



ТЕПЛООБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ



Основы теплопередачи

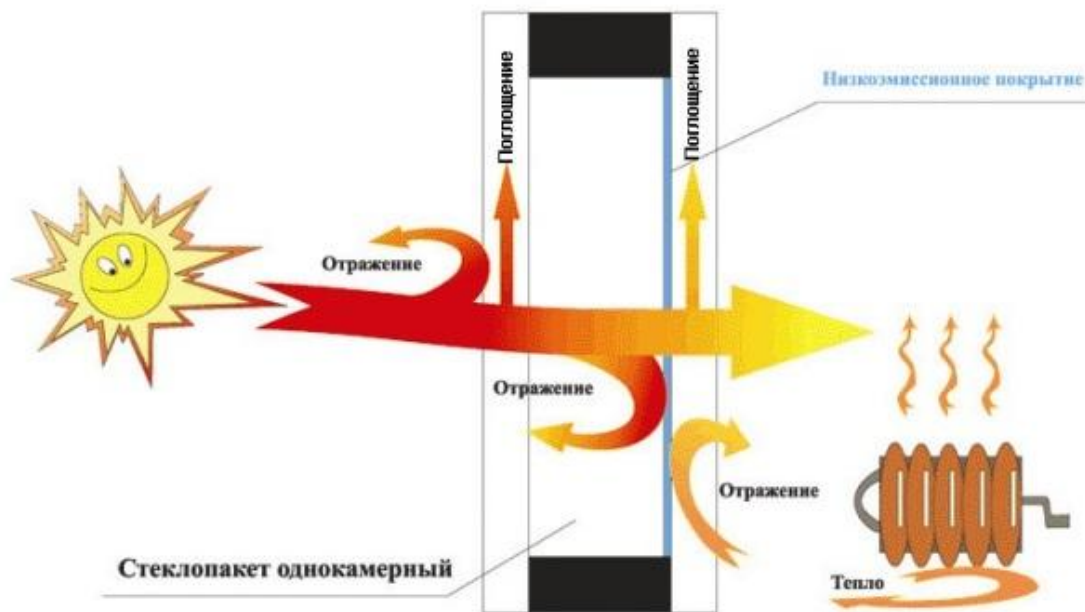


ЦЕЛЬ ИЗУЧИТЬ

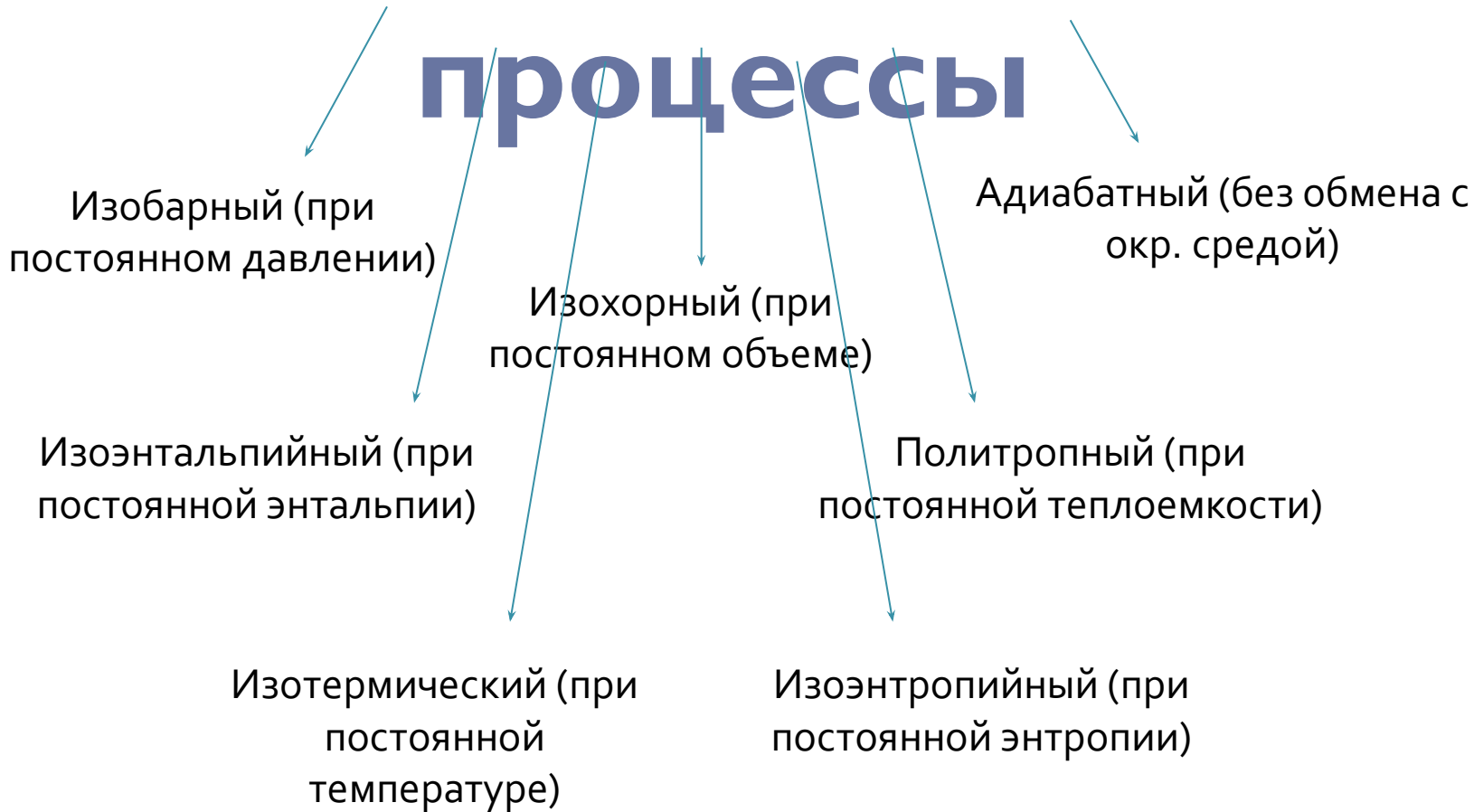
- Основные виды и способы теплопередачи,
- Основные законы теплопередачи

