

«Системы вентиляции и кондиционирования воздуха»



Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Старков Вадим Николаевич

Часть 1 «Системы вентиляции зданий и сооружений»

- системы вентиляции, назначение, классификация, схемы;
- организация воздухообмена;
- параметры воздушной среды;
- вентиляционное оборудование

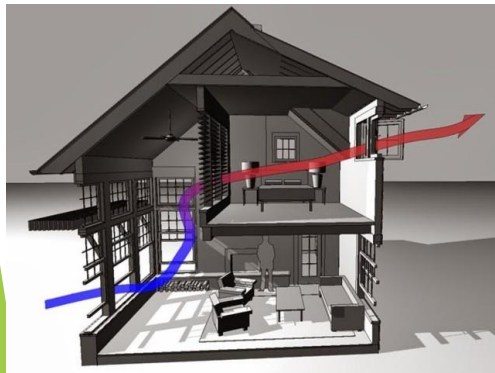


СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ, НАЗНАЧЕНИЕ, КЛАССИФИКАЦИЯ, СХЕМЫ



Вентиляция - это совокупность устройств и мероприятий для обеспечения нормального воздухообмена в помещениях.

Система вентиляции — это комплекс архитектурных, конструктивных и специальных инженерных решений, для создания и поддержания допустимых метеорологических параметров в помещениях различного назначения.



Классификация систем вентиляции

- ▶ **по способу циркуляции воздуха:** естественные и принудительные (механические);
- ▶ **по назначению:** приточные и вытяжные;
- ▶ **по зоне обслуживания:** общеобменные и местные;
- ▶ **по конструкции:** канальные и бесканальные. ³

СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ

В системах **естественной** вентиляции вентилярование помещений производится под действием естественных сил.

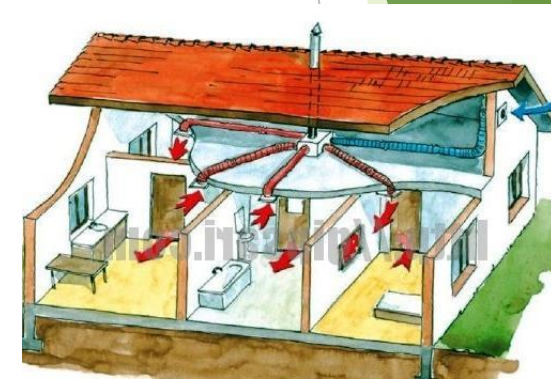
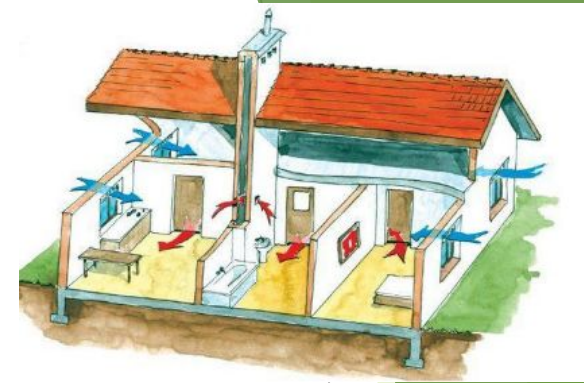
Механической или искусственной вентиляцией называется способ подачи воздуха в помещение или удаления из него с помощью вентилятора.

Приточная вентиляция обеспечивает подачу свежего воздуха в помещения взамен удаленного через организованные или неорганизованные отверстия в строительных конструкциях.

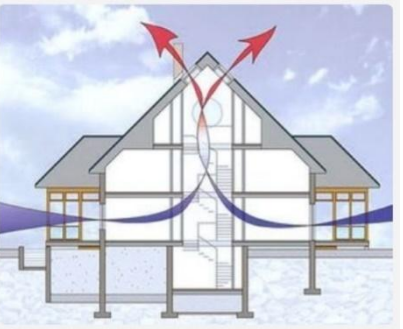
Вытяжная вентиляция обеспечивает удаление отработанного воздуха из помещений.

Приточно-вытяжная вентиляция обеспечивает подачу свежего воздуха и удаление отработанного воздуха из помещений.

Местная вентиляция обеспечивает подачу воздуха на определенные места (**местная приточная**) и загрязненный воздух удаляют только от мест образования вредных выделений (**местная вытяжная**).



СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ



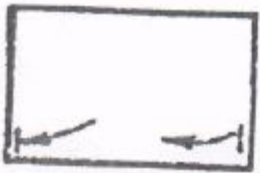
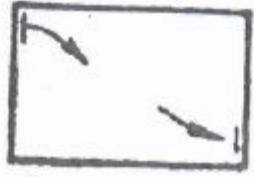
Общеобменная вентиляция предназначена для обеспечения воздухообмена во всем помещении или в его значительной части. Общеобменные *вытяжные* системы равномерно удаляют воздух из всего помещения, а *приточные* системы подают чистый воздух, распределяя его по всей площади.

Приточно-вытяжная общеобменная вентиляция применяется в помещениях, в которых необходимо обеспечить повышенный и надежный воздухообмен.

Канальные системы вентиляции имеют разветвленную сеть воздуховодов для перемещения воздуха.

Бесканальные системы вентиляции не имеют сети воздуховодов, и воздухообмен происходит через какие-либо отверстия в стенах — окна, форточки, фрамуги и др.

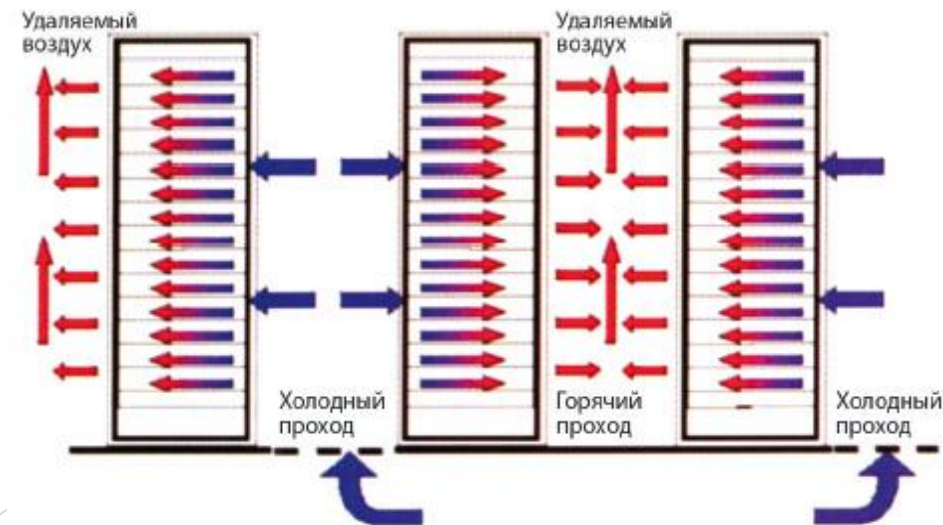
организация воздухообмена



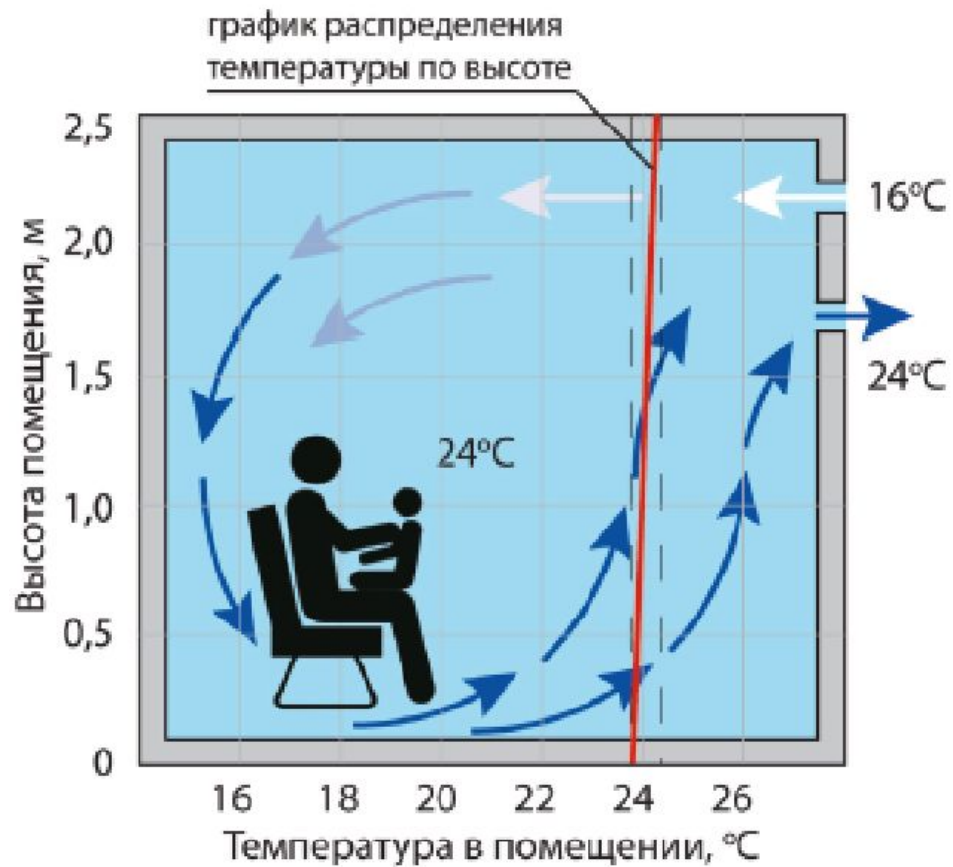
- ▶ **Воздухообменом** называется полная или частичная замена воздуха, содержащего вредные вещества, чистым атмосферным воздухом.
- ▶ **Кратностью воздухообмена** называется количество подаваемого в помещение или удаляемого из него воздуха за 1 час, отнесенного к его внутреннему объёму. Кратность воздухообмена, со знаком (+) считается воздухообмен по притоку, со знаком (-) - по вытяжке. определяемая для разных категорий зданий и помещений по справочной литературе.
- ▶ Если говорят, что кратность воздухообмена равна, например «+3» и «-4», то это значит, что в помещение за 1 ч подаётся трёхкратное и удаляется четырёхкратное к объёму помещения количество воздуха.
- ▶ Воздухообмен в помещениях определяется отдельно для теплого и холодного периодов года и переходных условий при плотности приточного и удаляемого воздуха $1,2 \text{ кг/м}^3$

