

ОСНОВЫ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

Аверьянова Олеся Валерьевна
*Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого*

Вентиляция

от латинского ventilatio — проветривание

- Процесс удаления отработанного воздуха из помещения и замена его наружным. В необходимых случаях при этом проводится: фильтрация, подогрев или охлаждение, увлажнение или осушение, ионизация и т. д.
- Также под этим термином в технике часто имеются в виду системы оборудования, устройств и приборов для этих целей.
- **Вентиляция** необходима для удаления избытков теплоты, влаги, выдыхаемого человеком углекислого газа и других вредных веществ для обеспечения высокой работоспособности, хорошего самочувствия.

Вентиляция

от латинского ventilatio — проветривание

Таким образом можно выделить важные параметры воздуха такие как:

- **температура**
- **влажность**
- **подвижность (скорость движения воздуха)**
- **содержание CO₂**

В большинстве помещений добиться требуемых параметров воздуха путем проветривания через окно невозможно т.к. при этом неизбежны уличный шум, пыль, сквозняки.

Для решения этих проблем применяется **вентиляция**.

Кондиционирование

*от латинского **condicio** — условие, состояние*

Приготовление воздуха требуемого качества (по температуре, влажности, чистоте, газовому и ионному составу) и автоматическое поддержание комплекса заданных параметров воздушной среды с требуемой степенью точности, а также при необходимости подачу его в обслуживаемые помещения или их часть.

Среди отечественных специалистов нет единого мнения относительно областей применения кондиционирования воздуха (КВ): одни из них считают КВ разновидностью вентиляционной техники, другие – наоборот, рассматривают КВ как самостоятельную отрасль техники. *За рубежом вентиляцию рассматривают как часть кондиционирования воздуха.*

Метеорологические основы ВЕНТИЛЯЦИИ

ВЕНТИЛЯЦИЯ – система мероприятий и устройств, предназначенных для обеспечения в жилых и рабочих зонах помещений метеорологических условий, соответствующих гигиеническим и техническим требованиям.

Различают допустимые и оптимальные параметры микроклимата. Их значения регламентирует ГОСТ 30494-96 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»



ДОПУСТИМЫЕ НОРМЫ ТЕМПЕРАТУРЫ, ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ И СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУХА В ОБСЛУЖИВАЕМОЙ ЗОНЕ ЖИЛЫХ, ОБЩЕСТВЕННЫХ И АДМИНИСТРАТИВНО-БЫТОВЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Приложение А (обязательное) СП 60.13330.2012

Период года	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %, не более	Скорость движения воздуха, м/с, не более
Теплый	Не более чем на 3°С выше расчетной температуры наружного воздуха (параметры А)*	65***	0,5
Холодный и переходные условия	18** - 22	65	0,2

*Но не более 28 °С для общественных и административно-бытовых помещений с постоянным пребыванием людей и не более 33 °С для указанных зданий, расположенных в районах с расчетной температурой наружного воздуха (параметры А) 25 °С и выше.

** Не ниже 14 °С - для общественных и административно-бытовых помещений с пребыванием людей в уличной одежде.

*** Допускается принимать до 75% в районах с расчетной относительной влажностью воздуха более 75% (параметры А).

Примечание.

Нормы установлены для людей, находящихся в помещении более 2 ч непрерывно.

Расчетные параметры внутреннего воздуха

- **Допустимые параметры** – сочетание значений показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызвать общее и локальное ощущение дискомфорта, ухудшение самочувствия и понижение работоспособности, но при усиленном напряжении механизмов терморегуляции не вызывают ухудшения состояния здоровья.
- **Оптимальные параметры** - сочетание значений показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают нормальное тепловое состояние организма при минимальном напряжении механизмов терморегуляции и ощущение комфорта не менее чем у 80% людей, находящихся в помещении, и создают предпосылки для высокого уровня работоспособности.

Газовый состав воздуха

В теплотехнике некоторые газообразные тела принято называть паром. Так, например, вода в газообразном состоянии называется водяным паром, аммиак – аммиачным паром.

Атмосферный воздух является смесью сухого воздуха с водяным паром. Эта смесь называется влажный воздух.



<i>Газ</i>	<i>Количество</i>
Кислород	20,8%
Азот	78,09%
Аргон	0,93%
Углекислый газ	0,03%
Другие	0,15%

Влажный воздух

Атмосферный воздух в термодинамике рассматривается как смесь сухого воздуха и водяного пара, который может быть

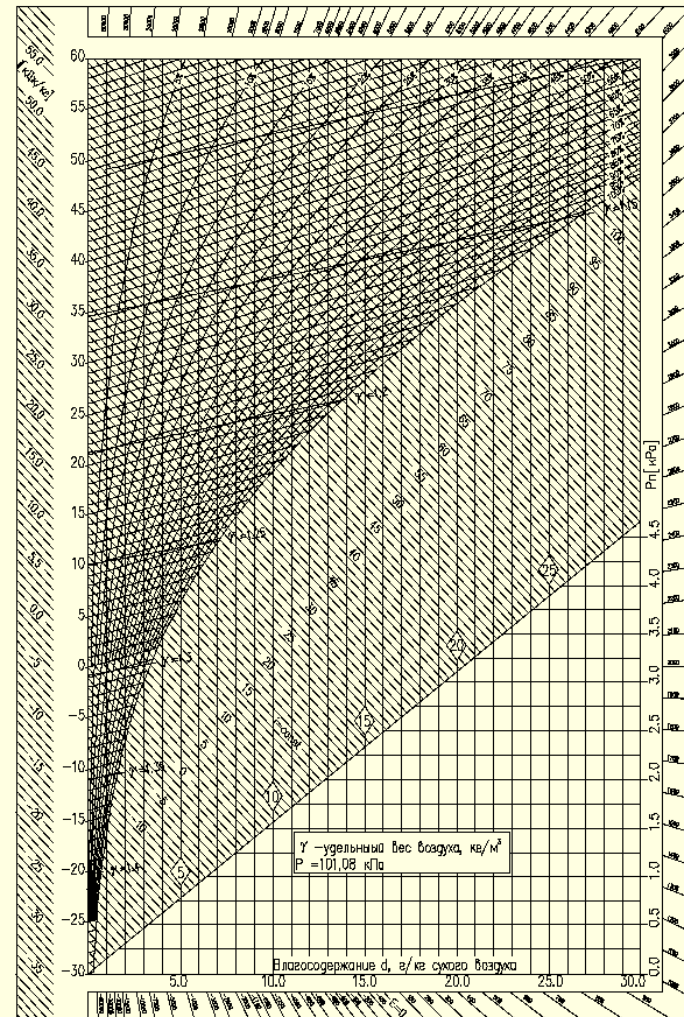
- в перегретом состоянии (ненасыщенный влажный воздух)
- в насыщенном состоянии (насыщенный влажный воздух)
- в сконденсированном взвешенном состоянии в виде капельного или ледяного тумана



