

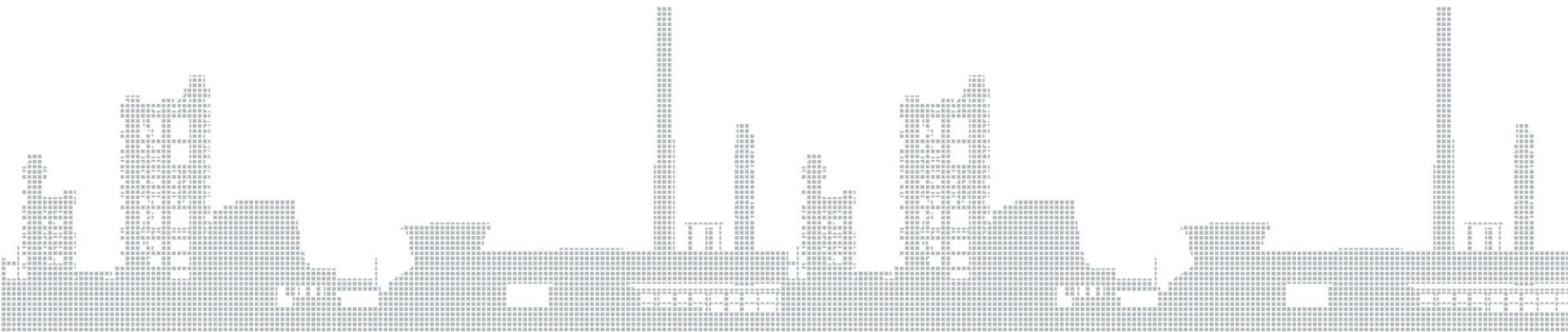
СИБУР



Филиал ТюмГНГУ в г. Тобольске
Профессиональный учебный центр



Теплообменные процессы.



Процессы и аппараты

Теплообменные процессы



Процесс переноса теплоты, происходящий между телами, имеющими разную температуру, называется **теплообменным**.

Тела, которые участвуют в теплообмене, называются **теплоносителями**.

Разность температур теплоносителей – **движущая сила теплообмена**.

Процессы и аппараты

Теплообменные процессы



Теплопроводность – это процесс передачи теплоты внутри тела от одних частиц к другим вследствие их движения и соударений.

Например: стакан с горячим чаем становится горячим.

Конвекция – это процесс распространения теплоты в результате движения объемов и перемещения частиц жидкостей или газов.

Перенос теплоты от поверхности твердого тела к газообразной или жидкой среде (или наоборот), называется **теплоотдачей**.

Например: обогрев комнаты радиатором.

Теплопередача излучением – перенос энергии обусловленный процессами испускания, распространения и поглощения электромагнитных волн.

Например: теплота солнца.

Процессы и аппараты

Теплообменные процессы



Первичные топливные ресурсы: нефть, природный газ, уголь и др.

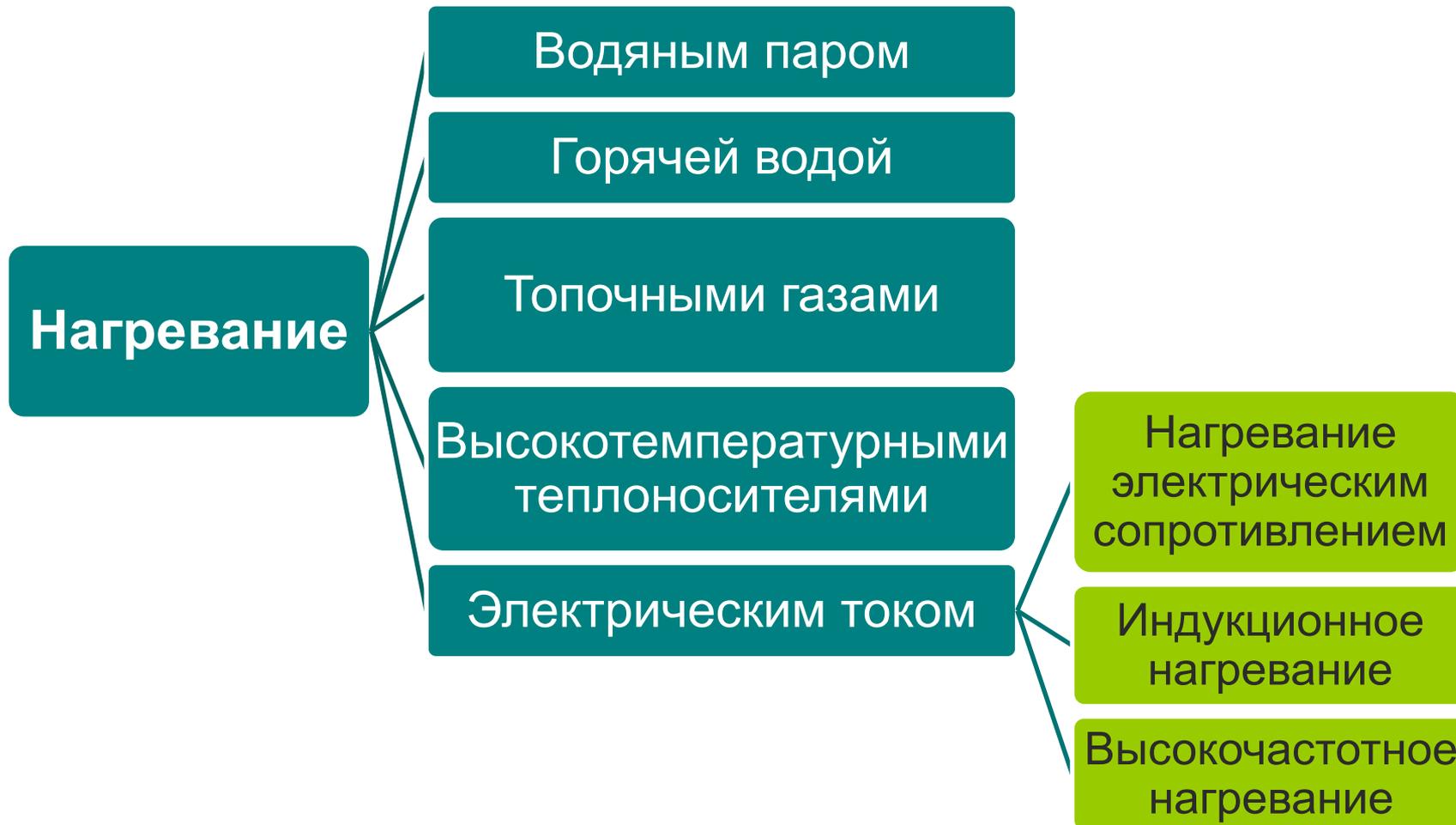
Вторичные энергетические ресурсы – «отходы», образующиеся в результате проведения различных процессов (горячая вода, вторичный пар и др.)