организация воздухообмена

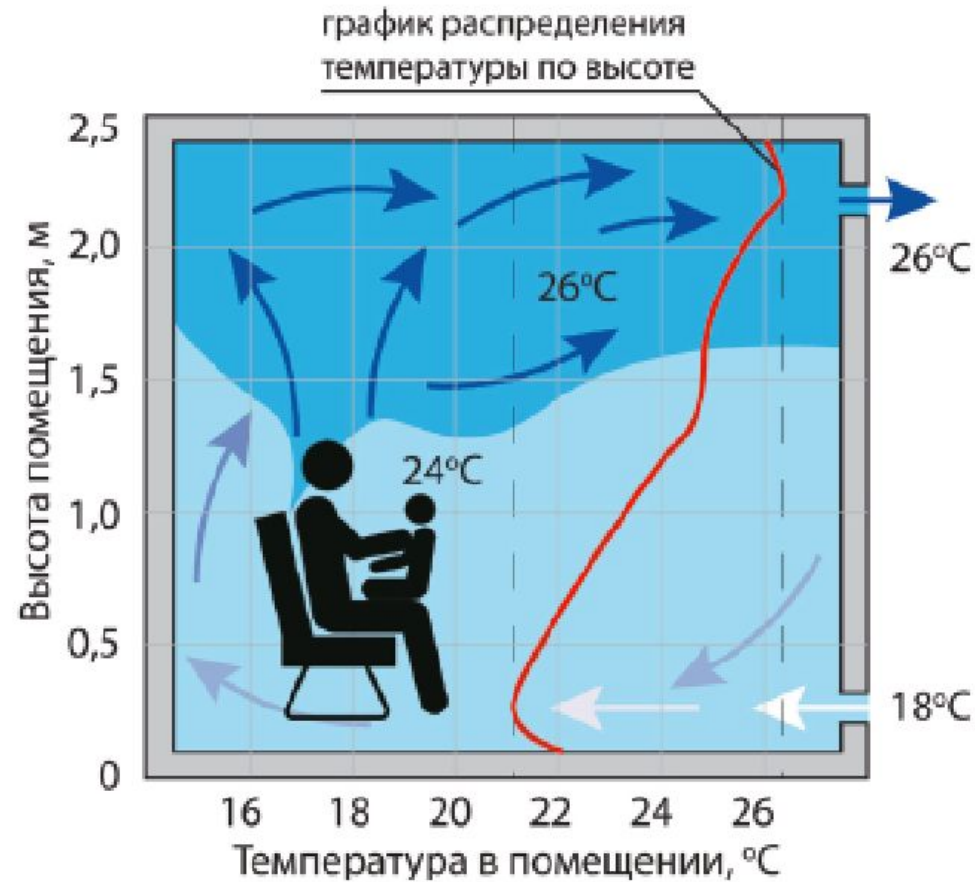
- а) по избыткам явной теплоты;
- б) по массе выделяющихся вредных веществ, если в помещение выделяется несколько вредных веществ, обладающих эффектом суммарного действия, необходимо воздухообмен определять, суммируя расходы воздуха, рассчитанные по каждому из этих веществ;
- в) по избыткам влаги, в помещениях с избыточной влагой необходимо делать проверку достаточности воздухообмена для предупреждения образования конденсата на внутренней поверхности наружных ограждений при расчетных параметрах наружного воздуха в холодный период года;
- г) по избыткам полной теплоты;
- д) по нормируемой кратности воздухообмена;
- е) по нормируемому удельному расходу приточного воздуха



организация воздухообмена

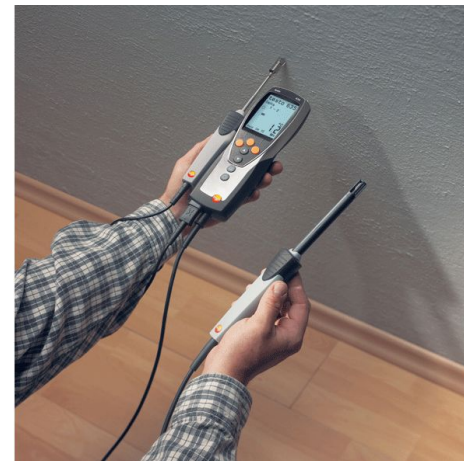


(Перемешивающая вентиляция): воздухораспределение осуществляется решетками с поворотными жалюзи



(Дымящая вентиляция): воздухораспределение осуществляется низкоскоростными воздухораспределителями

параметры воздушной среды



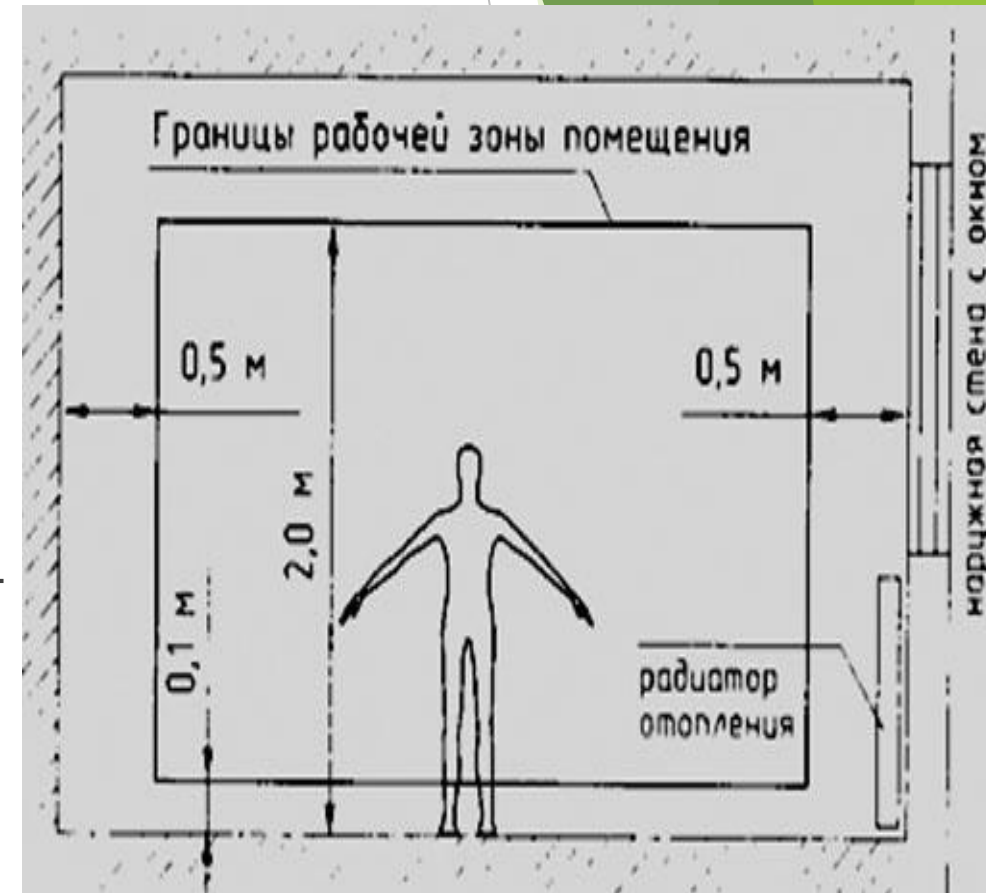
параметры воздушной среды

При нормировании учитываются оптимальные и допустимые условия.

Оптимальные условия — это такое сочетание параметров микроклимата, которое обеспечивает полный тепловой комфорт и высокую производительность труда.

Допустимые условия — это такие условия, которые могут приводить к некоторому тепловому дискомфорту и даже временному снижению производительности труда, но не выходят за рамки адаптивных возможностей человека.

Рабочей зоной считается пространство высотой 2 м от уровня пола или площадки, в котором находятся места постоянного или непостоянного пребывания рабочих. Постоянным считается рабочее место, на котором работающий находится большую часть (более 50 % или более 2 ч непрерывно) своего рабочего времени.



параметры воздушной среды

Температура. Организм человека обладает свойствами терморегуляции. Температура тела постоянна. Нарушение терморегуляции приводит к головокружениям, тошноте, потере сознания и тепловому удару.

Влажность. Человек выделяет пот, а также влагу (водяной пар), в среднем около 900 г в сутки. Треть выдыхается через легкие, остальная часть выделяется кожей. Часть выделяемой влаги возмещается при дыхании.

Подвижность. При отсутствии движения воздуха вокруг тела человека образуется тонкая неподвижная воздушная оболочка, которая быстро насыщается парами воды, принимает его температуру и уменьшает теплоотдачу.

Газовый состав. Воздушный комфорт человека в закрытом помещении определяется качественной характеристикой комнатного воздуха, критерием санитарного состояния воздуха служит содержание в нем углекислого газа CO_2 .