Основы теплопередачи

- **Теплопередача** — физический процесс передачи тепловой энергии от более горячего тела к более холодному либо непосредственно (при контакте), либо через разделяющую (тела или среды) перегородку из какого-либо материала.



Тепловые процессы



Изобарный (при постоянном давлении)

Изоэнтальпийный (при постоянной энтальпии)

Изотермический (при постоянной температуре)

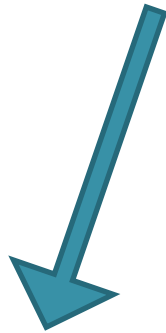
Изохорный (при постоянном объеме)

Изоэнтропийный (при постоянной энтропии)

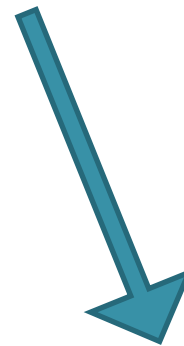
Адиабатный (без обмена с окр. средой)

Политропный (при постоянной теплоемкости)

Способы передачи теплоты



при непосредственном
соприкосновении
теплоносителей



через
теплопроводящую
стенку

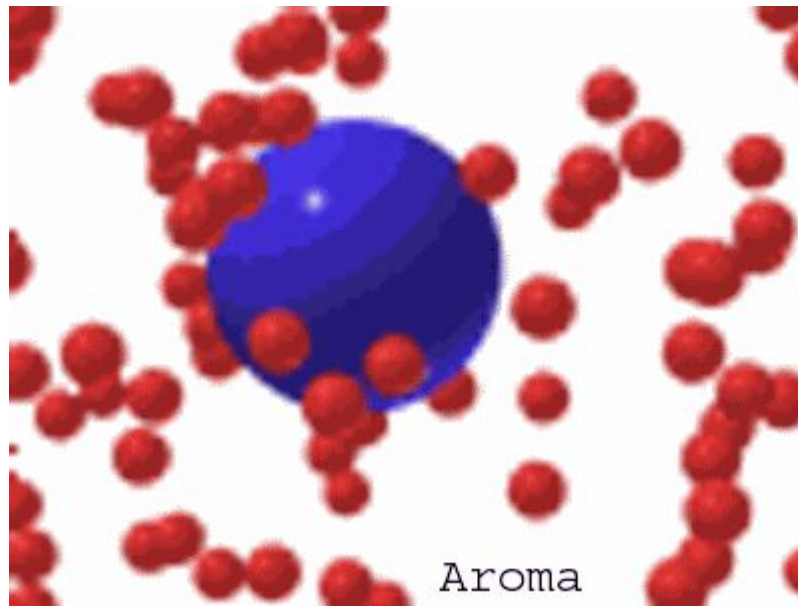
Виды теплопередачи

- Теплопроводность
- Конвективный теплообмен
- Лучистый теплообмен



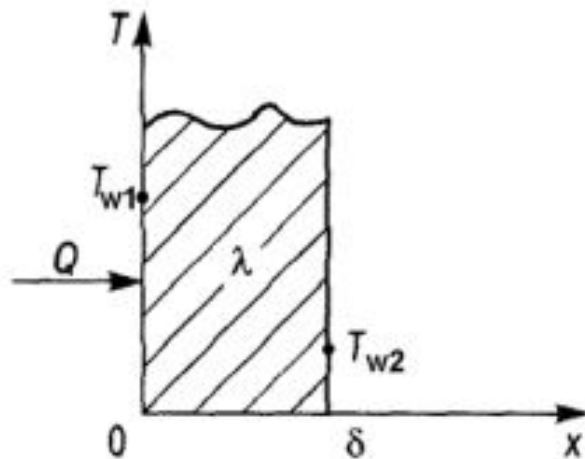
Теплопроводность

Теплопроводность осуществляется путем передачи энергии от одних элементарных частиц тела к другим вследствие микродвижений этих элементарных частиц. В чистом виде явления теплопроводности наблюдаются в твердых телах, в абсолютно неподвижных газах и жидкостях.



Основной закон теплопроводности (закон Фурье)