Группы вторичных энергетических ресурсов:

- **горючие** (топливные) – это энергоресурсы, образующиеся в технологических процессах с применением топлива.
- **тепловые ресурсы** – это теплота отходящих газов при сжигании топлива, теплота воды или воздуха при использовании их для охлаждения агрегатов, а также тепловые отходы производства (теплота горячих шлаков).
- **энергетические ресурсы** – газы и жидкости, имеющие избыточное давление. Их энергию преобразуют в



Классификация способов нагрева





Нагревание водяным паром

Применение водяного пара ограничивается областью температур 180...190°C.

Насыщенный водяной пар используют в виде *глухого пара* (обогрев осуществляется через теплопередающую поверхность) или *острого пара* (пар и нагреваемый продукт смешиваются).

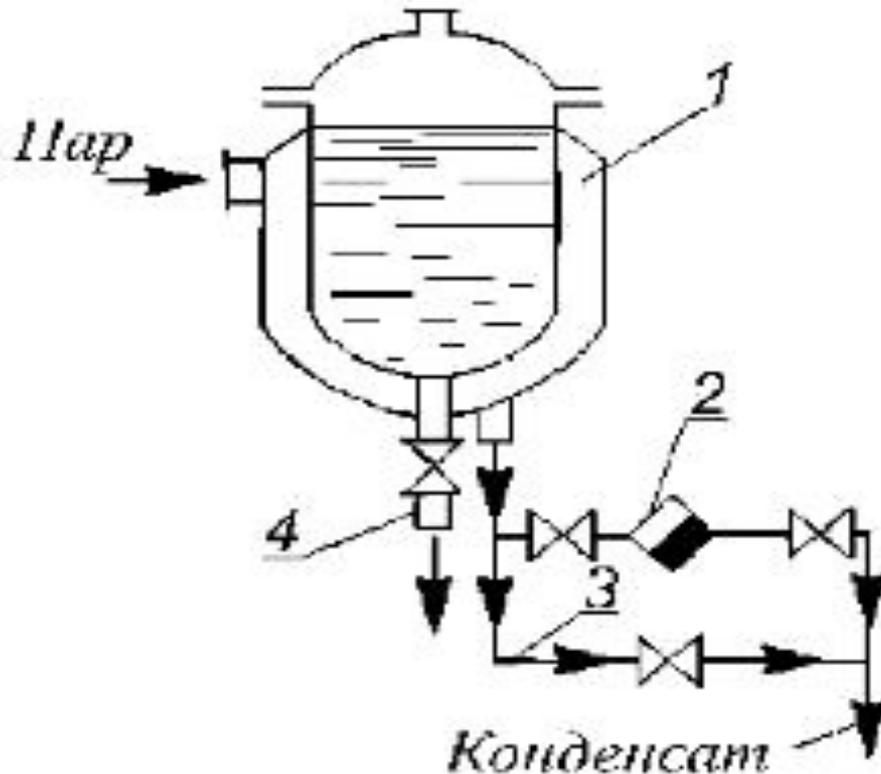
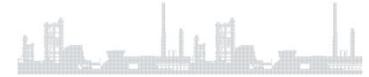


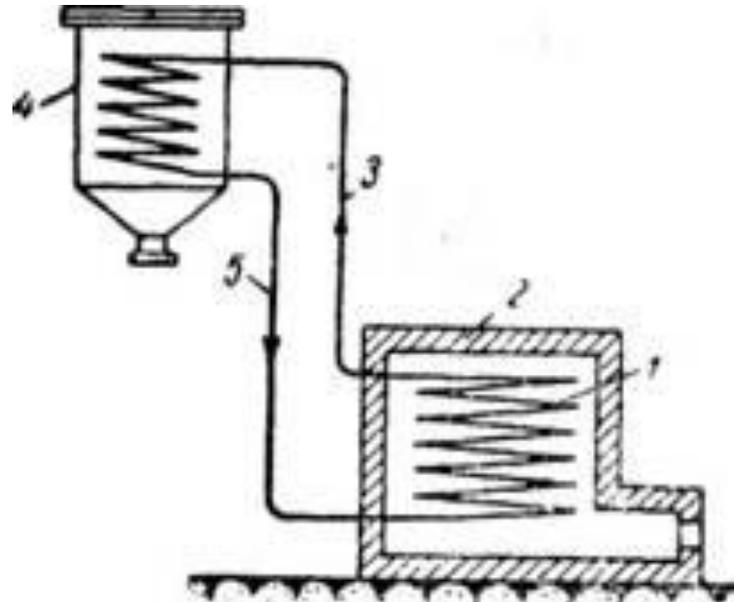
Схема устройства нагрева «глухим» водяным паром:

- 1 - паровая рубашка;
- 2 - конденсатоотводчик;
- 3 - обводная линия;
- 4 - патрубок для слива продукта.



Нагревание горячей водой

При естественной циркуляции принимают во внимание тот факт, что плотность нагретого теплоносителя меньше, чем у охлажденного.