Вредные вещества. Вредными являются вещества, которые при контакте с организмом человека могут вызвать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые как в период работы, так и в отдаленные сроки жизни настоящего или последующих поколений.

вентиляционное оборудование

Системы вентиляции включают группы разнообразного оборудования: **вентиляторы, вентиляционные агрегаты или вентиляционные установки, шумоглушители, воздушные фильтры, воздухонагреватели, воздуховоды, запорные и регулирующие устройства, воздухораспределители и устройства воздухоудаления, тепловая изоляция.**

Вентиляторы. Вентилятор представляет собой механическое устройство, предназначенное для перемещения воздуха по воздуховодам систем вентиляции и кондиционирования, а также для непосредственной подачи или отсоса воздуха из помещения и создающие для этого необходимый перепад давления.

По конструкции и принципу действия вентиляторы делятся на **осевые** (аксиальные), **радиальные** (центробежные) и **диаметральные** (тангенциальные).

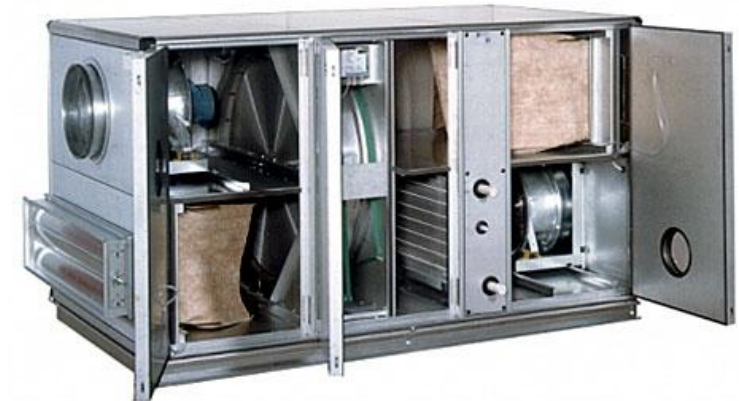


вентиляционное оборудование

Вентиляторные агрегаты - установки, в которой вентиля-тор с электродвигателем смонтированы на несущей раме, как правило, укомплектованы виброизоляторами. Большинство вентиляторов поставляется в агрегатирован-ном виде. К вентиляторным агрегатам относятся *канальные* и *крышные* вентиляторы.

Вентиляционные установки по назначению, составу и конструктивному исполнению вентиляционные установки подразделяются на: *приточные вентиляционные установки; вытяжные установки; приточно-вытяжные установки; воздушно-тепловые завесы.*

Приточно-вытяжные вентиляционные установки, использующие утилизацию тепла, широко применяются в офисных помещениях, киноконцертных залах, бассейнах, гостиницах, жилых помещениях, конверторных цехах, пекарнях и т.п.

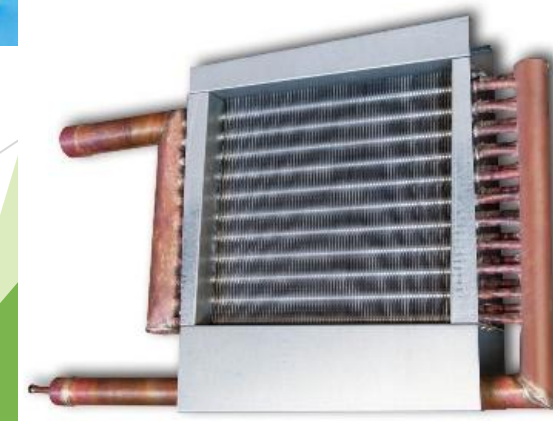


вентиляционное оборудование

Шумоглушители. Колебательные процессы вентиляторов вызывают аэродинамический шум, и механические колебания элементов конструкции также вызывают шум. Применяемые шумоглушители конструктивно делятся на **пластинчатые** и **трубчатые**. Главная их особенность - наличие развитых поверхностей, облицованных звукопоглощающим материалом.

Воздушные фильтры представляет собой устройство для очистки приточного, и вытяжного воздуха. Конструктивное решение фильтра определяется характером пыли (загрязнений) и требуемой чистотой воздуха. По размерам эффективно улавливаемых пылевых частиц фильтры делятся на три класса: **фильтры грубой, тонкой и особо тонкой очистки**.

Воздухонагреватели **водяные, паровые и электрические** нагреватели широко используются в системах воздушного отопления, вентиляционных установках и воздушно-тепловых завесах.



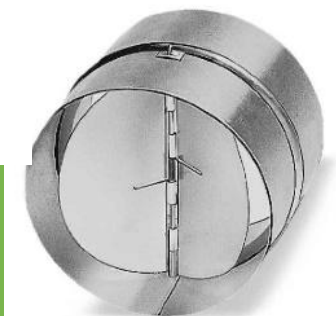
вентиляционное оборудование

Воздуховоды предназначены для транспорта воздуха в вентилируемые помещения и обратно. Используются воздуховоды и фасонные части из различных материалов.

По форме воздуховоды и фасонные части применяются *круглого и прямоугольного* сечения. По материалу: *металлические, металлопластиковые и неметаллические*.

Запорные и регулирующие устройства разделяют: по способу регулирования - *устройства с поворотными створками (дроссельного типа), диафрагмы и шиберы*; по назначению - *проходные, смесительные, разделительные*; по характеру действия - *двухпозиционные (запорные) и регулирующие*; по конструкции створок - *неизолированные (холодные) и изолированные (утеплённые)*.

Наиболее часто используемыми являются *воздушные клапаны, регулирующие диафрагмы и обратные клапаны*.



Вентиляционное оборудование

Воздухораспределители и устройства воздухоудаления представляет собой устройство, через которое воздух из приточного воздуховода поступает в помещение и соответственно приемные отверстия вытяжного и рециркуляционного воздуха, оборудованные решетками, перфорированными панелями и другими сетевыми элементами. Подразделяются на: *решетки; щелевые воздухораспределительные устройства; плафоны; панели с форсунками, направляющими струю, сопла; перфорированные панели и воздуховоды; различного рода насадки, например вихревые, для подачи в рабочую зону с малыми скоростями и др.; воздухораспределители с очисткой воздуха.*

Тепловая изоляция воздуховодов и трубопроводов предназначена для предотвращения потерь тепла и холода, а также выпадения на их поверхности конденсата и исключения обмерзания. Исполняется из *минеральной ваты, базальтового волокна, стекловаты, вспененного полиэтилена, полиуретана, вспененного синтетического каучука.*

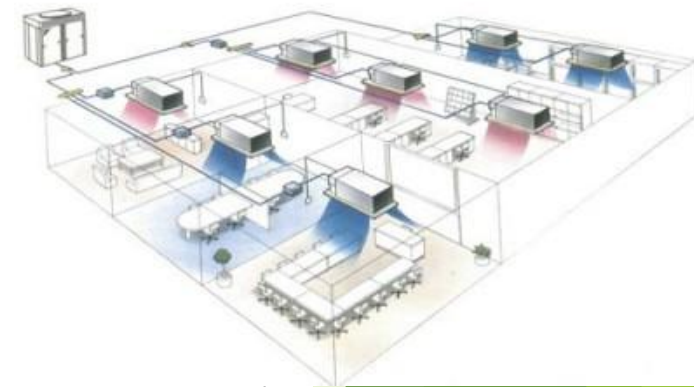


Часть 2 «Системы кондиционирования воздуха зданий и сооружений»

- системы кондиционирования воздуха, назначение, классификация, схемы;
- принцип работы кондиционера;
- функции кондиционера;
- оборудование систем кондиционирования воздуха, хладагенты



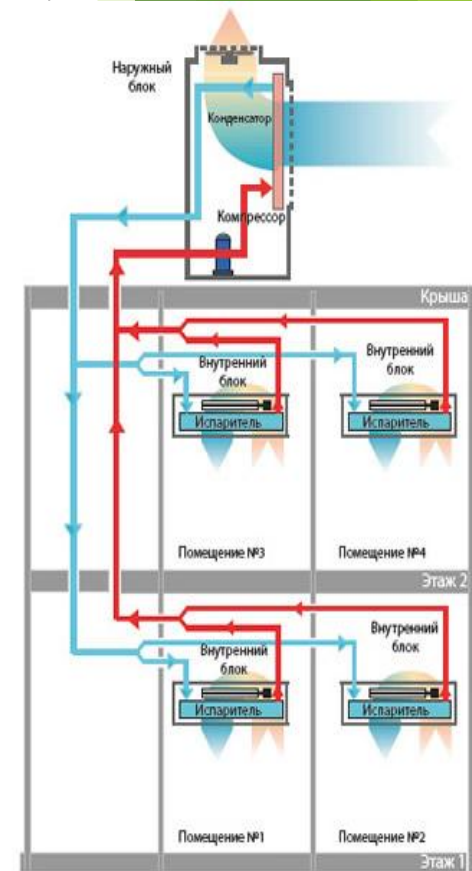
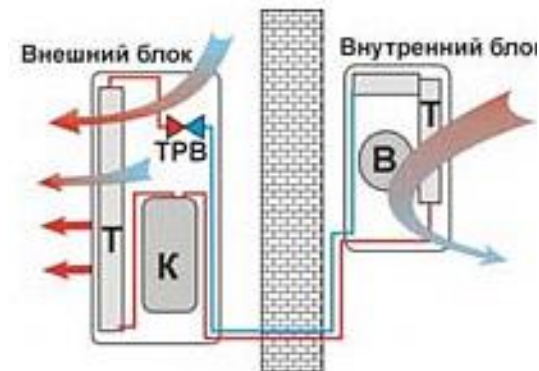
СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА, назначение, классификация, схемы



► **Кондиционирование воздуха** - это создание и автоматическое поддержание в обслуживаемом помещении или технологическом объеме требуемых параметров и качества воздуха независимо от внутренних возмущений и внешних воздействий.

