

Теплопередача, теплообменные аппараты, практическое использование

доц. Прокопенко А.В.

(лекция №1 13.04.2020)

<http://accel.ru/dist/info/index.php>

Семестровый контроль

- Аттестация разделов 27.04.2020 – сдача розданных заданий.
- Экзамен 02.05.2020 – вопросы к экзамену на сайте <http://accel.ru> в билете 3 вопроса

Теплообменные аппараты

Теплообменный аппарат это устройство предназначенное для нагревания, охлаждения или изменения агрегатного состояния теплоносителя. Передача теплоты от одного теплоносителя к другому.

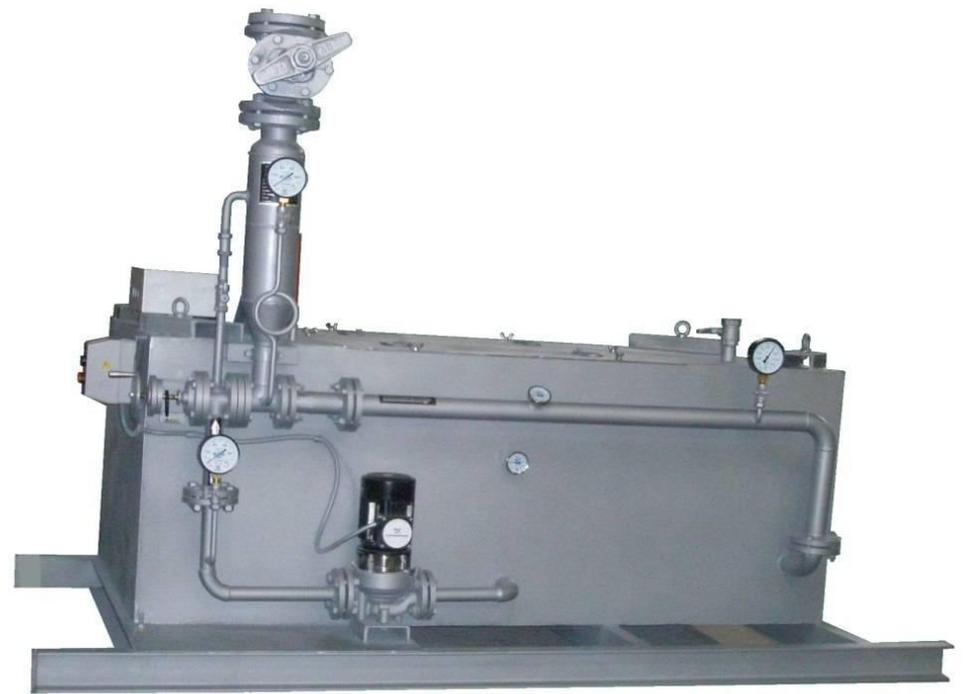
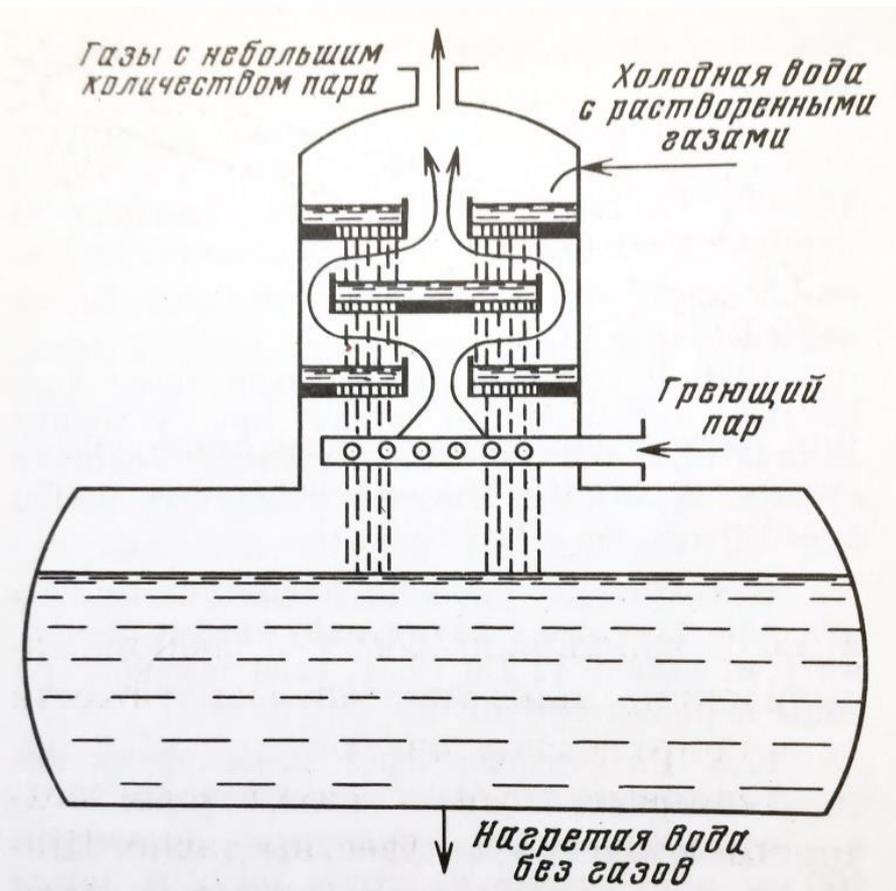
Теплообменники с 2-мя теплоносителями:

1. Смесительные (паровые барботеры, сопловые подогреватели, градирни, барометрические конденсаторы);
2. Рекуперативные (трубчатые, с плоской поверхностью, блочные);
3. Регенеративные (с неподвижной насадкой, с подвижной насадкой);
4. С промежуточным теплоносителем

