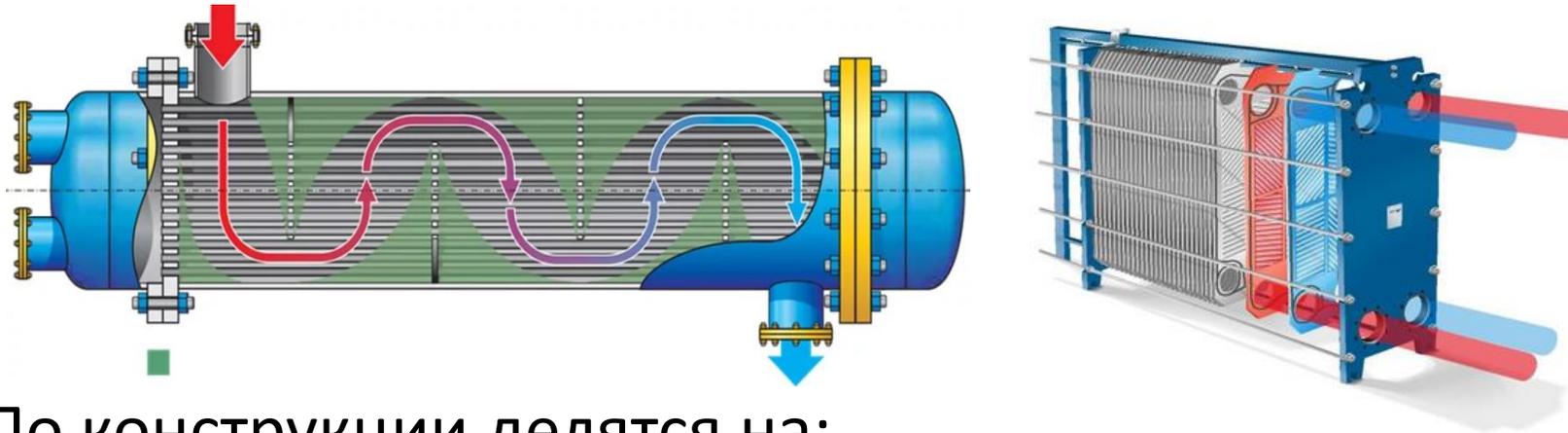


Теплообменные аппараты

Судовые теплообменные аппараты-

ТА предназначены для передачи теплоты от теплоносителя с большей температурой к теплоносителю с меньшей температурой и играют важную роль в обеспечении бесперебойной, надежной экономичной работы судовых систем и систем энергетических установок



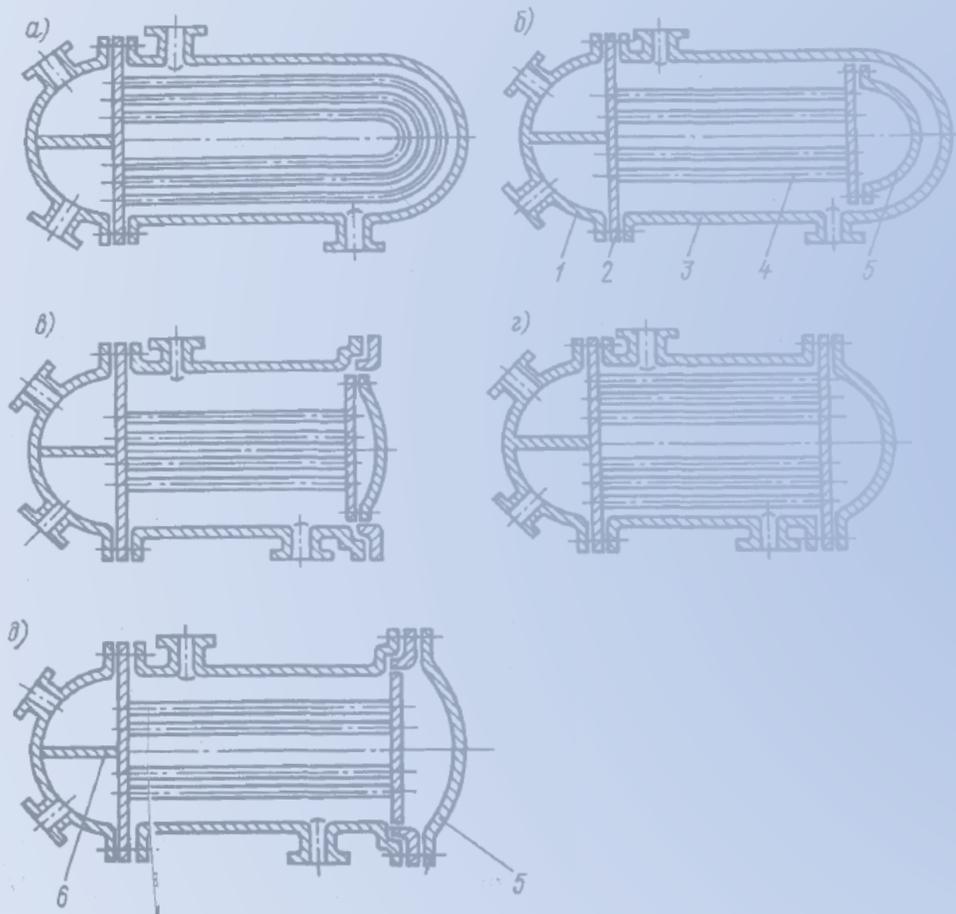
По конструкции делятся на:

кожухотрубные, у которых теплообменные поверхности образуются из гладких или оребренных круглых, овальных и плоскоовальных труб;

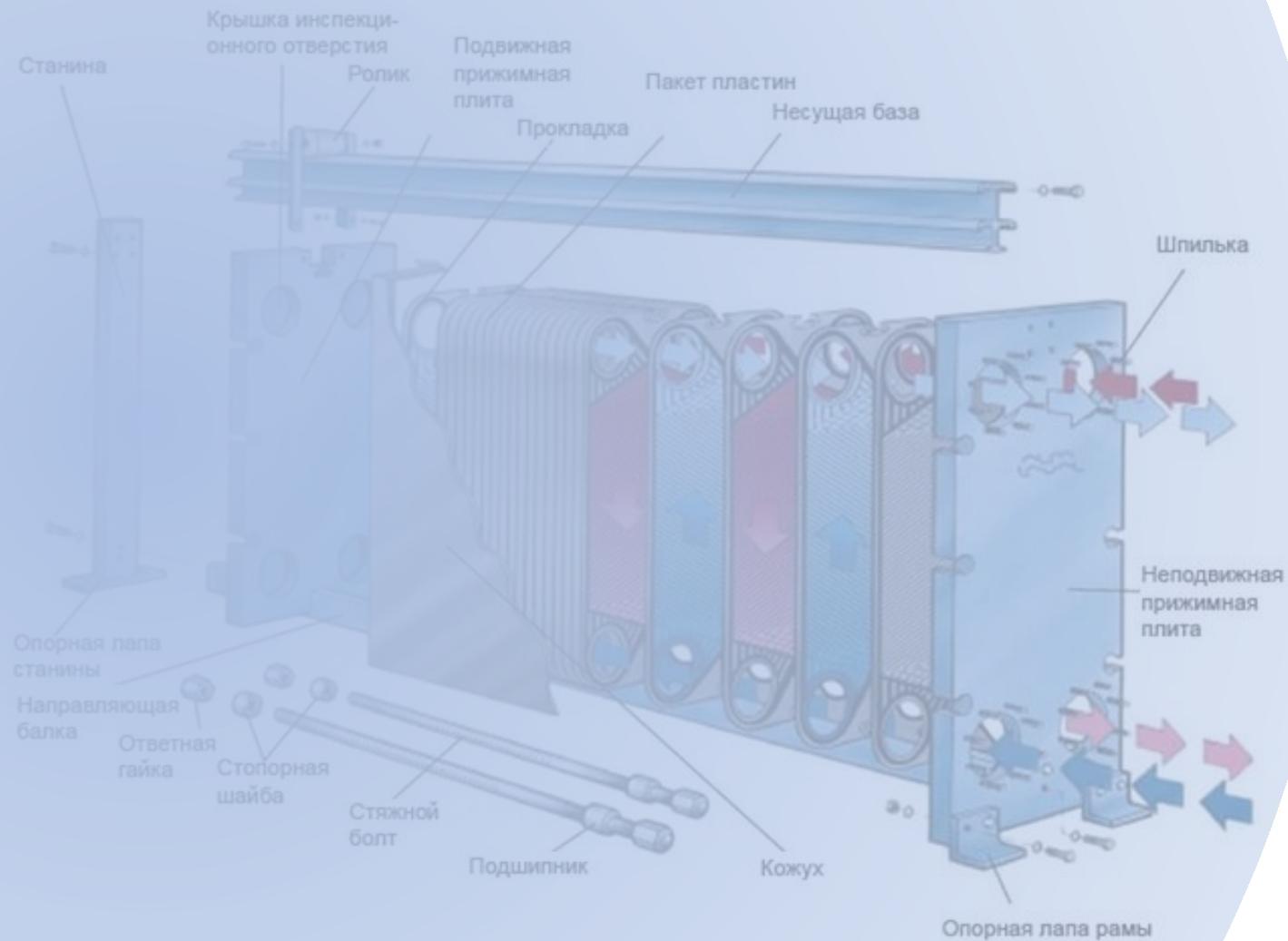
пластинчатые — теплообменные поверхности в них образованы из плоских пластин.