► К параметрам воздуха относятся: **температура, относительная влажность или влагосодержание и подвижность**. Качество воздуха включает в себя газовый состав, запыленность, запахи, аэроионный состав, т. е. более широкий круг показателей, чем термин «чистота».

► Комплекс оборудования, элементов и устройств, с помощью которых обеспечивается кондиционирование воздуха в обслуживаемых помещениях, называется **системой кондиционирования воздуха (СКВ)**.



Состав СКВ

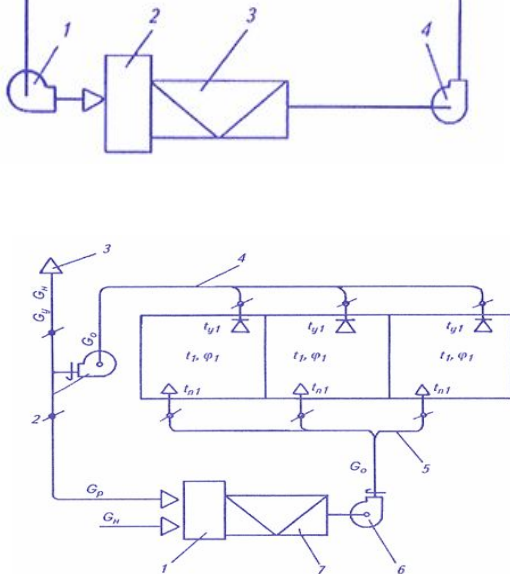
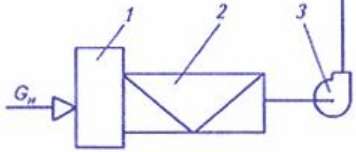
- ▶ устройства кондиционирования воздуха, предназначенную для очистки и тепловлажностной обработки и получения необходимого качества воздуха и его транспортировки по сети воздуховодов до обслуживаемого помещения или технического объема;
- ▶ сеть приточных воздуховодов с воздухораспределителями, клапанами и регулирующими устройствами;
- ▶ вытяжной вентилятор и сеть вытяжных и рециркуляционных воздуховодов с сетевым оборудованием;
- ▶ сеть фреоновых трубопроводов для сплит-систем и VRV-систем с кабелями связи наружных блоков с внутренними;
- ▶ фэнкойлы, эжекционные доводчики, моноблоки, холодные и теплые потолки и балки и др. доводчики для охлаждения и (или) нагревания непосредственно внутреннего воздуха;
- ▶ оборудование для утилизации теплоты и холода;
- ▶ дополнительные воздушные фильтры, шумоглушители и другие элементы.

Классификация систем кондиционирования воздуха



- ▶ **по основному назначению (объекту применения):** комфортные и технологические;
- ▶ **по характеру связи с обслуживаемым помещением:** центральные и местные;
- ▶ **по типу системы холодоснабжения:** автономные, неавтономные;
- ▶ **по способу компенсации параметров:** системы с постоянным расходом воздуха и системы с переменным расходом воздуха;
- ▶ **по числу воздуховодов для подачи кондиционированного воздуха в помещения:** одноканальные и двухканальные;
- ▶ **по числу точек стабилизации одноименного параметра (t ; φ):** однозональные и многозональные СКВ;
- ▶ **по принципу действия:** приточные, рециркуляционные, комбинированные;
- ▶ **по степени обеспечения метеорологических условий в обслуживаемом помещении:** первого, второго и третьего классов;
- ▶ **по давлению, развиваемому вентиляторами кондиционеров:** низкого, среднего и высокого давления.

Схемы кондиционирования

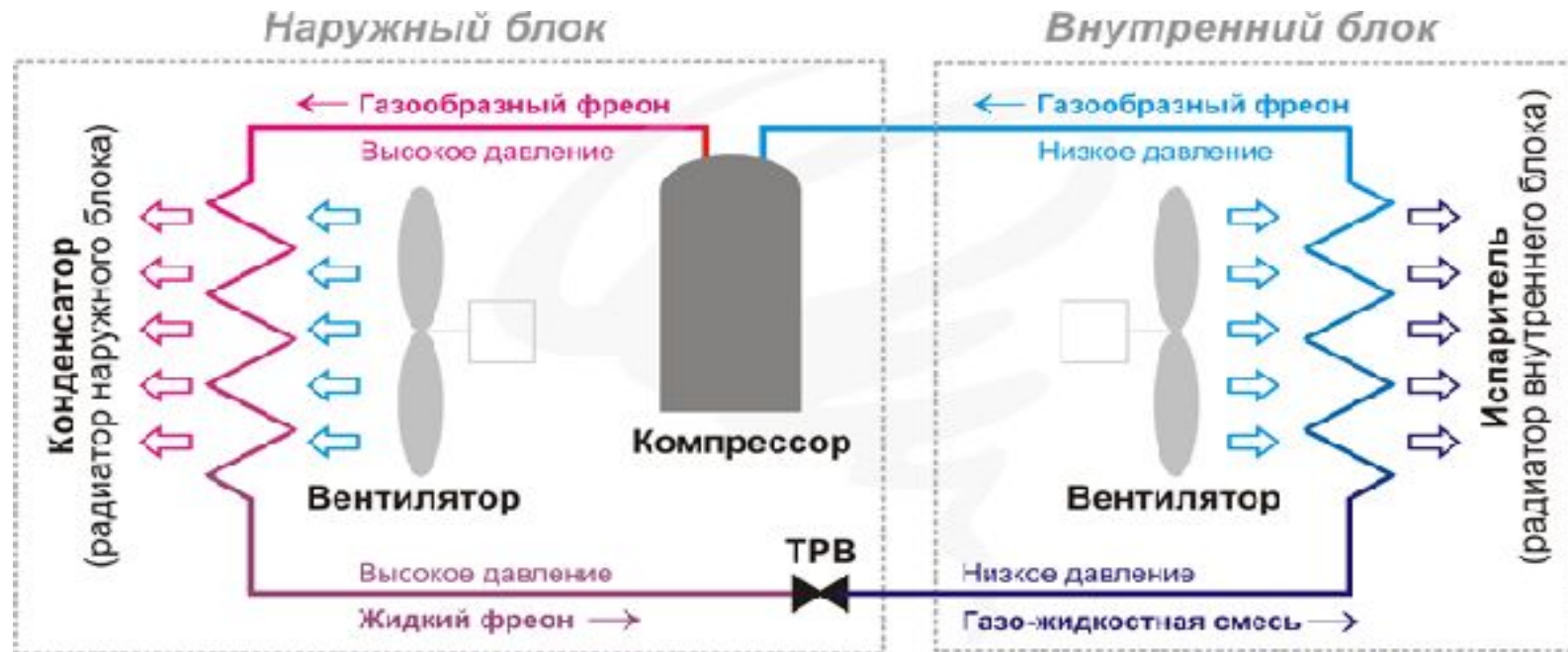


Прямоточные СКВ полностью работают на наружном воздухе, который обрабатывается в кондиционере, а затем подается в помещение.

Рециркуляционные СКВ работают без притока или с частичной подачей (до 40%) свежего наружного воздуха или на рециркуляционном воздухе (от 60 до 100%), который забирается из помещения и после его обработки в кондиционере вновь подается в это же помещение.

Комбинированная СКВ. Наиболее распространенной является СКВ с частичной рециркуляцией, в которой используется смесь наружного и рециркуляционного воздуха. Применяют при условии, что воздух, используемый для рециркуляции, не содержит токсичных паров и газов, а расчетное количество вентиляционного воздуха для удаления избытков теплоты и влаги превышает количество наружного воздуха.

принцип работы кондиционера



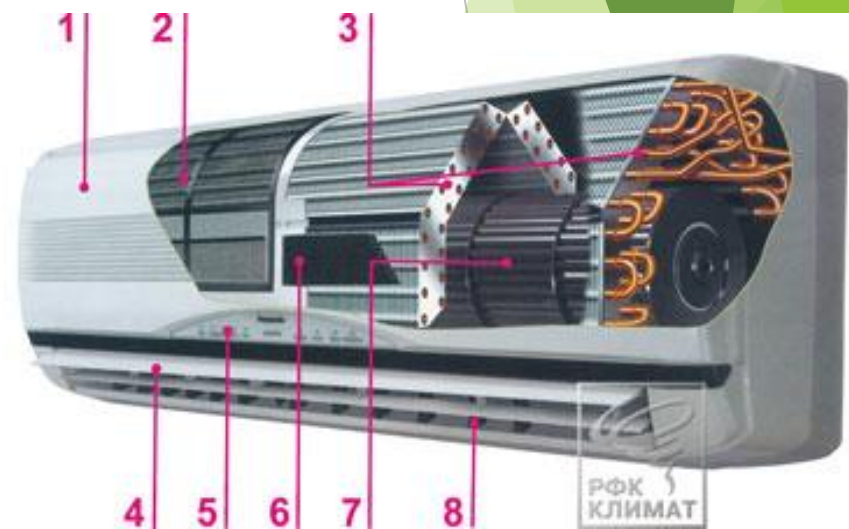
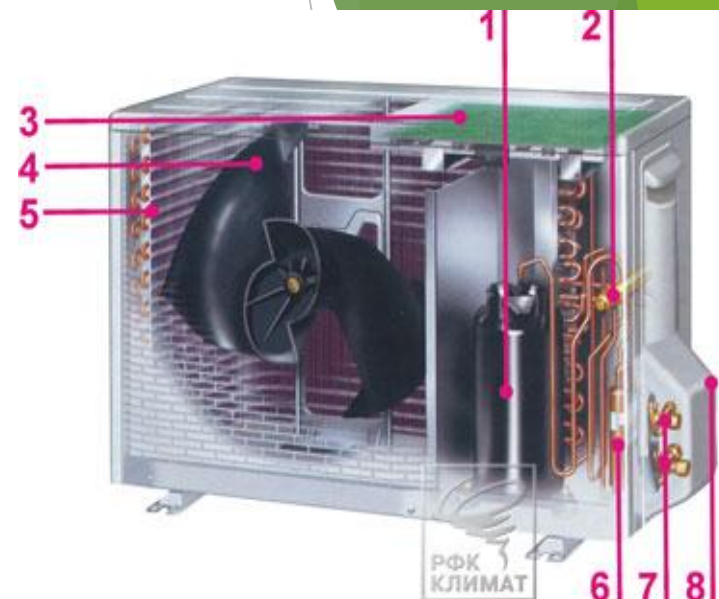
Основными узлами любого кондиционера являются: **компрессор, конденсатор, испаритель, ТРВ (терморегулирующий вентиль), вентиляторы.**

При работе кондиционера на «холод» в качестве испарителя выступает внутренний (находящийся в помещении) теплообменник, а в качестве конденсатора — наружный (находящийся вне помещения). При работе кондиционера на «тепло», теплообменники меняются ролями.