Параметры влажного воздуха

- температура по сухому термометру
- температура по мокрому термометру
- температура точки росы
- влагосодержание
- относительная влажность
- абсолютная влажность
- удельная энтальпия

- удельная теплоемкость
- парциальное давление водяных паров
- барометрическое давление



Основные виды вредных выделений

- Тепло
- Влага (водяные пары)
- Угарный газ (CO)
- Сернистый газ (SO₂)
- Пары растворителей (бензин, ацетон, скипидар, уайт-спирит и др.)
- Синильная кислота (HCN)
- Марганец (Mg), свинец (Pb), ртуть (Hg)
- Пыль (аэрозольные системы, а также дым, туман, возгоны)



Требование по обеспечению заданных внутренних условий

- $K_{об}$ – коэффициент обеспеченности, который устанавливает необходимое число случаев или необходимую продолжительность отсутствия отклонений фактических параметров воздуха от расчетных

Уровень требований к внутренним условиям	$K_{обн}$ (по числу случаев n)	$K_{об\Delta Z}$ (по продолжительности ΔZ)	Продолжительность отклонений условий от расчетных, ч	Параметр климата по СНиП
Повышенный	~1	~1	~0	В
Высокий	0,9	0,98	~50	Б
Средний	0,7	0,95	~200	-
Низкий	0,5	0,8	~400	А

Параметры климата

Для холодного периода.

А - средняя температура наиболее холодного периода и энтальпия, соответствующая этой температуре и относительной влажности наиболее холодного месяца в 13 часов.

Б - средняя температура наиболее холодной пятидневки и энтальпия, соответствующая этой температуре и относительной влажности самого холодного месяца в 13 часов.

В - абсолютно минимальная температура и энтальпия, соответствующая этой температуре и относительной влажности самого холодного месяца в 13 часов.

Для теплого периода.

А - средняя температура и энтальпия, наибольшее значение которых в данном географическом пункте наблюдаются 400 часов и менее в году или же это средняя температура и энтальпия самого жаркого месяца в 14 часов.

Б - температура и энтальпия, наиболее высокие значения которых наблюдаются 220 часов

В - максимальная абсолютная температура по многолетним наблюдениям в данном географическом пункте

Расчетные параметры наружного воздуха

- *Географическая широта*
- *Расчетная температура и энтальпия воздуха для двух периодов года*

- *Среднесуточная амплитуда колебаний температуры наружного воздуха*
- *Расчетная скорость ветра в теплый и холодный периоды года*
- *Максимальная и среднесуточная интенсивность солнечной радиации (прямой и рассеянной) в июле, поступающей на горизонтальную поверхность*
- *Время максимума интенсивности солнечной радиации*

Виды вентиляции



- по способу побуждения: ***Естественная – Принудительная***
- по виду обслуживаемых зон: ***Местная – Общеобменная***
- по назначению: ***Приточная – Вытяжная***

Естественная–Принудительная

- Естественная работает без какого-либо механического привода, за счет разности плотностей внутри помещения и снаружи, ветра (если установлен дефлектор). Часто применяется в жилых домах (вытяжка из сан.узлов и кухонь). Главным достоинством является надежность, простота. Недостаток- это сильная зависимость работы от наружной температуры, скорости ветра. Если температура внутри помещения равна уличной и отсутствует ветер, то такая система не работает.
- Принудительная работает с применением механического привода - вентилятора. Благодаря вентилятору появляется возможность очистки воздуха (естественная фактически не может преодолеть сопротивление фильтра), подогрева и подачи/удаления из удаленных частей помещения.

Местная-Общеобменная

- **Местная** обслуживает небольшую зону, часто не более 3 м³. Часто представлена как кухонные зонты, местные отсосы на производстве. Применяется когда вредности выделяются локально и их можно в том же месте удалить. Позволяет значительно снизить общий расход воздуха на вентиляцию.
- **Общеобменная** система вентиляции предусматривается для создания одинаковых условий и параметров воздушной среды (температуры, влажности и подвижности воздуха) во всём объёме помещения, главным образом в его рабочей зоне (1,5—2,0 м от пола), когда вредные вещества распространяются по всему объёму помещения и нет возможности (или нет необходимости) их уловить в месте образования

Приточная - Вытяжная

- **Приточная – вентиляция направленная на подачу воздуха.** Может выглядеть как осевой вентилятор в стене, так и сложной установкой с очисткой, нагревом/охлаждением, увлажнением и последующей раздачей во множество комнат. Но для любого варианта существует правило: «Приточный воздух подавать в чистую зону».
- **Вытяжная – вентиляция направленная на удаление воздуха.** Часто это вентилятор с воздухораспределителями. На производстве можно встретить сложную систему очистки загрязненного воздуха. Правило для вытяжной вентиляции: «Воздух удалять из грязной зоны». Например, для жилых зданий - подавать воздух в комнаты, а удалять через сан.узлы, кухню, кладовую.