Теплообменники с внутренним тепловыделением (электронагреватели и реакторы)

Смесительные теплообменники

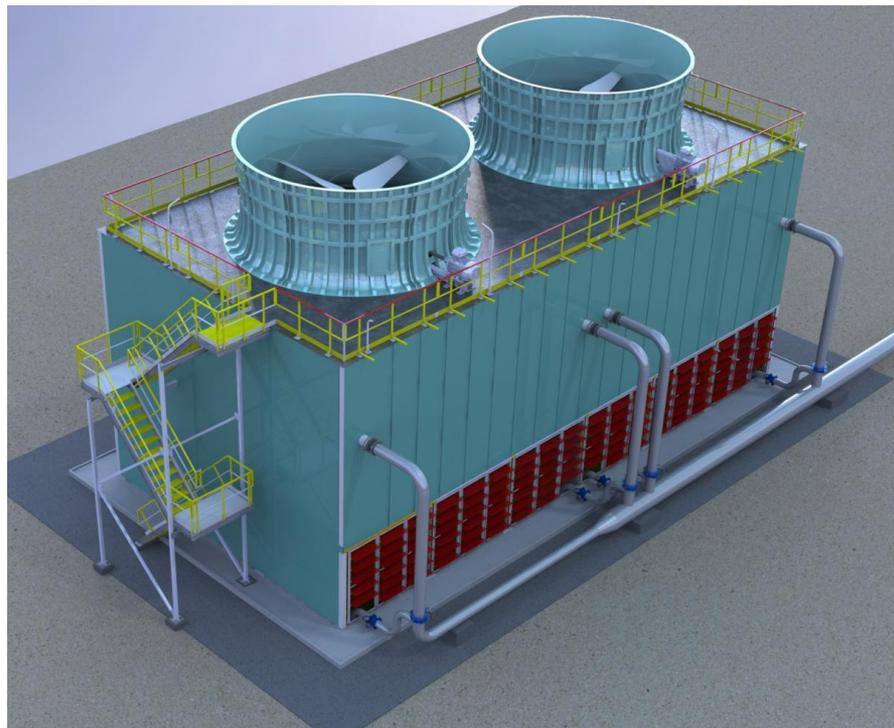
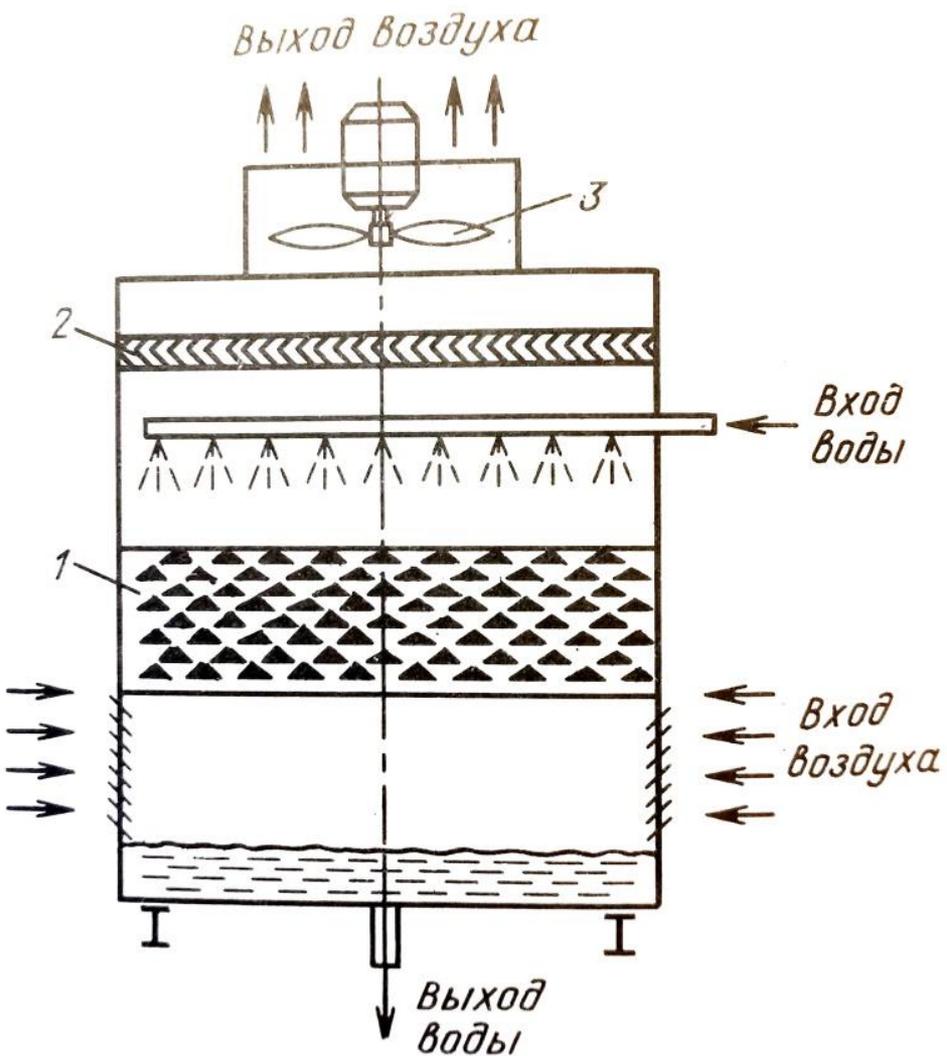
Легко разделяющиеся теплоносители: газ-жидкость ; газ-дисперсный твердый материал; вода-масло



Струйный смесительный теплообменник для подогрева воды паром при термической деаэрации