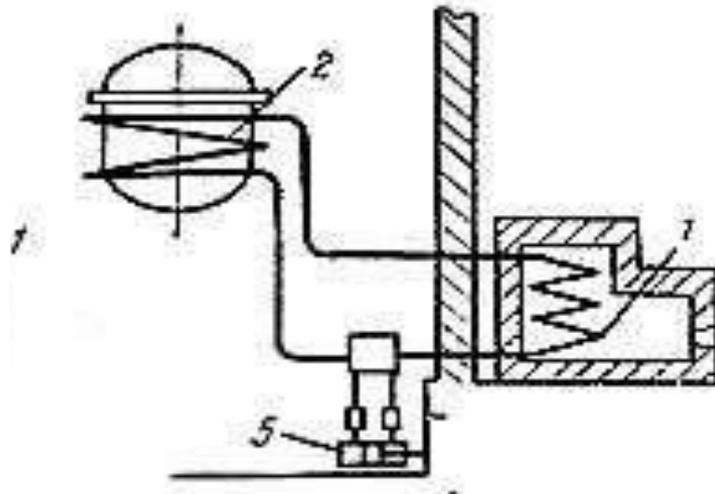
1-трубчатка; 2-печь; 3, 5-трубопроводы;
4-обогреваемый аппарат.

Процессы и аппараты

Теплообменные процессы



При принудительной циркуляции жидкость перемещается по замкнутому контуру с помощью насоса.



1-печь со змеевиком; 2-теплоиспользующий аппарат;
5-циркуляционный насос.



Нагревание топочными газами

Топочные газы обеспечивают нагревание рабочих смесей в печи до температуры 1000...1100°С.



Трубчатые печи





Нагревание высокотемпературными теплоносителями

Высококипящие органические соединения:

- *Дифенильная смесь* – используется для нагревания не выше 250°C без повышения давления, не токсична;
- *Минеральные масла* – используется для нагревания до 300°C , имеют высокую температуру вспышки;
- *Перегретая вода* – применяется для нагревания до критической температуры 374°C , давление возрастает до значений выше 20 МПа;
- *Нитрит-нитратная смесь, ртуть и легкоплавкие металлы* – являются промежуточными теплоносителями, применяются для нагревания до $500\text{-}800^{\circ}\text{C}$, токсичны.



Нагревание электрическим током

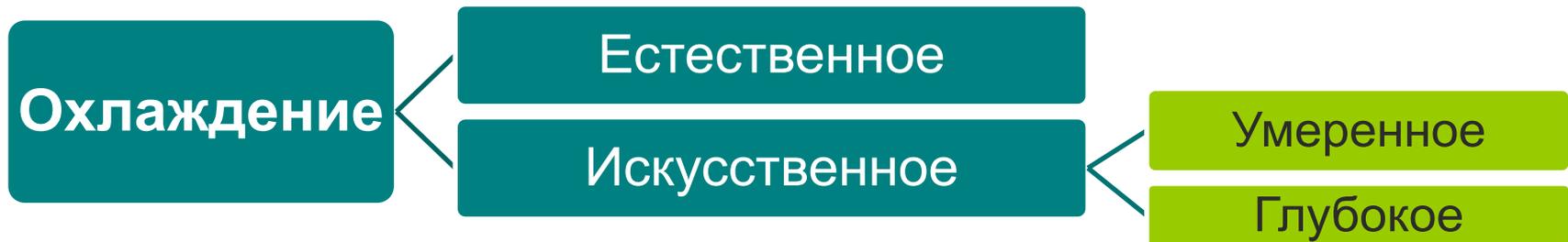
В зависимости от способа превращения электрической энергии в тепловую, различают:

- *Нагревание электрическим сопротивлением* — осуществляется в электрических печах и позволяет достигать значений температуры 1000-1100°С.
- *Индукционное нагревание* – основано на использовании теплового эффекта, вызываемого вихревыми токами Фуко, возникающими в стенках нагреваемого аппарата.
- *Высокочастотное нагревание* – применяется для равномерного объемного нагревания диэлектриков переменным током частотой 10-100 МГц.



Охлаждение

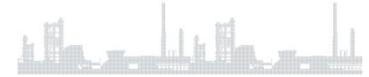
Процесс понижения температуры тела называется **охлаждением**.



Естественное охлаждение позволяет охладить тело до температуры окружающей среды.

Искусственное охлаждение позволяет охладить тело до более низкой температуры.

Искусственное охлаждение делится на *умеренное* (до -100°C) и *глубокое* (ниже -100°C).



Охлаждающие агенты

- Вода;
- Воздух;
- Рассолы NaCl и CaCl_2 ;
- Аммиак;
- Хладоны;
- Диоксид углерода
- Углеводороды: метан, этан, пропан, бутан, изобутан

Процессы и аппараты

Теплообменные процессы



Искусственное охлаждение осуществляется двумя методами: **испарением низкокипящих жидкостей** и **расширением предварительно сжатых газов** с помощью дросселирования или детандирования.

Дросселирование – это процесс расширения газа при его прохождении через сужающее устройство, в результате чего давление газа снижается, температура изменяется в условиях отсутствия теплообмена с окружающей средой (эффект Джоуля-Томпсона).

Детандирование – это процесс расширения газа в расширительной машине – детандере, в которой газ охлаждается вследствие снижения внутренней энергии и совершения внешней работы.



Умеренное охлаждение

Нижней предельной температурой принято считать -100°C .

В зависимости от вида затрачиваемой энергии различают машины:

- парокompрессионные;
- газокompрессионные;
- абсорбционные;
- парозежекторные.



Глубокое охлаждение

Глубокое охлаждение используется для сжижения и разделения газов.

Методы получения низких температур:

- расширение газов без совершения внешней работы (дросселирование с использованием эффекта Джоуля-Томпсона). Дроссельный эффект может быть положительным (охлаждение газа) и отрицательным (нагревание газа);
- расширение газов с совершения внешней работы в детандере.