Система воздухораспределения

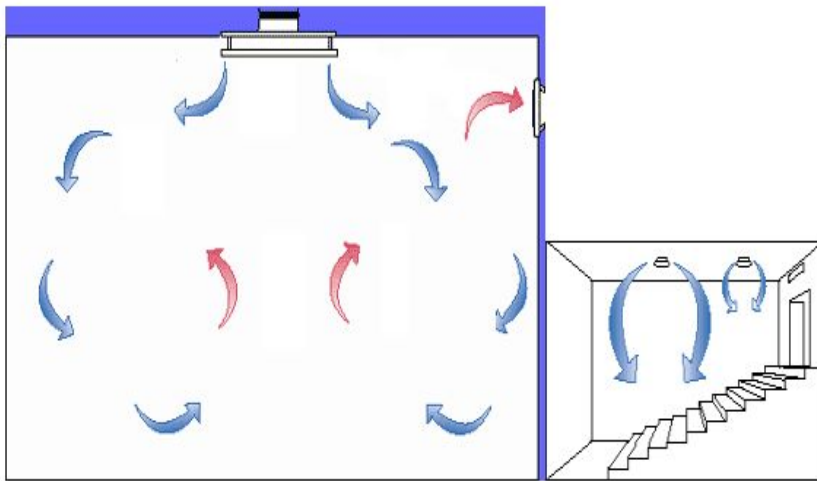
Основные требования,
предъявляемые к системе
воздухораспределения

- *Эстетические, архитектурно-строительные*
- *Санитарно-гигиенические*
- *Технологические*
- *Акустические*
- *Эксплуатационные*

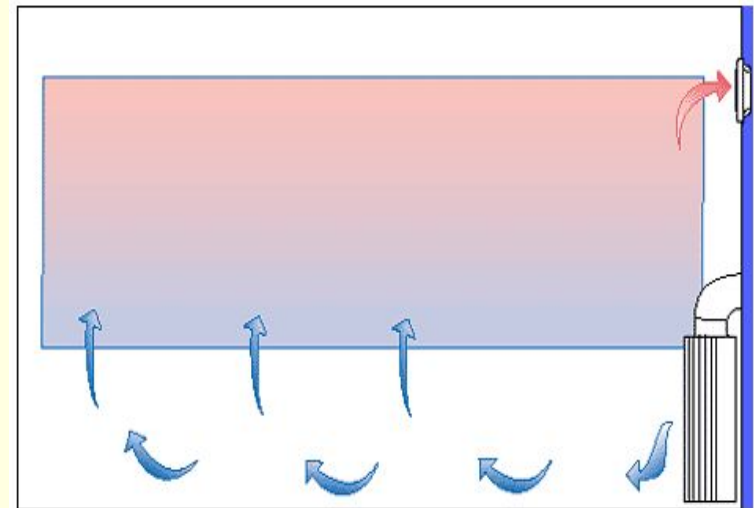


Способы воздухораспределения

Перемешивающая
вентиляция
(сверху-вверх)

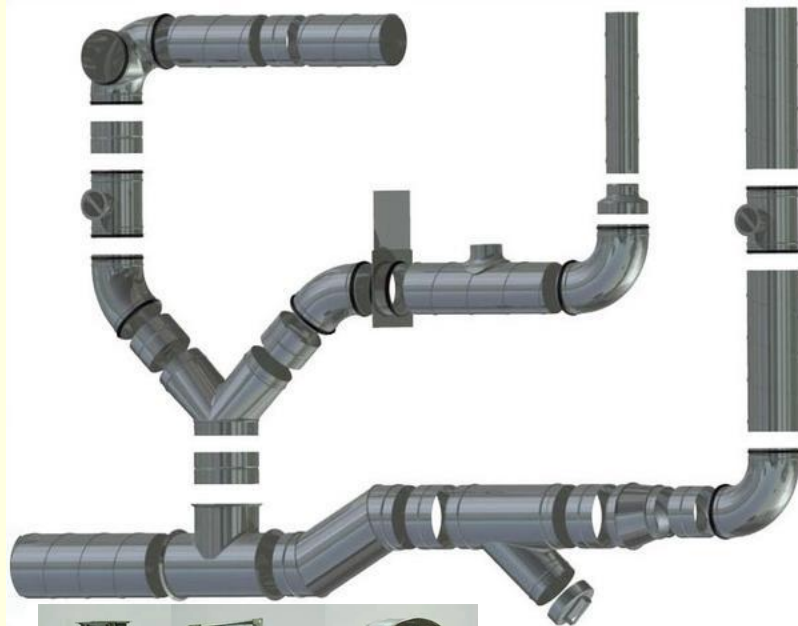


Вытесняющая
вентиляция
(снизу-вверх)

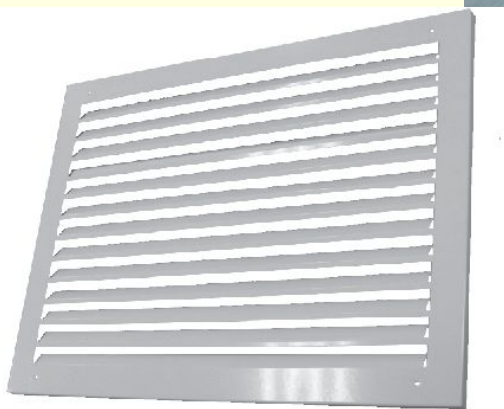


При расчетах вентиляции самым важным моментом является обеспечение того, что бы скорость воздуха в рабочей зоне не была слишком высокой, иначе возникает ощущение сквозняка.