1% - H₂O в паре

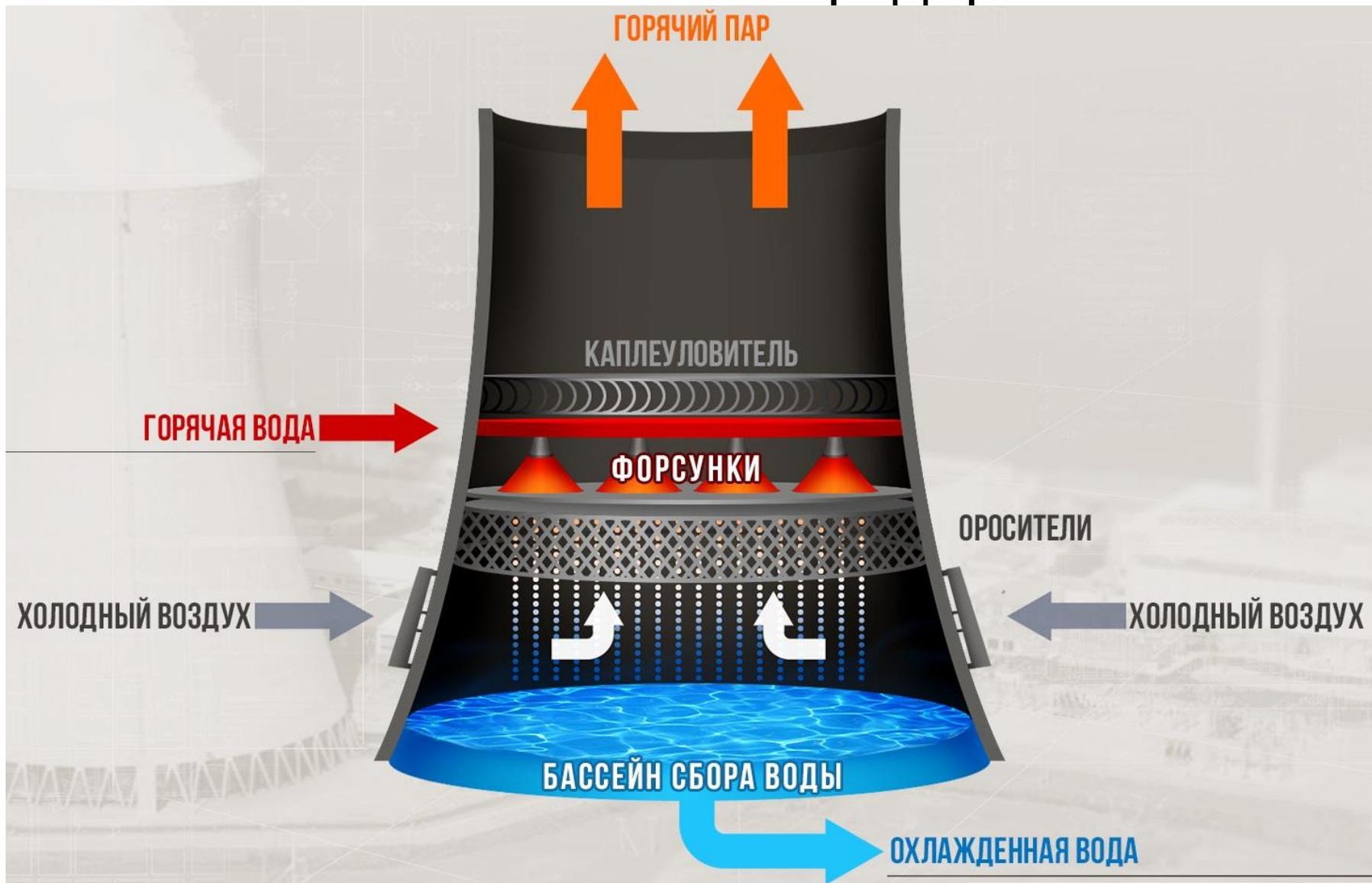
Градирни



Вентеляторная градирня

1 – насадка; 2 – сепаратор водных капель; 3 – вентилятор

Схема башенной градирни



Теплосъем градирни определяется по формуле $Q = G * C * \Delta t$ (где G - гидравлическая нагрузка, C - удельная теплоемкость воды, Δt - перепад температуры оборотной воды).

Градирни Нововоронежской АЭС - 2



Высота градирни 173 метра.

Плотность орошения - $11 \text{ м}^3/\text{м}^2\text{ч}$

Охлаждение воды – до $100000 \text{ м}^3/\text{ч}$

Тепловая мощность градирни – количество тепловой энергии, которое произведено или потреблено в единицу времени (Ватт/час).