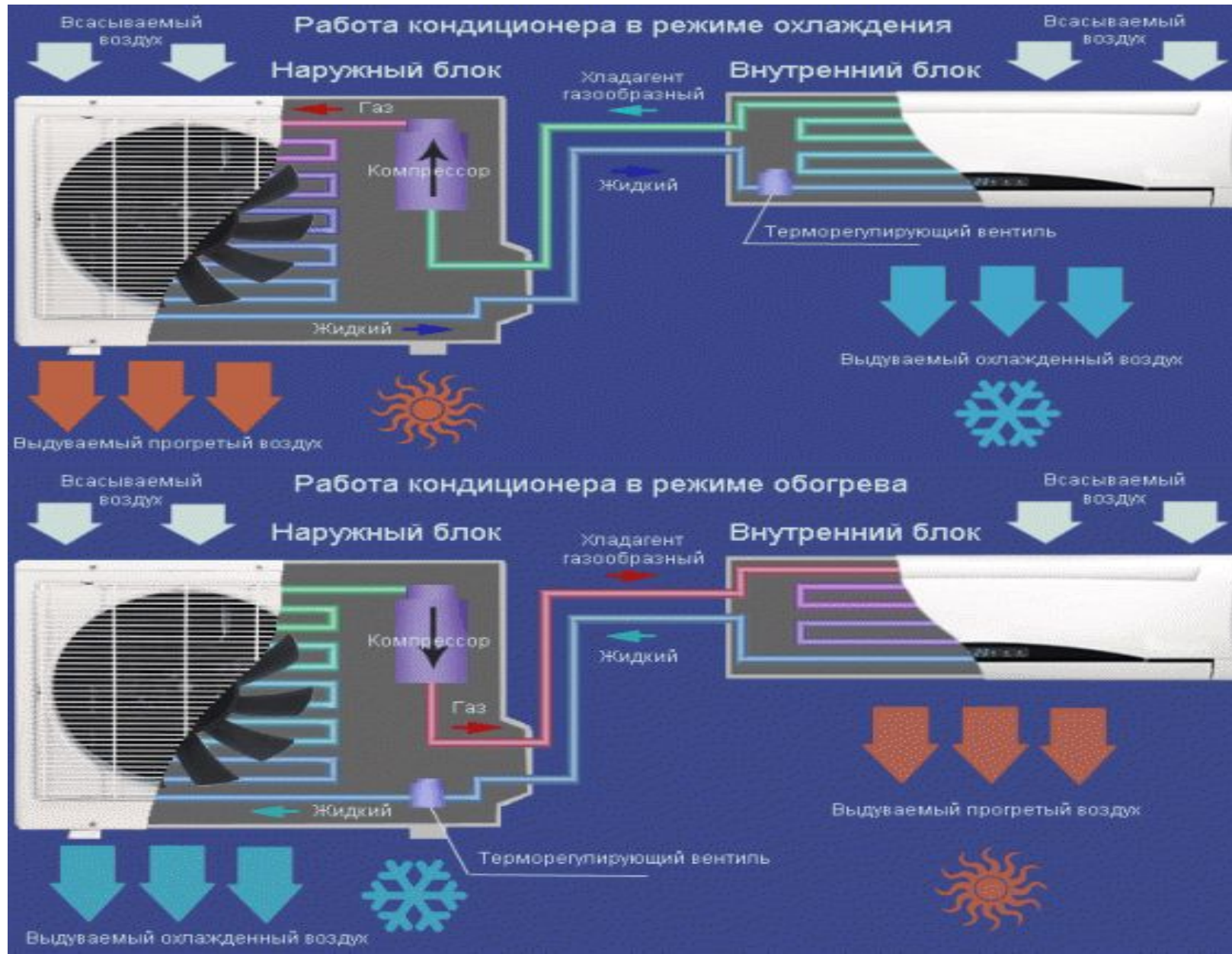
принцип работы кондиционера

Дело в том, что холод не «производится», а происходит перенос тепла из одного места в другое с помощью хладагента. Благодаря этому и появился термин «тепловой насос». По этой же причине кондиционер «производит» тепла или холода примерно в 3 раза больше, чем потребляет электроэнергии.

Физика процесса проста: температура фазового перехода хладагента (испарение или конденсация) зависит от давления, при котором происходит процесс. Чем больше давление, тем выше температура фазового перехода. При создании в теплообменнике давления, при котором температура фазового перехода ниже, чем температура окружающего воздуха, жидкий хладагент закипает, превращаясь в пар он поглощает из окружающего воздуха тепло. И наоборот, при создании в теплообменнике давления, при котором температура фазового перехода будет выше температуры воздуха, парообразный хладагент конденсируясь будет отдавать тепло воздуху.



принцип работы кондиционера



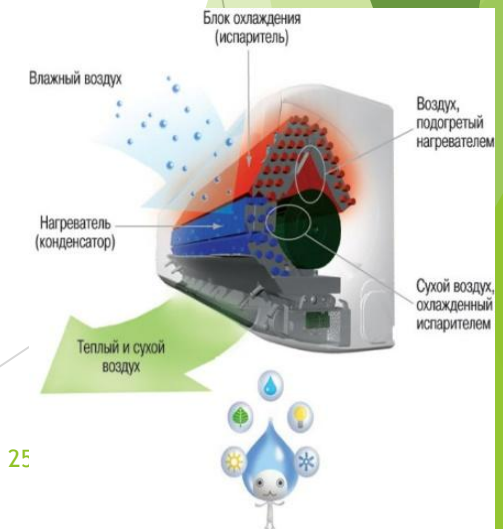
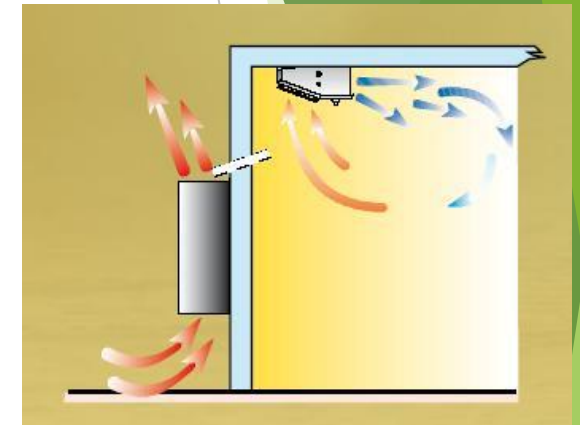
функции кондиционера

При упоминании понятия "кондиционер", на ум приходит только лишь 1 его функция - охлаждение температуры воздуха. Но это неправильно по отношению к современным кондиционерам, механизмы которых "в состоянии делать" гораздо больше, чем просто-напросто охладить температуру воздуха. Сегодняшние системы кондиционирования обеспечены множеством функций.

1. Охлаждение. Самой необходимой функцией этой климатической системы является охлаждение.

2. Обогрев. Кондиционер, обеспечивающий охлаждение воздуха в обслуживаемом помещении, может также работать в режиме обогрева помещения.

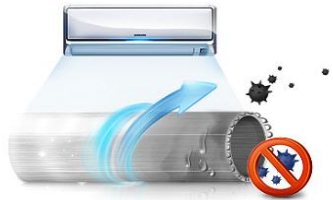
3. Осушение. В принципе работа кондиционера и так связана с осушением, поэтому специальный режим осушки направлен на интенсификацию процесса конденсации.



функции кондиционера



4. **Вентиляция.** Включать кондиционер как вентилятор. Тем не менее, кондиционер может работать в режиме, при котором воздух не меняет своей температуры, а лишь очищается, продуваясь через группу очистительных барьеров в процедуре циркуляции воздуха.



5. **Очистка.** Большинство современных бюджетных моделей кондиционеров имеют только один фильтр - воздушный механический.



6. **Ионизация.** Многие современные кондиционеры обладают функцией ионизации воздуха.

7. **Насыщение кислородом.** «Насыщение воздуха кислородом» — это торговое название технологии, не совсем точно отражающее механизм.