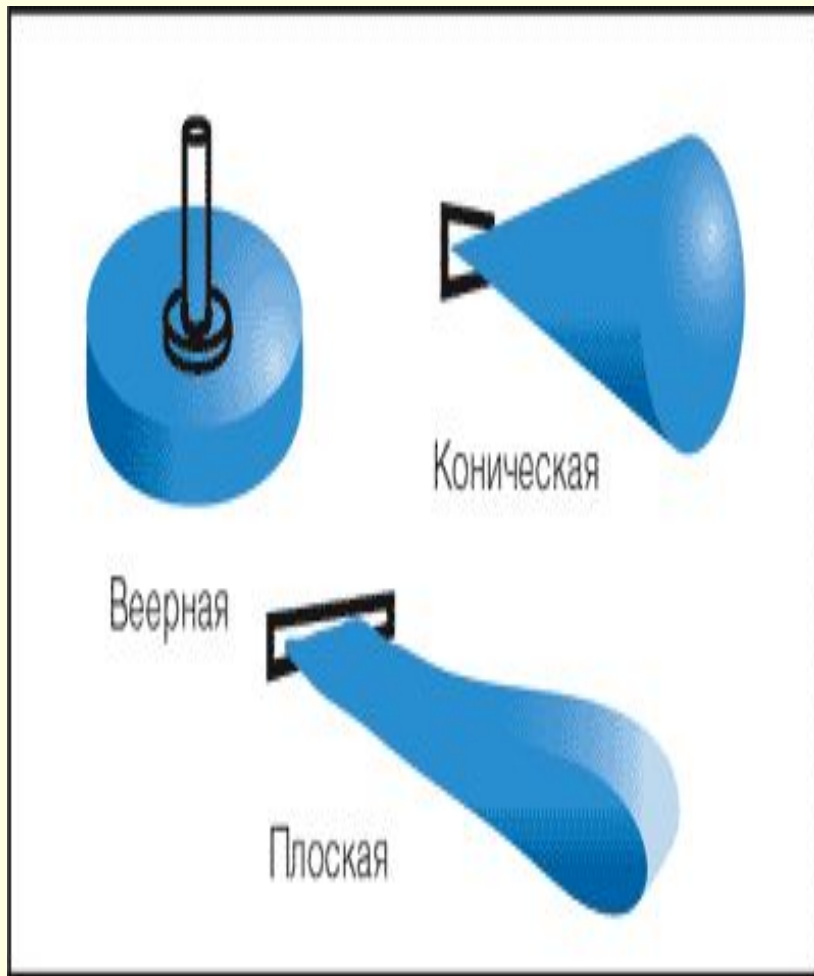
Воздухораспределительная сеть



Воздухораспределители



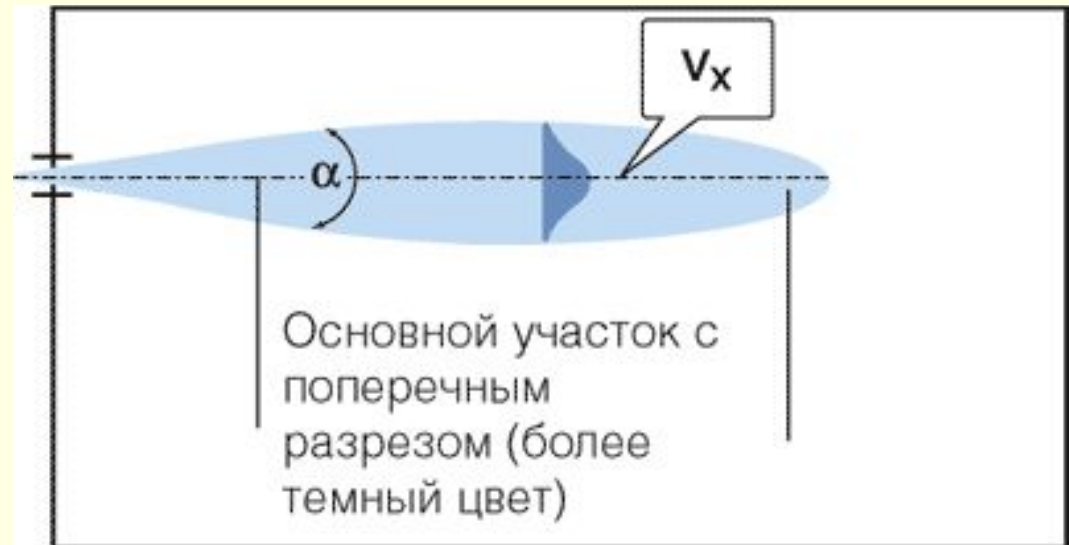
Типы воздушных струй



- Круглые или прямоугольные проходные отверстия создают компактную воздушную струю **конической** формы.
- Для того, чтобы воздушная струя была абсолютно **плоской**, проходное отверстие должно быть более чем в двадцать раз шире своей высоты или таким же широким, как помещение.
- Воздушные **веерные** струи получаются при прохождении через совершенно круглые проходные отверстия, где воздух может распространяться в любых направлениях, как в приточных диффузорах.