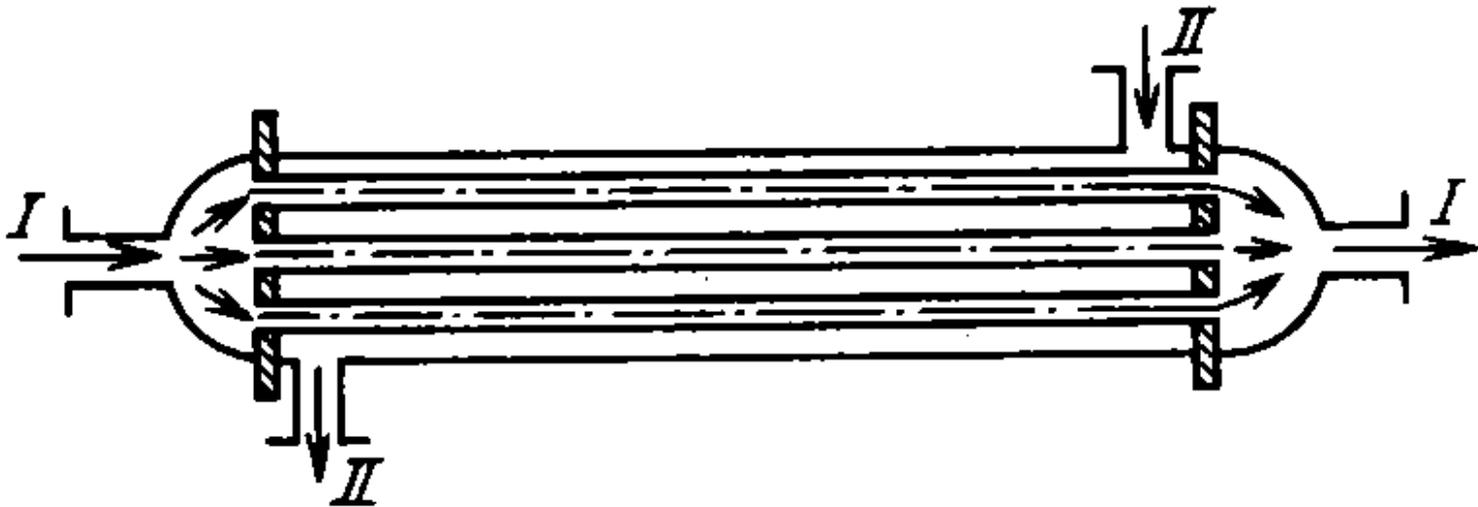
Глубина охлаждения – величина равна разности между температурой, до которой требуется охладить воду на градирне, и температурой воздуха по мокрому термометру.

Расход подпиточной воды складывается из трех основных величин – количества испарившейся воды, капельного уноса и количества воды, расходуемой на продувку.

Плотность орошения - величина, равная отношению количества охлаждаемой воды к площади градирни.

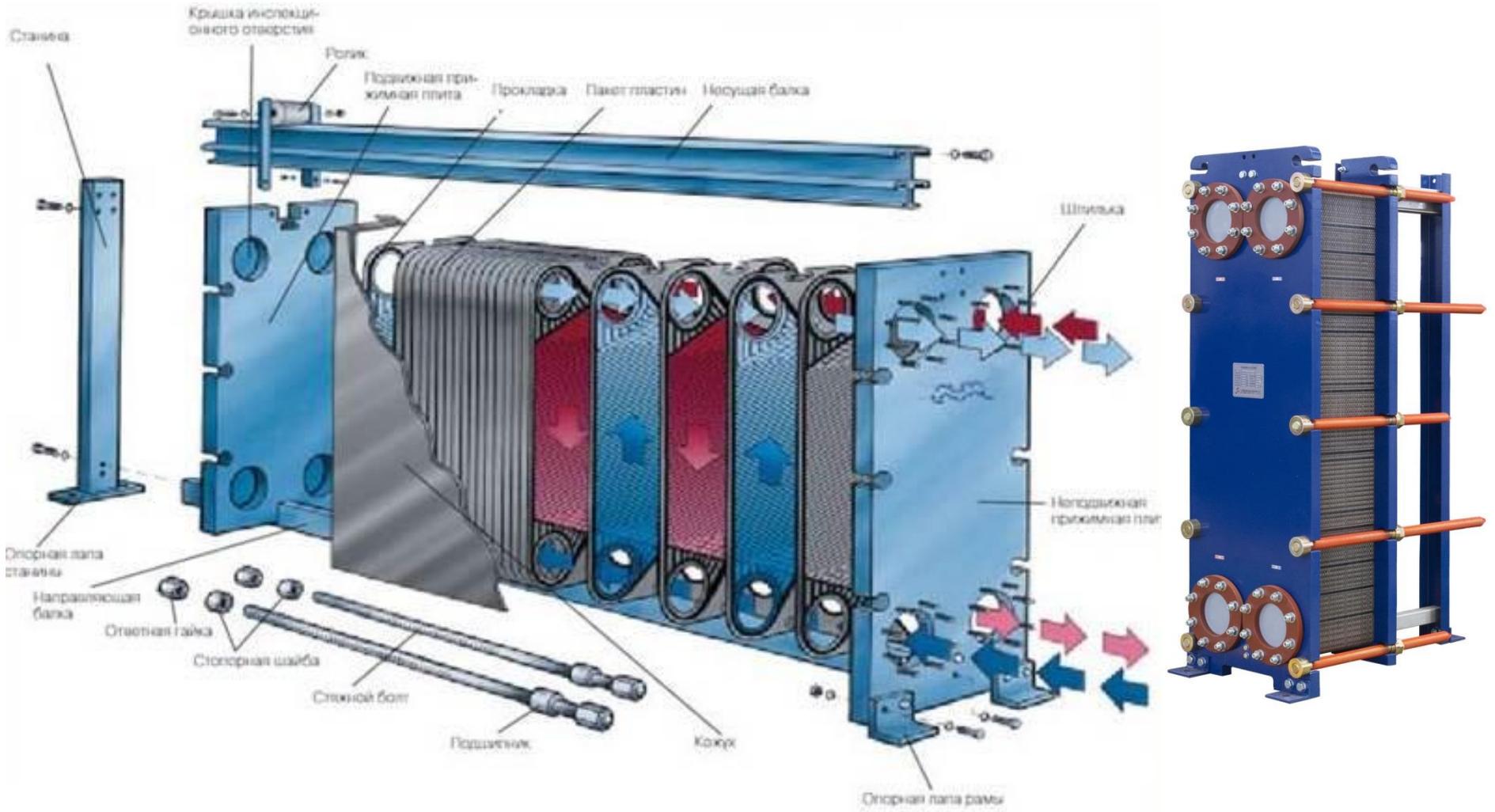
Рекуперативные теплообменники – передача тепла через разделяющую теплоносителя стенку:

1. Кожухотрубчатые;
2. Элементные (секционные);
3. Труба в трубе;
4. Оросительные;
5. Оребренные.

