

ВЕНТИЛЯЦИЯ В НАШЕЙ ЖИЗНИ



▶ Что такое вентиляция?

Вентиляцией называется совокупность мероприятий и устройств, используемых при организации воздухообмена для обеспечения заданного состояния воздушной среды в помещениях и на рабочих местах.

Системы вентиляции обеспечивают поддержание допустимых метеорологических параметров в помещениях различного назначения. Система вентиляции должна создавать в помещении воздушную среду, удовлетворяющую установленным гигиеническим нормам и технологическим требованиям.

▶ Для чего нужна вентиляция?

Мы постоянно находимся в воздушной среде и ежедневно вдыхаем и выдыхаем 20 000 л воздуха. Насколько пригоден вдыхаемый нами воздух для безопасной жизни? Существует ряд основных показателей, определяющих качество окружающей нас воздушной среды.

- ▶ **Содержание в воздухе кислорода и углекислого газа.** Уменьшение количества кислорода и увеличение углекислого газа вызывают духоту в помещениях.
- ▶ **Содержание в воздухе вредных веществ и пыли.** Повышенная концентрация в воздухе пыли, табачного дыма и других веществ негативно влияет на организм человека и может способствовать развитию различных легочных и кожных заболеваний.
- ▶ **Запахи.** Неприятные запахи создают дискомфорт или раздражают нервную систему.
- ▶ **Влажность воздуха.** Повышенная либо пониженная влажность вызывает неприятные ощущения, а у людей с заболеваниями дыхательных путей, кожи, может вызывать обострение болезней. Влажность важна также для обстановки помещений. Например, зимой от пониженной влажности двери, оконные рамы и мебель могут рассыхаться, а в помещениях с повышенной влажностью (например, бассейнах, ванных комнатах), наоборот, набухать.
- ▶ **Температура воздуха.** В помещении комфортной для человека считается температура 21-23°C. Повышение либо понижение этого показателя влияет на физическую и умственную активность, а также на состояние здоровья.
- ▶ **Подвижность воздуха.** Повышенная скорость воздуха в помещении вызывает ощущение сквозняка, а пониженная - приводит к застою воздуха. Находясь в помещении, мы ощущаем на себе воздействие любого из этих факторов.

▶ Организация системы вентиляции

Помочь в этой ситуации может правильно организованная система вентиляции. Система вентиляции обеспечит летом подачу фильтрованного, а зимой - еще и подогретого наружного воздуха, а также удаление загрязненного воздуха из помещений.

Любая схема вентиляции должна предусматривать одновременно приток наружного воздуха и вытяжку отработанного, обеспечивая баланс воздуха в помещении. При отсутствии или недостаточном притоке наружного воздуха в комнате уменьшается содержание кислорода, увеличивается влажность, запыленность. Если в здании нет вытяжки или она недостаточно эффективна, то из помещений не удаляются загрязненный воздух, запахи, влага, вредные вещества.

Немаловажным фактором для правильной организации вентиляции является то, что приток и вытяжка не могут работать отдельно. Необходимо учесть, что при наличии только вытяжки (например, в санузле установлен только вытяжной вентилятор), приточный воздух поступает из щелей в окнах, дверях, ограждающих конструкция. Этот неорганизованный приток воздуха ведет к проникновению пыли, запахов в помещение, к сквознякам.

Естественными источниками организованного притока воздуха для компенсации удаляемого из помещения воздуха могут быть установленные в дверях санузлов вентиляционные решетки, стенные или оконные проветриватели, открытые форточки, окна. Либо эти функции может исполнять система принудительной вентиляции, когда воздух в помещение поступает централизованно.

▶ Определение необходимого воздухообмена помещений.

Рекомендации к проектированию

Определение воздухообмена согласно кратности воздухообмена в помещении.

Количество вентиляционного воздуха определяется для каждого помещения отдельно с учетом наличия вредных примесей (веществ) или задается по результатам ранее проведенных исследований. Если характер и количество вредных примесей (веществ) не поддаются учету, воздухообмен определяется по кратности:

$$L = V_{\text{пом}} * K_p \quad (\text{м}^3/\text{ч}),$$

где $V_{\text{пом}}$ – объем помещения, м^3 ;

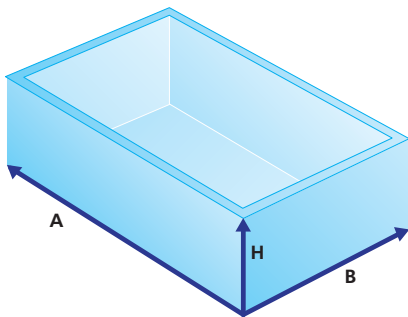
K_p – минимальная кратность воздухообмена, 1/ч., см. таблицу кратности воздухообмена.