Конденсация

Конденсация паров и газов осуществляется путем их охлаждения.

Процесс проводится в конденсаторах смешения или в поверхностных конденсаторах.

В конденсаторах смешения отработанные пары смешиваются с водой, подаваемой для охлаждения пара, конденсируются, а затем выбрасываются в канализацию.

В поверхностных конденсаторах теплообмен происходит через поверхность, что позволяет удалять получаемый конденсат и охлаждающую воду отдельно.



Теплообменная аппаратура

Теплообменники – это аппараты, в которых осуществляется теплообмен между греющей и нагреваемой средами (теплоносителями).

В зависимости от назначения

- Подогреватели;
- Испарители;
- Конденсаторы;
- Скрубберы;
- Кипятильники;
- Выпарные аппараты;
- др.

По принципу взаимодействия фаз

- Поверхностные;
- Смесительные;
- Регенеративные.



Теплообменная аппаратура

Наиболее распространенной и универсальной конструкцией теплообменной аппаратуры является *кожухотрубчатый теплообменник*.

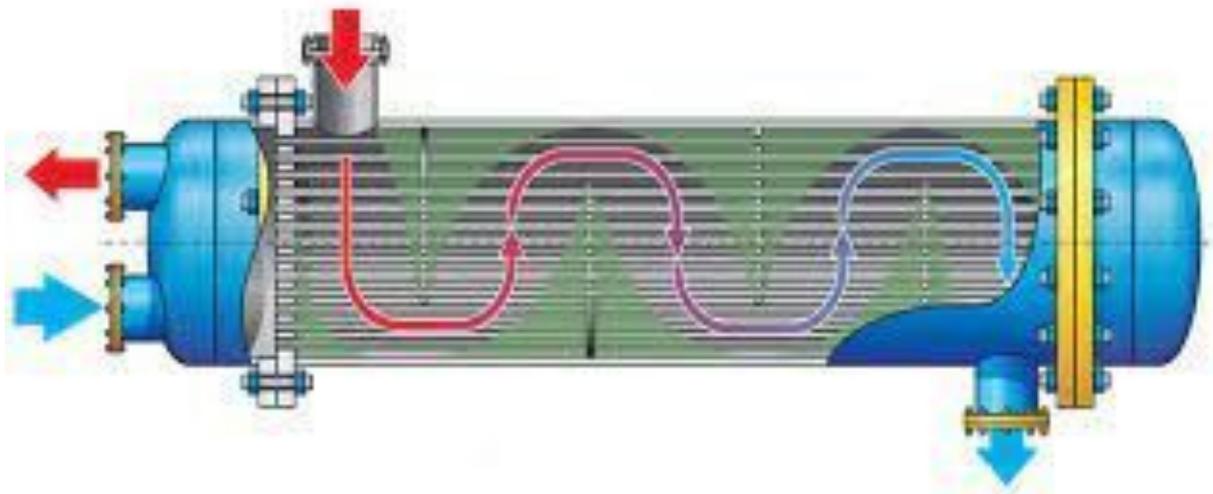
В таком теплообменнике одна среда движется внутри труб, а другая – в межтрубном пространстве, омывая пучок труб снаружи.

Нагреваемую среду направляют снизу вверх, а среду, отдающую теплоту, - в противоположном направлении. Аппарат позволяет работать при высоких давлениях внутри труб.



Кожухотрубчатые теплообменники

Четырехходовой теплообменник с сегментными перегородками в межтрубном пространстве





Диаметр труб обычно не превышает 37 мм.

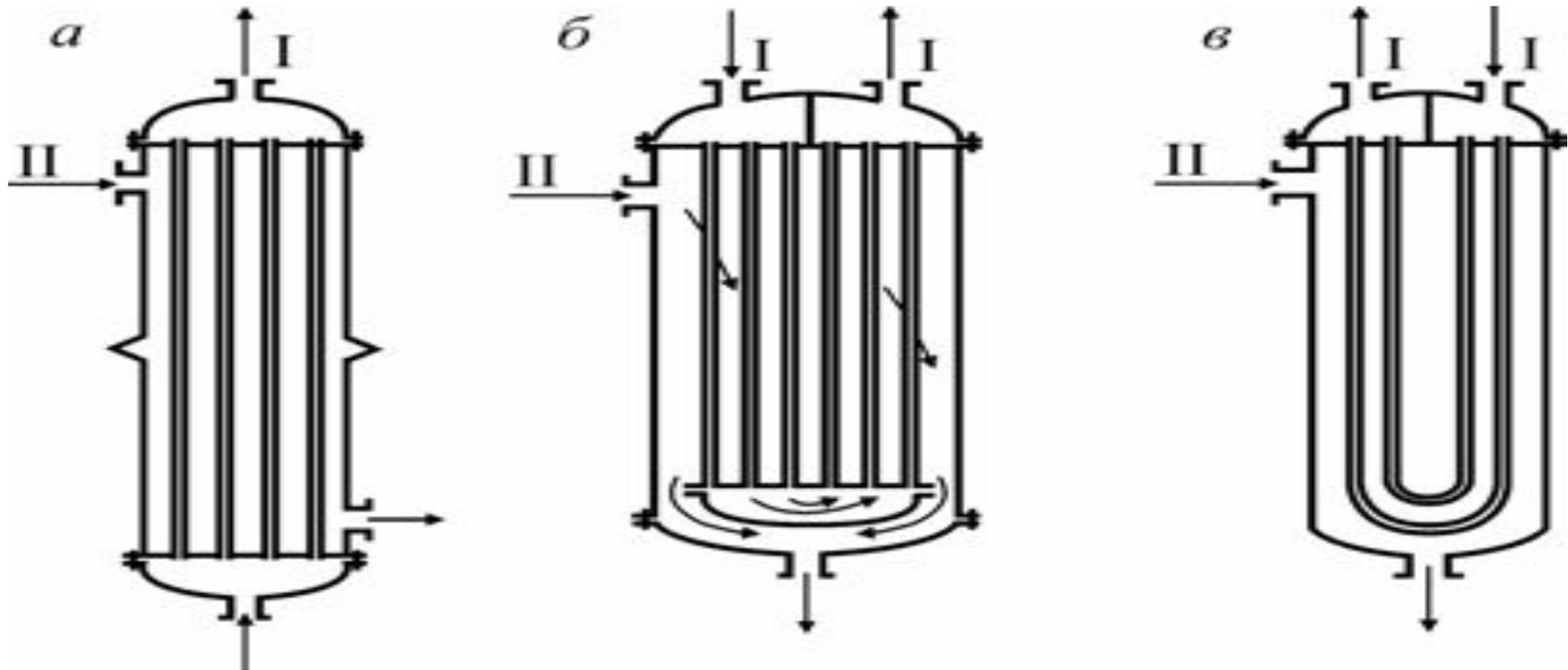
Крышки теплообменника соединяются с трубными решетками через прокладки, что делает аппарат разъемным, а внутреннюю поверхность труб — доступной для механической очистки от возможных загрязнений.