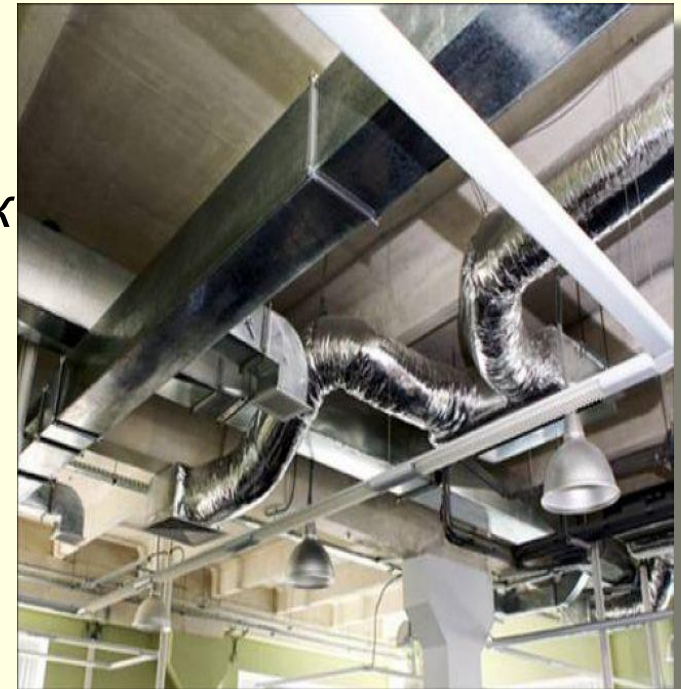
Воздушная струя

- На рисунке показана воздушная струя, которая формируется в случае, когда воздух принудительно подается в помещение через отверстие в стене. В результате появляется свободная воздушная струя. Если температура воздуха в струе, такая же, как и в помещении, она называется свободной изотермической струей.



Определение вентиляционного обмена

Воздухообменом называется количество вентиляционного воздуха, необходимое для обеспечения санитарно-гигиенического уровня воздушной среды помещений и одновременно удовлетворяющее (если помещение производственное) технологическим требованиям к воздушной среде производственных помещений.



Кратность воздухообмена

Кратностью воздухообмена K называется отношение воздухообмена, создаваемого в помещении, к внутреннему объему помещения, т. е.

$$L / V = K.$$

Эта величина показывает, сколько раз в течение часа весь объем помещения заполняется вводимым в помещение приточным воздухом. Расчет воздухообмена в помещении по кратности делают в случаях, когда точное определение количества выделяющейся вредности затруднительно. Экспериментально выявленный расчетный воздухообмен L для каких-либо помещений относят к их внутреннему объему V , тогда частное дает величину K кратности обмена, т. е. $K = L / V$.

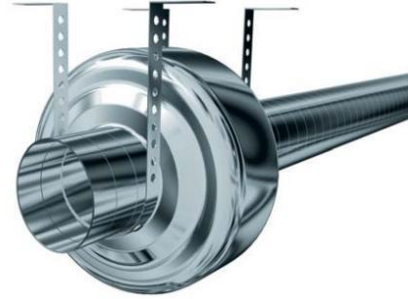
По кратности обмена определяют воздухообмен в помещениях общественных и промышленных зданий.

Количество наружного воздуха

Расчетный объем наружного воздуха следует определять как:

- минимальный, требуемый по санитарным нормам;
- необходимый для компенсации местных отсосов и создания подпора в кондиционируемом помещении;
- необходимый для ассимиляции теплоизбытков в помещении в холодный период года.