Теплообменные аппараты

Кожухотрубные ТА



Пластинчатый ТА

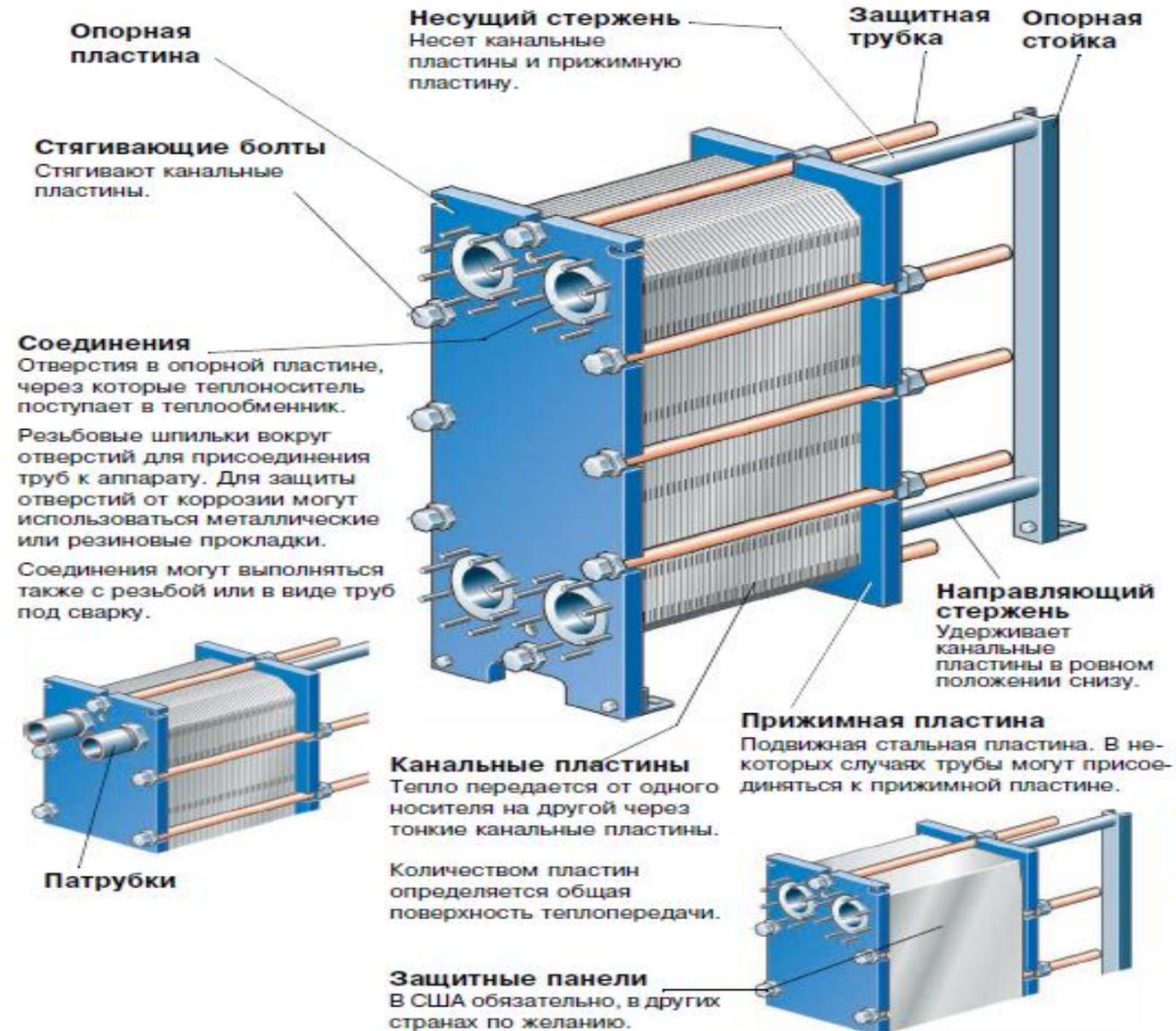


Пластинчатые теплообменники



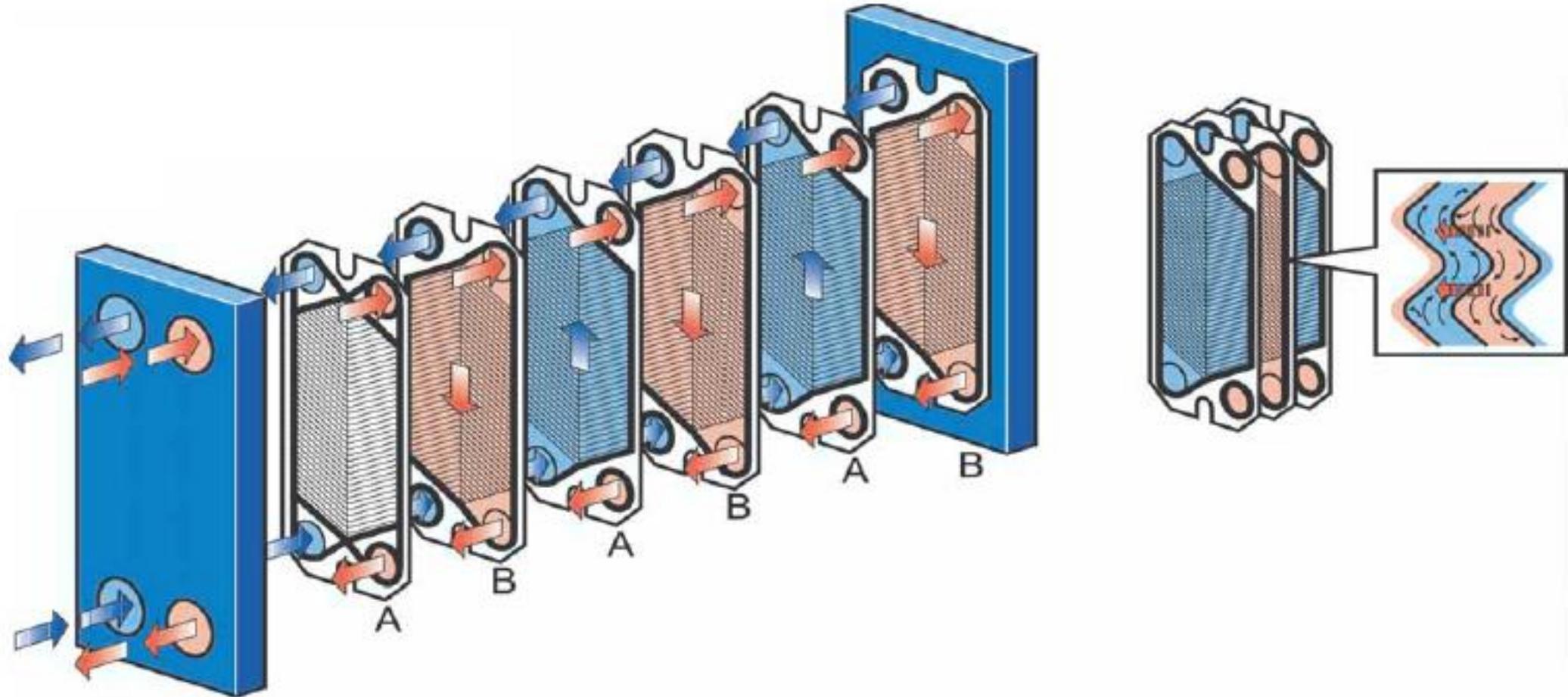
Описание

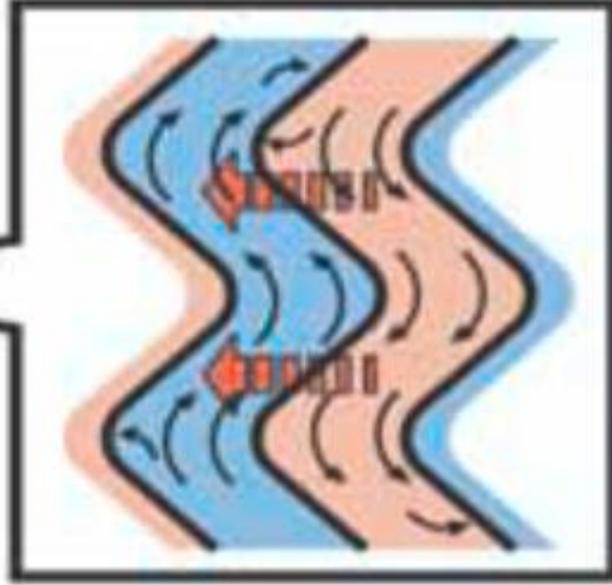
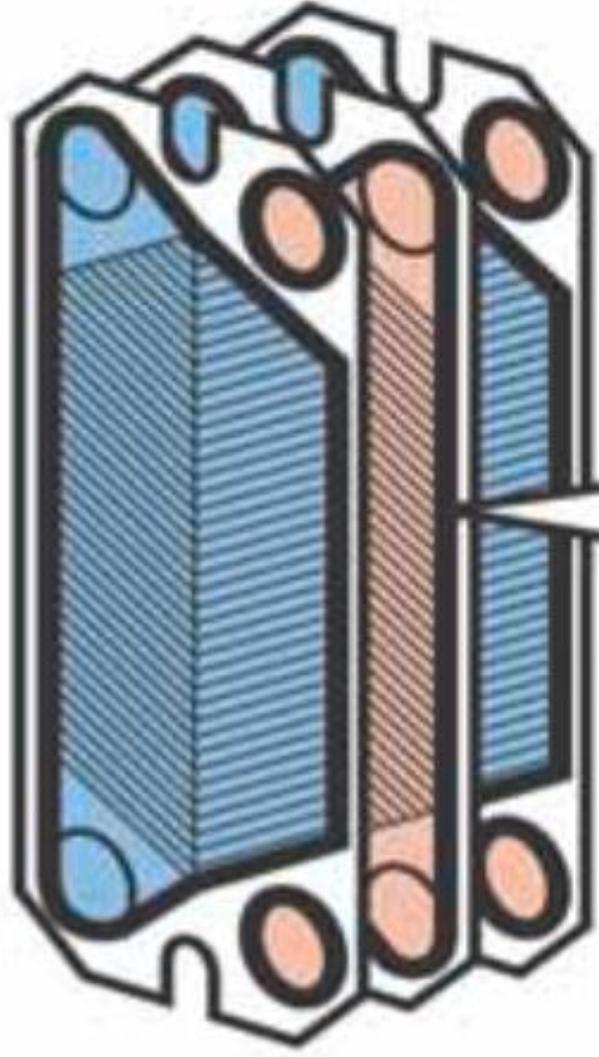
Основные детали

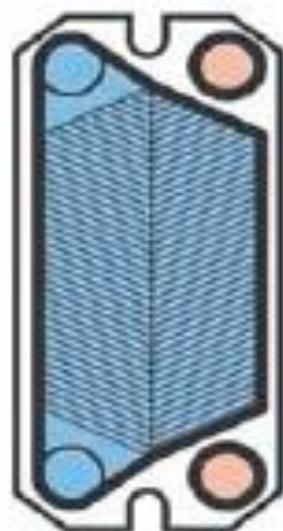


Пластинчатый теплообменник состоит из набора гофрированных металлических пластин с отверстиями для прохождения двух жидкостей, между которыми и происходит теплопередача.

Набор пластин собирается между опорной и прижимной пластинами и сжимается стягивающими болтами. Пластины снабжены прокладками, которые уплотняют канал и направляют жидкости в другие каналы. Гофрированное строение пластин способствует завихрению жидкости и уменьшает влияние перепадов давления на пластины.

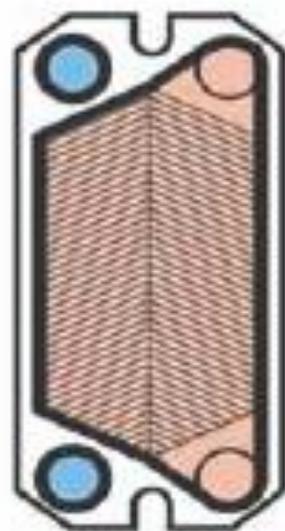






A

Пластина А - это пластина, которая устанавливается с "елочным" рисунком, направленным вниз.



B

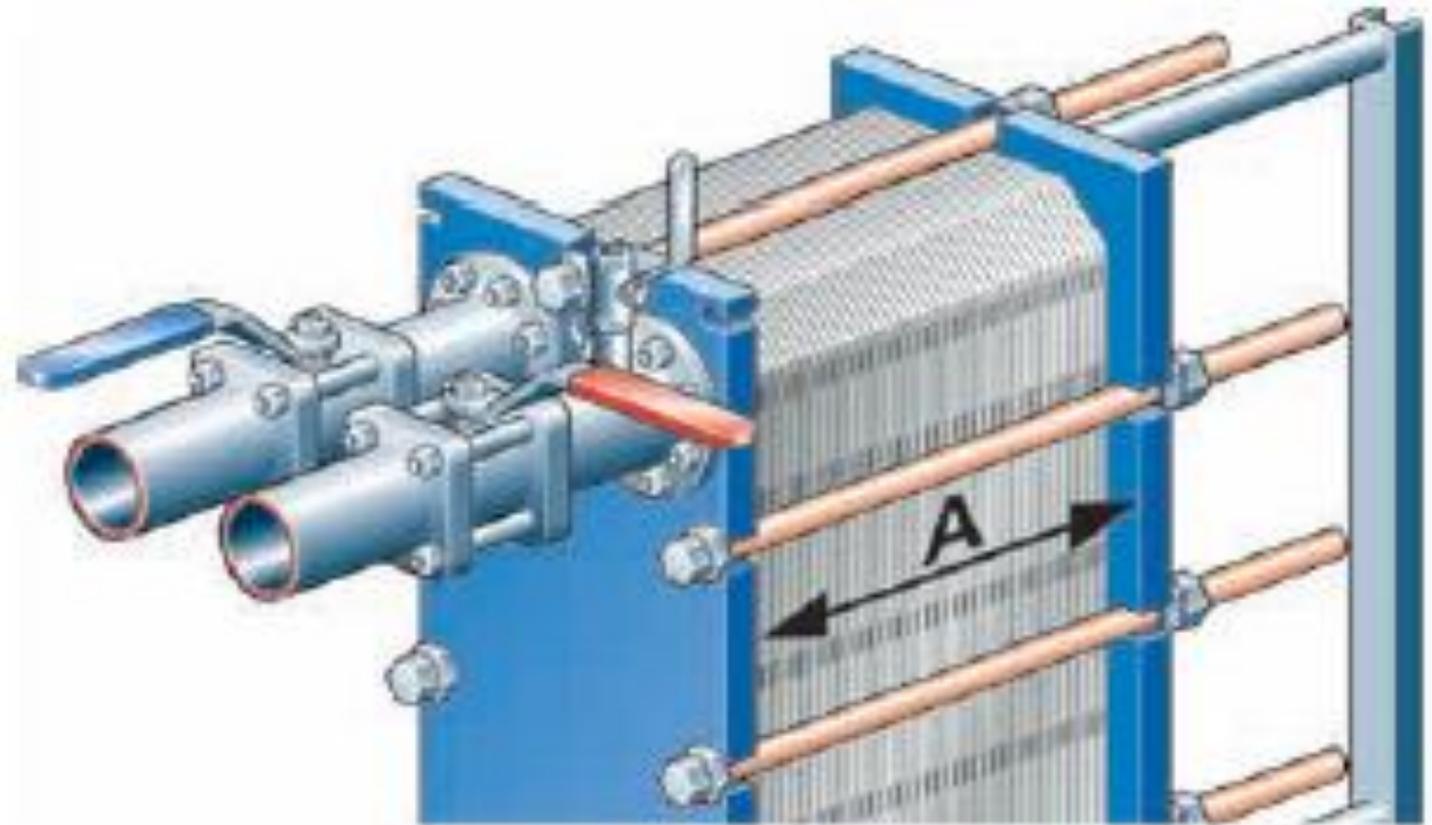
Пластина В - это пластина, которая устанавливается с "елочным" рисунком, направленным вверх.

Эксплуатация.

Запуск в эксплуатацию

Проверьте правильность размера А.

Размер А см. на прилагаемом чертеже теплообменника.





<<Сомы>>!!

Убедитесь в том, что клапан между насосом и устройством, регулирующим расход в системе, закрыт. Если на выходе установлен клапан, убедитесь в том, что он полностью открыт.

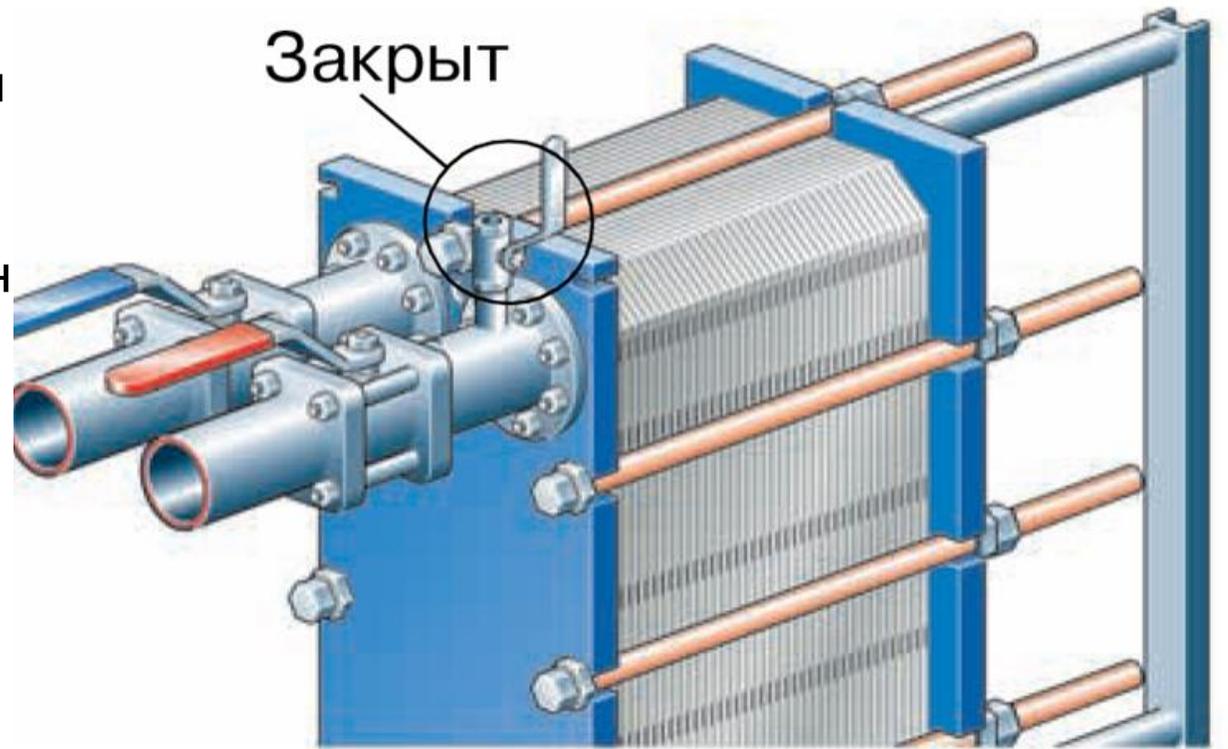
Откройте клапан и включите насос. Медленно откройте клапан.

Когда выйдет весь воздух, закройте клапан. Повторите для второго теплоносителя.

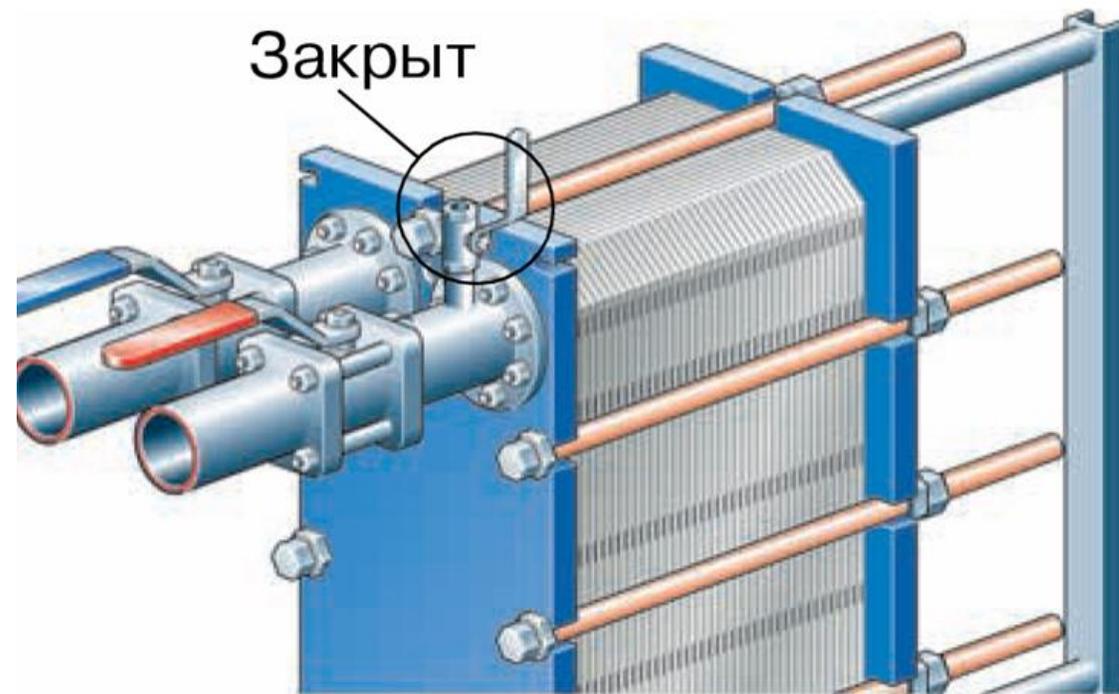
Внимание!