Концы труб крепятся в решетках развальцовкой или с помощью сварки.

Для интенсификации процесса теплоотдачи устанавливают перегородки, увеличивающие число ходов для теплоносителей, что приводит к возрастанию скорости их потоков.

Процессы и аппараты

Теплообменные процессы



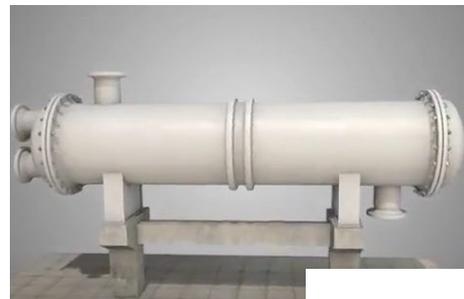
С линзовым компенсатором (а), с плавающей головкой (б) и с U-образными трубками (в)

Процессы и аппараты

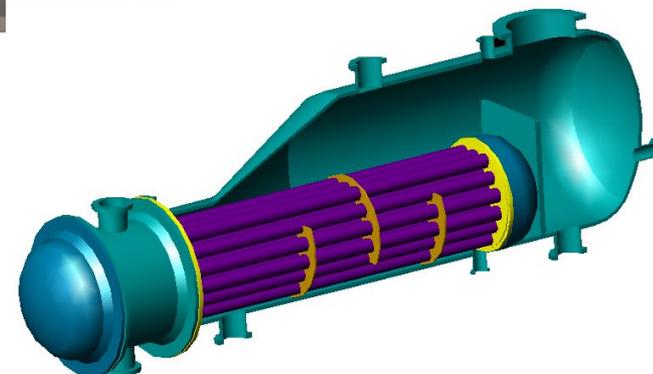
Теплообменные процессы



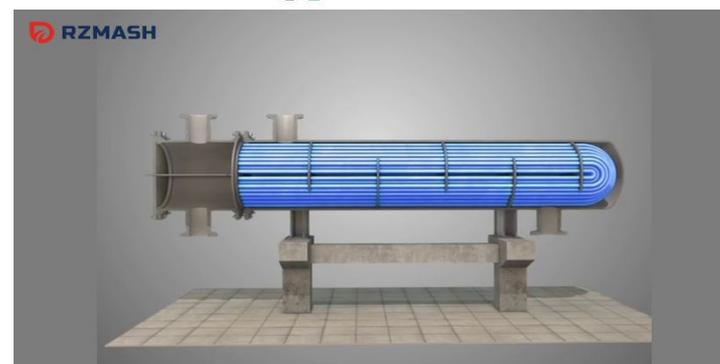
Линзовый компенсатор располагается на кожухе и применяется при малом удлинении труб.

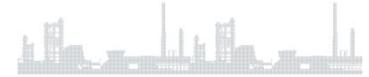


Пучок труб теплообменника с плавающей головкой может свободно перемещаться относительно наружного корпуса.