Вентиляционное оборудование



Вентиляционное оборудование



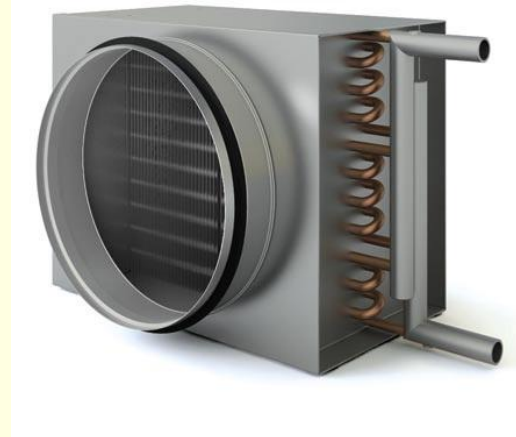
Заслонки и шиберы



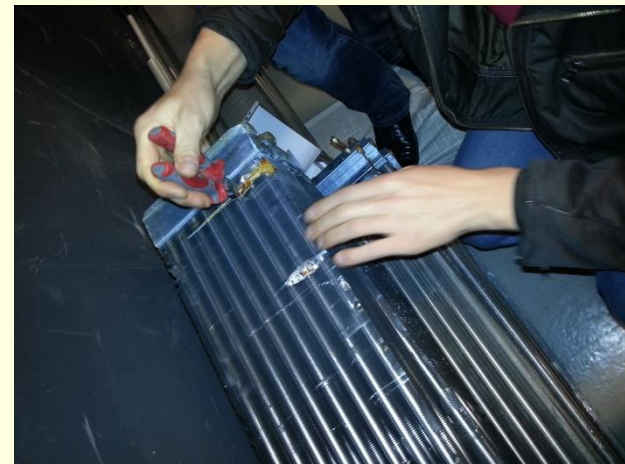
Фильтры



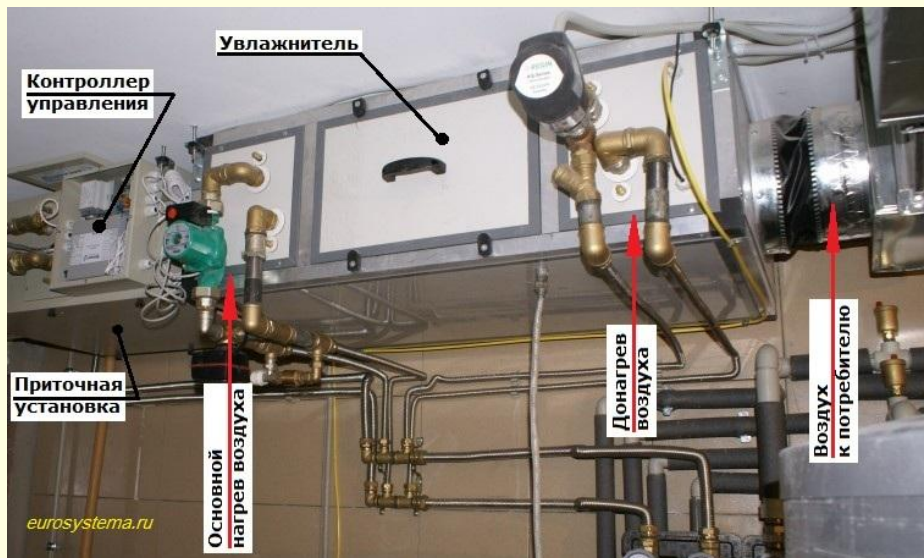
Теплообменное оборудование



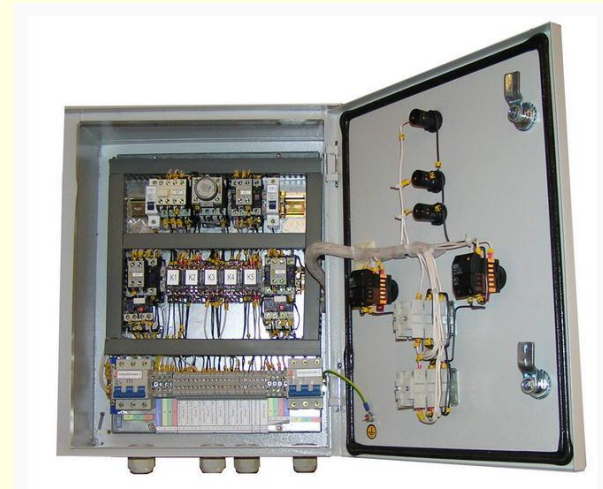
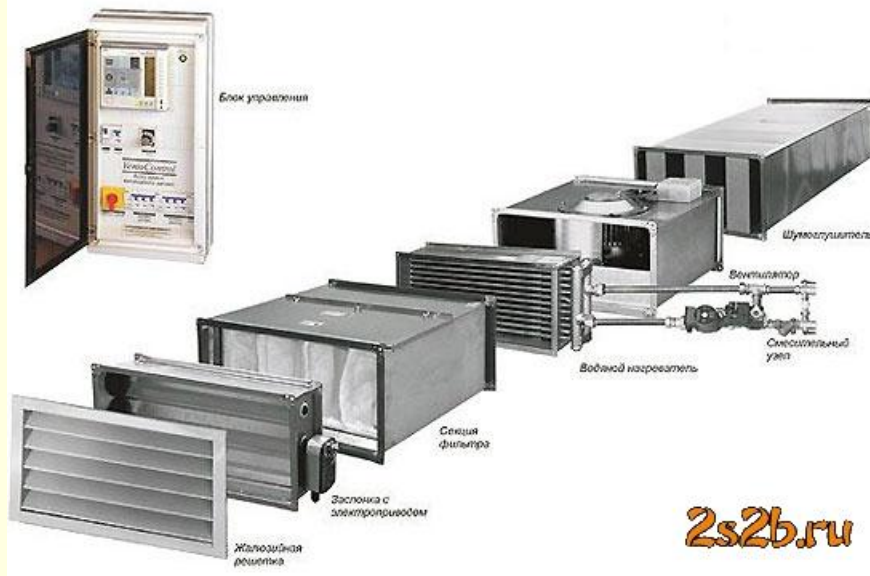
Теплообменное оборудование



Узлы обвязки



Системы управления (АОВ)



Увлажнители



Вентиляционное оборудование



Шумоглушители



Установки канального типа

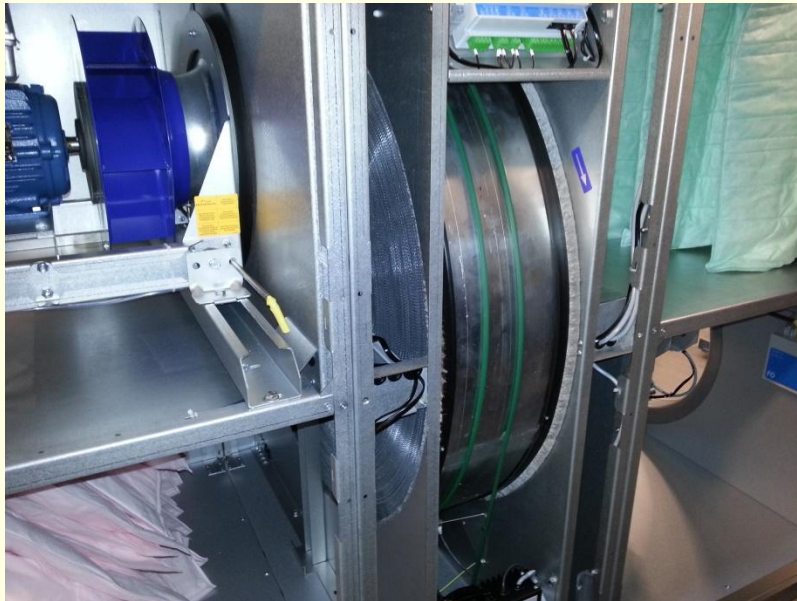


Центральный кондиционер



Центральный кондиционер предназначен для комплексного кондиционирования здания. Так как центральный кондиционер - это агрегат модульного типа, его функции могут быть разнообразны и обусловлены набором модулей. Часть из них самостоятельно обрабатывает воздух, часть функционирует при помощи остальных компонентов системы кондиционирования. Состав модулей подбирается в соответствии с текущими требованиями для каждого объекта индивидуально.