Количество теплоты, передаваемое через плоскую стенку, прямо пропорционально разности температур горячей и холодной стороны стенки, площади сечения стенки, времени и обратно пропорционально толщине стенки.



Передача теплоты через плоскую стенку

$$Q = \lambda \frac{T_{w1} - T_{w2}}{\delta} F t$$

$$Q = -\lambda (\text{grad } T) F t$$

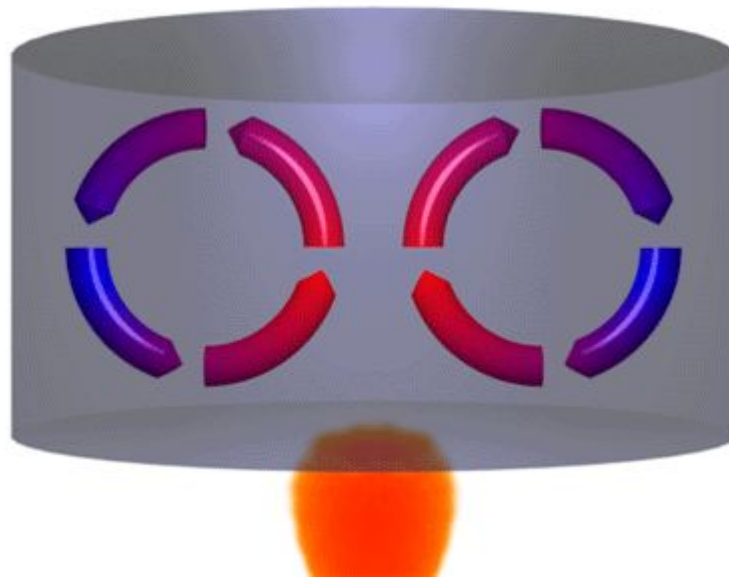
$$\vec{\text{grad}} T = \frac{\partial T}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial T}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial T}{\partial z} \vec{k}$$

$$q = -\lambda \text{ grad } T$$

$$[\lambda] = \left[\frac{\text{Вт} \cdot \text{м}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \right]$$

Конвективный теплообмен

Конвективным теплообменом называется процесс переноса тепла в жидкости или газообразной среде с неоднородным распределением температуры и скорости, осуществляемый макроскопическими частями среды при их перемешивании.



В зависимости от причины, вызывающей движение жидкости или газа, различают

- конвективный теплообмен при свободном движении среды (свободная или гравитационная конвекция)
- конвективный теплообмен при вынужденном движении среды (вынужденная конвекция)