Регулировку расхода следует выполнять медленно, чтобы избежать опасности возникновения гидравлического удара.

Гидравлический удар представляет собой кратковременный бросок давления, который может возникать при включении или выключении системы, вызывающий перемещение жидкости по трубе в виде волны со скоростью звука. Это может привести к значительным повреждениям оборудования.



Медленно откройте клапан.
Когда выйдет весь воздух, закройте
клапан. Повторите для второго
теплоносителя.



Далее –

...Презентация курсанта
Абакумова

... (несколько дополненная)

**ТЕПЛООБМЕННЫЙ АППАРАТ.
ВИДЫ, УСТРОЙСТВО,
КЛАССИФИКАЦИЯ
ТЕПЛООБМЕННИКОВ**

Разработал курсант группы М-351

Абакумов Роман

ПЛАН

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ

**2. КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕПЛООБМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ
ПРЕДПРИЯТИЙ**

3. ВИДЫ И СВОЙСТВА ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ

4. РЕКУПЕРАТИВНЫЕ ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ

5. РЕГЕНЕРАТИВНЫЕ ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ

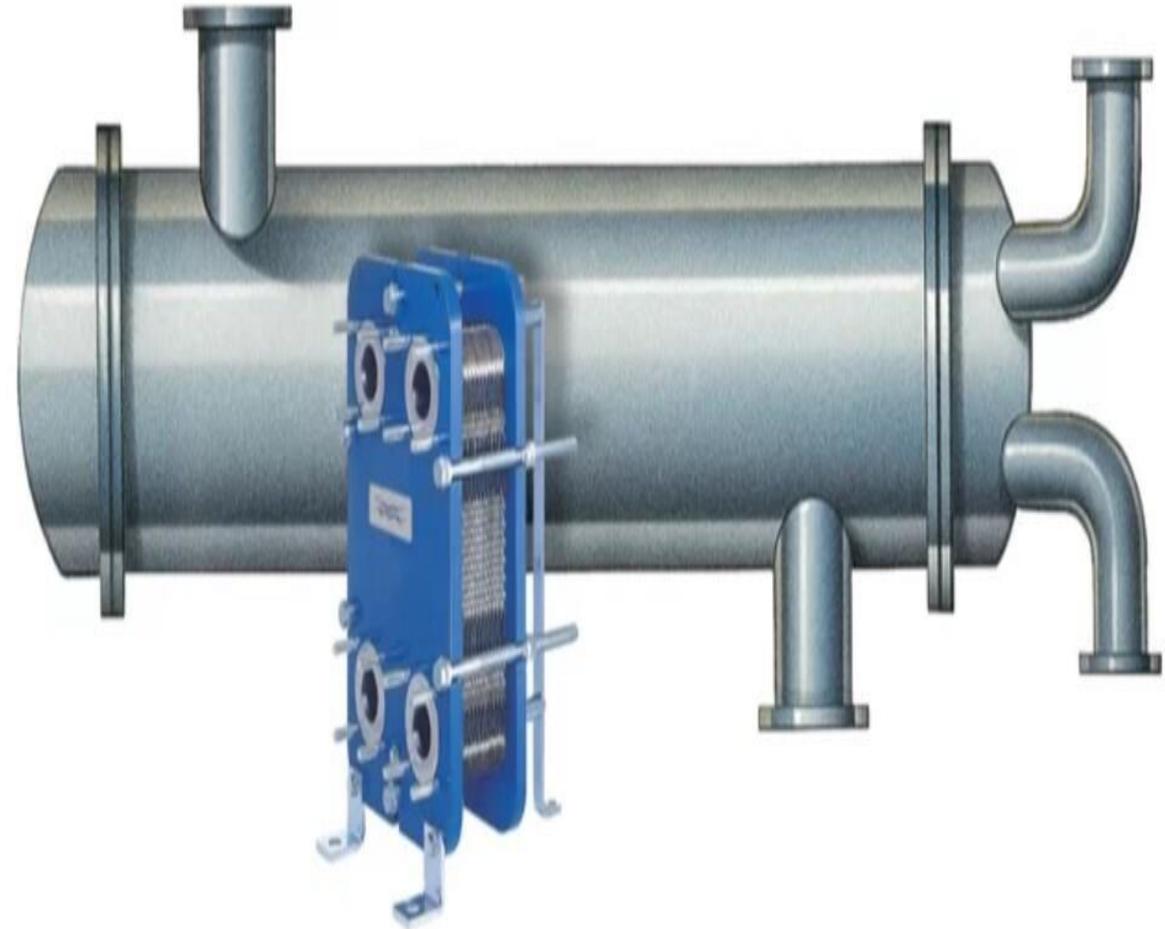
6. СМЕСИТЕЛЬНЫЕ ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ

7. ВЫВОДЫ

Теплообменный аппарат
(теплообменник) — это
устройство, в котором
осуществляется теплообмен
между двумя или несколькими
средами

МАССООБМЕННЫЙ АППАРАТ - это
устройство, в котором между средами
происходит массообмен

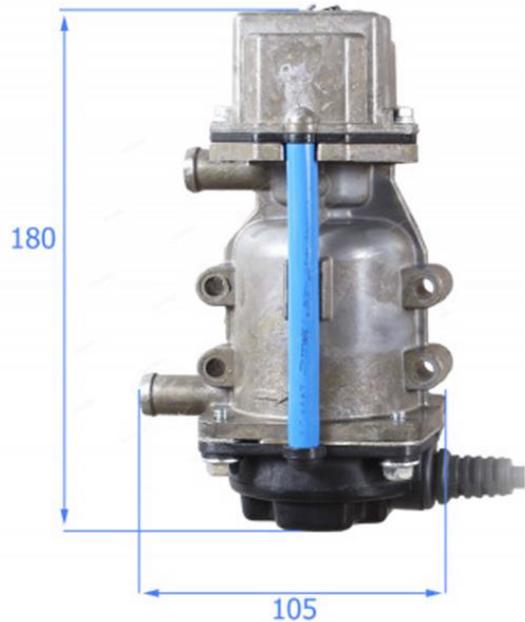
ТЕПЛОМАССООБМЕННЫЕ –это аппараты,
в которых одновременно протекают
тепло- и массообмен



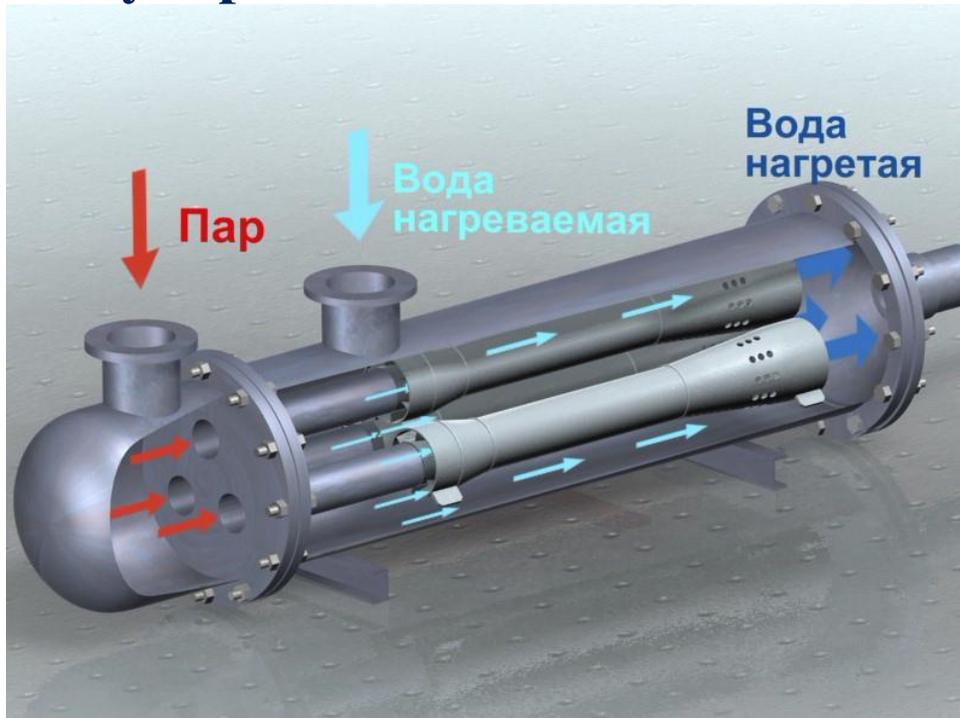
КЛАССИФИКАЦИЯ

ТЕПЛООБМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ

Теплообменными аппаратами называются устройства, предназначенные для обмена теплотой между греющей и обогреваемой рабочими средами

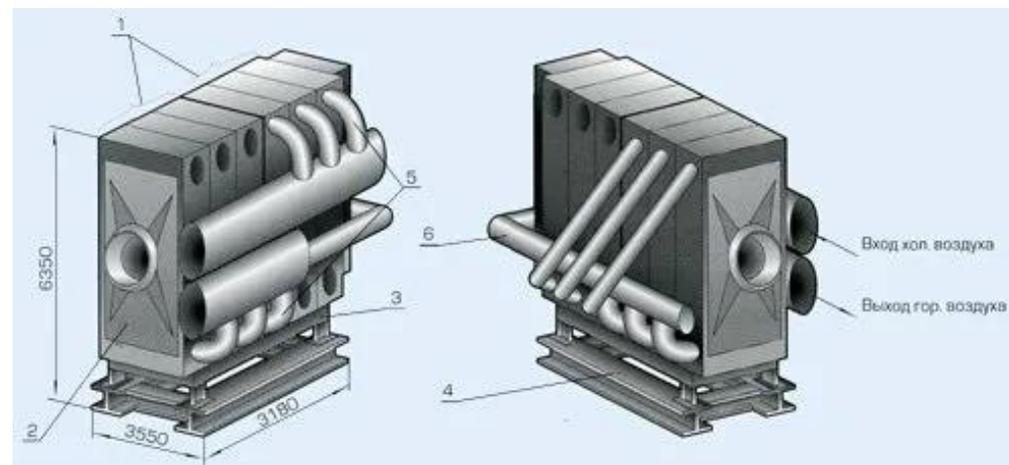


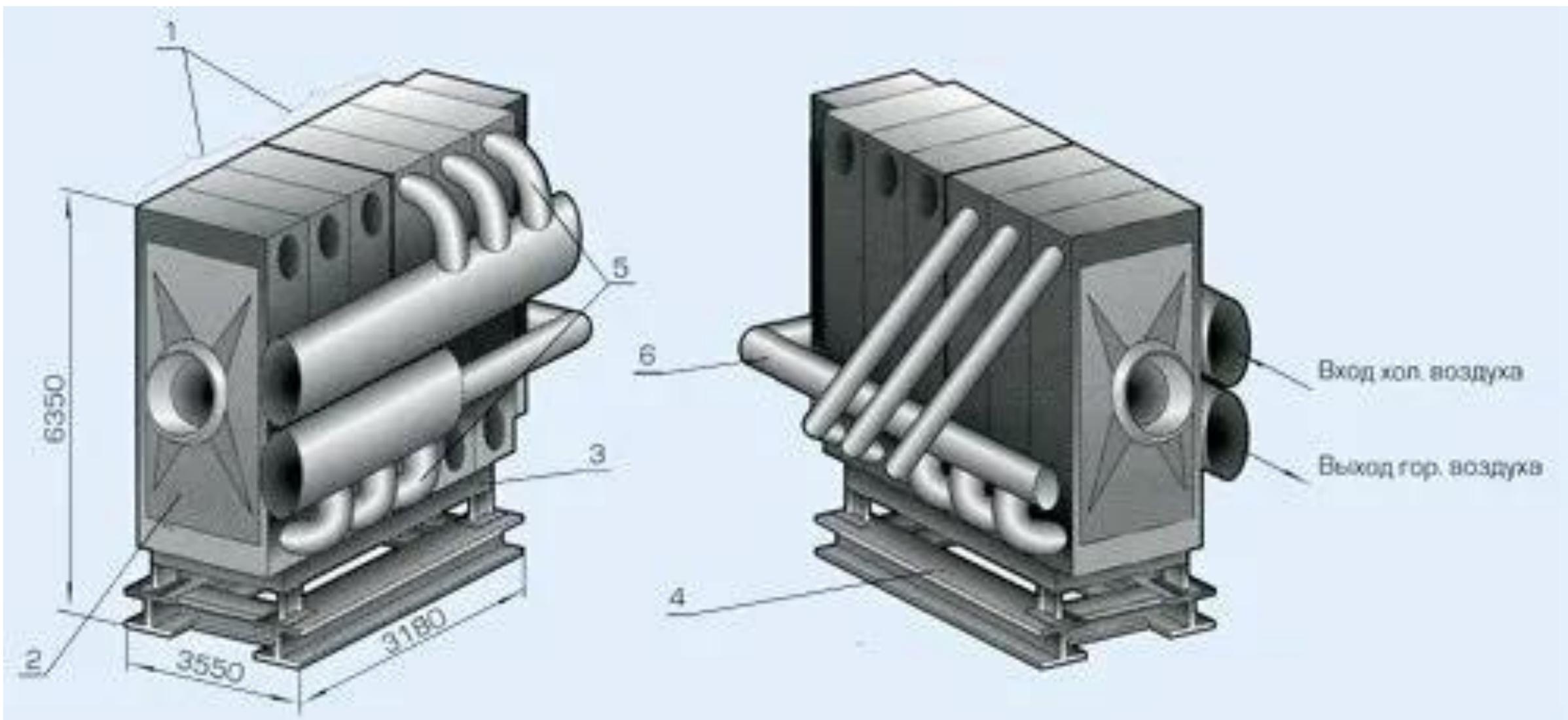
Рекуперативными



Регенеративными

Смесительные





Теплообменные аппараты

Теплообменными аппаратами (теплообменниками) называются устройства, предназначенные для обмена теплотой между греющей и обогреваемой *рабочими средами*, которые называются **теплоносителями**.