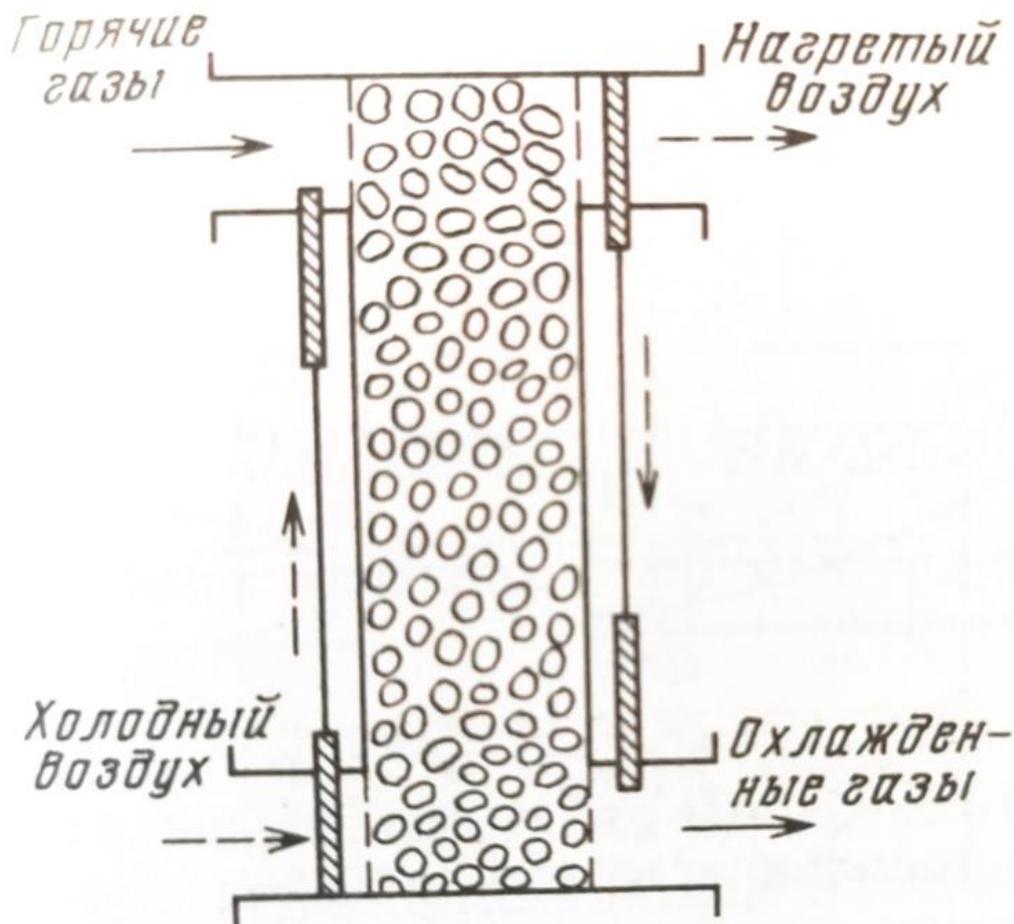


Трубчатые теплообменники

Пластинчатый теплообменник



Регенеративный теплообменник



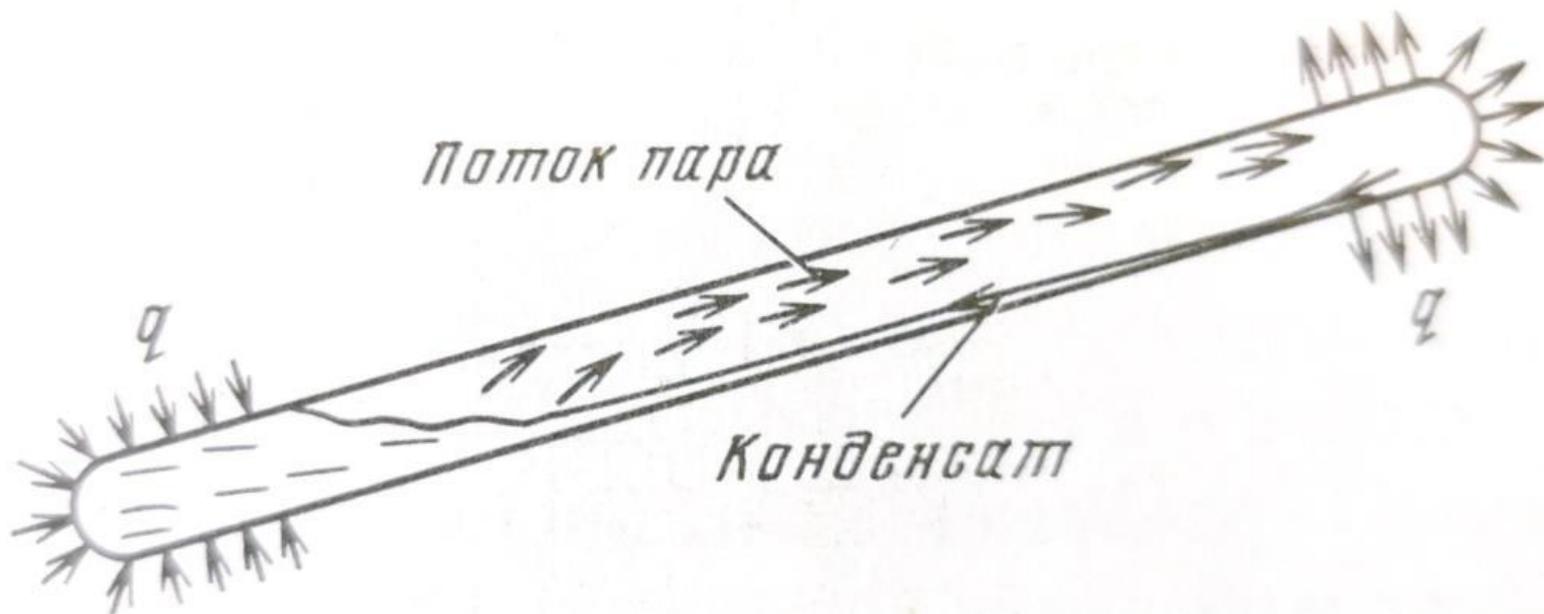
В регенеративных теплообменниках в качестве промежуточного теплоносителя используется твердый достаточно массивный материал: листы металла, чугунные шары, кирпичи, различные засыпки .