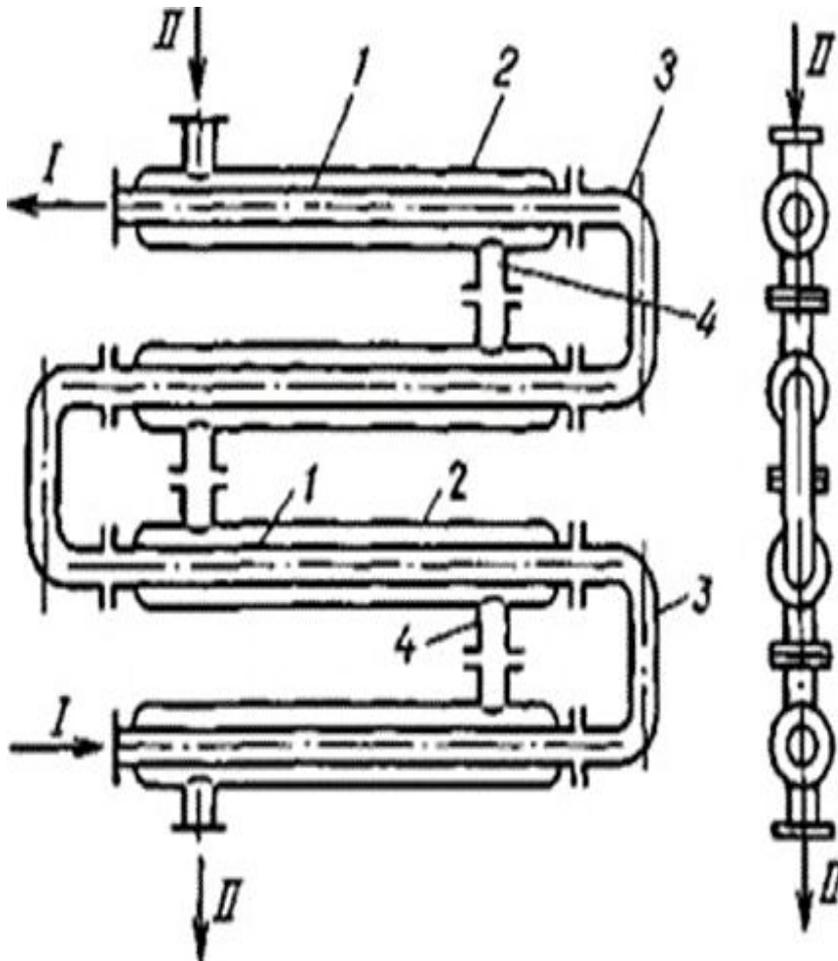


Кожух теплообменника не связан жестко с U-образными трубками и каждый элемент может удлиняться, не вызывая напряжений в месте присоединения.





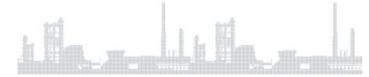
Теплообменник типа «труба в трубе»



- 1-внутренние трубы;
 - 2-наружные трубы;
 - 3-соединительные колена (калачи);
 - 4-соединительные патрубки;
- I* и *II* теплоносители

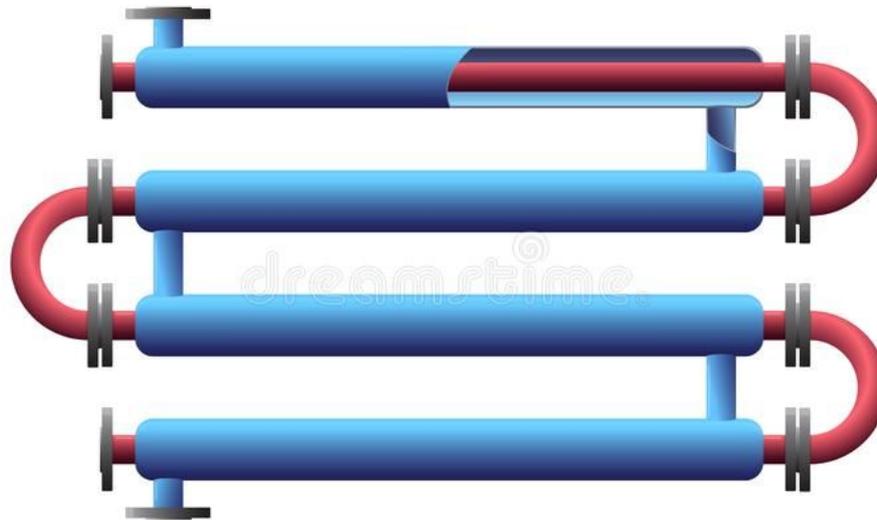
Процессы и аппараты

Теплообменные процессы



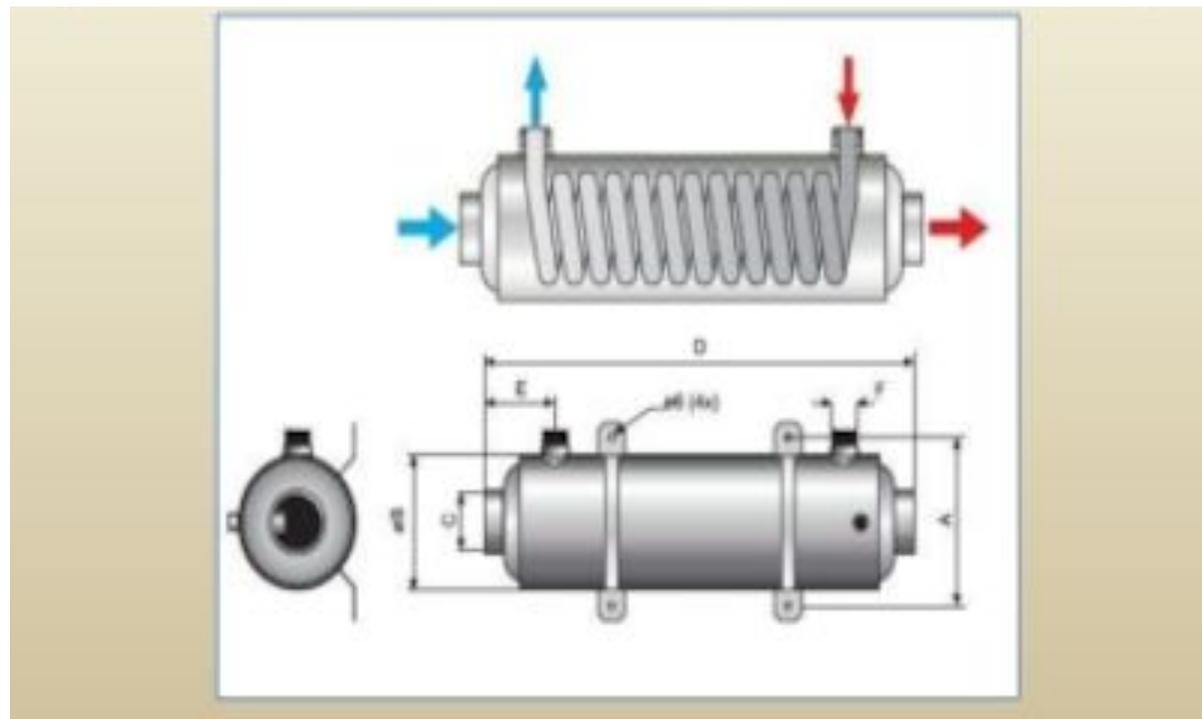
Теплообменники этого типа представляют собой несколько отрезков труб, каждый из которых заключен в трубу большего диаметра.

Внутренние трубы соединены друг с другом последовательно «калачами», а наружные – патрубками с фланцами.





