

Вентиляция дома. Классификация и расчет систем вентиляции дома

В этой статье будет рассмотрено назначение и классификация систем вентиляции для жилых помещений. Мы расскажем как произвести расчет системы вентиляции и приведем пример расчета систем вентиляции. Рассмотрим как проверить работает ли вентиляция и дадим подробную методику расчета систем вентиляции.

Содержание:

Классификация систем вентиляции

Виды систем вентиляции по функциональному назначению

Виды систем вентиляции по способу побуждения движения воздуха

Виды систем вентиляции по способу перемещения воздуха

Чем грозит некачественная вентиляция

Как проверить работает ли Ваша вентиляция

Расчет воздухообмена

Расчет по площади помещения

Расчет по санитарно-гигиеническим нормам

Расчет по кратностям

Пример 1. Расчет по кратностям

Пример 2. Расчет по санитарным нормам

Пример 3. Расчет по площади помещения

Сравнение расчетов

Подбор сечения воздуховода

Общие требования к системам вентиляции

Строительная Компания г. Киев ООО «Телеос-Буд» www.teleos.kiev.ua Предоставляет качественные комплексные Строительные услуги в Киеве, Днепропетровске и их областях. Строительство коттеджей, Ремонт квартир, Ремонт офисов, кафе и ресторанов. От Проектирования и до развешивания картин. Звоните и делайте заказ на проведение строительных работ с Комфортом!

Классификация систем вентиляции.

Системы вентиляции жилых и общественных зданий, можно классифицировать по трем категориям: по функциональному назначению, по способу побуждения движения воздуха и по способу перемещения воздуха.

Виды систем вентиляции по функциональному назначению:

1. приточная система вентиляции (система вентиляции, которая обеспечивает подачу в помещение свежего воздуха);
2. вытяжная система вентиляции (система вентиляции, которая удаляет из помещения отработанный воздух);

3. рециркуляционная система вентиляции (система вентиляции, которая обеспечивает подачу в помещение свежего воздуха с частичным подмесом вытяжного воздуха).

Виды систем вентиляции по способу побуждения движения воздуха:

1. с механическим или искусственным (это системы вентиляции, в которых перемещение воздуха осуществляется с помощью вентилятора);
2. с природным или естественным (перемещение воздуха осуществляется за счет действия гравитационных сил).

Виды систем вентиляции по способу перемещения воздуха:

1. канальные (перемещение воздуха осуществляется по сети воздуховодов и каналов);
2. безканальные (воздух попадает в помещение не организовано, через неплотности оконных проемов, открытые окна, двери).

Чем грозит некачественная вентиляция?

Если в доме недостаточный приток, то в помещении будет наблюдаться недостаток кислорода, повышенная влажность или сухость (в зависимости от времени года) и запыленность.



Запотевание окон при недостаточной вентиляции

Если же в доме недостаточная вытяжка, то будет наблюдаться повышенная влажность, жирная копоть на стенах кухни, запотевание окон в зимний период, возможен грибок на стенах, особенно ванной комнаты и туалете, а также стенах покрытых обоями.



Грибок на обоях при недостаточной вентиляции

И как следствие повышение риска заболевания сердечнососудистой и дыхательной системы. Кроме того, большая часть мебели и отделочных материалов постоянно выделяет в воздух опасные химические соединения. Их ПДК (предельно допустимые концентрации) в санитарно-гигиенических заключениях на данную мебель и отделочные материалы задается из условий соблюдения норм вентиляции. И чем хуже работает вентиляция, тем сильнее возрастает концентрация данных вредностей в воздухе дома.

Поэтому от обеспечения должной вентиляции напрямую зависит здоровье жильцов дома.

Строительная Компания г. Киев ООО «Телеос-Буд» www.teleos.kiev.ua Предоставляет качественные комплексные Строительные услуги в Киеве, Днепропетровске и их областях. Строительство коттеджей, Ремонт квартир, Ремонт офисов, кафе и ресторанов. От Проектирования и до развешивания картин. Звоните и делайте заказ на проведение строительных работ с Комфортом!

Как проверить работает ли Ваша вентиляция?

В первую очередь, вы можете проверить, работает ли вытяжка. Для этого поднесите зажигалку или листок бумаги к вентиляционной решетке, установленной в стене ванной комнаты или на кухне. Если пламя (или листок бумаги) отогнулось в сторону



решетки, то тяга есть, вытяжка рабочая. Если нет, то канал перекрыт, например забился, листьями через воздуховод. Если же у Вас квартира, то его могли перекрыть соседи, делая перепланировку помещений. Поэтому первая ваша задача обеспечить тягу в вентиляционном канале.

