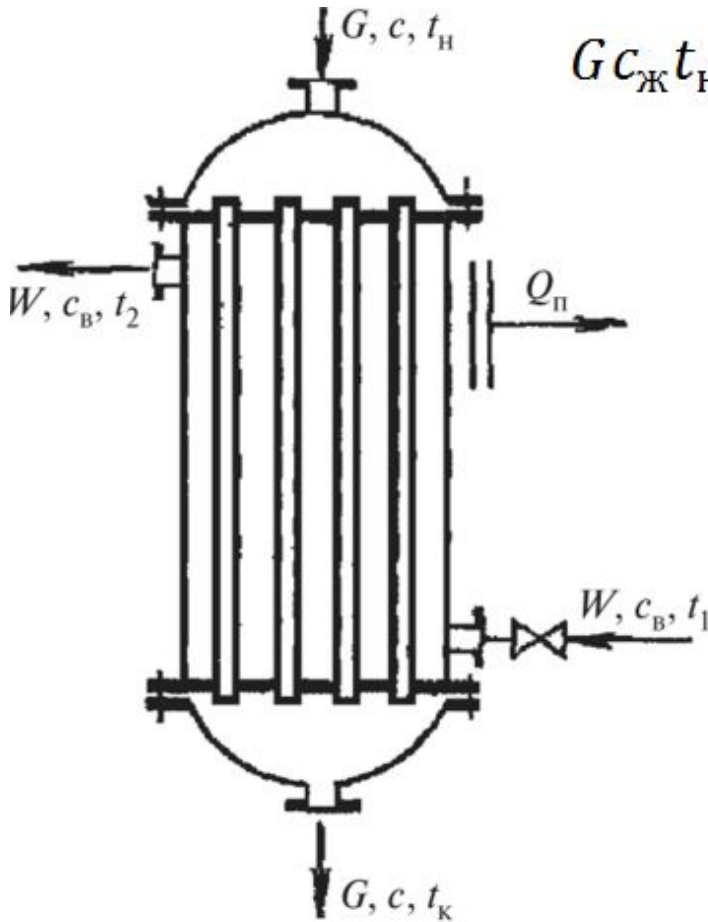
Охлаждение до обычных температур

- Для охлаждения используют наиболее распространённые и доступные теплоносители – *воду* и *воздух*.
- Вода имеет более высокую теплоёмкость и теплоотдачу, что позволяет охлаждать до более низких температур.
- Вода – речная, озёрная, прудовая, артезианская и оборотная.

Охлаждение водой

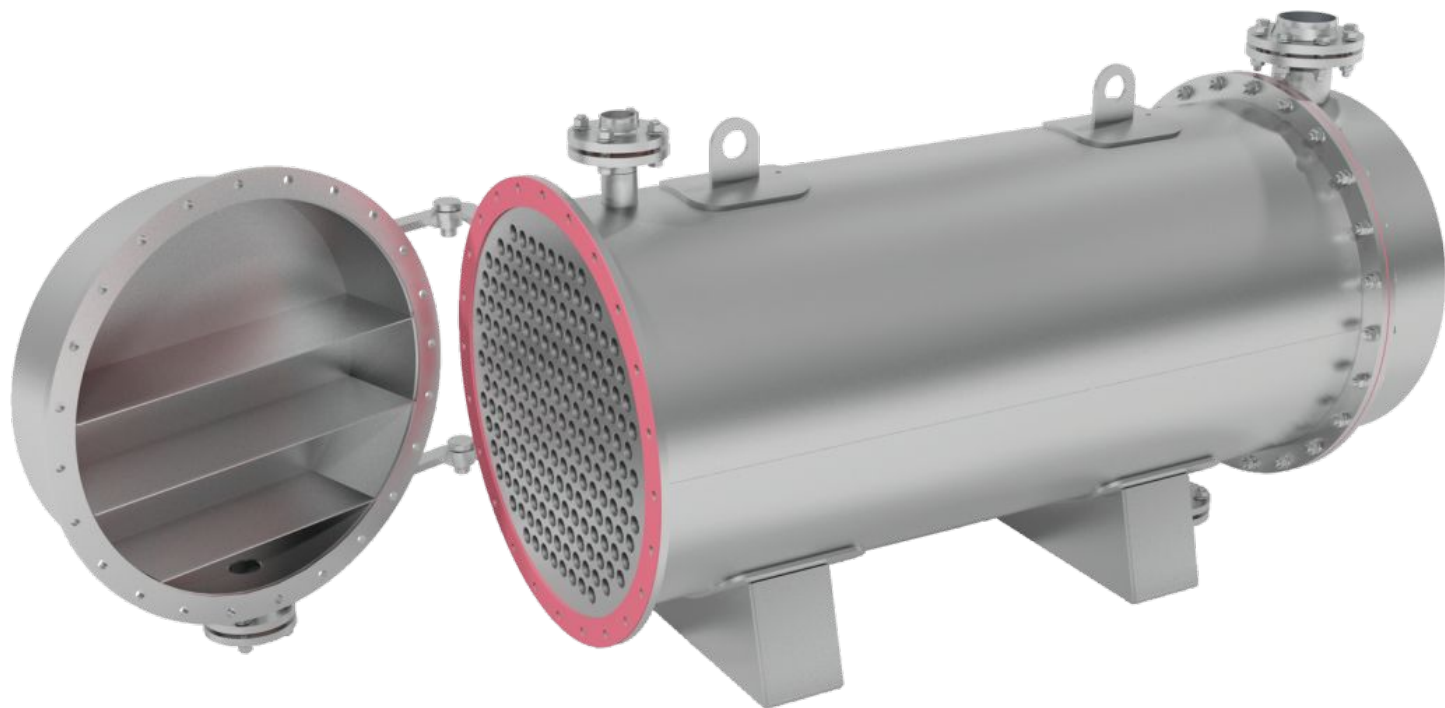
ТБ:

$$Gc_{\text{Ж}}t_{\text{Н}} + Wc_{\text{В}}t_{\text{ВН}} = Gc_{\text{Ж}}t_{\text{К}} + Wc_{\text{В}}t_{\text{ВК}} + Q_{\text{П}}$$



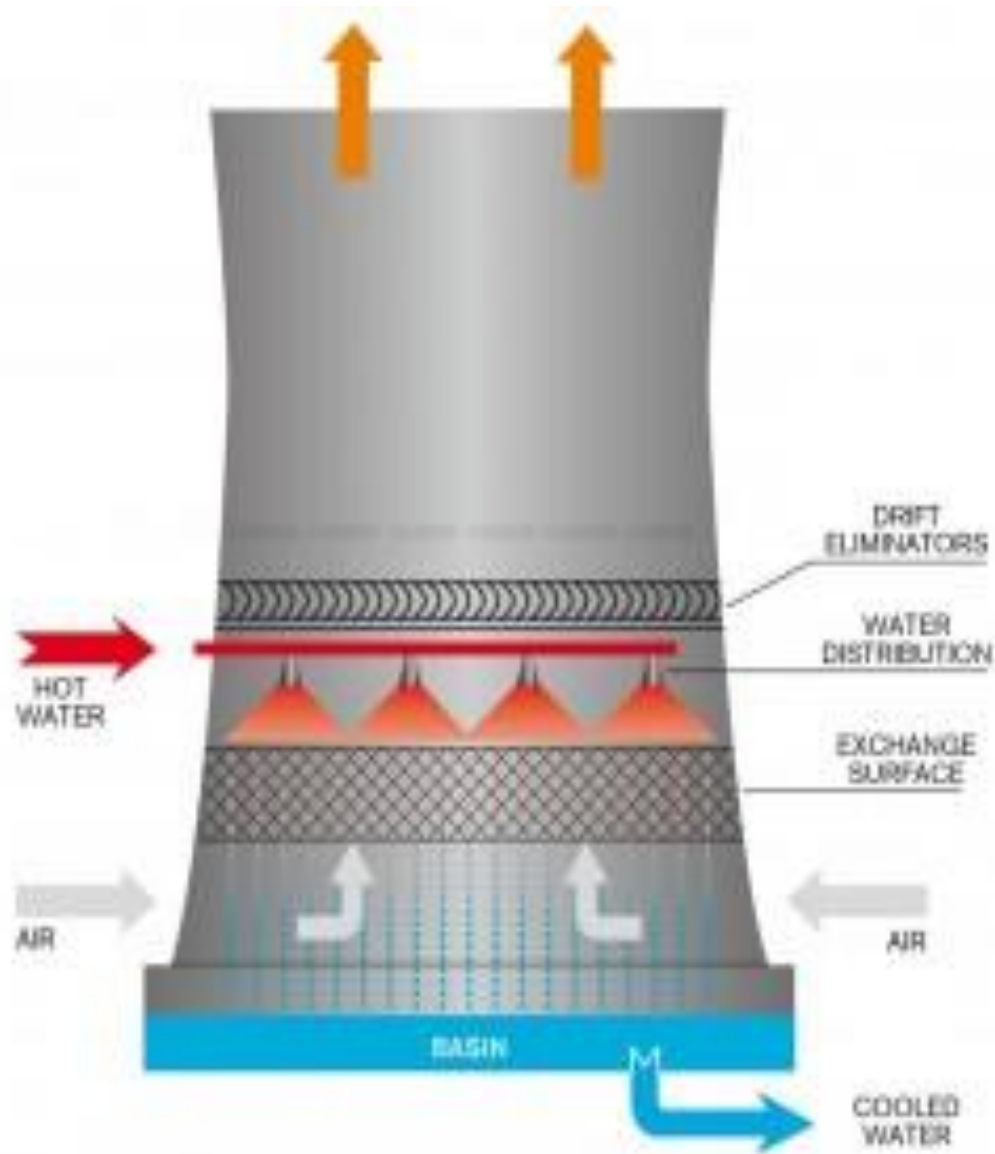
Расход охлаждающей
ВОДЫ:

$$W = \frac{Gc_{\text{Ж}}(t_{\text{Н}} - t_{\text{К}})}{c_{\text{В}}(t_{\text{ВК}} - t_{\text{ВН}})}$$



Охлаждение воздухом





Конденсация

- - процесс сжижения паров различных веществ путем отвода от них тепла.
- Осуществляется в конденсаторах.
- Виды конденсации:
 - **поверхностная** – конденсирующиеся пары и охлаждающий агент разделены стенкой;
 - **конденсация смешением** – конденсирующиеся пары непосредственно соприкасаются с охлаждающим агентом.

Поверхностная конденсация

- Осуществляется в теплообменниках – **поверхностных конденсаторах.**

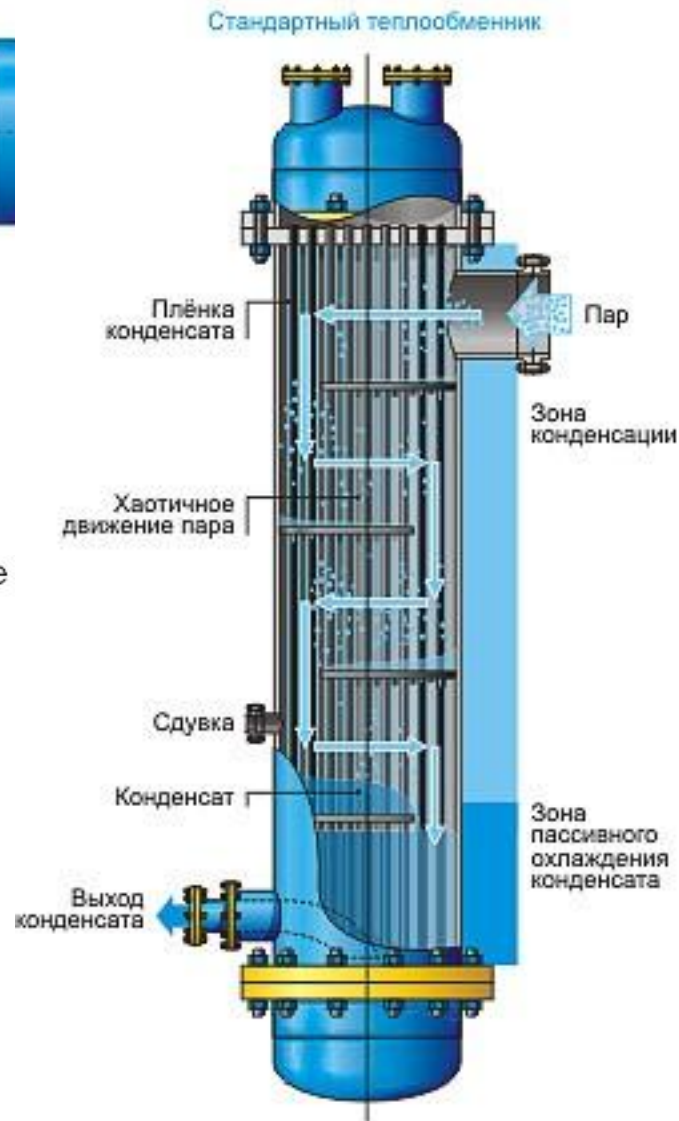
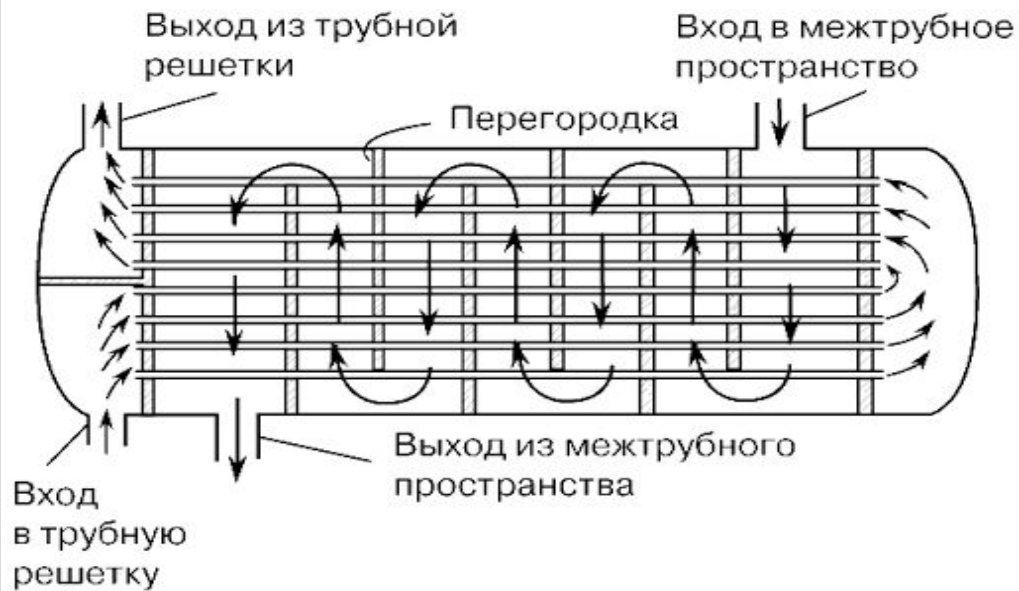
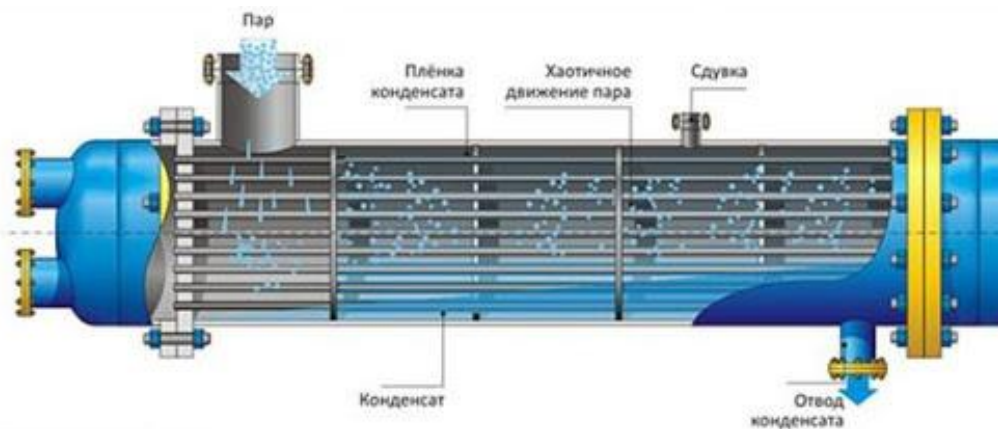
- ТБ: $DH + Wc_B t_{BH} = Dc_{Ж} t_K + Wc_B t_{BK} + Q_{\Pi}$