Теплообменные аппараты классифицируются:

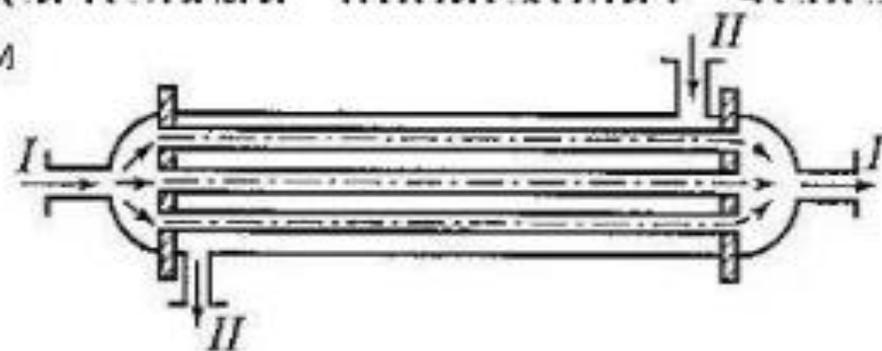
- 1) **по назначению:** подогреватели, конденсаторы, охладители, испарители, паропреобразователи и т.п.
- 2) **по принципу действия:** рекуперативные, регенеративные и смешивающие

Рекуперативными называются такие теплообменные аппараты, в которых теплообмен между теплоносителями происходит через разделительную стенку, омываемую им

Температура нагрева теплоносителя составляет:

$T = 400 \dots 500 \text{ } ^\circ\text{C}$ - для конструкций из углеродистой стали;

$T = 700 \dots 800 \text{ } ^\circ\text{C}$ - для конструкций из легированных

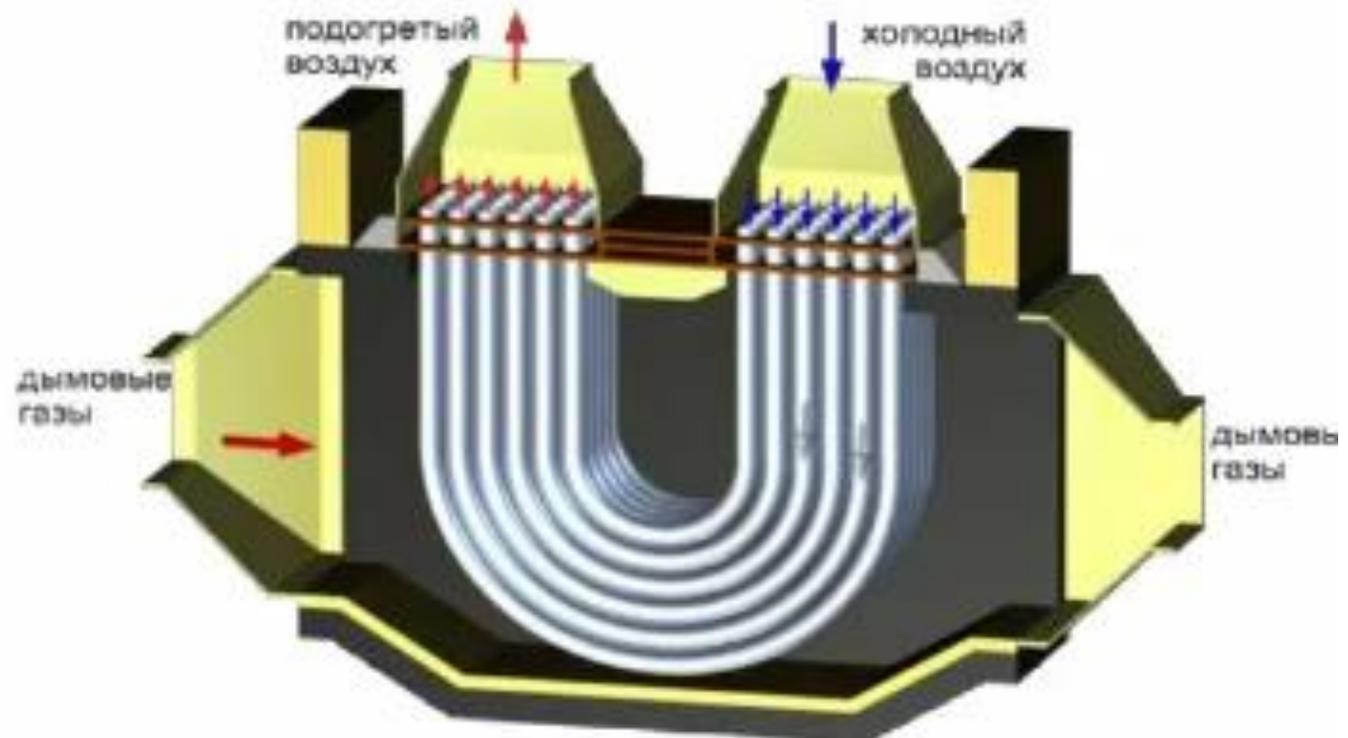


Простейший рекуперативный теплообменник:
I, II - теплоносители

Классификация теплообменных аппаратов по конструкции и принципу работы. Рекуперативные теплообменники

Теплообменные аппараты:

1. Рекуператоры.
2. Регенераторы.
3. Смесительные.
4. Тепловые трубы.



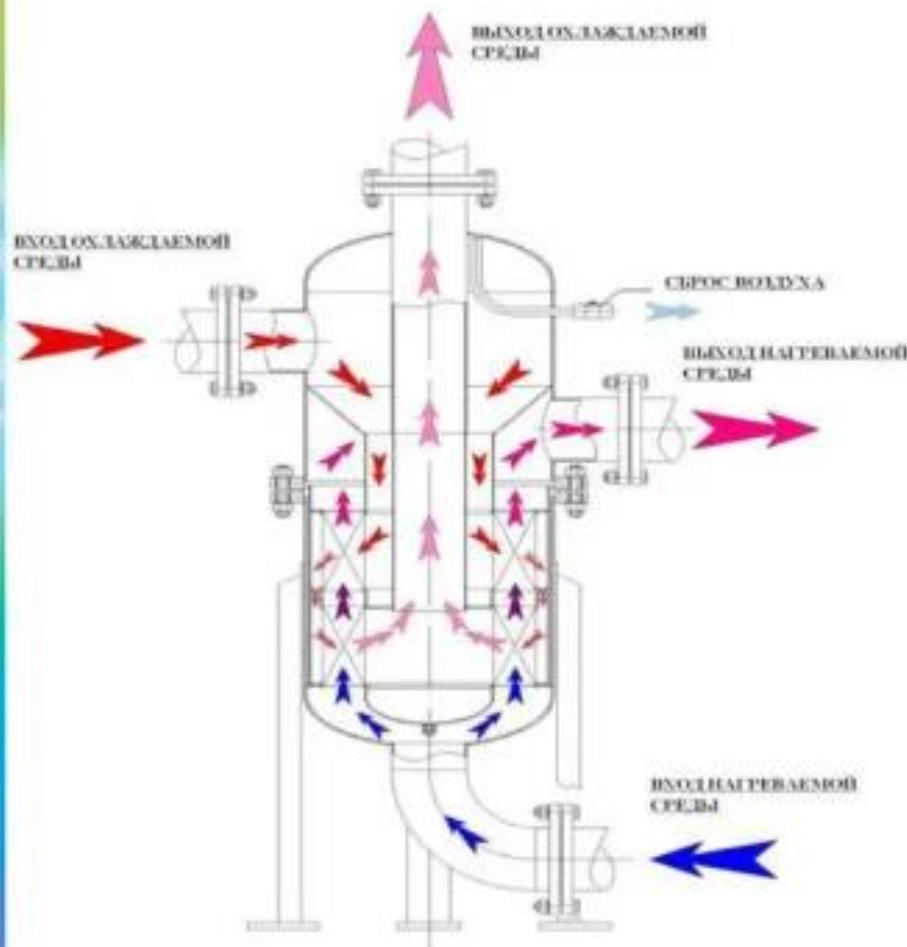
ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ

Теплообменными аппаратами, или теплообменниками называются устройства, предназначенные для передачи тепла от более нагретой жидкости – горячего теплоносителя – к менее нагретому – холодному теплоносителю.



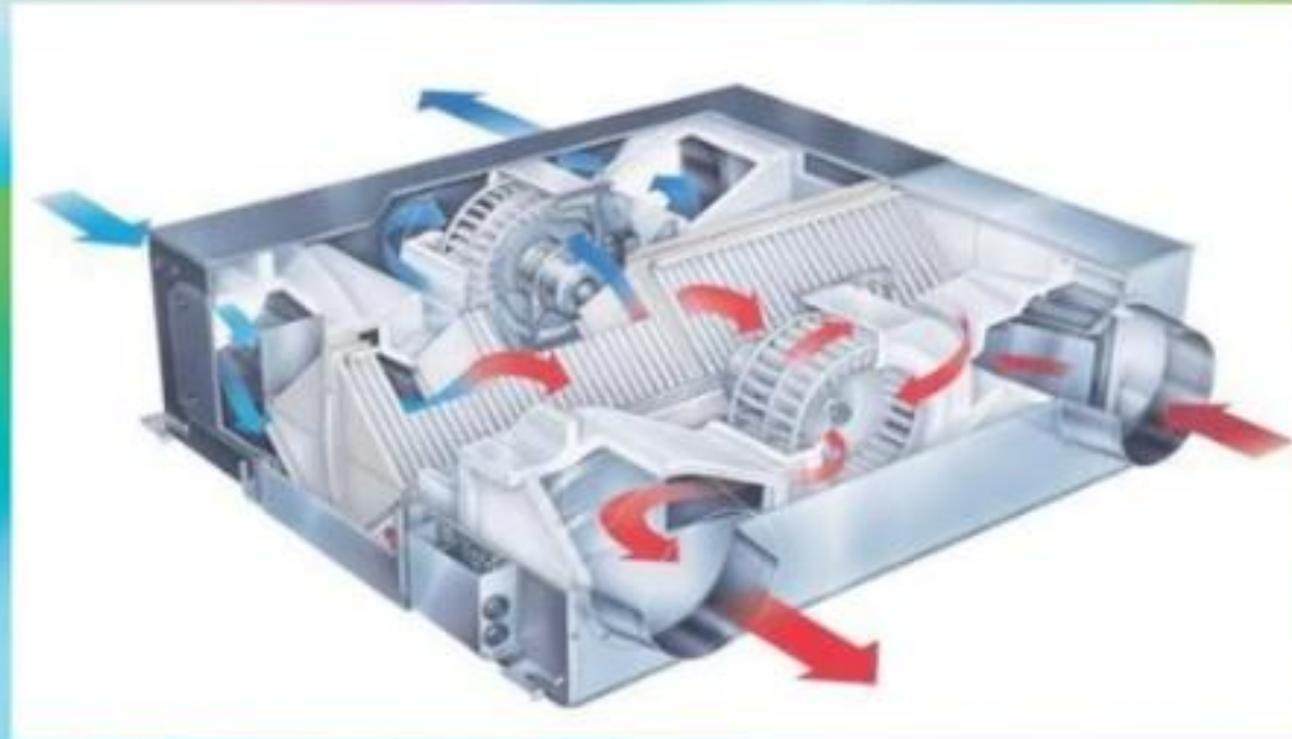
В зависимости от способа передачи теплоты они бывают контактными и поверхностными. Поверхностные теплообменные аппараты разделяются на регенеративные и рекуперативные.

СХЕМА РАБОТЫ
ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА





В рекуперативных теплообменниках теплоносители омывают стенку с двух сторон и обмениваются при этом теплотой. Процесс теплообмена протекает непрерывно и имеет обычно стационарный характер. Стенка, которая омывается с обеих сторон теплоносителями, называется рабочей поверхностью теплообменника.



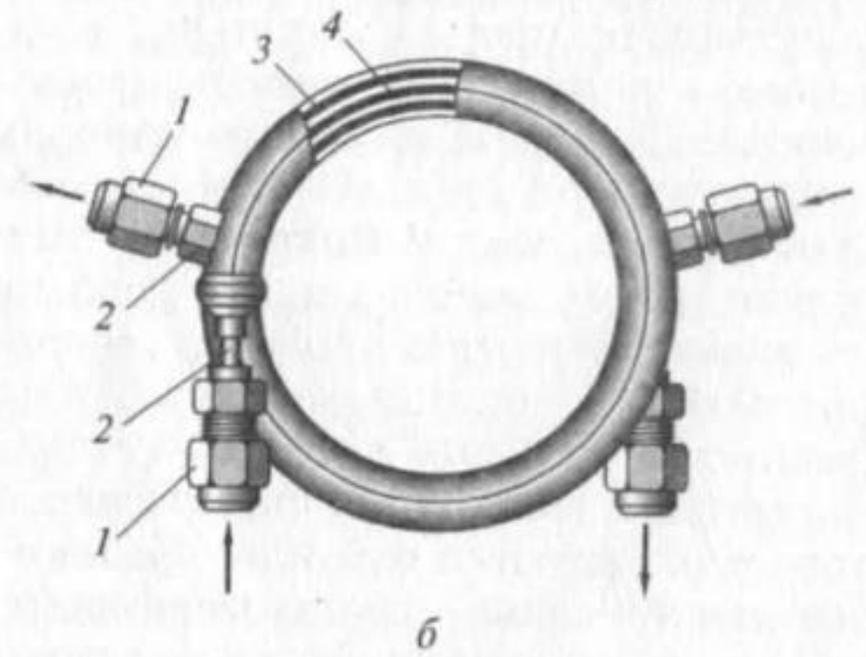
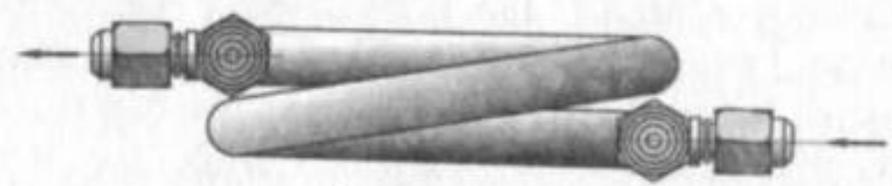
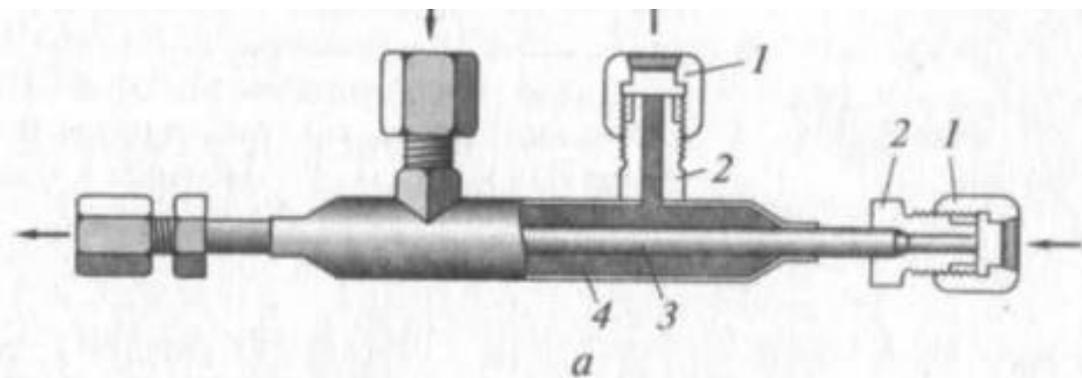


Рис. 6.13. Регенеративные теплообменники типа «труба в трубе»:
 1 — накидные гайки; 2 — штуцеры подвода и отвода хладагента; 3 — внутренняя труба; 4 — наружная труба



Кожухотрубный рекуперативный теплообменник. Теплообменник БКГН.0200.08.00.000-01.



>>>>> forcel

Теплообменник ВОДО-ВОДЯНОЙ ДУ-200

Масса аппарата 118 кг, мощность – 2,5 Гкал/ч
Коэффициент теплопередачи 10453 Вт/м²К

Трубки диаметром 8 мм,
толщиной 0,3 мм

(AISI 321)

Корпус
спиралешовный 2 мм

Гидравлические потери 0,5 кг



Нагреваемая сторона
100 куб/ч
с 70С°-95С°

Греющая сторона
83 куб/ч
с 115С°-85С°



ВИДЫ И СВОЙСТВА ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ

Водяной пар как греющий теплоноситель получил большое распространение вследствие ряда своих **достоинств**:

1. **Высокие коэффициенты теплоотдачи** при конденсации водяного пара позволяют получать относительно небольшие поверхности теплообмена.
2. Большое изменение энтальпии при конденсации водяного пара позволяет расходовать малое его массовое количество для передачи сравнительно больших количеств теплоты.
3. Постоянная температура конденсации при заданном давлении дает возможность наиболее просто поддерживать постоянный режим и регулировать процесс в аппаратах.