Проверка вентиляции на наличие тяги

Если тяга есть, но она не постоянная, и над или под Вами живут соседи. В таком случае к Вам может перетекать воздух, из соседских помещений неся за собой и запахи. В данной ситуации необходимо оснащать вытяжку обратным клапаном или автоматическим жалюзи, которое закрывается при обратной тяге.

Как проверить достаточное ли у Вас сечение вытяжки, мы рассмотрим дальше.

Строительная Компания г. Киев ООО «Телеос-Буд» www.teleos.kiev.ua Предоставляет качественные комплексные Строительные услуги в Киеве, Днепропетровске и их областях. Строительство коттеджей, Ремонт квартир, Ремонт офисов, кафе и ресторанов. От Проектирования и до развешивания картин. Звоните и делайте заказ на проведение строительных работ с Комфортом!

Расчет воздухообмена.

Для того чтобы выбрать необходимую нам систему вентиляции, нужно знать, сколько же воздуха надо подавать или удалять с того или иного помещения. Простыми словами, необходимо узнать воздухообмен в помещении или в группе помещений. Это даст понять как рассчитать систему вентиляции, выбрать тип и модель вентилятора и произвести расчет воздуховодов.

Строительная Компания г. Киев ООО «Телеос-Буд» www.teleos.kiev.ua Предоставляет качественные комплексные Строительные услуги в Киеве, Днепропетровске и их областях. Строительство коттеджей, Ремонт квартир, Ремонт офисов, кафе и ресторанов. От Проектирования и до развешивания картин. Звоните и делайте заказ на проведение строительных работ с Комфортом!

Существует много вариантов как рассчитать воздухообмен, например, на удаление излишков тепла, на удаление влаги, на разбавление загрязнений до ПДК (предельно допустимой концентрации). Все они требуют специальных знаний, умения пользоваться таблицами и диаграммами. Следует отметить, что существуют государственные нормативные документы, такие как СанПины, ГОСТы, СНиПы и ДБНы, в которых четко определено, какие должны быть системы вентиляции в тех или иных помещениях, какое оборудование должно в них использоваться и где оно должно располагаться. А также, какое количество воздуха, с какими параметрами и по какому принципу должно в них подаваться и удаляться. При проектировании систем вентиляции каждый инженер проводит расчеты согласно вышеупомянутых норм. Для расчета воздухообмена в жилых помещениях мы также будем

руководствоваться этими нормами и воспользуемся двумя самыми простыми методами нахождения воздухообмена: по площади помещения, по санитарно-гигиеническим нормам и воздухообмен по кратностям.

Расчет по площади помещения.

Это самый простой расчет. Расчет вентиляции по площади делается на основании того, что для жилых помещений нормы регламентируют подавать 3 м³/час свежего воздуха на 1 м² площади помещения, независимо от количества людей.

Расчет по санитарно-гигиеническим нормам.

По санитарным нормам для общественных и административно-бытовых зданий на одного постоянно пребывающего в помещении человека необходимо 60 м³/час свежего воздуха, а на одного временного 20 м³/час.

Расчет по кратностям.

В нормативном документе, а именно в *табл. 4 ДБН В.2.2-15-2005 «Жилые здания»* есть таблица с приведенными кратностями по помещениям (табл. 1), их мы и будем использовать в данном расчете.

Таблица 1. Кратности воздухообмена в помещениях жилых зданий.				
Помещения	Расчетная температура зимой, °С	Требования к воздухообмену		
		Приток	Вытяжка	
Общая комната, спальня, кабинет	20	1-кратный	--	
Кухня	18	-	По воздушному балансу квартиры, но не менее, м ³ /час	90
Кухня-столовая	20	1-кратный		25
Ванная	25	-		50
Уборная	20	-		50
Совмещенный санузел	25	-		50
Бассейн	25	По расчету		
Помещение для стиральной машины в квартире	18	-	0,5-кратный	
Гардеробная для чистки и глажения одежды	18	-	1,5-кратный	
Вестибюль, общий коридор, лестничная клетка, прихожая квартиры	16	-	-	
Помещение дежурного персонала (консьержа/консьержки)	18	1-кратный	-	
Незадымляемая лестничная клетка	14	-	-	

Машинное помещение лифтов	14	-	0,5-кратный
Мусоросборная камера	5	-	1-кратный
Гараж-стоянка	5	-	По расчету
Электрощитовая	5	-	0,5-кратный

Кратность воздухообмена - это величина, значение которой показывает, сколько раз в течение одного часа воздух в помещении полностью заменяется на новый. Она напрямую зависит от конкретного помещения (его объема). То есть, однократный воздухообмен это когда в течение часа в помещение подали свежий и удалили «отработанный» воздух в количестве равном одному объему помещения; 0,5 кратный воздухообмен - половину объема помещения. В этой таблице в двух последних колонках указаны кратности и требования к воздухообмену в помещениях по притоку и вытяжке воздуха соответственно. Итак, формула расчета вентиляции, включающая нужное количество воздуха выглядит так:

$$L = n \cdot V \text{ (м}^3/\text{час)}, \text{ где}$$

n - нормируемая кратность воздухообмена, час⁻¹;

V - объём помещения, м³.