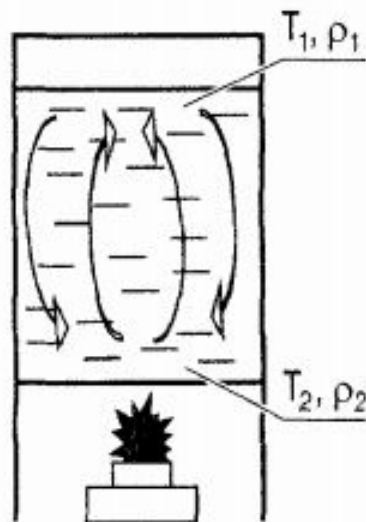


Рис. 1. Свободная конвекция

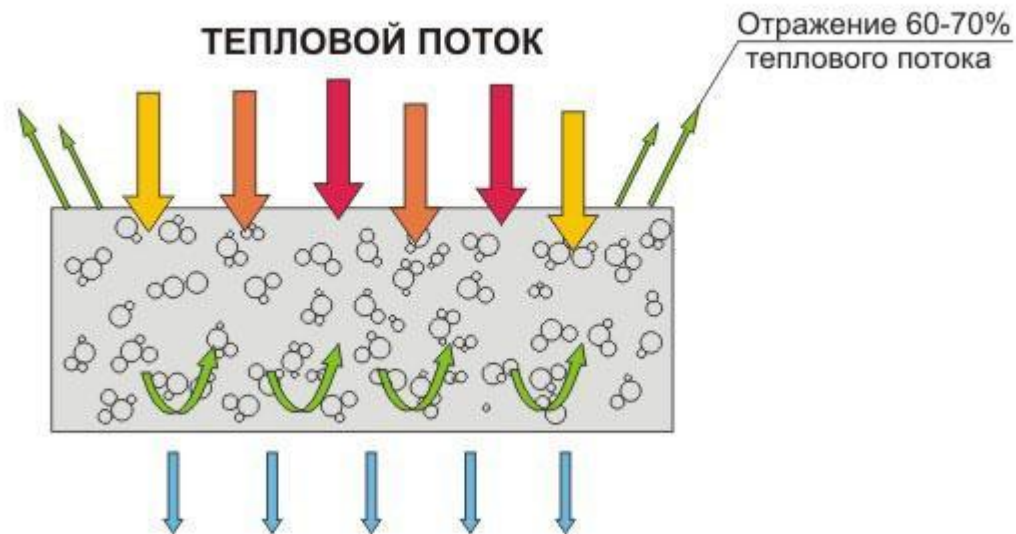
Основной закон конвекции - закон Ньютона

Количество теплоты, переданное конвекцией от поверхности к окружающей среде (или наоборот), пропорционально поверхности теплообмена, разности температур поверхности и окружающей среды и времени проведения процесса.

$$dQ_{\text{конв}} = \alpha(t_{\text{ст}} - t_f)dF d\tau$$

Лучистый теплообмен

Лучистым теплообменом называется процесс переноса тепла излучением, обусловленный способностью нагретого вещества превращать часть принадлежащей ему внутренней энергии в энергию электромагнитных колебаний.



Закон Стефана-Больцмана

Лучеиспускательная способность серого тела пропорциональна 4-ой степени его температуры и коэффициенту лучеиспускания серого тела:

$$E = C \left(\frac{T}{100} \right)^4$$

Закон Кирхгофа

Поглощательная способность и степень черноты равны между собой:

$$\varepsilon = A$$

Контрольные вопросы

- Что является движущей силой тепловых процессов?
- Условия протекания тепловых процессов?
- Способы ведения тепловых процессов?
- Основные виды и законы теплопередачи?



Промышленные способы подвода и отвода теплоты



ЦЕЛЬ ИЗУЧИТЬ

- Основные виды нагревающих и охлаждающих агентов

Теплоносители

Теплоноситель — твердое, жидкое или газообразное вещество, применяемое для передачи тепловой энергии.



Классификация теплоносителей:

- по назначению;

- Нагревающий теплоноситель;
- Охлаждающий теплоноситель;
- Промежуточный тепло- и хладоноситель;
- Хладоагент

- по агрегатному состоянию;

- Твердые;
- Жидкие;
- Газообразные.

- диапазону рабочих температур.

- Высокотемпературные в диапазоне от 400 до 2000⁰С;
- Среднетемпературные 150-700⁰С;
- Низкотемпературные (холодильные) -150 С;
- Криогенные (разделение воздуха) ниже -150⁰С

Требования предъявляемые к теплоносителям:

- Обеспечение высокой интенсивности теплопередачи
- Высокие значения теплоемкости, теплоты парообразования
- Низкая вязкость
- Низкая токсичность, негорючесть, термостойкость, низкое корродирующее действие
- Температурный интервал нагревания, необходимость его регулирования
- Низкая стоимость и возможность транспортировки.

Нагревающие агенты и способы нагрева

- Горячая вода получила широкое распространение для нагрева сред до температур 100°
- Расплавы металлов применяют для нагрева до температуры 800°
- Высокотемпературные органические теплоносители позволяют осуществлять нагрев 400°
- Твердые зернистые теплоносители позволяют нагревать различные технологические газы до температуры 1500°
- Водяной пар имеет высокое удельное теплосодержание и поддерживает температура около 100°C , однако по санитарно-гигиеническим требованиям температура на поверхностях нагревательных приборов не должна превышать 80°C .
- Электронагрев
- Дымовые газы содержат вредные для здоровья составляющие и могут использоваться в системах отопления при передаче теплоты через разделительные стенки или при непосредственном контакте с нагреваемой водой для ее нагрева в специальных устройствах (контактных водонагревателях, экономайзерах).