Основным недостатком водяного пара является значительное повышение давления в зависимости от температуры насыщения.



Горячая вода получила большое распространение в качестве греющего теплоносителя, особенно в системах отопления и вентиляционных установках.



Достоинством воды как теплоносителя является сравнительно высокий коэффициент теплоотдачи

Дымовые и топочные газы, как греющая среда применяются обычно на месте их получения для непосредственного обогрева промышленных изделий и материалов, если физико-химические характеристики последних не изменяются при взаимодействии с сажей и золой.

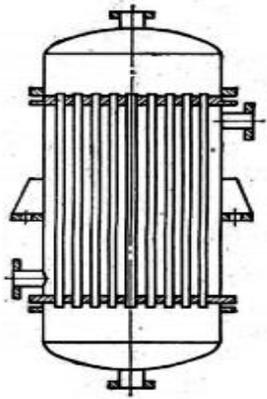


К недостаткам можно отнести следующее:

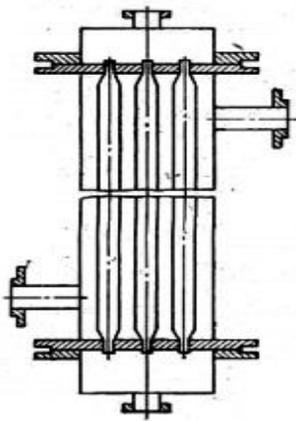
1. Малая плотность газов, которая влечет за собой необходимость получения больших объемов для обеспечения достаточной теплопроизводительности, что приводит к созданию громоздких трубопроводов.
2. Вследствие малой удельной теплоемкости газов их необходимо подавать в аппараты в большом количестве с высокой температурой; последнее обстоятельство вынуждает применять огнеупорные материалы для трубопроводов. Прокладка таких газопроводов, а также создание запорных и регулирующих приспособлений по тракту течения газа связаны с большими трудностями.
3. Вследствие низкого коэффициента теплоотдачи со стороны газов теплоиспользующая аппаратура должна иметь большие поверхности нагрева и поэтому получается весьма громоздкой.

РЕКУПЕРАТИВНЫЕ ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ

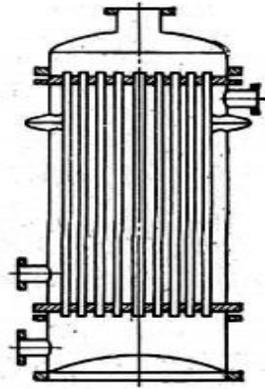
Рекуперативные теплообменные аппараты — это установки, работающие в периодическом или в стационарном тепловом режиме.



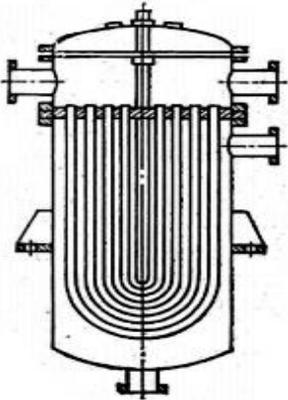
a



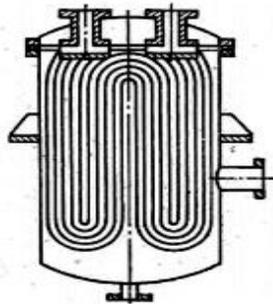
б



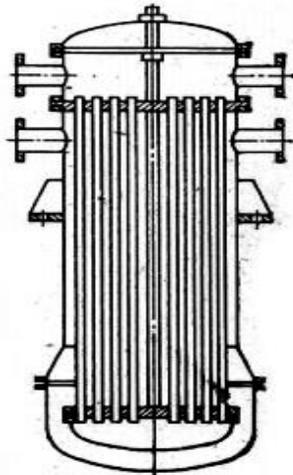
в



г



д

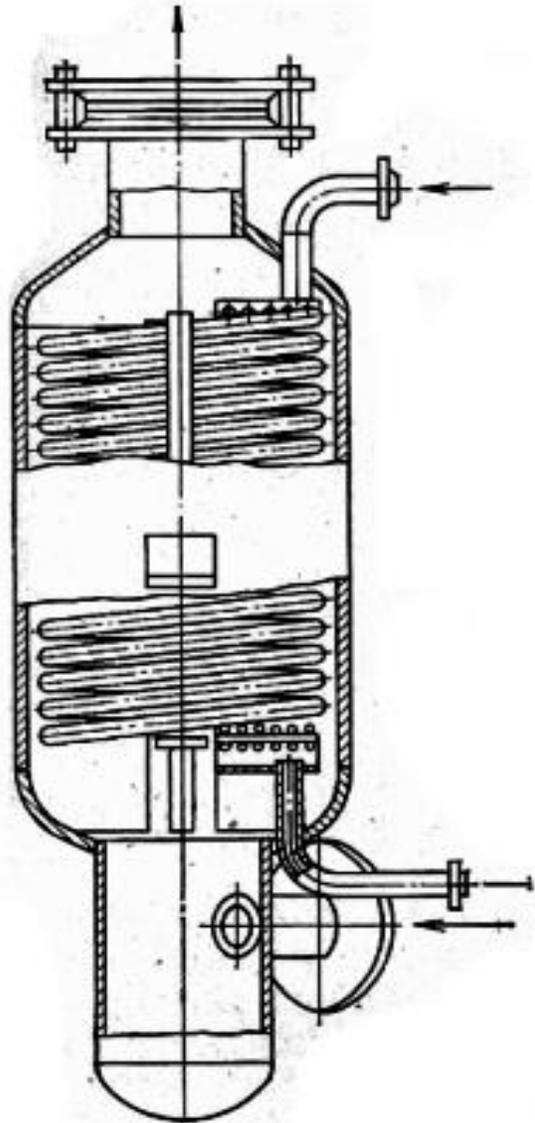


е

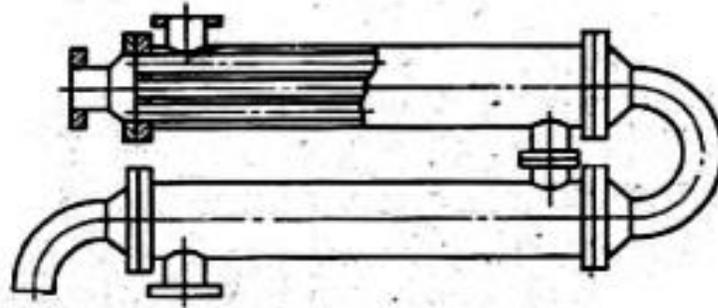
наибольшее распространение получили кожухотрубчатые теплообменники

Кожухотрубчатые рекуперативные теплообменные аппараты: *a, б* — с жестким креплением труб в трубных решетках; *в* — с линзовыми компенсаторам корпусе; *г, д* — с U- и W-образными трубками; *е* — с нижней плавающей распределительной камерой

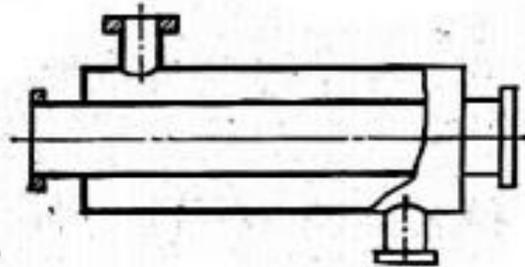
ЗМЕЕВИКОВЫЕ и СЕКЦИОННЫЕ ТЕПЛООБМЕННИКИ



a



б



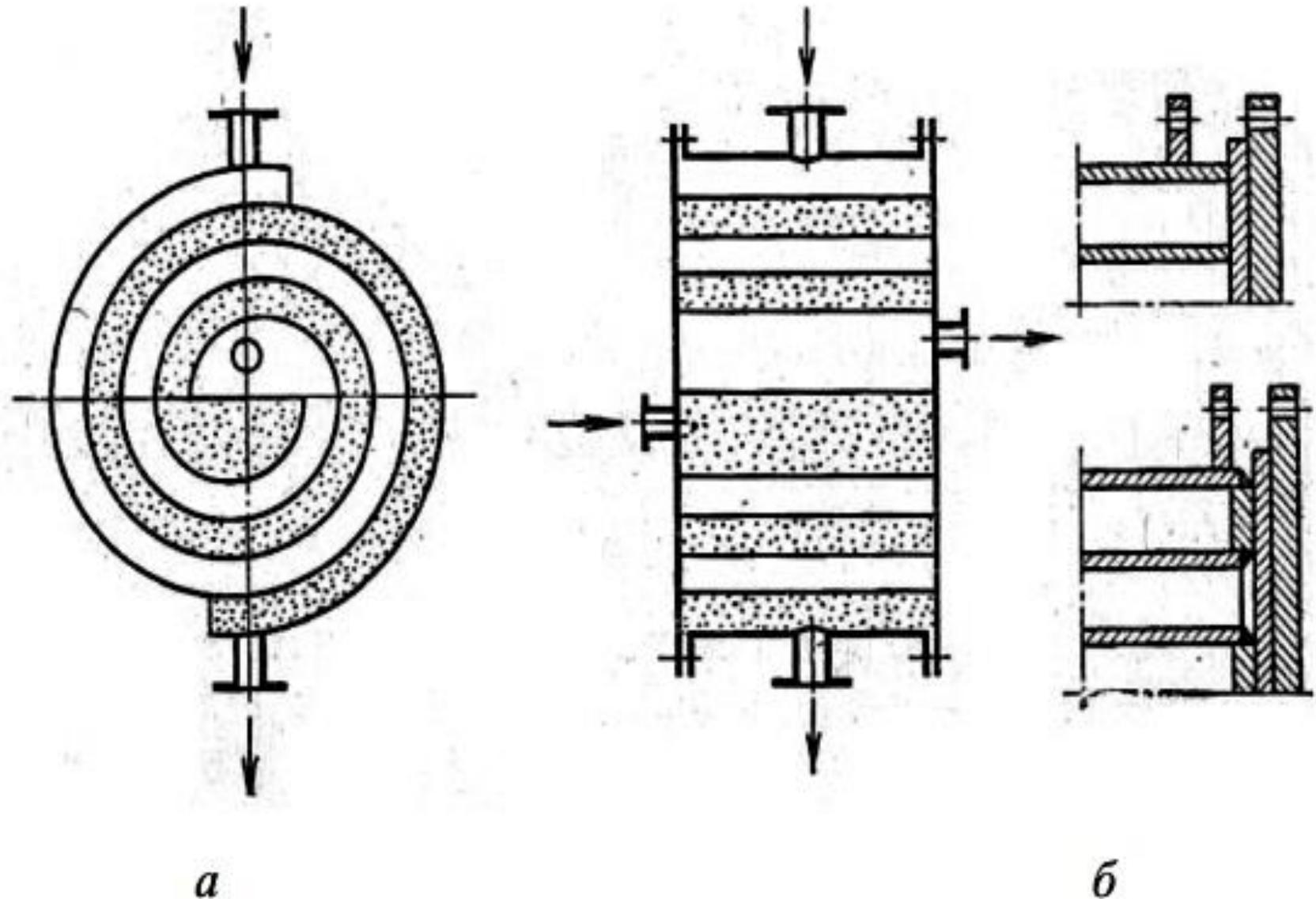
в

a — с витой трубчатой поверхностью нагрева (змеевиковый);

б — секционный;

в — «труба в трубе»

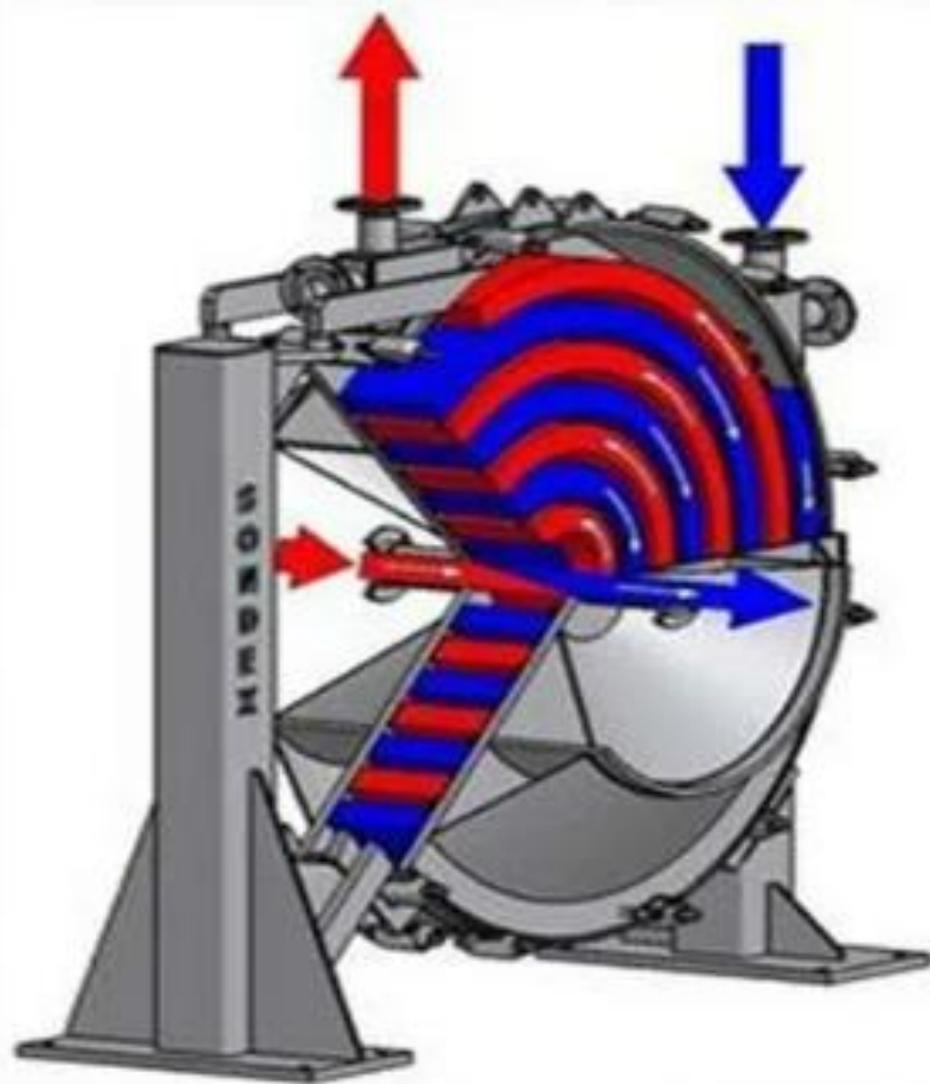
Спиральные теплообменники— аппараты, в которых каналы для теплоносителей образуются двумя свернутыми в спирали на специальном станке