Высокотемпературный подогрев газов. $T > 1000$ °C

Регенеративный подогреватель воздуха периодического действия

Теплообменник с промежуточным теплоносителем – теплота от греющей среды к нагреваемой переносится потоком мелкодисперсного материала или жидкости. Может меняться агрегатное состояние.

Схема работы тепловой трубы



Тепловая труба способна передавать большие тепловые мощности в 1000 раз больше чем медный стержень таких же размеров.

Тепловые трубы с самотечным возвратом конденсата и с фитилями.

1963 г. LANL (США) Дж.Гровер

Охладители для персональных компьютеров

Ice Hammer 4400A



835 г
300 Вт
0,36 Вт/г

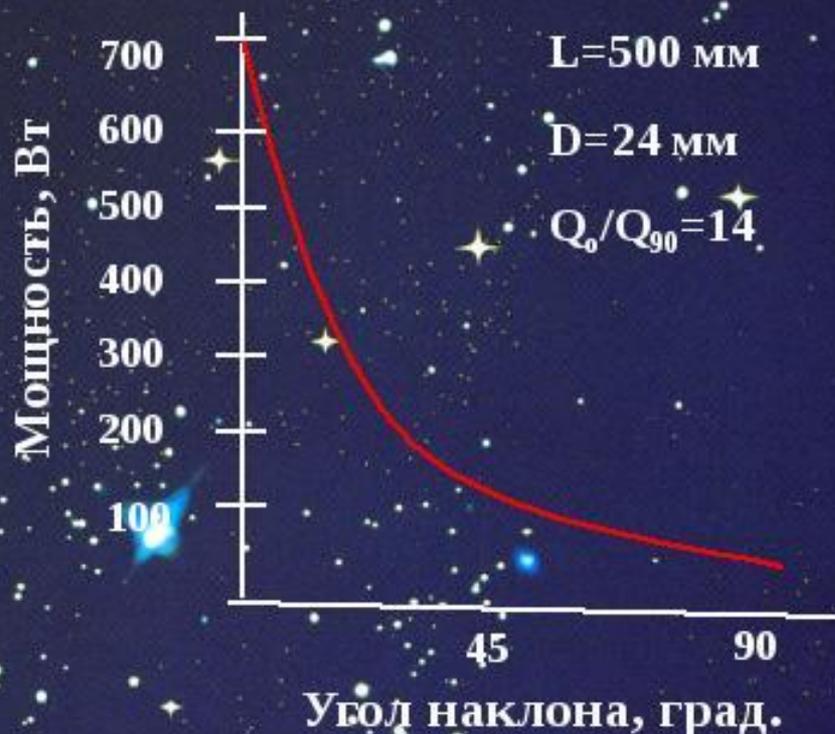
AC - 3/2 ИТФ



380 г
500 Вт
1,32 Вт/г

Использование одной контурной тепловой трубы вместо четырех обычных позволяет повысить соотношение «мощность/масса» в 3,7 раз.

Теплопередающая способность обычных тепловых труб резко уменьшается при неблагоприятных углах наклона в гравитационном поле, когда зона нагрева расположена выше зоны охлаждения



Принципиальная схема контурной тепловой трубы



Спутник «Юбилейный-2», запуск в мае 2011г.



Одна КТТ установлена в СОТР прибора «ДОКА-Б».