8. **Увлажнение воздуха** - функция в кондиционерах, увеличивающая влажность воздуха в помещении. Существует три вида увлажнения: *кипячение, холодное испарение и ультразвуковое увлажнение.*



Дополнительные функции кондиционера



Инверторный компрессор G-matrix



Низкое энергопотребление



Много-скоростной вентилятор



Объемный воздушный поток



Направляемый воздушный поток



Ночной режим



"Теплый" старт



Таймер



Режим "Турбо"



Съемная мощающаяся панель



Авторестарт



Блокировка пульта



Автоматическая работа



ЖК-дисплей



Интеллектуальная разморозка



Пуск при низком напряжении в сети



Очистка воздуха



Эффективное осушение



Плавный пуск



Работа при низких отрицат. температурах



Система самоочистки



Информативный дисплей



Дисплей с часами



Само-диагностика

оборудование систем кондиционирования воздуха, хладагенты

На рынке сплит-систем принято выделять три основных сегмента: бытовые кондиционеры RAC (Room Air Conditions), полупромышленные кондиционеры – PAC (Packages Air Conditions), и промышленные системы (Unitary).

К **бытовым** (RAC) в России относят все сплит-системы настенного типа, вне зависимости от мощности.

К **полупромышленным** (PAC), все кондиционеры напольно-потолочного, кассетного, колонного типа и каналные сплит-системы от 2,5 до 25-30 кВт.

К **промышленным** (Unitary) в России относят каналные кондиционеры выше 25-30 кВт, все рифтопы и шкафные моноблоки. То есть фактически деление происходит не по мощности, а по типу оборудования.

Отдельная категория оборудования – **центральные системы кондиционирования**. К оборудованию этого класса вне зависимости от мощности относят центральные кондиционеры и приточные установки, водоохлаждающие машины – чиллеры, фанкойлы, конденсаторные блоки и градирни.

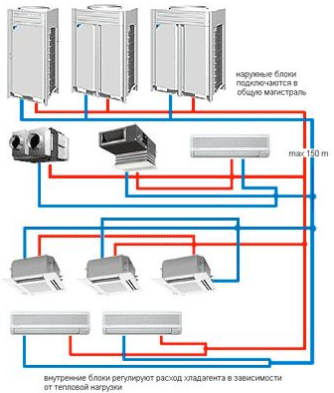
кондиционеры

- ▶ **Оконные кондиционеры.** Класс кондиционеров, наиболее распространенных на первых этапах кондиционирования.
- ▶ **Сплит-системы** - это класс кондиционеров, которые состоят из внутреннего и наружного блоков. Сплит-системы можно разделить по типу внутреннего устройства, которое бывает *настенным, напольно-потолочным, кассетным, канальным или колонным*.
- ▶ **Мульти-сплит система** - разновидность сплит-систем, где к одному внешнему блоку кондиционера подключаются от 2 до 5 внутренних. Она обладает большим выбором различных типов внутренних блоков: *настенный, канальный, кассетный, потолочный и колонный*.
- ▶ **Мобильные кондиционеры** - единственный класс кондиционеров, отличающихся тем, что они не требуют специального монтажа



СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

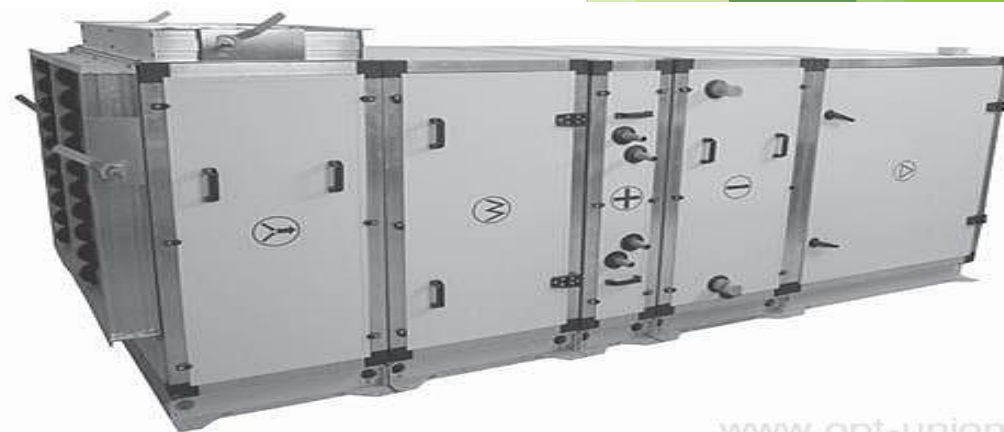
- ▶ **VRV-система** (англ. Variable Refrigerant Volume) “Переменный Объем Хладагента”. Это название отражает главное отличие VRV системы от других кондиционеров - VRV система использует общую систему трубопроводов.
- ▶ **VRF-системы** (Variable Refrigerant Flow) “Переменный поток хладагента”. По смыслу от VRV не отличается. Разница между VRF системами различных производителей не велика и заключается в количестве подключаемых блоков, длиной трассы, удобством, надежностью и сроком службы.
- ▶ **Прецизионный кондиционер** или системы “Close control” - это класс кондиционеров шкафного типа. Основным отличием прецизионных кондиционеров является способность контролировать как температуру воздуха, так и влажность.
- ▶ **Шкафный кондиционер** предназначен для постоянного, круглосуточного контроля температуры на производстве



Центральный кондиционер и его оборудование

Центральный кондиционер - представляет собой неавтономную систему кондиционирования воздуха с функциями системы вентиляции, очистителя воздуха и увлажнителя.

- ▶ **Модуль охлаждения** - это теплообменник, он может быть водяным или фреоновым.
- ▶ **Модуль нагрева**. Представлен в виде водяного или электрического нагревателя (ТЭНа).
- ▶ **Вентиляторный модуль**. Необходим для забора воздуха и подачи его в помещение.
- ▶ **Модуль шумоглушения** - снижает уровень шума, созданный вентиляторным модулем.
- ▶ **Модуль увлажнения** - увлажняет воздух посредством форсуночной камеры или парового увлажнителя.
- ▶ **Модуль фильтрации** очищает воздух от пылевых примесей.
- ▶ **Теплоутилизаторы (рекуператоры)** устанавливаются для экономии энергии.

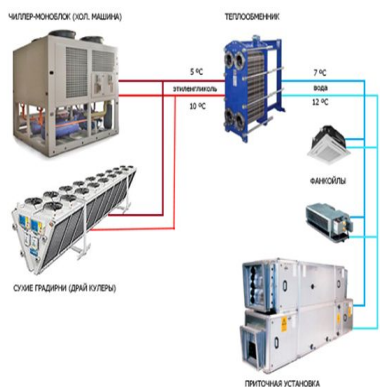


СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ



- ▶ **Крышный кондиционер (Roof-top)** является моноблочной холодильной машиной. Такой кондиционер устанавливается на крыше здания (Рис.10.41). Своей конструкцией крышный кондиционер напоминает оконный кондиционер большого размера.

- ▶ **Системы чиллер - фанкойл (chiller - fancoil)** основным отличием этой системы от других является то, что в качестве хладагента здесь используется не фреон, а вода или незамерзающая жидкость (Рис.10.42). Вода охлаждается **чиллером** - холодильной машиной, которая представляет собой фреоновый **кондиционер**, где вместо охлажденного воздуха, через испаритель проходит вода. Эта вода поступает к фанкойлам через систему теплоизолированных трубопроводов, благодаря насосной станции расположенной в чиллере. **Фанкойлы** предназначены для выполнения тех же функций, которые в сплит-системе выполняет внутренний блок.



хладагенты

- ▶ Первый, комнатный кондиционер, выпущенный в 1929 году компанией General Electric, работал на аммиаке.
- ▶ R-407C и R-410A являются смесями различных фреонов, в состав R-407C, созданного в качестве альтернативы R-22, входят три фреона: R-32 (23%), R-125 (25%) и R-134a (52%).
- ▶ Полиэфирное масло обладает одним очень существенным недостатком – оно быстро поглощает влагу, теряя при этом свои свойства.
- ▶ Все фреоны – это вещества, образованные на основе двух газов – метана CH_4 и этана – $\text{CH}_3\text{-CH}_3$. В холодильной технике метан имеет марку R-50, этан – R-70.
- ▶ Все остальные фреоны получают из метана и этана замещением атомов водорода атомами хлора и фтора.
- ▶ Физические свойства хладагентов зависят от содержания трех составляющих – хлора, фтора и водорода.



Часть 3 «Системы холодоснабжения зданий и сооружений»

- системы холодоснабжения, назначение, классификация, схемы;
- принцип работы холодильных машин;
- параметры воздушной среды;
- оборудование систем холодоснабжения



системы холодоснабжения, назначение, классификация, схемы

Холодоснабжение - это обеспечение искусственным холодом потребителей.

Искусственный холод - теплота, температурный уровень которой ниже температурного уровня окружающей среды.

Система холодоснабжения - это комплекс оборудования, используемый для обеспечения комфортных температурных условий в конкретном помещении или организации каких-либо технологических процессов.

Система холодоснабжения состоит из трёх основных частей:

- ▶ **генератор** — источник холода, обычно водоохлаждающая машина, а также охладитель жидкости, трубопроводы, арматура, баки, насосы и др.;
- ▶ **система транспортировки**, связывающая источник,
- ▶ **потребители холода**: воздухоохладители центральных СКВ, местные вентиляторные охладители, доводчики охладители и др.



Классификация системы холодоснабжения

Для классификации систем холодоснабжения СКВ выделяют три основных признака: **способ получения холода, способ связи источника и потребителя, способ использования холода.**

- ▶ **По способу производства холода** для СКВ различают использование природных источников (воды, льда), искусственных источников холода (различные хладагены и хладоносители).
- ▶ **По способу связи источника и потребителя** холода различают централизованное и местное холодоснабжение, последнее встроено в автономные кондиционеры.
- ▶ **По способу применения холода** различают непосредственное использование (хладагента) или использование промежуточного хладоносителя (воды, рассола, льда).