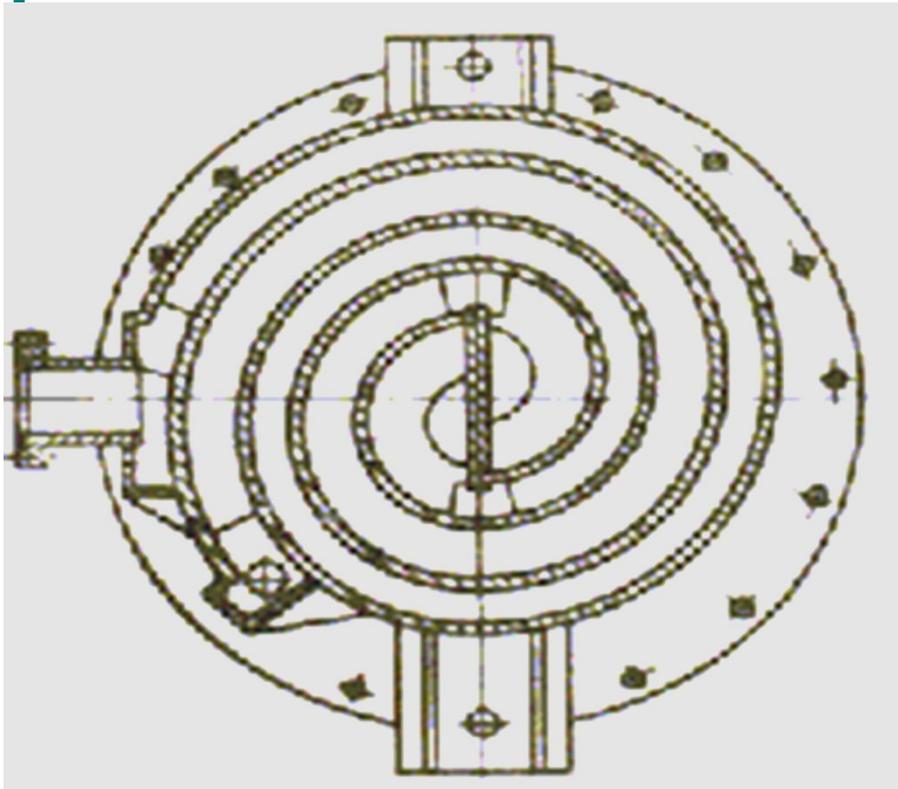
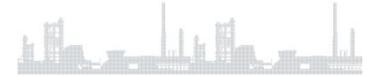
Змеевиковый теплообменник





Змеевик изготавливают из труб, свернутых в спирали, и заключают в кожух.

Для увеличения скорости потока среды, омывающей наружную поверхность змеевика, предусмотрен внутренний стакан.



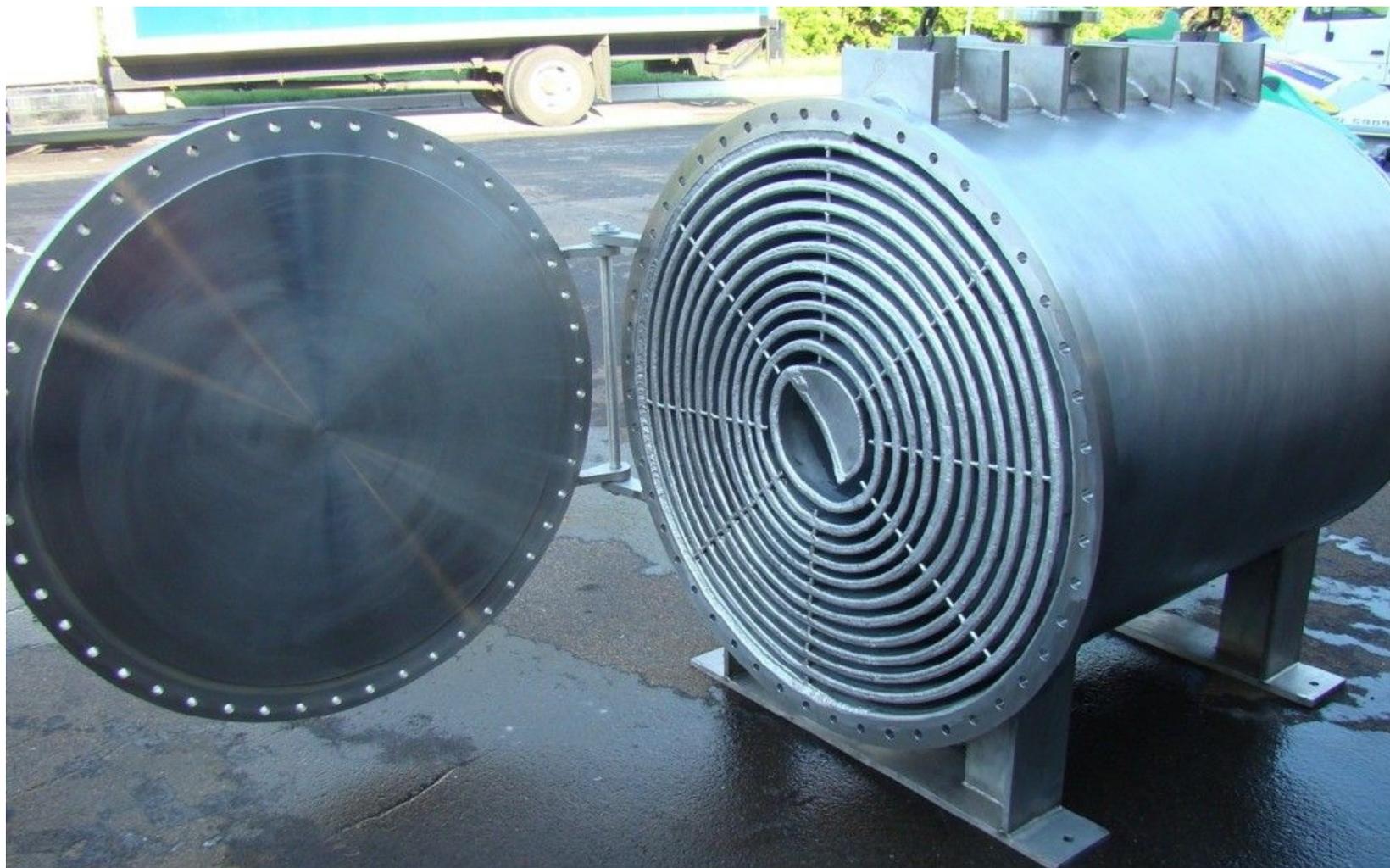
Спиральный теплообменник

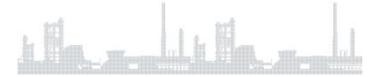
Поверхность теплообмена образуется двумя металлическими листами, свернутыми в спирали.