- Расход воды на конденсацию:

$$W = \frac{D(H - c_{Ж} t_K)}{c_B (t_{BK} - t_{BH})}$$

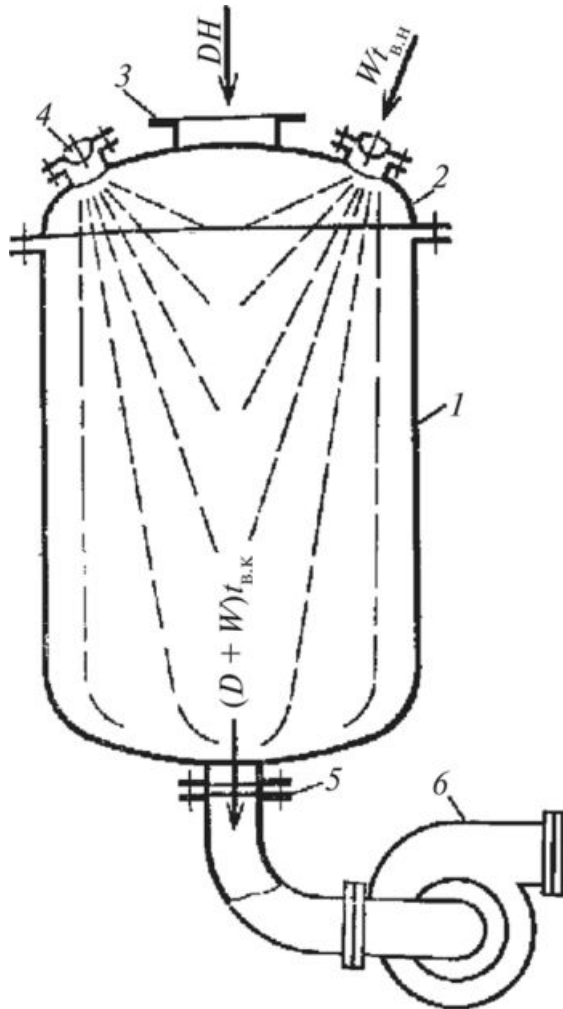
- В общем случае в теплообменник поступает перегретый пар.