Центральные установки



Центральные установки



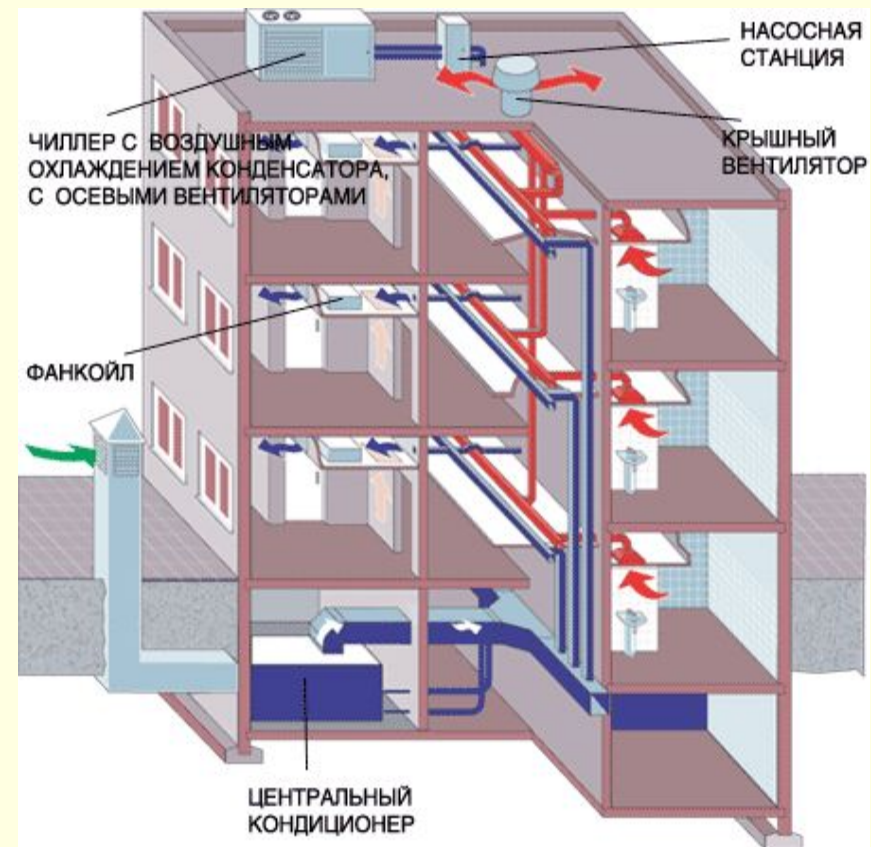
Центральные однозональные системы

- С постоянным расходом воздуха
- С переменным расходом воздуха (VAV-системы - variable air volume)



Центральные многозональные системы

Применяются при переменных нагрузках в обслуживаемых помещениях, а также при разных требованиях к параметрам микроклимата. Они более экономичны по сравнению с отдельными системами для каждой зоны, но обеспечивают точное поддержание только одного из параметров (чаще всего температуры).



Кондиционеры типа сплит

Сплит-система



Мультизональная система



Мульти-сплит система



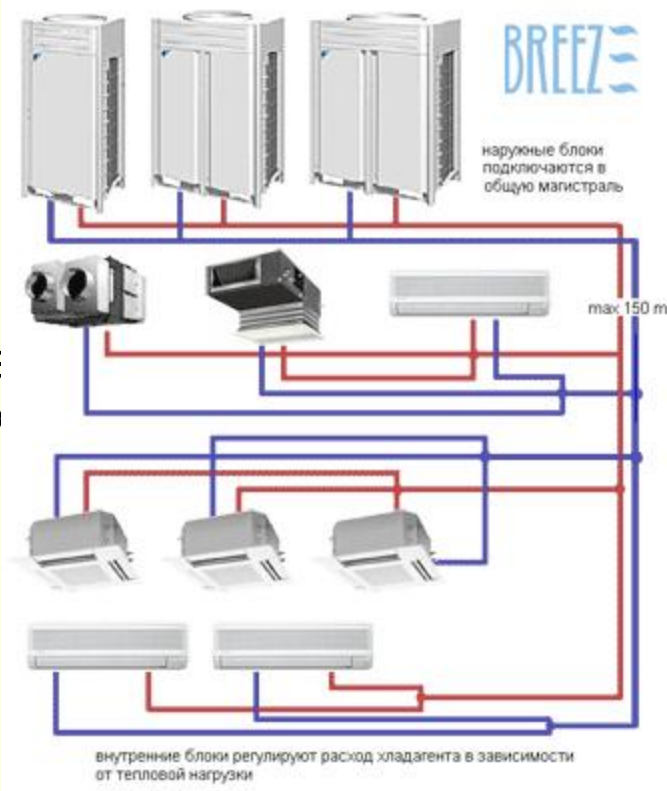
От английского *split* - разделять

Принципиальные отличия мульти-сплит от мультизональных систем

- В обычных мульти-сплит системах между внешним и каждым из внутренних блоков прокладывается отдельная фреоновая трасса. В мультизональных системах все блоки подключаются к единой системе трубопроводов, то есть к общей трассе из двух или трех медных труб подключается до 30 внутренних и 3 внешних блоков. Такое техническое решение позволяет упростить (удешевить и ускорить) монтажные работы, а так же дает возможность легко расширять систему в будущем.
- Максимальное расстояние между внутренним и наружным блоком (длина трубопровода) составляет 100 и более метров. Перепад высот между наружным и внутренним блоком (расстояние между блоками по вертикали) - 50 и более метров. Таким образом, стало возможным размещать наружный блок кондиционера в любом удобном месте - на крыше, в подвале или даже в нескольких десятках метров от дома.
- Управление внутренними блоками может производиться как с помощью индивидуальных беспроводных пультов (как и в обычных мульти-сплит системах), так и с помощью централизованного пульта управления, контролирующего режимы работы всех внутренних блоков и состояние системы в целом. Кроме этого, мультизональная система может управляться с помощью персонального компьютера.
- По сравнению с обычными кондиционерами, внутренние блоки мультизональных систем поддерживают заданную температуру с более высокой точностью - до $+0,5^{\circ}\text{C}$.