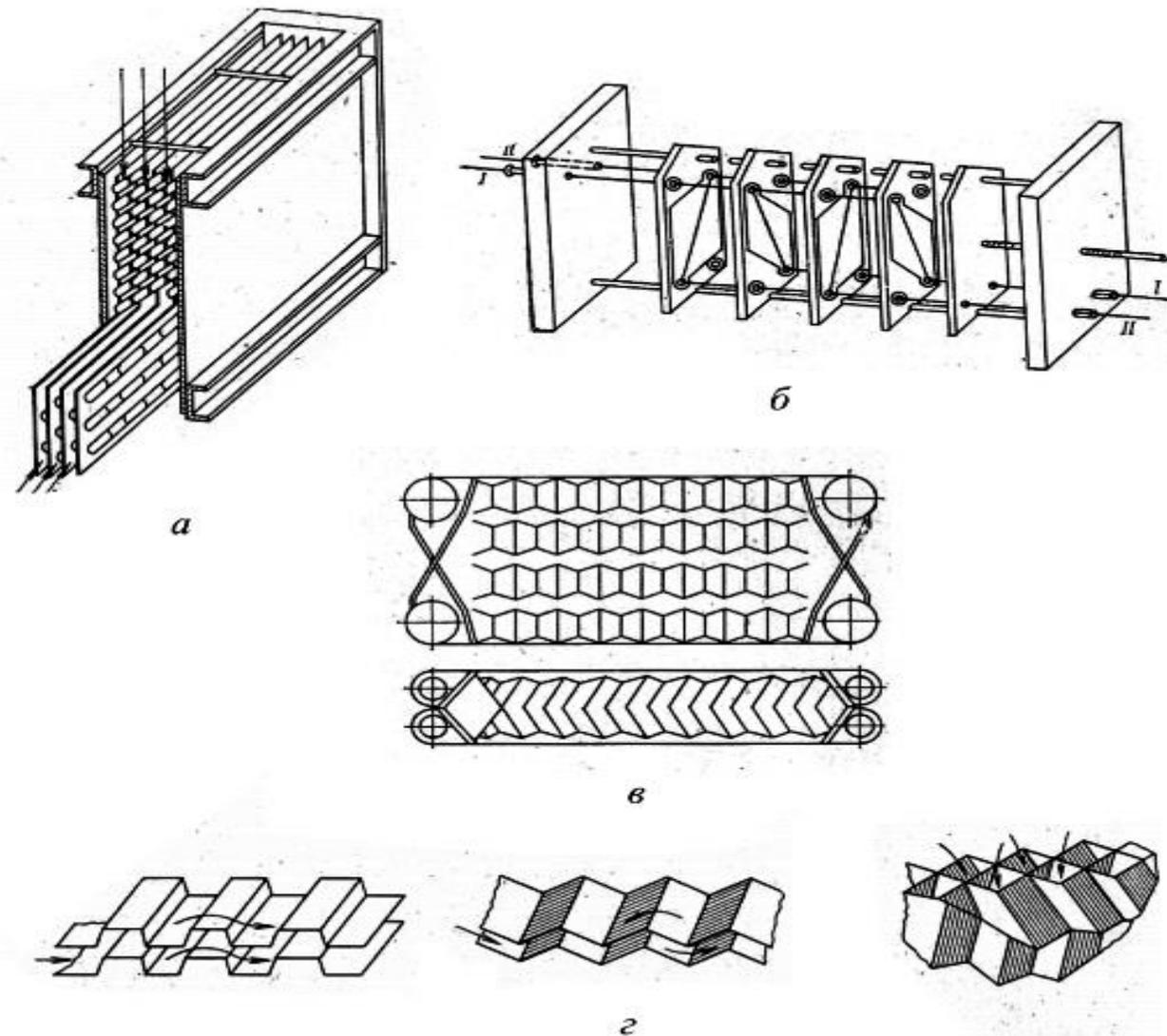
Спиральный теплообменник

: a — принципиальная схема спирального теплообменника; б — способы соединения спиралей с торцевыми крышками

Направления движения теплоносителей в спиральном аппарате

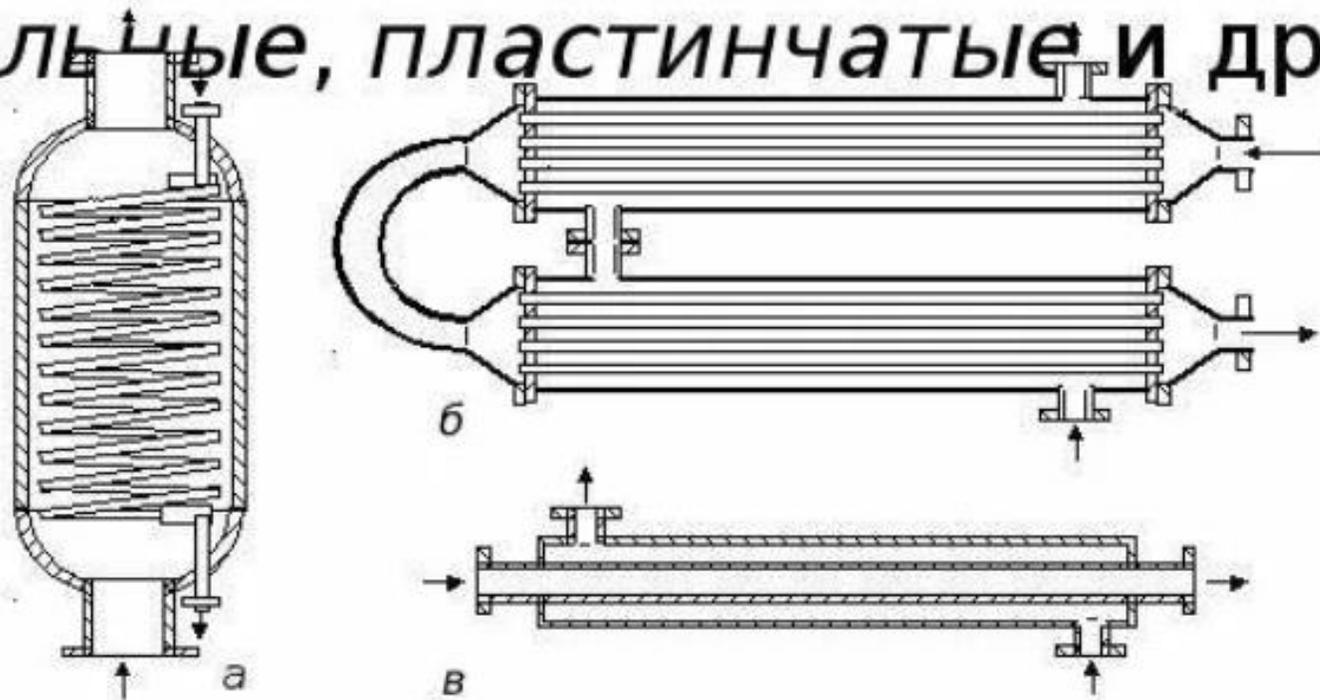


Пластинчатые теплообменники имеют щелевидные каналы, образованные параллельными пластинками



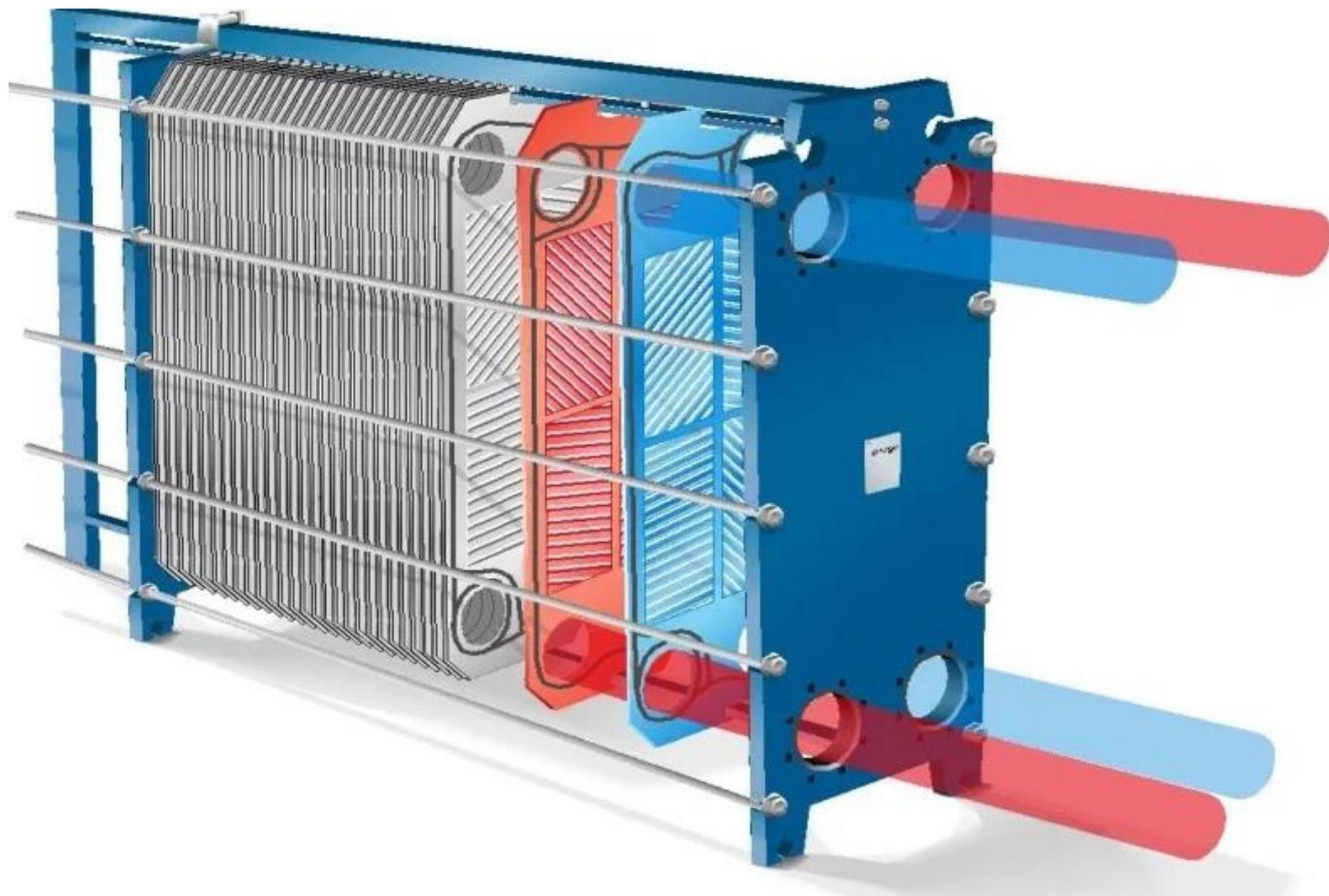
а — пластинчатый воздухоподогреватель; б — разборный пластинчатый теплообменник для тепловой обработки жидких сред; в — гофрированные пластины; г — профили каналов между пластинами; I, II — вход и выход теплоносителя

Рекуперативные теплообменники подразделяются на кожухотрубчатые, змеевиковые, типа «труба в трубе», секционные, спиральные, пластинчатые и др.

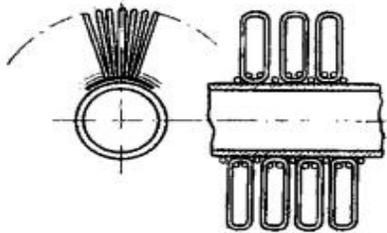
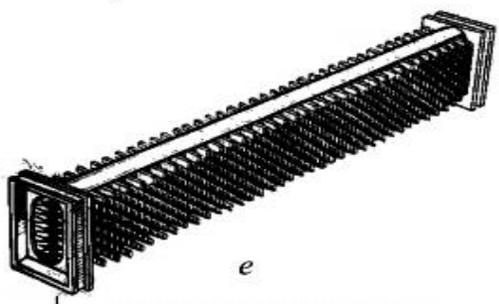
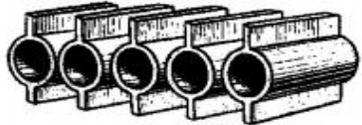
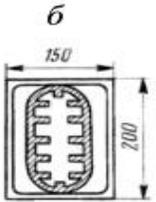
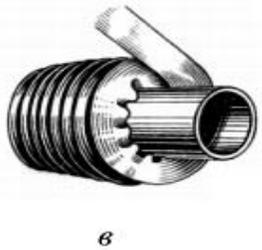
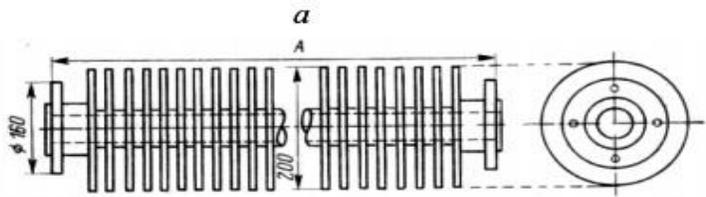
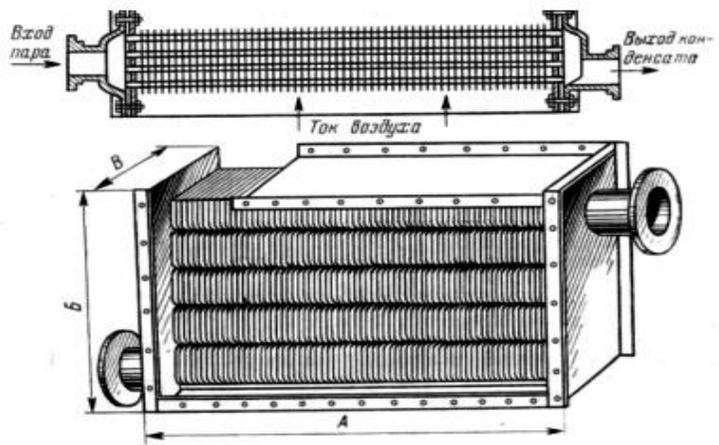


Змеевиковые и секционные рекуперативные теплообменные аппараты

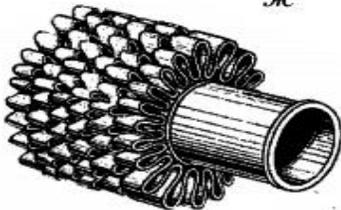
а - с витой трубчатой поверхностью нагрева; б - секционный; в - "труба в трубе"



Типы ребристых теплообменников:



ж

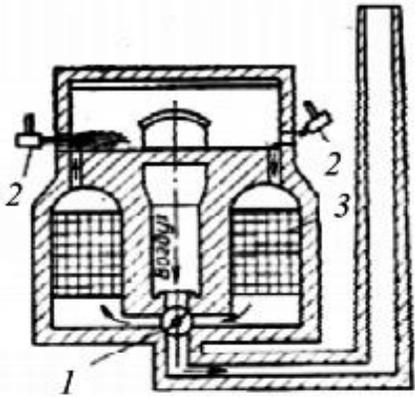


з

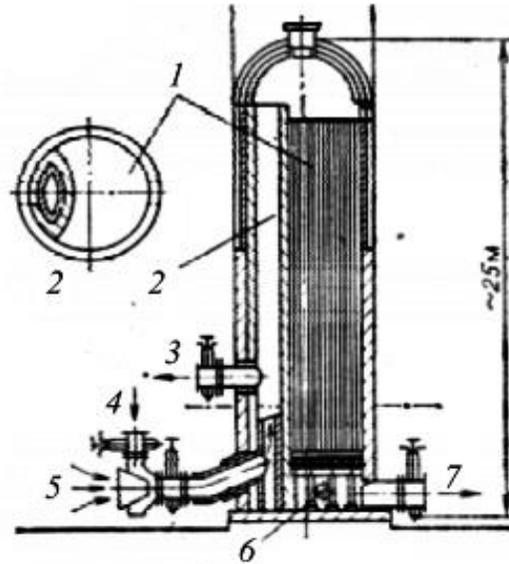
и

- а — пластинчатый;*
- б — чугунная трубка с круглыми ребрами;*
- в — трубка со спиральным оребрением*
- г — чугунная трубка с внутренним оребрением;*
- д — плавниковое оребрение трубок;*
- е — чугунная трубка с двухсторонним игольчатым оребрением;*
- ж — проволочное (биспиральное) оребрение трубок;*
- з — продольное оребрение трубок;*
- и — многорребристая трубка*