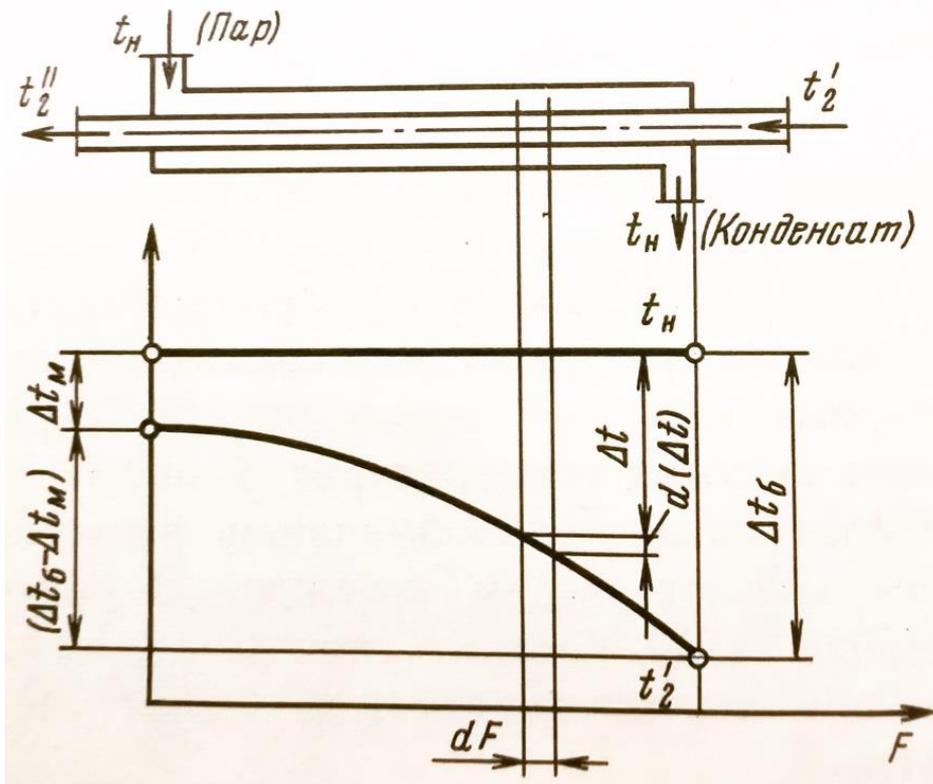
Основы расчета теплообменников

Уравнение теплового баланса

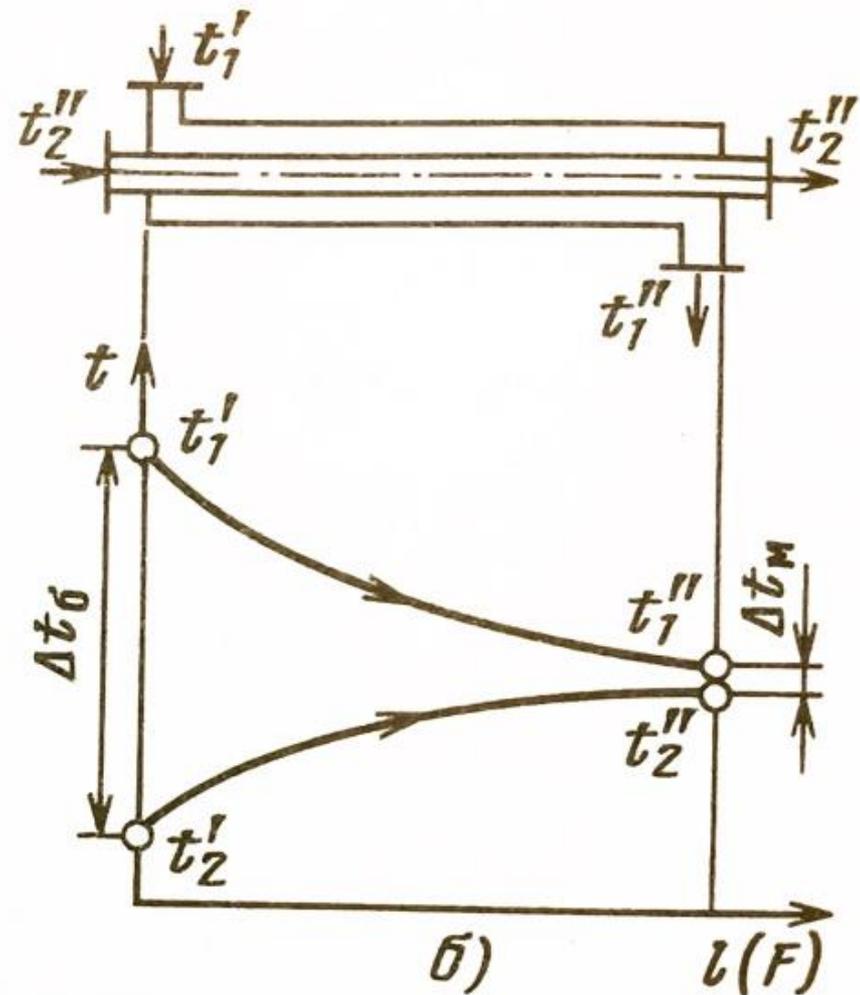
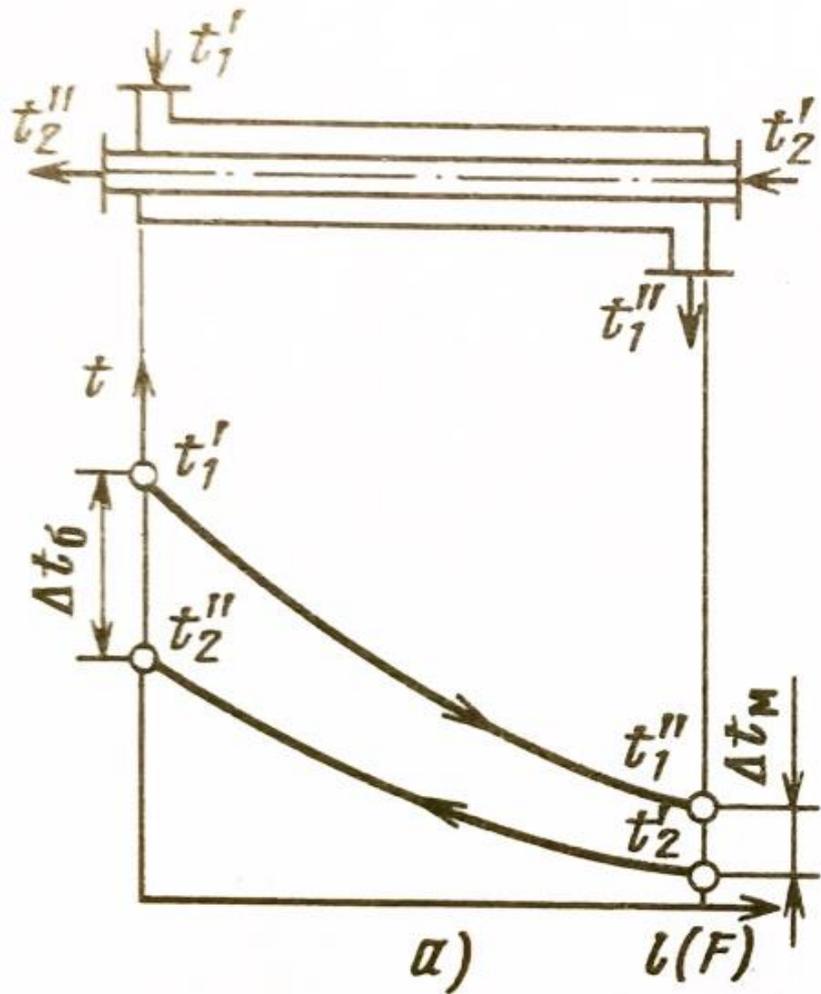
$$Q_2 = m_2 (C_{p2e} T_{2e} - C_{p2i} T_{2i}) = \eta Q_1 = \eta m_1 (C_{p1i} T_{1i} - C_{p1e} T_{1e})$$