VRV и VRF - системы

- **Мультизональные сплит-системы** подразделяются на два типа: **VRV и VRF - системы**.
- VRV - Variable Refrigerant Volume, в переводе переменный расход холодильного агента (зарегистрированная торговая марка DAIKIN)
- VRF- Variable Refrigerant Flow, в переводе - переменный поток хладагента
В VRF-системе трубопровод состоит из двух трех труб, к которым подсоединены внутренние блоки. В двухтрубной системе кондиционеры могут работать только на обогрев или охлаждение, при трехтрубной системе кондиционеры могут и охлаждать и нагревать одновременно.

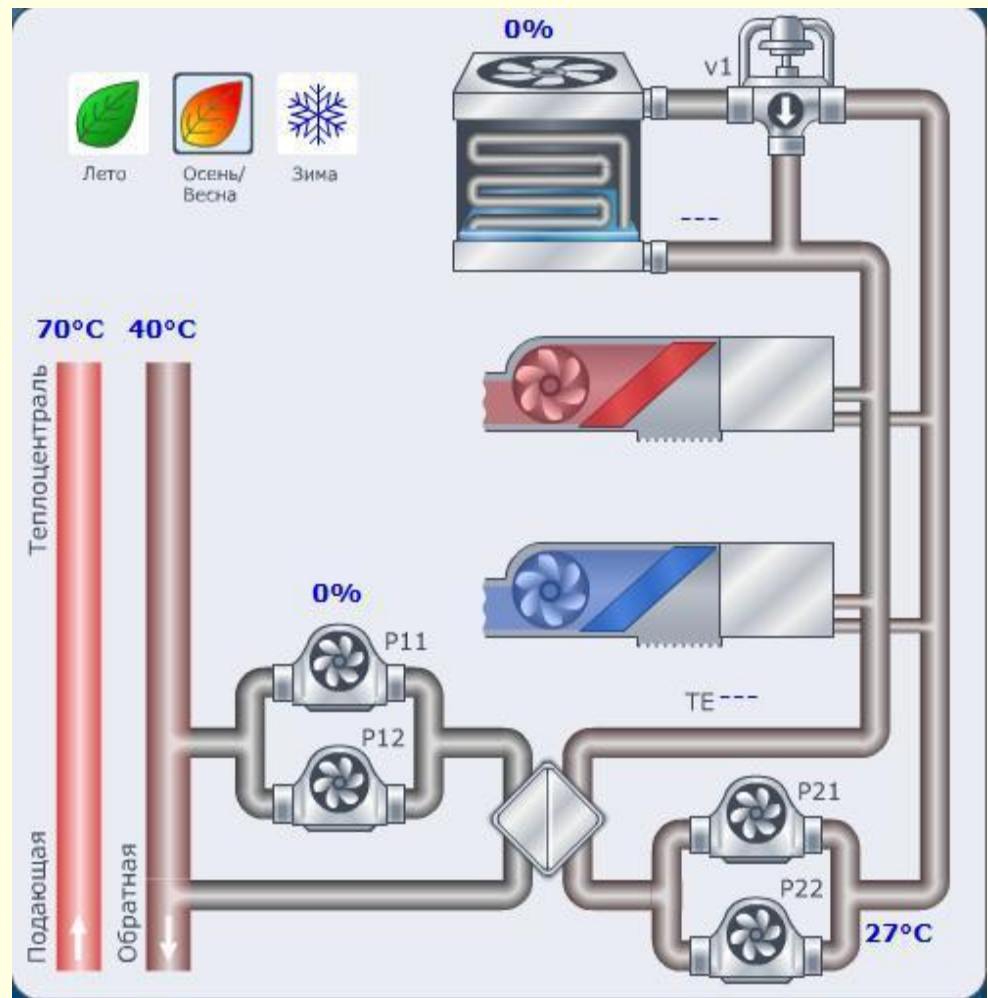


Системы кондиционирования с тепловыми насосами

- Тепловые насосы класса «вода – воздух» относительно хорошо известны в России; однако до сих пор они применялись очень редко и в основном в показательных проектах. Причина – они применялись в составе очень трудоемкой и дорогой геотермальной технологии. В США, которые производят около 60% всех тепловых насосов этого класса в мире, только около 30% этих насосов используются в составе геотермальной технологии. Основная часть выпускаемых установок используется в так называемых кольцевых контурах (water-loop heat pump system). Причина – простота и относительная дешевизна системы, сочетаемая с высокой энергетической эффективностью и высоким уровнем комфорта.

Принципиальная схема систем на базе ТНУ

Кольцевая водяная система состоит из некоторого количества автономных реверсивных кондиционирующих теплонасосных установок типа «вода-воздух», соединенных, как правило, в замкнутый гидравлический контур двумя трубопроводами – прямым и обратным.



Мероприятия по энергосбережению

На современном этапе ставятся следующие задачи:

- ❑ Нахождение компромиссных решений, обеспечивающих повышенную комфортность, снижение производительности систем ОВ и К, уменьшение стоимости систем и потребляемой энергии.
- ❑ Применение инновационных технологий в системах обеспечения микроклимата зданий
- ❑ Экономическое стимулирование строительства энергоэффективных зданий
- ❑ Индивидуальный и домовый учет потребления теплоты и воды



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!