Как определить объем помещения?

Необходимо рассчитать общий объем помещения в кубических метрах. Для этого используется простая формула:

Длина x ширина x высота = объем помещения м³

$$A \times B \times H = V \text{ (м}^3\text{)}$$



Например: помещение длиной 7 м, шириной 4 м и высотой 2,8 м. Для определения объема воздуха, необходимого для вентиляции этого помещения, рассчитываем объем комнаты: $7 \times 4 \times 2,8 = 78,4 \text{ м}^3$. Затем, используя приведенные ниже таблицы рекомендуемой кратности воздухообмена, определяем требуемую производительность вентилятора.

Определение воздухообмена в соответствии с количеством людей в помещении:

$$L = L_1 * N_L \text{ (м}^3\text{/ч)},$$

где L_1 – норма воздуха на одного человека, м³/ч*чел;

N_L – количество людей в помещении

20-25 м³/ч на одного человека при минимальной физической активности

45 м³/ч на одного человека при легкой физической работе

60 м³/ч на одного человека при тяжелой физической работе

Определение воздухообмена при выделении влаги:

$$L = \frac{D}{(d_v - d_n) * \rho} \text{ (м}^3\text{/ч)}$$

где D – количество выделяемой влаги, г/ч;

d_v – влагосодержание удаляемого воздуха, г воды/кг воздуха;

d_n – влагосодержание приточного воздуха, г воды/кг воздуха;

ρ – плотность воздуха, кг/м³ (при 20°C = 1,205 кг/м³);

Определение воздухообмена для удаления излишков тепла:

$$L = \frac{Q}{\rho * C_p * (t_v - t_n)} \text{ (м}^3\text{/ч)}$$

где Q – выделение в помещение тепла, кВт;

t_v – температура удаляемого воздуха, °C;

t_n – температура приточного воздуха, °C;

ρ – плотность воздуха, кг/м³ (при 20°C = 1,205 кг/м³);

C_p – теплоемкость воздуха, кДж/(кг·K) (при 20°C; $C_p = 1,005 \text{ кДж/(кг·K)}$)

Таблица кратностей воздухообмена:

Наименование помещения	Кратность воздухообмена	
Бытовые помещения	Жилая комната (в квартире или общежитии)	3 м³/ч на 1м² жилых помещений
	Кухня квартиры или общежития	6-8
	Ванная комната	7-9
	Душевая	7-9
	Туалет	8-10
	Прачечная (бытовая)	7
	Гардеробная комната	1,5
	Кладовая	1
	Гараж	4-8
	Погреб	4-6
Промышленные помещения и помещения большого объема	Театр, кинозал, конференц-зал	20-40 м³ на чел.
	Офисное помещение	5-7
	Банк	2-4
	Ресторан	8-10
	Бар, кафе, пивной зал, бильярдная	9-11
	Кухонное помещение в кафе, ресторане	10-15
	Универсальный магазин	1,5-3
	Аптека (торговый зал)	3
	Гараж и авторемонтная мастерская	6-8
	Туалет (общественный)	10-12 (или 100 м³ на 1 унитаз)
	Танцевальный зал, дискотека	8-10
	Комната для курения	10
	Серверная	5-10
	Спортивный зал	Не менее 80 м³ на 1 занимающегося и не менее 20 м³ на 1 зрителя
	Парикмахерская	
	До 5 рабочих мест	2
	Более 5 рабочих мест	3
Склад	1-2	
Прачечная	10-13	
Бассейн	10-20	
Промышленный красильный цех	25-40	
Механическая мастерская	3-5	
Школьный класс	3-8	

Определение воздухообмена в зависимости от предельно допустимой концентрации веществ:

$$L = \frac{G_{CO_2}}{y_{пдк} - y_n} \text{ (м}^3\text{/ч)}$$

где G_{CO_2} – количество выделяющегося CO₂, л/ч,

$y_{пдк}$ – предельно-допустимая концентрация CO₂ в удаляемом воздухе, л/м³,

y_n – содержание газа в приточном воздухе, л/м³.