Наиболее распространенные

- Вода и пар являются наиболее безопасными теплоносителями, особенно в процессах с легковоспламеняющимися и взрывоопасными продуктами.
- Вода со своей способностью накапливать при нагревании и отдавать при остывании большое количество тепла является прекрасным теплоносителем. Она обладает хорошей текучестью и потому легко циркулирует по системе

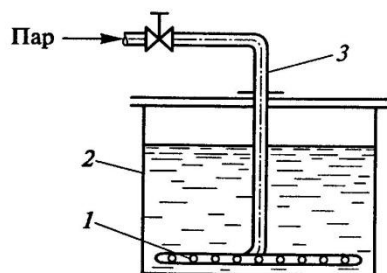
Нагревание водяным паром

Наиболее удобный и распространенный теплоноситель.

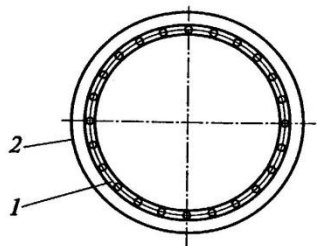
Его легко транспортировать к месту потребления, а централизованное производство водяного пара в ТЭЦ или в крупной котельной позволяет наиболее эффективно использовать тепло топлива, совмещая производство водяного пара с выработкой электроэнергии (ТЭЦ).

Достоинствами водяного пара как теплоносителя являются высокий коэффициент теплоотдачи при его конденсации, Большие значение скрытой теплоты конденсации, возможность использования конденсата .

«Острый пар»



- 1 – барботер;
- 2 – корпус;
- 3 – паропровод



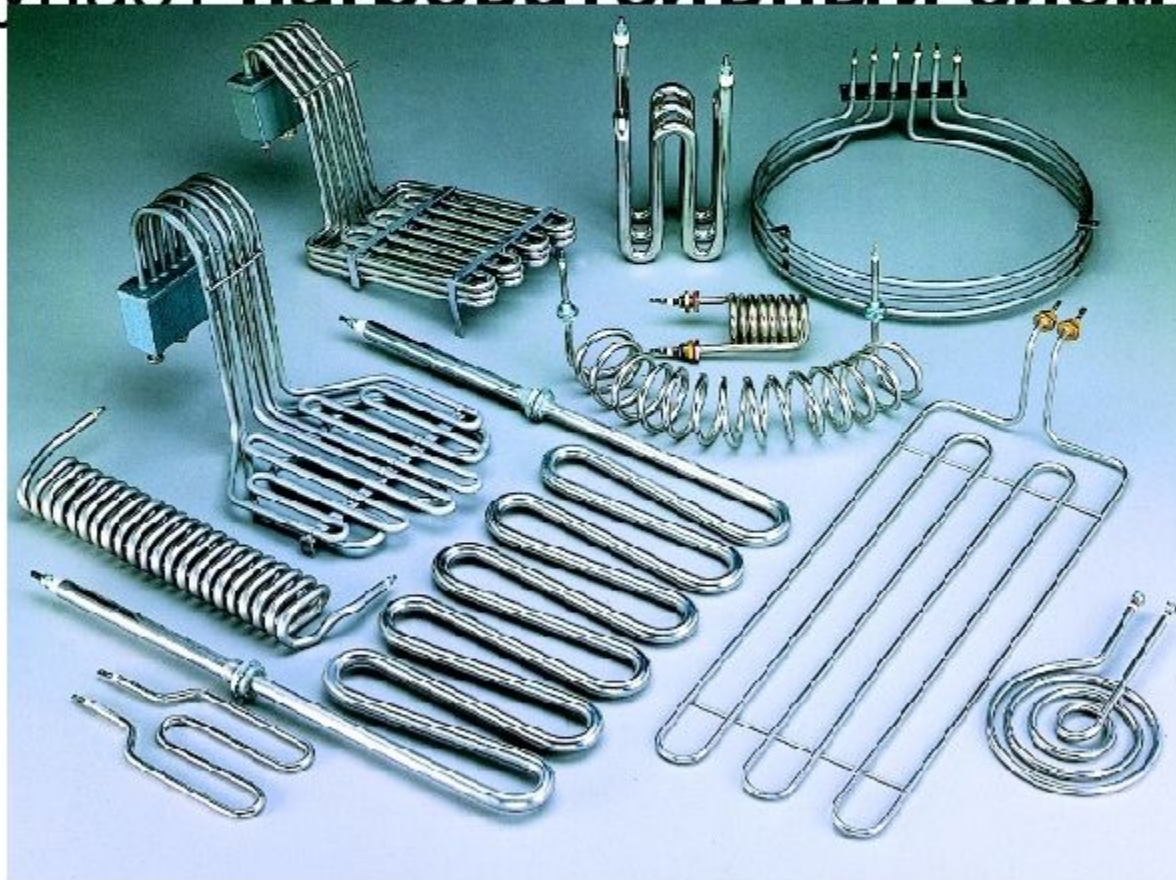
При нагревании «глухим» паром нагреваемая жидкость не соприкасается с паром и отделена от него стенкой теплообменного аппарата.