Теплоносители движутся по каналам противотоком.

Теплообменник используется при большом давлении рабочей среды.

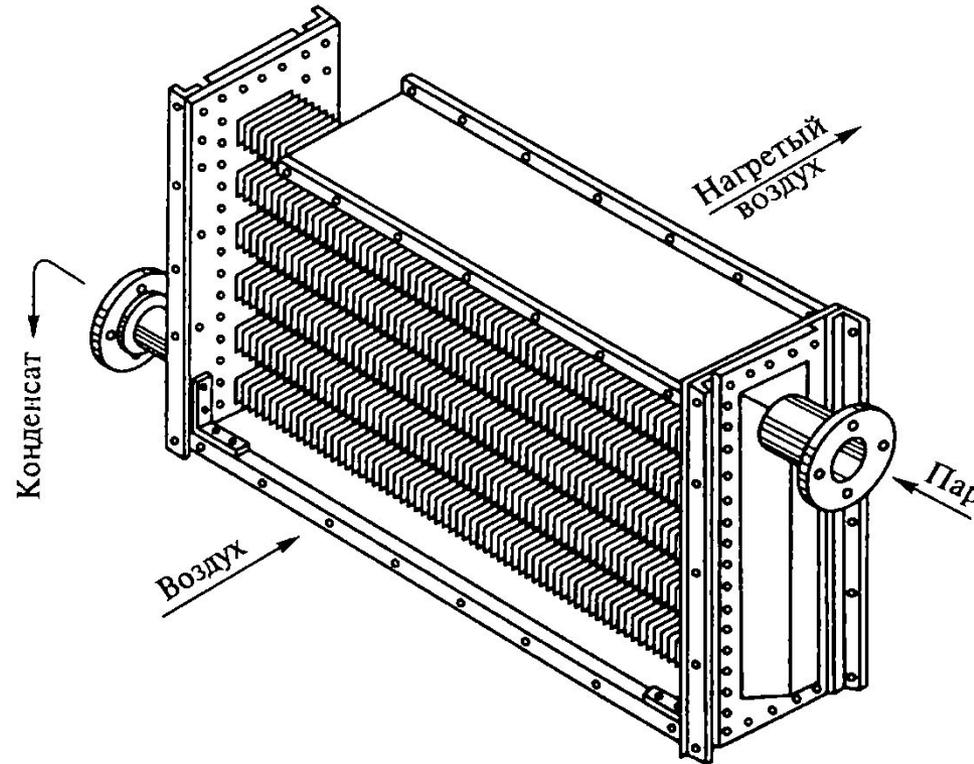
Спиральный теплообменник





Теплообменник с оребренными трубами

Оребренный холодильник-калорифер



Процессы и аппараты

Теплообменные процессы



Эти теплообменники применяют в том случае, когда один из теплоносителей имеет низкий коэффициент теплопередачи (газы, вязкие жидкости).

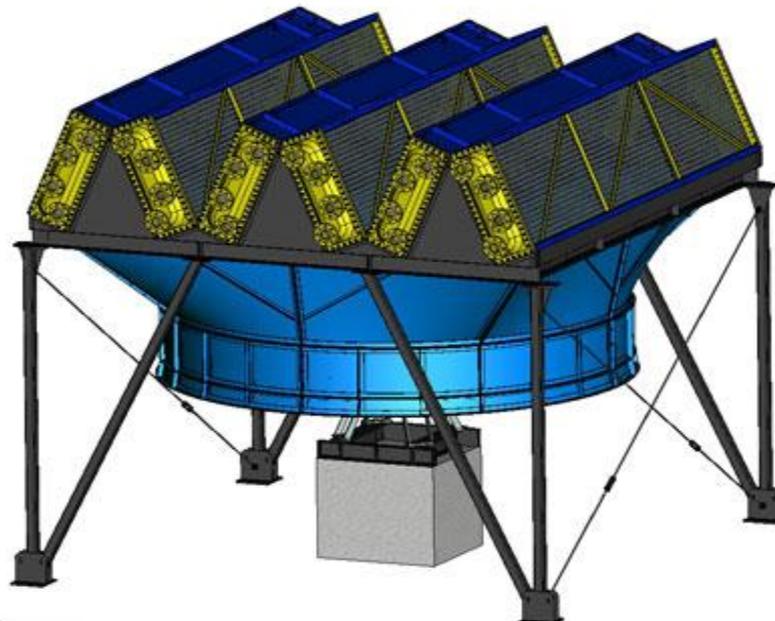
Оребрение позволяет интенсифицировать процесс за счет увеличения площади поверхности теплообмена.





Аппараты воздушного охлаждения

Эти аппараты предназначены для охлаждения потоков, перемещающихся в секциях оребренных труб, воздухом, который подается на наружную поверхность труб с помощью вентилятора.





■ Спасибо за внимание!

Кожухотрубные теплообменники

- с прямыми гладкими трубами
- с U-образными трубами
- с П-образными трубами
- змеевиковые и спиральные
- с трубками Фильда
- с плавающей трубной доской
- с компенсирующими изгибами труб