$$Q_2 = kF \Delta T$$

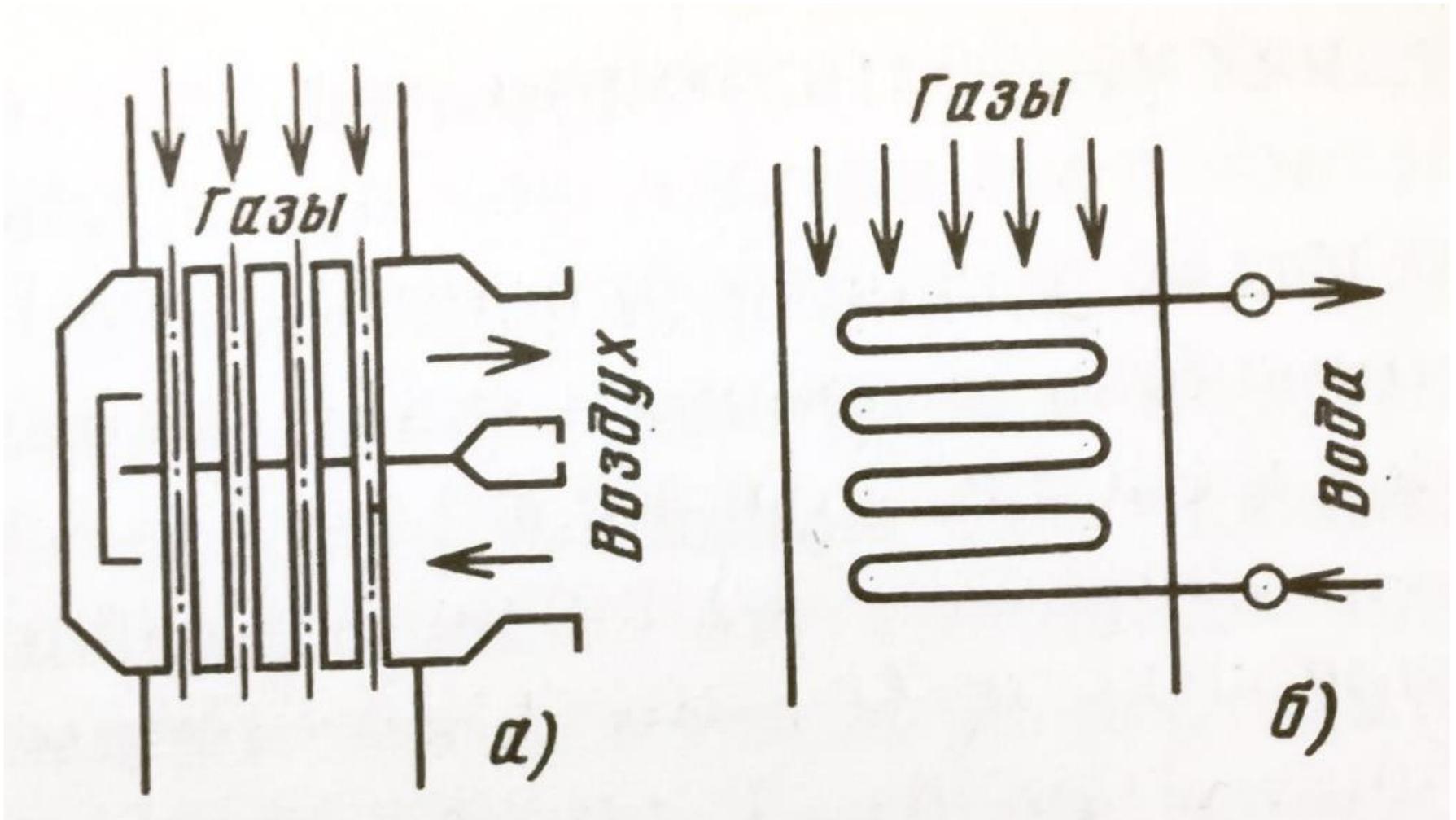
$$\Delta T = (\Delta T_6 - \Delta T_M) / \ln(\Delta T_6 / \Delta T_M)$$



Изменение температур теплоносителей в теплообменнике, обогреваемом паром.



Схемы движения теплоносителей в теплообменниках:
 а) противоток; б) прямоток



Теплообменники с перекрестным током теплоносителей
 а) двухходовый воздухоподогреватель;
 б) многоходовый змеевиковый водоподогреватель.

Учет возможных отклонений реальных условий теплообменника производится введением коэффициентом использования поверхности $\eta_f = F_{ид} / F_{реал}$
 $\eta_f = 0,75-0,9$ увеличивают площадь теплообменника на **10-20%**

Виды теплового расчета:

в конструктивном известны начальные и конечные параметры теплоносителей. Необходимо рассчитать поверхность теплообменника.

в поверочном известна конструкция теплообменника, заданы начальные параметры теплоносителей. Необходимо рассчитать конечные параметры

Спасибо за внимание!