Классификация системы холодоснабжения

- ▶ **по расчетной холодопроизводительности**, от нескольких кВт, до сотен и тысяч кВт;
- ▶ **по типу применяемых холодильных машин (и компрессоров)**: поршневых, винтовых, спиральных, центробежных, абсорбционных, воздушных, термоэлектрических;
- ▶ **по способу управления холодопроизводительностью**: изменением оборотов двигателя компрессора, перепуском хладона с возвратом после ТРВ, отключением цилиндров, отключением компрессоров, отключением части хладоновых контуров, управлением направляющим аппаратом в турбокомпрессорах и др.;
- ▶ **по схемным решениям системы холодоснабжения**, в частности по аккумуляции холода: с баком-промежуточной емкостью, баком-аккумулятором холодной воды, баком-льдоаккумулятором (со специальным погружным испарителем);
- ▶ **по открытой или закрытой системы холодоснабжения**;
- ▶ **по системам на основе хладонов или хладоносителей**;
- ▶ **по виду хладоносителей и хладонов**, природные (естественные) и искусственные;
- ▶ **по специальным требованиям** объекта к одновременному или поочередному использованию холода и теплоты: сезонные, круглогодичные.;
- ▶ **по типу аппаратов**: поверхностных или контактных (смесительных);
- ▶ **по способу соединения** бака-аккумулятора и нагрузки с холодильной машиной: параллельному или последовательному.

Схемы систем холодоснабжения

Схема холодоснабжения представляет собой схему взаимосвязи холодильных станций или установок с потребителями холода.

При разработке схем холодоснабжения стремятся к созданию оптимальных условий работы системы. Это, в первую очередь, приближение источника холода к его потребителям.

По способу отвода теплоты различают две основные схемы холодоснабжения:

- ▶ 1. Система холодоснабжения с непосредственным испарением хладагента в технологических аппаратах.
- ▶ 2. Система холодоснабжения с промежуточным хладоносителем (рассольное охлаждение).

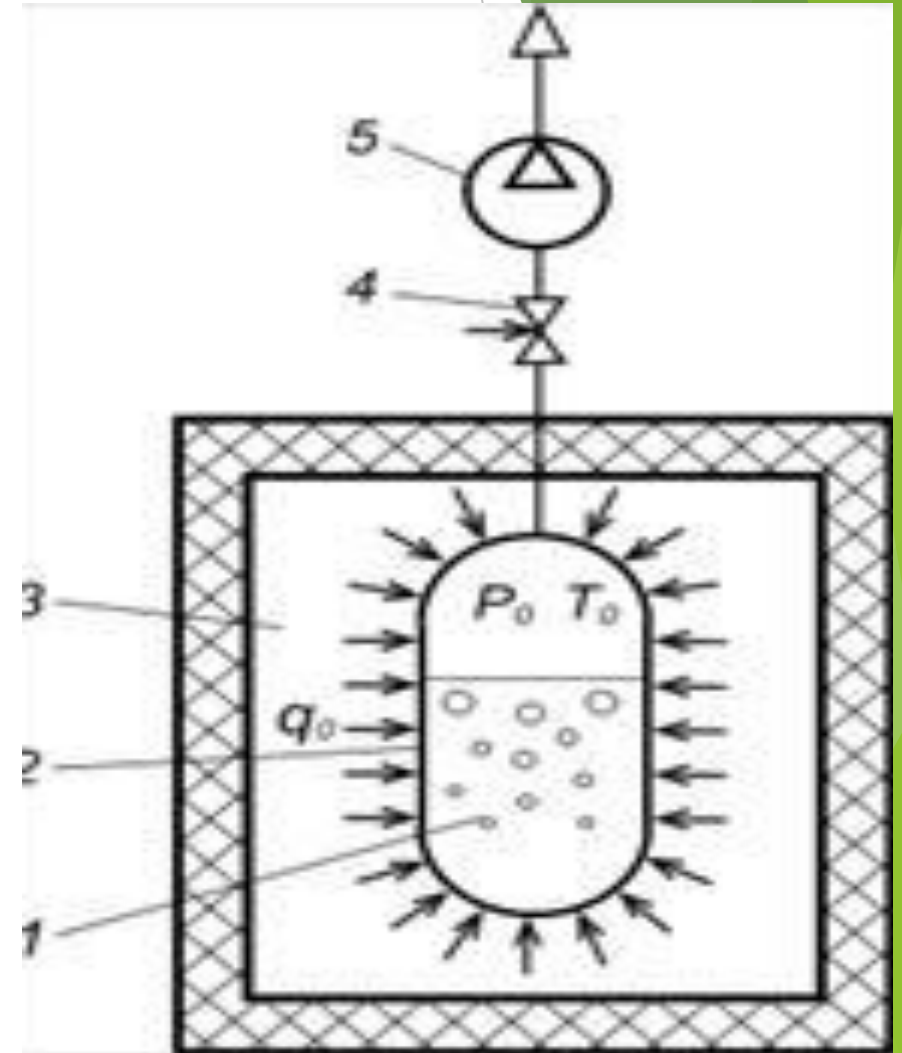


принцип работы холодильных машин

Охлаждение жидкости достигается уменьшением давления равновесного пара над поверхностью жидкости, то есть вакуумированием парового пространства. Метод испарения (кипения) жидкости самый простой и самый экономичный способ получения холода.

Схема получения низких температур методом испарения (кипения) жидкости:

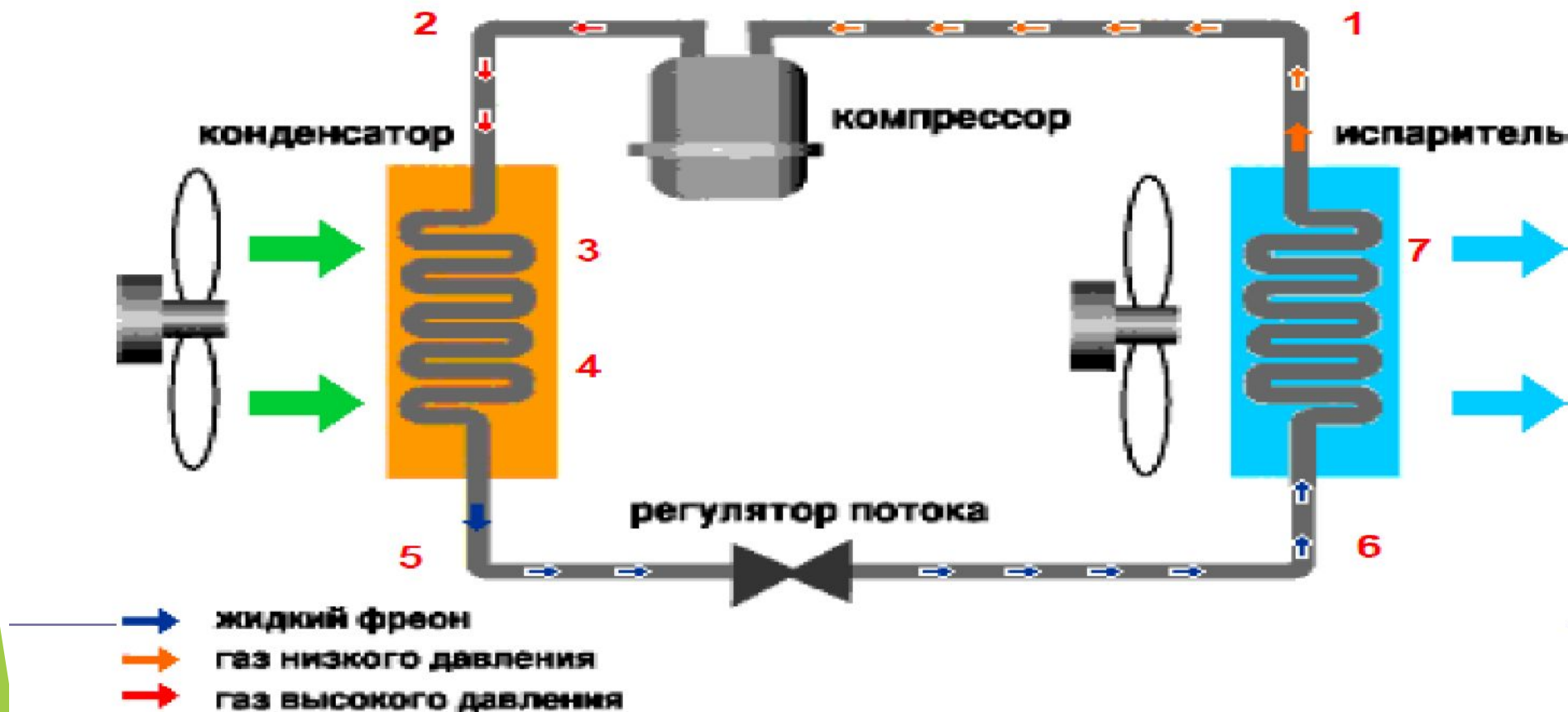
- 1-кипящее рабочее тело (хладагент),
- 2 - испаритель,
- 3 - холодильная камера,
- 4 - регулировочный вентиль,
- 5 - компрессор



принцип работы холодильных машин

Схема холодильной машины. Компрессионный цикл охлаждения состоит из четырех основных элементов: компрессора, испарителя, конденсатора, регулятора потока.

Эти основные элементы соединены трубопроводами в замкнутую систему, по которой циркулирует хладагент (обычно это фреон). Циркуляцию хладагента по контуру производит компрессор холодильной машины.