Нормы допустимых концентраций CO_2 в воздухе, $\text{л}/\text{м}^3$

В местах постоянного пребывания людей (жилые комнаты)	1,0	
В больницах и детских учреждениях	0,7	
В местах временного пребывания людей (учреждения)	1,25	
В местах кратковременного пребывания людей (учреждения)	2,0	
В наружном воздухе:	Населенные пункты (село)	0,33
	Малые города	0,4
	Крупные города	0,5

▶ Что такое потеря давления?

Сопротивление прохождению воздуха в вентиляционной системе, в основном, определяется скоростью движения воздуха в этой системе. С увеличением скорости возрастает и сопротивление. Это явление называется потерей давления. Статическое давление, создаваемое вентилятором, обуславливает движение воздуха в вентиляционной системе, имеющей определенное сопротивление. Чем выше сопротивление такой системы, тем меньше расход воздуха, перемещаемый вентилятором. Расчет потерь на трение для воздуха в воздуховодах, а также сопротивление сетевого оборудования (фильтр, шумоглушитель, нагреватель, клапан и др.) может быть произведен с помощью соответствующих таблиц и диаграмм, указанных в каталоге. Общее падение давления можно рассчитать, просуммировав показатели сопротивления всех элементов вентиляционной системы.

Рекомендуемая скорость движения воздуха в воздуховодах:

Тип	Скорость воздуха, м/с
Магистральные воздуховоды	6,0 - 8,0
Боковые ответвления	4,0 - 5,0
Распределительные воздуховоды	1,5 - 2,0
Приточные решетки у потолка	1,0 - 3,0
Вытяжные решетки	1,5 - 3,0

Определение скорости движения воздуха в воздуховодах:

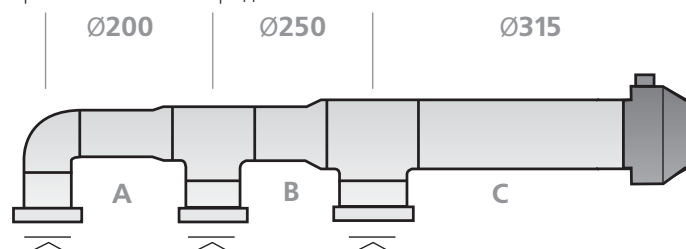
$$V = \frac{L}{3600 \cdot F} \quad (\text{м/сек})$$

где L – расход воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$;

F – площадь сечения канала, м^2 ;

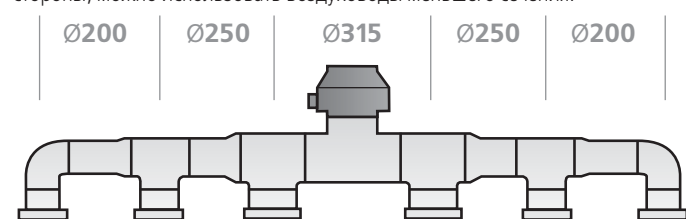
Рекомендация 1.

Потеря давления в системе воздуховодов может быть снижена за счет увеличения сечения воздуховодов, обеспечивающих относительно одинаковую скорость воздуха во всей системе. На изображении мы видим, как можно обеспечить относительно одинаковую скорость воздуха в сети воздуховодов при минимальной потере давления.



Рекомендация 2.

В системах с большой протяженностью воздуховодов и большим количеством вентиляционных решеток целесообразно размещать вентилятор в середине вентиляционной системы. Такое решение обладает несколькими преимуществами. С одной стороны, снижаются потери давления, а с другой стороны, можно использовать воздуховоды меньшего сечения.