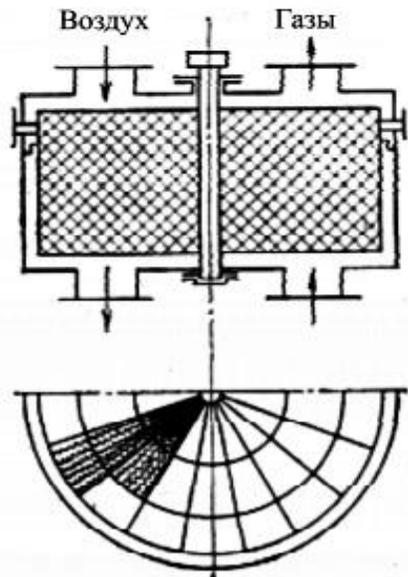
РЕГЕНЕРАТИВНЫЕ ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ



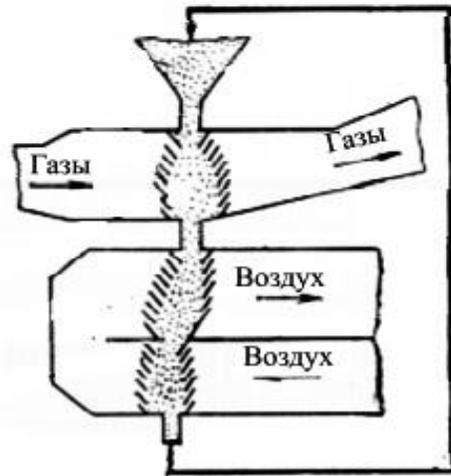
а



б



в



г

а — схема мартеновской печи с регенераторами:

1 — шибер; 2 — горелки; 3 — насадка;

б — воздухоподогреватель доменной печи:

1 — теплоаккумулирующая насадка;

2 — камера сгорания;

3 — выход горячего дутья;

4 — вход воздуха в камеру сгорания;

5 — вход горячего газа;

6 — вход холодного дутья;

7 — уходящие газы;

в — регенеративный аппарат системы

Юнгстрема;

г — схема регенератора с падающей насадкой

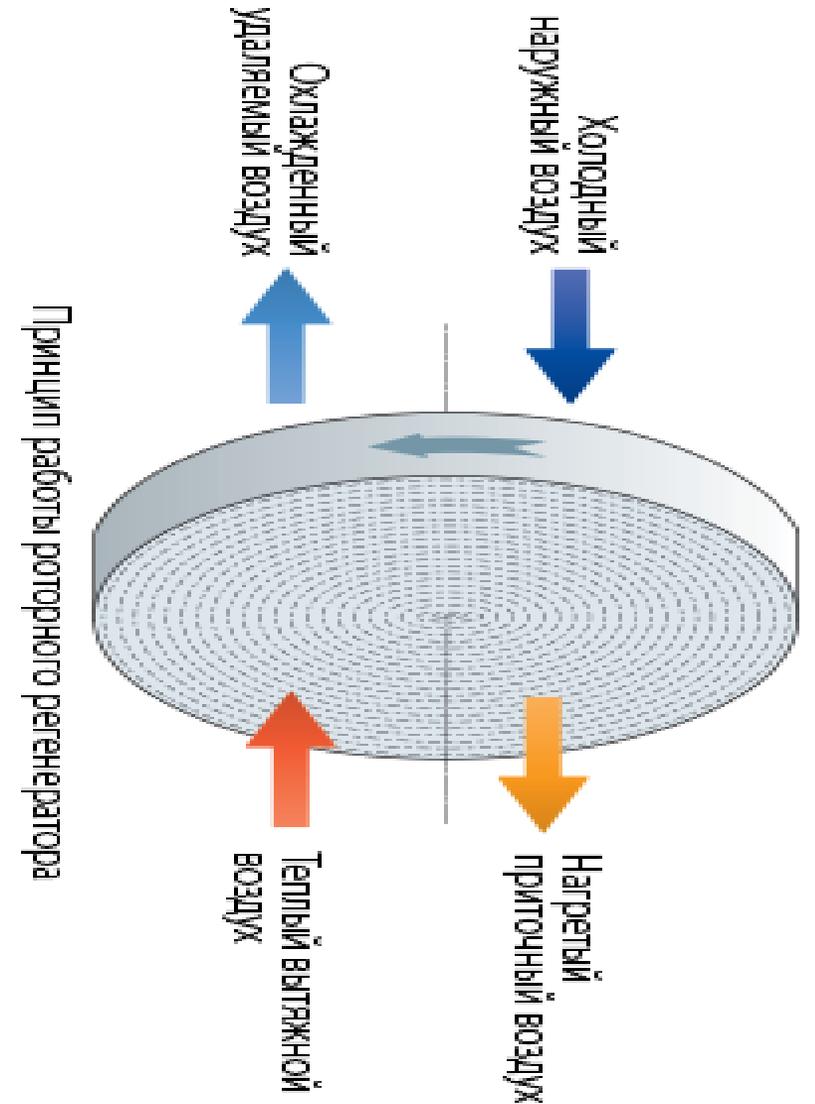
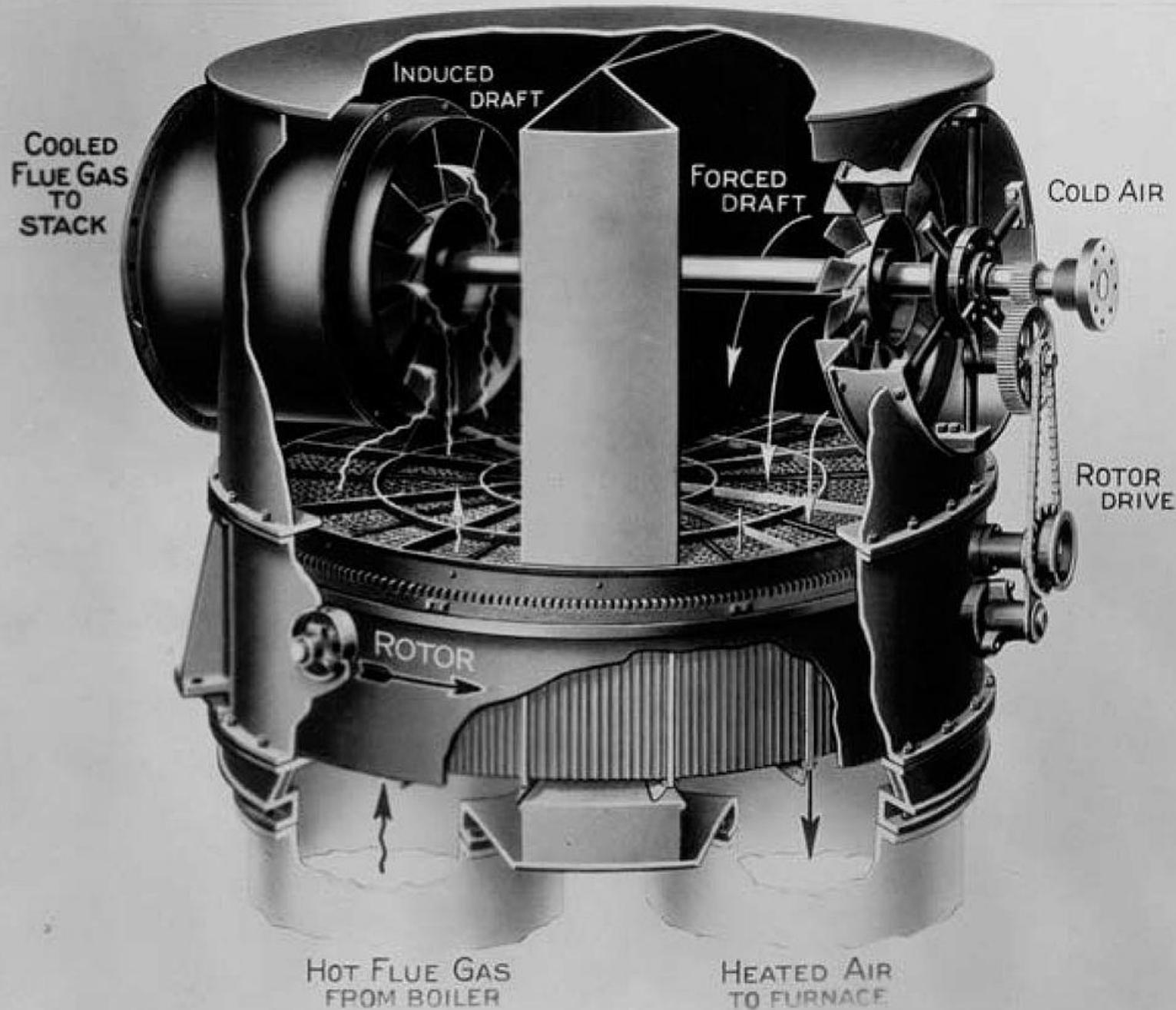
Регенеративный теплообменник, или, чаще, регенератор,

— это тип теплообменника, в котором

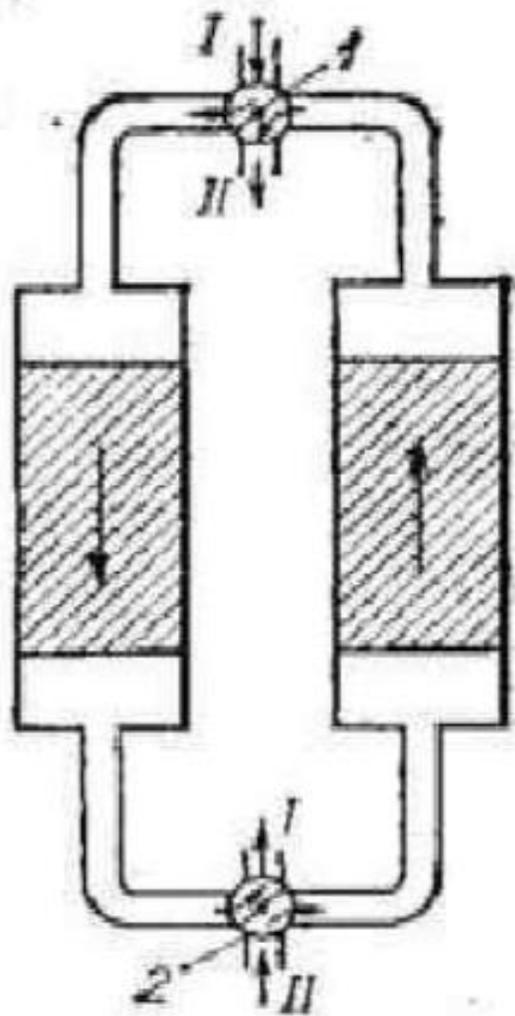
тепло от горячей жидкости периодически сохраняется в теплоаккумулирующей среде, прежде чем передаваться холодной жидкости.

Для этого горячая жидкость вступает в контакт с теплоаккумулирующей средой, затем вытесняется холодной жидкостью, которая поглощает тепло.

Роторный регенератор Юнгстрема



Теплообменники регенеративные



Регенеративным теплообменным аппаратом называют устройство, в котором передача теплоты от одного, теплоносителя к другому происходит с помощью теплоаккумулирующей массы, называемой насадкой. Насадка периодически омывается потоками горячего и холодного теплоносителей. В течение первого периода (периода нагревания насадки) через аппарат пропускают горячий теплоноситель, при этом отдаваемая им теплота расходуется на нагревание насадки. В течение второго периода (периода охлаждения насадки) через аппарат пропускают холодный теплоноситель, который нагревается за счет теплоты, аккумулированной насадкой. Периоды нагревания и охлаждения насадки продолжаются от нескольких минут до нескольких часов. Для осуществления непрерывного процесса теплопередачи от одного теплоносителя к другому необходимы два регенератора: в то время как в одном из них происходит охлаждение горячего теплоносителя, в другом нагревается холодный теплоноситель. Затем аппараты переключаются, после чего в каждом из них процесс теплопередачи протекает в обратном направлении.

Биология

Во время дыхания нос и горло работают как регенеративные теплообменники. Поступающий холодный воздух нагревается и достигает лёгких в тёплом виде. На обратном пути этот нагретый воздух отдаёт большую часть своего тепла стенкам носовых проходов, чтобы они были готовы к нагреву следующей порции поступающего воздуха. У некоторых животных, в том числе у людей, внутри носа есть изогнутые костные пластины, называемые носовыми раковинами, которые увеличивают площадь поверхности для теплообмена.

СМЕСИТЕЛЬНЫЕ ТЕПЛОБМЕННЫЕ АППАРАТЫ

а — каскадный теплообменник;

б — барботажный;

в — полый с разбрызгивателем;

г — струйный;

д — насадочная колонна:

1 — контактная камера;

2 — насадка;

3 — штуцер для входа газа;

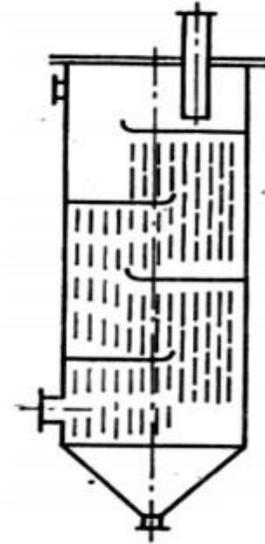
4 — патрубок для подачи жидкости;

5 — штуцер для удаления газа;

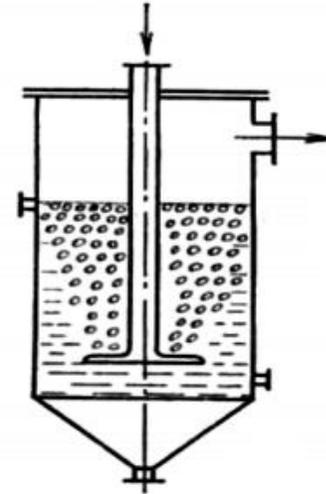
6 — спускной штуцер для жидкости;

7 — распылительное устройство;

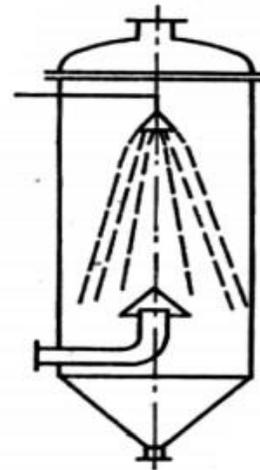
8 — распределительная тарелка; 9 — решетка