принцип работы холодильных машин



Парокомпрессорные холодильные машины используют энергию механического привода (чаще всего от электродвигателя) для непрерывной циркуляции рабочей среды по замкнутому контуру через аппараты, в которых последовательно изменяется ее агрегатное состояние.



Абсорбционные холодильные машины используют тепловую энергию для повышения концентрации растворов, служащих холодильным агентом.



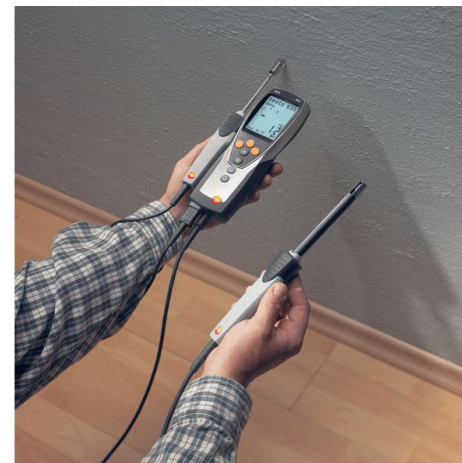
В **пароэжекторных холодильных машинах** для осуществления рабочего цикла требуется затрата тепловой энергии.

Термоэлектрические холодильные аппараты потребляют электроэнергию для получения холода



Воздушные холодильные машины потребляют энергию на привод компрессора для сжатия воздуха, который используется в качестве рабочего вещества, что позволяет направлять охлажденный воздух непосредственно в обслуживаемое помещение.

параметры воздушной среды



параметры воздушной среды

Температура. Организм человека обладает свойствами терморегуляции. Температура тела постоянна. Нарушение терморегуляции приводит к головокружениям, тошноте, потере сознания и тепловому удару.

Влажность. Человек выделяет пот, а также влагу (водяной пар), в среднем около 900 г в сутки. Треть выдыхается через легкие, остальная часть выделяется кожей. Часть выделяемой влаги возмещается при дыхании.

Подвижность. При отсутствии движения воздуха вокруг тела человека образуется тонкая неподвижная воздушная оболочка, которая быстро насыщается парами воды, принимает его температуру и уменьшает теплоотдачу.

Газовый состав. Воздушный комфорт человека в закрытом помещении определяется качественной характеристикой комнатного воздуха, критерием санитарного состояния воздуха служит содержание в нем углекислого газа CO_2 .

Степень чистоты воздуха - из воздуха отфильтровывается пыль и прочие загрязнения, устраняются неприятные запахи, улавливается табачный дым, бактерии и т.п. Воздух, проходящий через кондиционер, очищается различными фильтрами.

оборудование систем холодоснабжения

Наибольшее распространение получили парокомпрессионные холодильные машины. В состав агрегата входят *компрессор, конденсатор, испаритель, хладоновый теплообменник, щит управления, приборы автоматического контроля и регулирования*. Рассмотрим эти и другие элементы оборудования систем холодоснабжения.

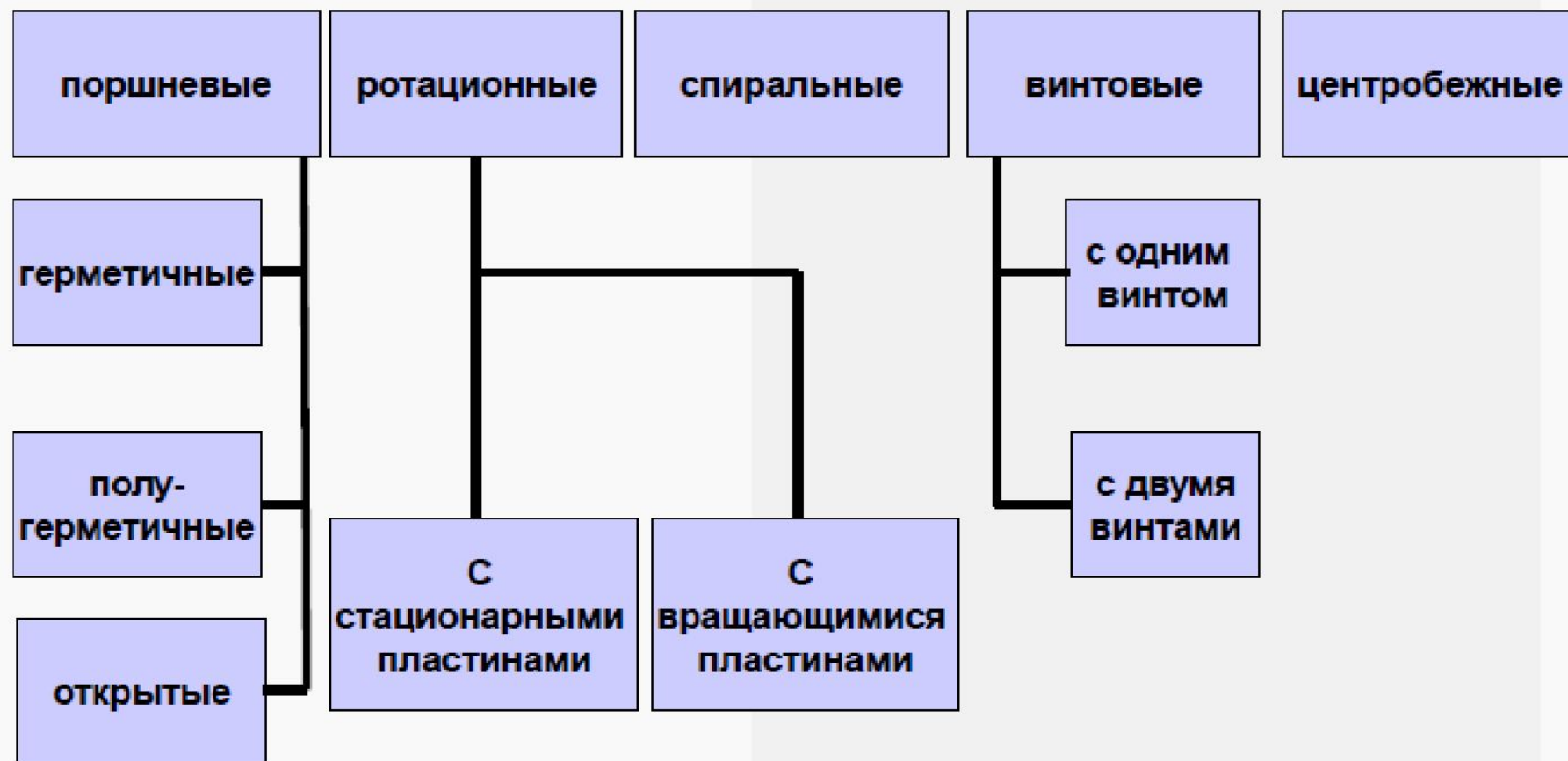
Один из главных элементов любой холодильной машины - это **компрессор**. Компрессор предназначен для отбора пара хладагента, имеющего низкую температуру и давление из испарителя для поддержания в нём постоянного давления кипения, последующего сжатия его, с повышением температуры (до 70 - 90° С) и давления (до 15 - 25 атм.), и передачи парообразного хладагента к конденсатору, в котором при высокой температуре, за счёт охлаждения водой или воздухом происходит конденсация.



компрессоры систем холодоснабжения

Основные характеристики компрессора - степень компрессии (сжатия) и объем хладагента, который он может нагнетать. *Степень сжатия* - это отношение максимального выходного давления паров хладагента к максимальному входному.

К основным типам компрессоров относятся:



компрессоры систем холодоснабжения



Поршневые - с возвратно-поступательным движением поршней в цилиндрах, работающие по принципу уменьшения объема рабочей полости. Поршневые компрессоры используются чаще всего.



Спиральные - с вращательным движением рабочих частей. Принцип работы ротационных компрессоров вращения основан на всасывании и сжатии газа при вращении пластин.



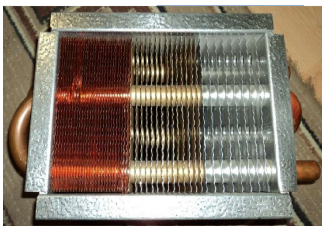
Винтовыми холодильными компрессорами оснащается замораживающая техника маслозаполненными агрегатами такого типа.



Центробежные компрессоры представляют собой оборудование, входящее в группу компрессоров динамического типа с радиальной конструкцией.

Ротационные компрессоры относятся к объёмному типу компрессоров и осуществляют нагнетание за счёт сжатия вещества с помощью вращающегося ротора.

оборудование систем холодоснабжения



Теплообменные аппараты. В холодильных машинах теплообмен осуществляется теплообменными аппаратами, состоящими из теплообменников и вентиляторов. Применяются два вида теплообменников: конденсаторы и испарители.



Наиболее распространённые типы теплообменных аппаратов:

- ▶ воздушные теплообменные аппараты (ТОА);
- ▶ водяные теплообменные аппараты (*кожухотрубные, кожухозмеевиковые, «труба в трубе», пластинчатые*).

Испаритель - это теплообменник, в котором тепло передается от охлаждающей среды к охлаждаемому веществу, циркулирующему в холодильном контуре.

Конденсатор - это теплообменник, в котором обмен теплом осуществляется между хладагентом и охлаждающей средой, которая может быть жидкой (вода) или газообразной (воздух).

Регулятор потока служит для дозированной подачи жидкого хладагента из области высокого давления (от конденсатора) в область низкого давления (к испарителю).



Благодарю за внимание.



Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Старков Вадим Николаевич

email:vstar15@mail.ru

+7-921-400-74-54

+7-911-840-77-12