Пример расчета вентиляционной системы:

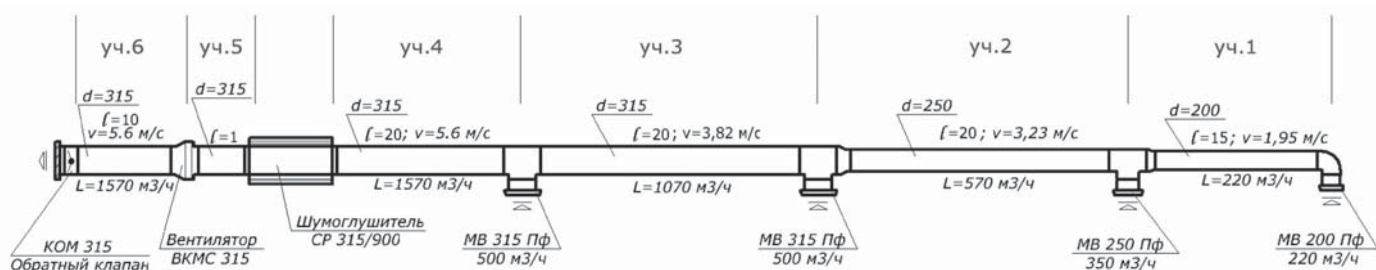
Расчет необходимо начать с составления эскиза системы с указанием мест расположения воздуховодов, вентиляционных решеток, вентиляторов, а также длин участков воздуховодов между тройниками, затем определить расход воздуха на каждом участке сети.

Выясним потери давления для участков 1-6, воспользовавшись графиком потери давления в круглых воздуховодах, определим необходимые диаметры воздуховодов и потерю давления в них при условии, что необходимо обеспечить допустимую скорость движения воздуха.

Участок 1: расход воздуха будет составлять $220 \text{ м}^3/\text{ч}$. Принимаем диаметр воздуховода равным 200 мм , скорость – $1,95 \text{ м/с}$, потеря давления составит $0,2 \text{ Па/м} \times 15 \text{ м} = 3 \text{ Па}$ (см. диаграмму определение потерь давления в воздуховодах).

Участок 2: повторим те же расчеты, не забыв, что расход воздуха через этот участок уже будет составлять $220+350=570 \text{ м}^3/\text{ч}$. Принимаем диаметр воздуховода равным 250 мм , скорость – $3,23 \text{ м/с}$. Потеря давления составит $0,9 \text{ Па/м} \times 20 \text{ м} = 18 \text{ Па}$.

Участок 3: расход воздуха через этот участок будет составлять $1070 \text{ м}^3/\text{ч}$. Принимаем диаметр воздуховода равным 315 мм , скорость $3,82 \text{ м/с}$. Потеря давления составит $1,1 \text{ Па/м} \times 20 = 22 \text{ Па}$.



Участок 4: расход воздуха через этот участок будет составлять 1570 м³/ч. Принимаем диаметр воздуховода равным 315 мм, скорость – 5,6 м/с. Потеря давления составит 2,3 Па x 20 = 46 Па.

Участок 5: расход воздуха через этот участок будет составлять 1570 м³/ч. Принимаем диаметр воздуховода равным 315 мм, скорость 5,6 м/с. Потеря давления составит 2,3 Па/м x 1 = 2,3 Па.

Участок 6: расход воздуха через этот участок будет составлять 1570 м³/ч. Принимаем диаметр воздуховода равным 315 мм, скорость 5,6 м/с. Потеря давления составит 2,3 Па x 10 = 23 Па. Суммарная потеря давления в воздуховодах будет составлять 114,3 Па.

Когда расчет последнего участка завершен, необходимо определить потери давления в сетевых элементах: в шумоглушителе СР 315/900 (16 Па) и в обратном клапане КОМ 315 (22 Па). Также определим потерю давления в отводах к решеткам (сопротивление 4-х отводов в сумме будут составлять 8 Па).

Определение потерь давления на изгибах воздуховодов

График позволяет определить потери давления в отводе, исходя из величины угла изгиба, диаметра и расхода воздуха.

Пример. Определим потерю давления для отвода 90° диаметром 250 мм при расходе воздуха 500 м³/ч. Для этого найдем пересечение вертикальной линии, соответствующей нашему расходу воздуха, с наклонной чертой, характеризующей диаметр 250 мм, и на вертикальной черте слева для отвода в 90° находим величину потери давления, которая составляет 2Па.

Принимаем к установке потолочные диффузоры серии ПФ, сопротивление которых, согласно графику, будет составлять 26 Па.

Теперь просуммируем все величины потери давления для прямых участков воздуховодов, сетевых элементов, отводов и решеток. Искомая величина 186,3 Па.

Мы рассчитали систему и определили, что нам нужен вентилятор, удаляющий 1570 м³/ч воздуха при сопротивлении сети 186,3 Па. Учитывая требуемые для работы системы характеристики нас устроит вентилятор ВЕНТС ВКМС 315.