а



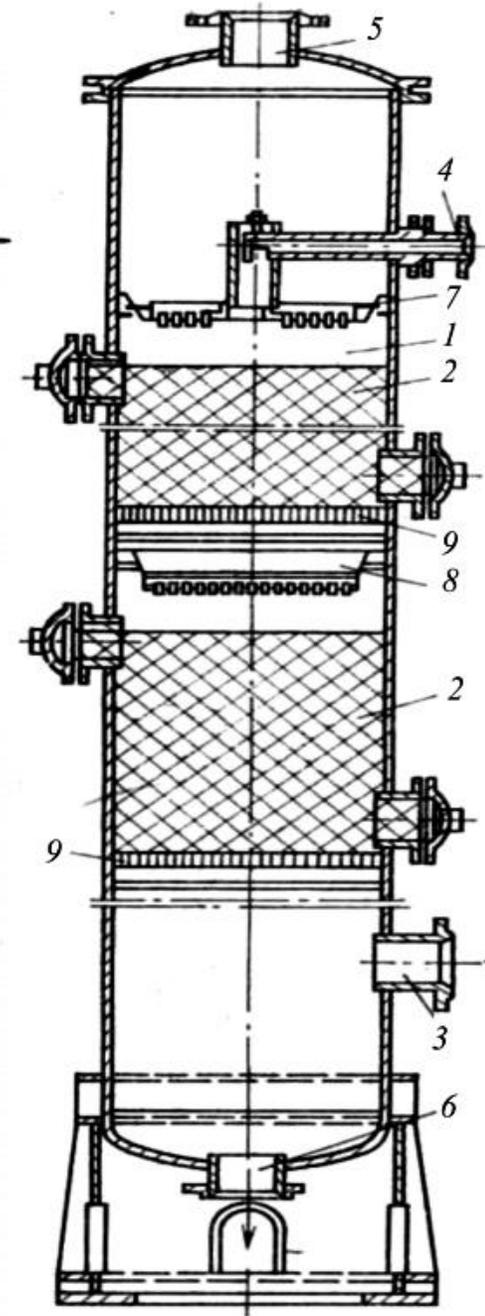
б



в



г



д

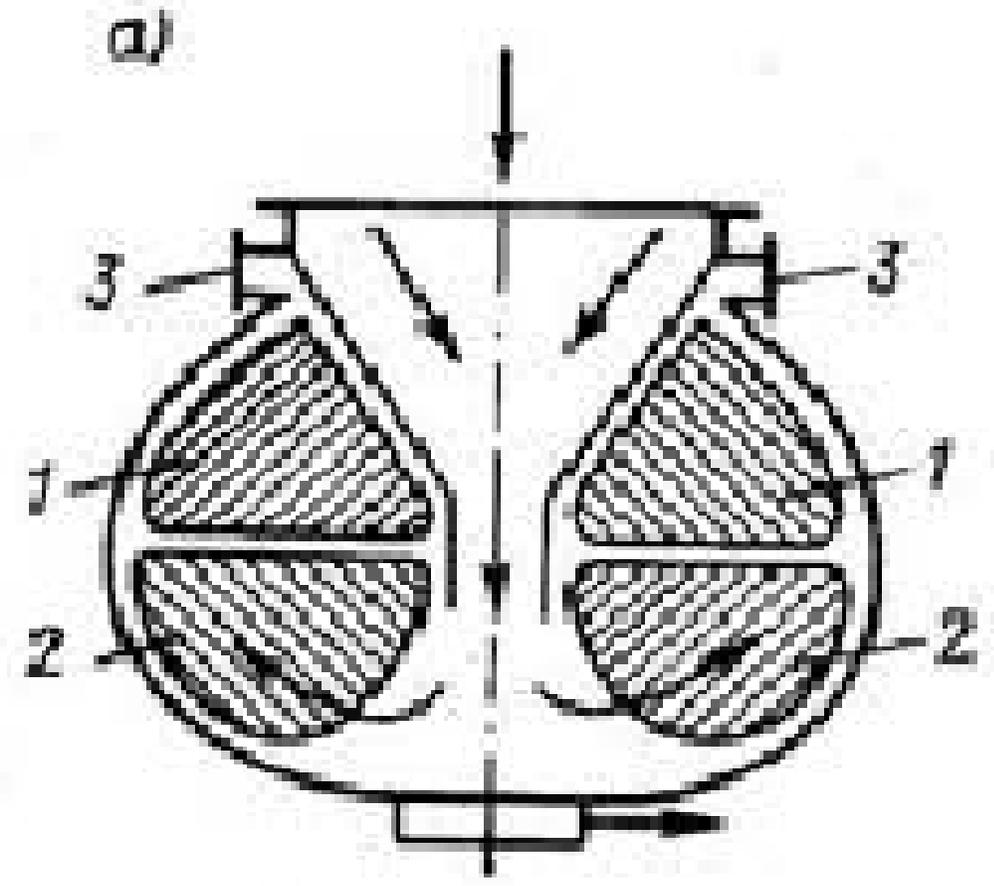
+ Дополнение!...

Вспомним о конденсаторах ПТУ!

Принцип регенерации тепла

конденсируемого пара осуществлен в конструкции, представленной на рис. а. В конденсаторе весь пар сначала поступает вниз к району сборника конденсата по широкому каналу между пучками труб. Затем пар поступает на симметрично расположенные пучки труб 2 и движется вверх через пучки труб 1 к патрубкам для отсоса паровоздушной смеси 3. При этом общее давление P' паровоздушной смеси и относительное содержание в ней воздуха ε' в районе конденсатосборника практически не отличается от P и ε при входе в конденсатор. Поэтому переохлаждение конденсата составляет **0,2-0,4°C**.

Выгодность применения регенеративного цикла основана на том, что теплота отбираемого пара (количество которого составляет от 10 до 30% общего расхода пара) используется полностью, включая теплоту конденсации.



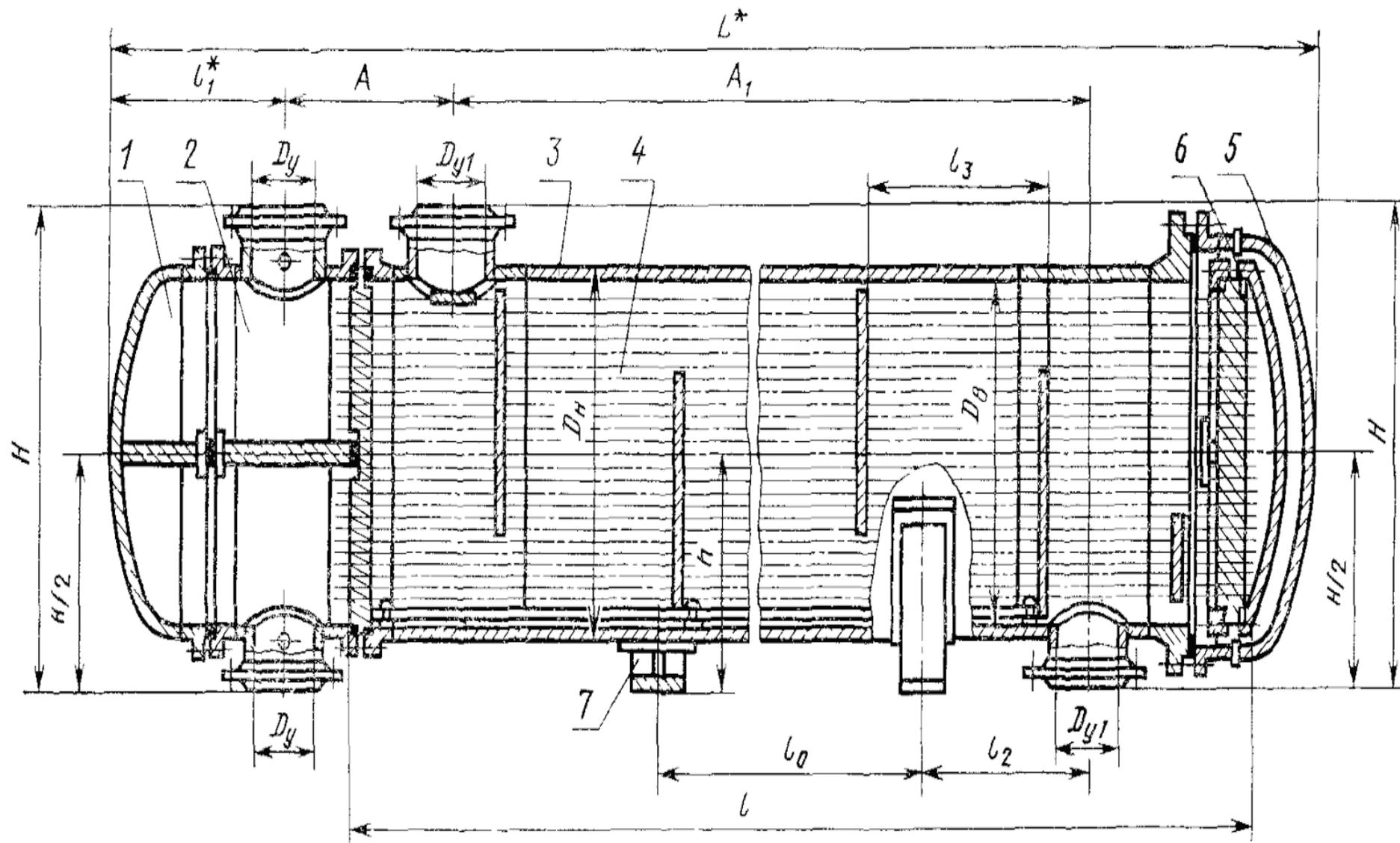
Конструкция кожухотрубных подогревателей подбирается, исходя из технологических требований процесса.

- жесткие, нежесткие, наполовину жесткие;
- по расположению доски – горизонтальные, вертикальные, наклонные;
- в зависимости от количества ходов – одно- и многоходовые;
- по направлению тока теплоносителя – прямоточные, поперечные, противоточные.

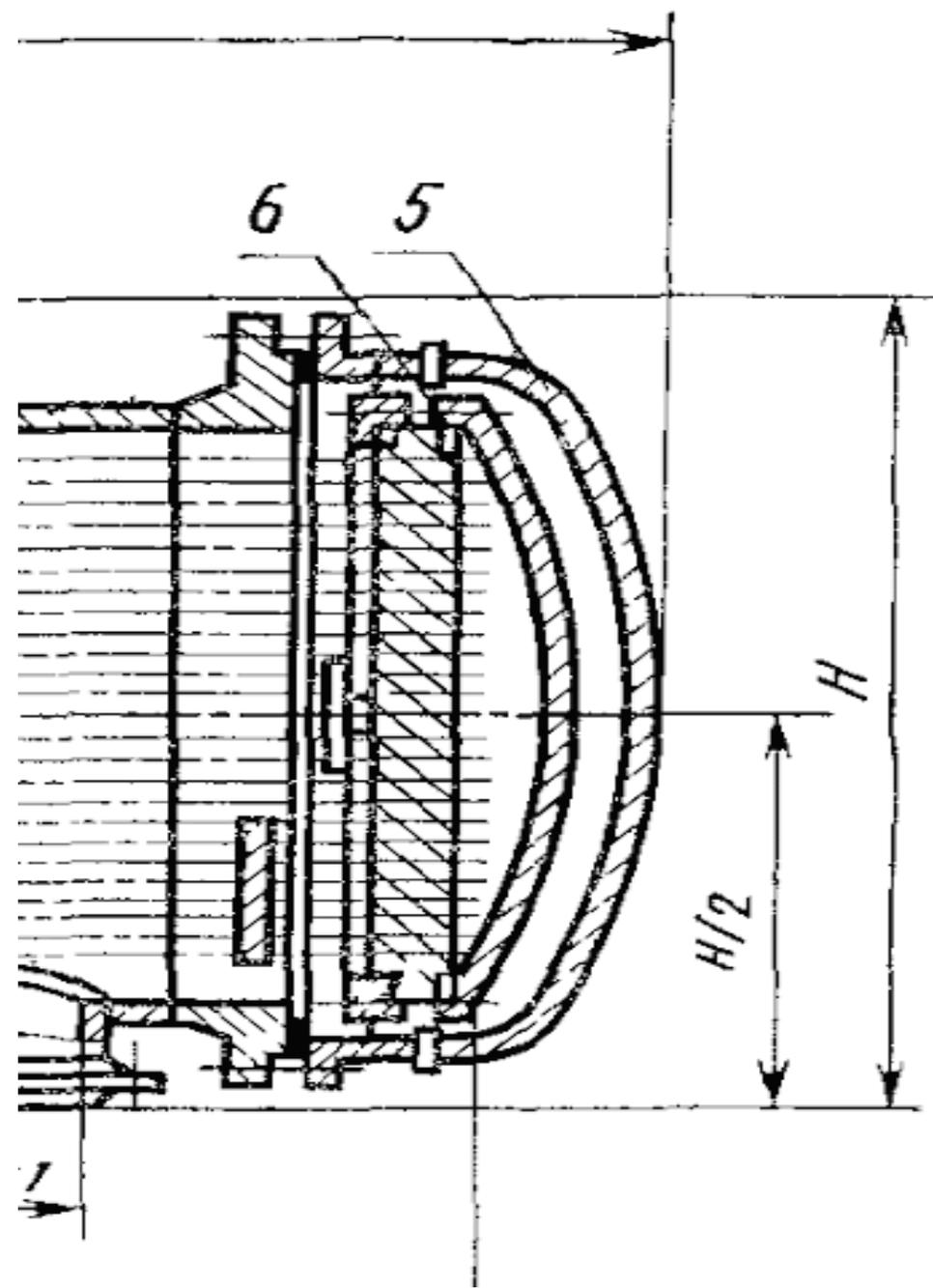
Во время работы теплообменников проявляется один важный технологический аспект: нагрев либо охлаждение теплового носителя провоцирует деформацию, сжатие или расширение различных элементов – труб, корпуса, трубной решетки. Если отмечается незначительное различие температур, то деформация будет небольшой. При существенной разнице в местах стыка элементов происходит механическое напряжение. В результате это может стать причиной повреждения стыков или непосредственно составляющих. Чтобы смягчить эффект:

- ТК с температурными компенсаторами на корпусе. Такой вариант используют для аппаратов низкого диаметра, работа которых выполняется при незначительных давлениях, но с высокими температурами. Под температурным воздействием длина кожуха изменяется. Этот момент компенсируется профилем сальниковых, линзовых, сильфонных компенсаторов

- ТК с самостоятельной **компенсацией трубных пучков**. *Плавающая головка*, которая соединяет между собой трубки разных камер, не связана жестко с кожухом прибора. Свое название она получила из-за того, что при изменении длин трубок под действием температур головка свободно двигается внутри кожуха. За счет этого удается исключить деформацию, при этом можно обеспечить равномерное распределение напряжений.



1 — крышка распределительной камеры; 2 — распределительная камера; 3 — кожух; 4 — теплообменная труба; 5 — крышка кожуха; 6 — крышка плавающей головки; 7 — опора



Расчет параметров кожухотрубного теплообменника

Пока не появились пластинчатые теплообменные агрегаты, кожухотрубные считались одними из самых малогабаритных. К тому же специфика конструкции такая, что температурная разница между кожухом и трубами ведет к образованию температурных напряжений. Чтобы устройство служило в течение длительного времени и соответствовало условиям эксплуатации, важно производить точный расчет.

Для вычисления площади агрегата применяется следующая формула:

$$F = \frac{Q}{K\Delta t_{cp}}$$

Расшифровка:

F – площадь поверхности теплообмена;

t_{ср} – средняя разница температур между рабочими носителями;

K – коэффициент теплопередачи;

Q – количество теплоты.

Чтобы правильно выполнить этот расчет, потребуется предоставить инженерам следующие данные: максимальный расход греющей жидкости; физические показатели теплоносителя: плотность, вязкость, теплопроводность, теплоемкость при средней температуре, конечная температура.



***Спасибо
за внимание!***