Используют, в основном, насыщенный водяной пар с высоким коэффициентом теплоотдачи, имеющий большую скрытую теплоту конденсации.

Электронагрев по сравнению с нагревом от открытого пламени имеет ряд неоспоримых преимуществ. Так, если сравнивать электронагрев с наиболее совершенным нагревом от газовой плиты, то для её разжигания требуются дополнительные источники открытого пламени. Кроме того, газ ядовит и взрывоопасен, при его горении расходуется кислород и выделяются вредные для жизни человека продукты. Открытое пламя чаще становится источником пожара.



Основным элементом
любого электронагревательного прибора
выступает **нагревательный элемент**.



Охлаждающие агенты

Естественное

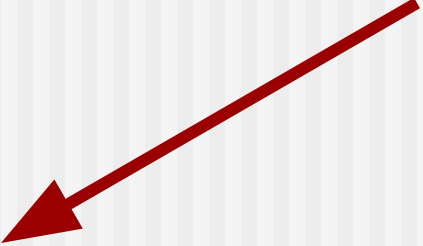
- Вода, являясь доступным и дешевым теплоносителем, способна охладить среду на $10...30^{\circ}$ (обыкновенная и артезианская)
- Лед достигает охлаждения температур, близких к 0°
- Рассол применяют для охлаждения температур ниже 0°



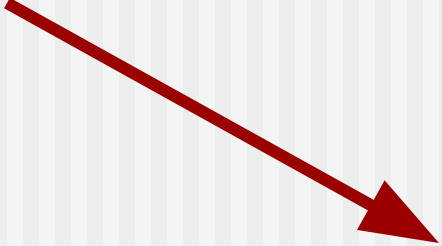


- **Искусственное охлаждение** — это охлаждение тела ниже температуры окружающей среды. Для искусственного охлаждения применяют холодильные машины или холодильные установки. При этом способе охлаждения необходимо затратить энергию.

Различают:



- умеренное
охлаждение
(до -100°C)



- глубокое
охлаждение
(ниже -100°C)

- Наиболее распространенным и удобным при эксплуатации является машинное охлаждение. По сравнению с другими видами охлаждения машинное охлаждение обладает следующими преимуществами:



- возможностью создания низкой температуры в широких пределах
- автоматизацией процесса охлаждения
- доступностью эксплуатации и технического обслуживания



- В основу машинного охлаждения положено свойство некоторых веществ кипеть при низкой температуре, поглощая при этом большое количество теплоты из окружающей среды. Такие вещества называют холодильными агентами (хладагентами)

Контрольные вопросы

- Классификация теплоносителей?
- Требования предъявляемые к теплоносителям?
- Нагревающие агенты?
- Понятие «глухой» и «острый пар»?
- Виды охлаждения?
- Охлаждающие агенты?

- **ТЕПЛООБМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**



ЦЕЛЬ ИЗУЧИТЬ

- Основные виды теплообменного оборудования



Общие сведения о теплообменных аппаратах:

Аппараты, предназначенные для проведения тепловых процессов, называют теплообменными. Эти аппараты имеют разнообразное конструктивное оформление, которое зависит от характера протекающих в них процессов и условий проведения этих процессов.



Классификация теплообменных аппаратов:

По назначению

Нагреватели

Холодильники

Конденсаторы

Испарители и
т.д.



По схеме движения теплоносителей

Прямоточные

Противоточные

С перекрестным током

С комбинированным током





По числу ходов

Одноходовые

Многоходовые



По
периодичности
действия

Непрерывного
действия

Периодического
действия

По способу передачи теплоты

Поверхностные

Регенеративные

Смесительные



Виды теплового оборудования:

- жарочные поверхности
- фритюрницы
- котлы пищеварочные
- конвекционные печи
- микроволновые печи
- шкафы пекарные
- мармиты
- Пароконвектомат
- Трубчатые и
пластинчатые
теплообменники



Жарочные поверхности:



Фритюрницы:



Пищеварочные котлы:



Конвекционные печи:



Микроволновые печи:



Шкафы пекарные:



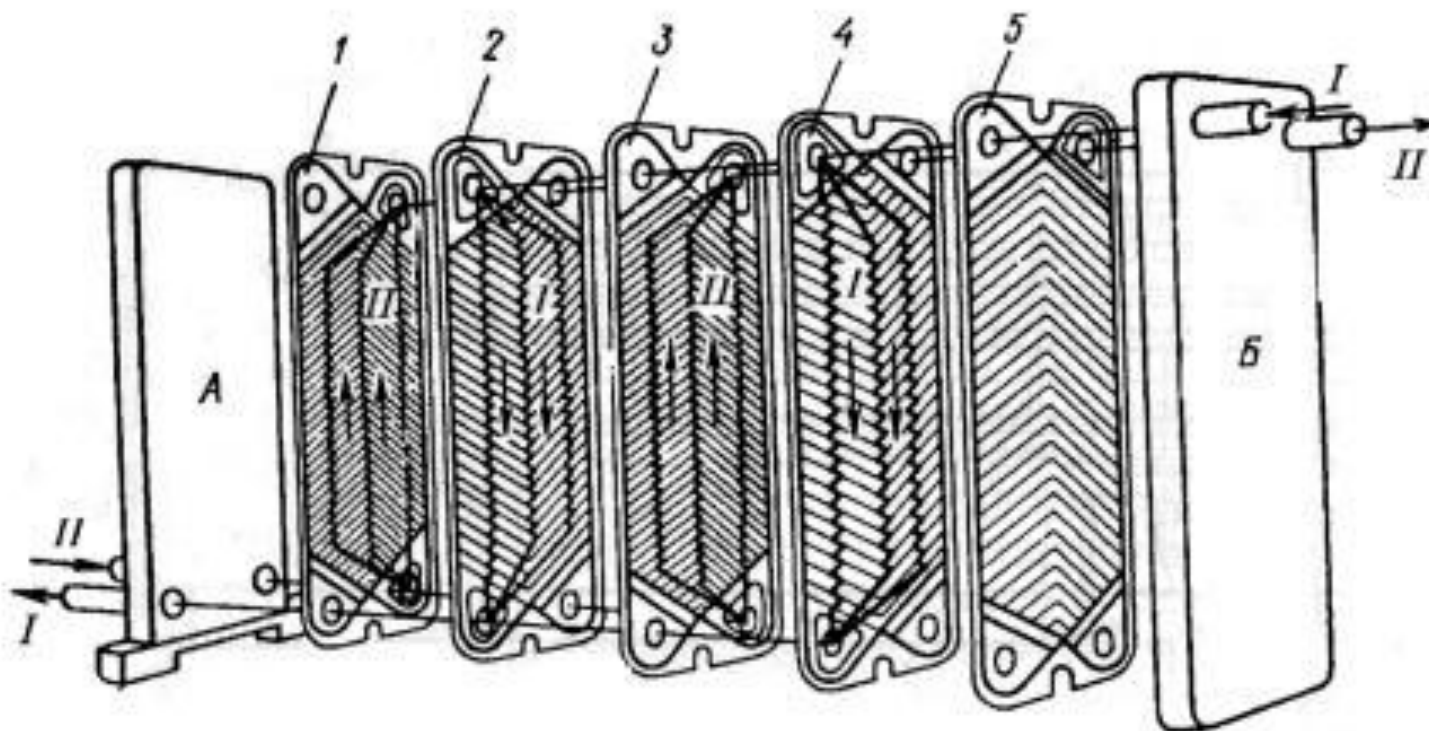
Мармиты:



Пароконвектомат:



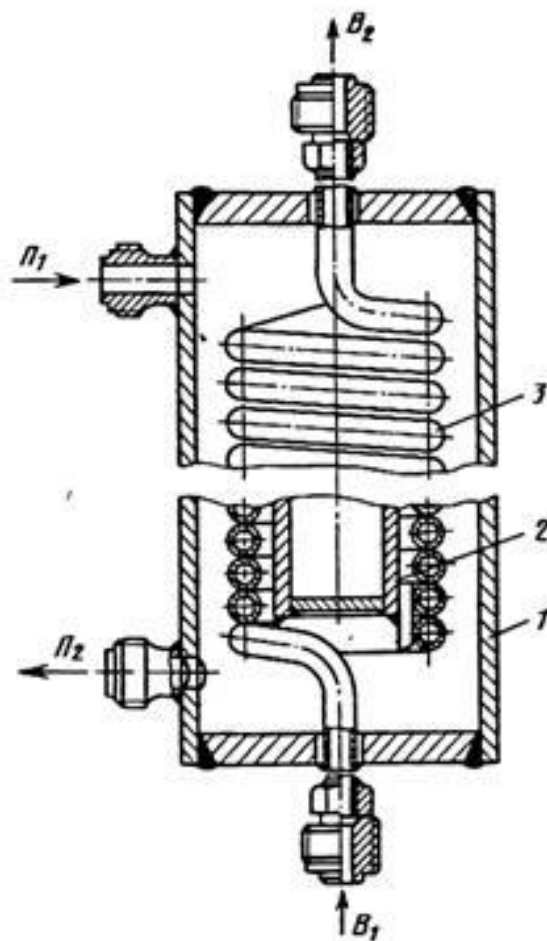
Пластинчатый теплообменный аппарат



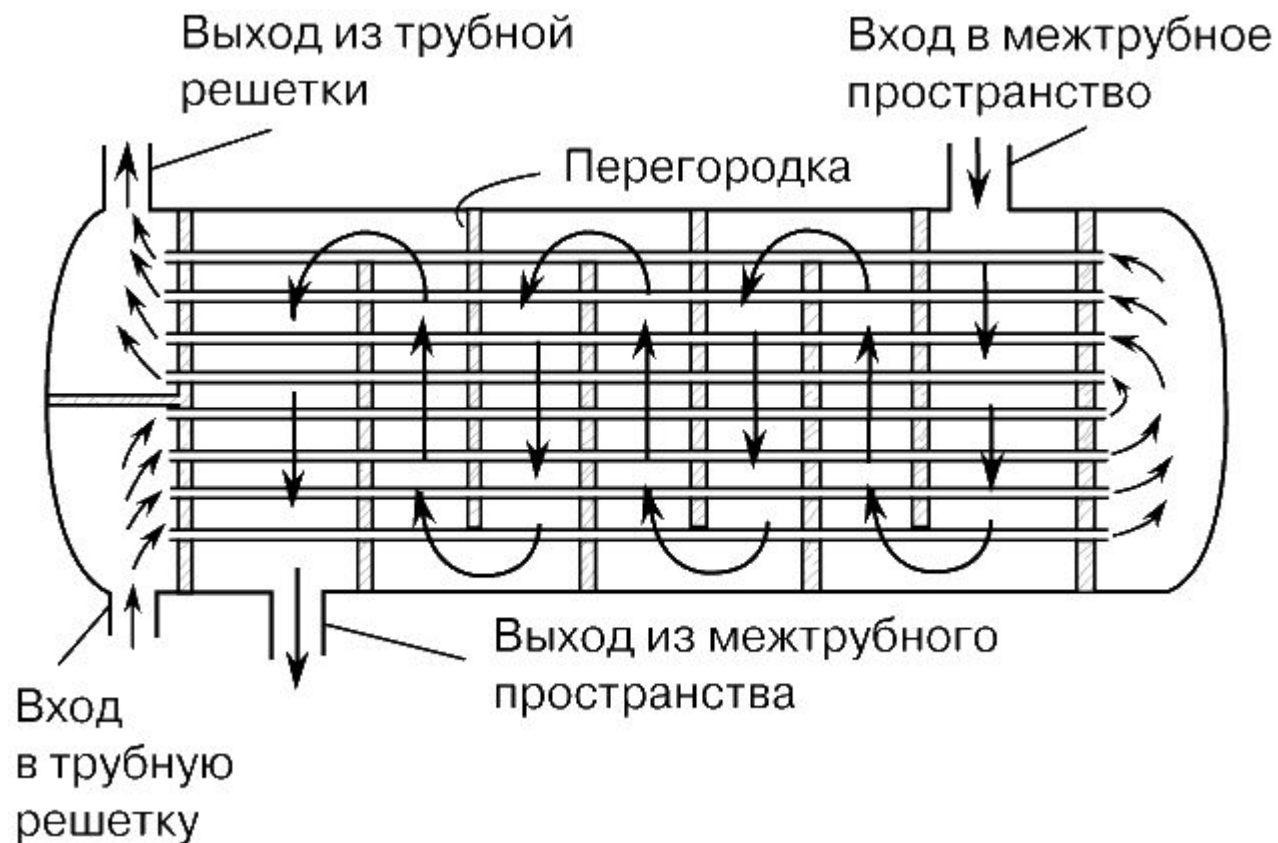
Принципиальная схема пластинчатого теплообменного аппарата:

*1, 3, 5 — нечетные пластины; 2, 4 — четные пластины; I — вход и выход первого теплоносителя
II — вход и выход второго теплоносителя*

Змеевиковый теплообменник



Кожухотрубный теплообменный аппарат



Виды холодильного оборудования:



- столы морозильные
- горки холодильные, бонеты морозильные
- скоромороzilочные аппараты
- лари морозильные
- шкафы морозильные

Виды холодильного оборудования:



- столы морозильные
- горки холодильные, бонеты морозильные
- скоромороzilочные аппараты
- лари морозильные
- шкафы морозильные

Шкафы холодильные:



Лари морозильные:



Стол морозильные:



Скорморозильные аппараты:



Горки холодильные, бонеты морозильные:



Контрольные вопросы

- Признаки классификации теплообменного оборудования?
- Оборудование для процесса нагрева?
- Оборудование для процесса охлаждения?



**Спасибо за
внимание!**