$$H = c_{\Pi} (t_{\Pi} - t_{\text{нас}}) + r + c_{Ж} (t_{\text{нас}} - t_{Ж})$$



Конденсация смешением

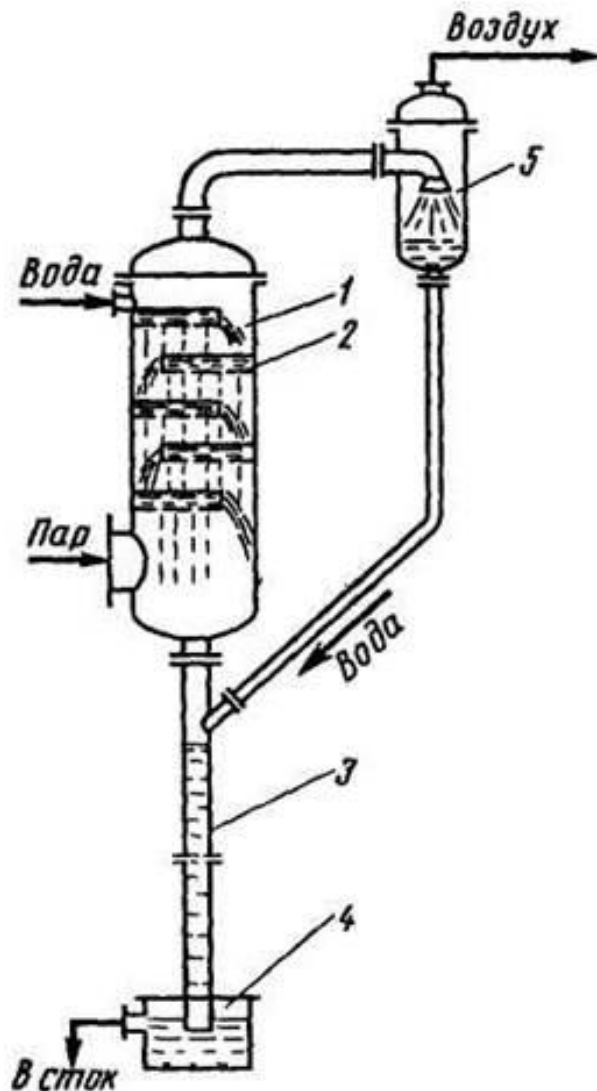
Мокрый прямоточный конденсатор смешения



$$DH + Wc_B t_{BH} = (D + W)c_B t_{BK}$$

$$W = \frac{D(H - c_B t_{BK})}{c_B (t_{BK} - t_{BH})}$$

Барометрический конденсатор смешения



$$H_T = h_3 + h_D + 0,5$$

$$h_3 = 1,02 \cdot 10^{-4} (P_{\text{атм}} - P_{\text{бк}})$$

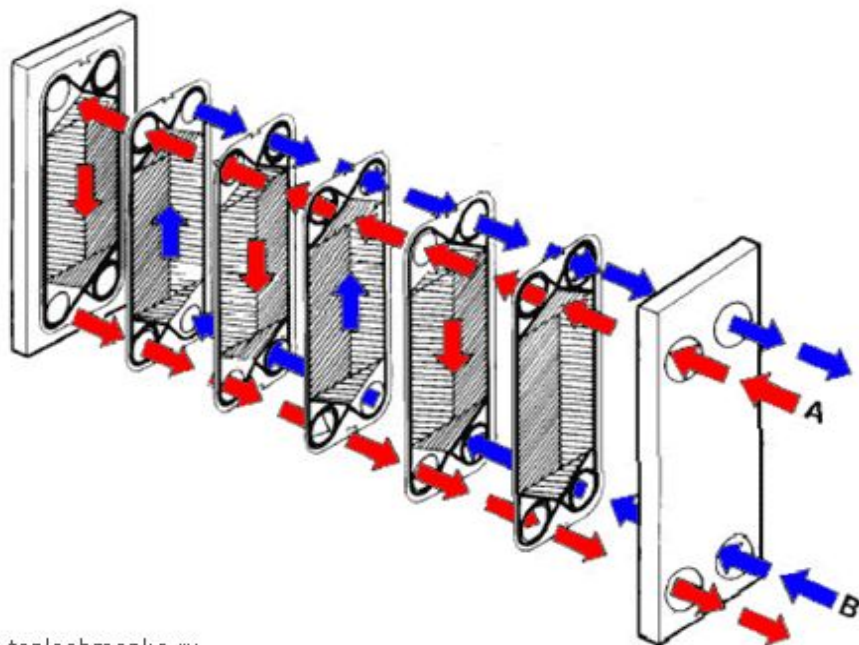
$$D_K = \sqrt{\frac{4D}{\pi \rho_{\text{п}} w_{\text{п}} 3600}}$$

$$d_{\text{бт}} = \sqrt{\frac{4(D + W)}{\pi \rho_{\text{в}} w_{\text{в}} 3600}}$$

Теплообменная аппаратура

- По принципу действия:
 - рекуперативная (поверхностная);
 - регенеративная;
 - смешительная.
- По конструктивным особенностям:
 - кожухотрубные;
 - двухтрубные;
 - змеевиковые;
 - спиральные;
 - пластинчатые;
 - оросительные.

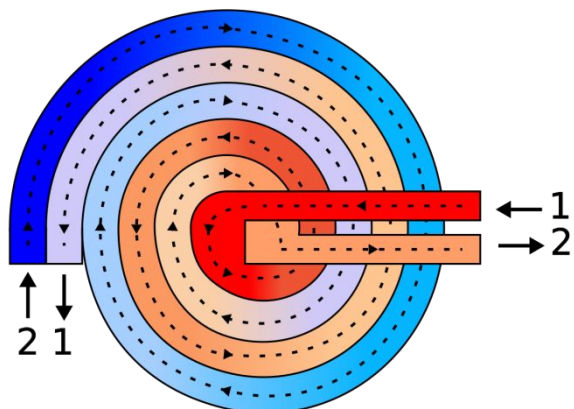
Пластинчатые теплообменники



© teploobmenka.ru



Спиральные теплообменники



Компенсаторы температурных удлинений