Когда мы считаем воздухообмен для группы помещений в пределах одного здания (к примеру, жилая квартира) или для здания в целом (коттедж), их нужно рассматривать как единый воздушный объём. Этот объём должен отвечать условию $\sum L_{\text{пр}} = \sum L_{\text{выт}}$. То есть, какое количество воздуха мы подаём, такое же должны и удалить.

Таким образом, **последовательность расчета вентиляции по кратностям** следующая:

1. Считаем объем каждого помещения в доме (объем=высота*длина*ширина).
2. Подсчитываем для каждого помещения объем воздуха по формуле: $L = n \cdot V$.

Для этого предварительно выбираем из таблицы 1 норму по кратности воздухообмена для каждого помещения. Для большинства помещений нормируется только приток или только вытяжка. Для некоторых, например кухня-столовая и то и другое. Прочерк означает, что в данное помещение не нужно подавать (удалять) воздух.

Для тех помещений, для которых в таблице вместо значения кратности воздухообмена указан минимальный воздухообмен (например, $\geq 90 \text{ м}^3/\text{ч}$ для кухни), считаем требуемый воздухообмен равным этому рекомендуемому. В самом конце расчета, если уравнение баланса ($\sum L_{\text{пр}}$ и $\sum L_{\text{выт}}$) у нас не сойдется, то значения воздухообмена для данных комнат мы можем увеличивать до требуемой цифры.

Если в таблице нет какого-либо помещения, то норму воздухообмена для него считаем, учитывая что для жилых помещений нормы регламентируют подавать $3 \text{ м}^3/\text{час}$ свежего воздуха на 1 м^2 площади помещения. Т.е. считаем воздухообмен для таких помещений по формуле: $L = S_{\text{помещения}} \cdot 3$.

Все значения L округляем до 5 в большую сторону, т.е. значения должны быть кратны 5.

- Суммируем отдельно L тех помещений, для которых нормируется приток воздуха, и отдельно L тех помещений, для которых нормируется вытяжка. Получаем 2 цифры: $\Sigma L_{\text{пр}}$ и $\Sigma L_{\text{выт}}$
- Составляем уравнение баланса $\Sigma L_{\text{пр}} = \Sigma L_{\text{выт}}$.

Если $\Sigma L_{\text{пр}} > \Sigma L_{\text{выт}}$, то для увеличения $\Sigma L_{\text{выт}}$ до значения $\Sigma L_{\text{пр}}$ увеличиваем значения воздухообмена для тех помещений, для которых мы в 3 пункте приняли воздухообмен равным минимально допустимому значению.

Рассмотрим расчеты на примерах.

Пример 1. Расчет по кратностям.

Есть дом площадью 140 м^2 с помещениями: кухня ($s_1=20 \text{ м}^2$), спальня ($s_2=24 \text{ м}^2$), кабинет ($s_3=16 \text{ м}^2$), гостиная ($s_4=40 \text{ м}^2$), коридор ($s_5=8 \text{ м}^2$), санузел ($s_6=2 \text{ м}^2$), ванная ($s_7=4 \text{ м}^2$), высота потолков $h=3,5 \text{ м}$. Нужно составить воздушный баланс дома.

- Находим объёмы помещений по формуле $V=s_n \cdot h$, они составят $V_1=70 \text{ м}^3$, $V_2=84 \text{ м}^3$, $V_3=56 \text{ м}^3$, $V_4=140 \text{ м}^3$, $V_5=28 \text{ м}^3$, $V_6=7 \text{ м}^3$, $V_7=14 \text{ м}^3$.
- Теперь посчитаем нужное количество воздуха по кратностям (формула $L=n \cdot V$) и запишем в таблицу, предварительно округлив единичную часть до пяти в большую сторону. При расчете кратность n берем с таблицы 1, получаем следующие значения нужного количества воздуха L :

Таблица 2.		
Помещения	$L_{\text{пр}}, \text{ м}^3/\text{час}$	$L_{\text{выт}}, \text{ м}^3/\text{час}$
Кухня	-	≥ 90
Спальня	85	-
Кабинет	60	-
Гостинная	120	-
Коридор	-	-
Санузел	-	≥ 50
Ванная	-	≥ 25
Σ	$\Sigma L_{\text{пр}}$	$L_{\text{выт}}$

Гостинная. В таблице 1 нет позиции, которая регламентировала бы кратность воздухообмена в помещении Гостиной. Поэтому норму воздухообмена для него считаем, учитывая что для жилых помещений нормы регламентируют подавать $3 \text{ м}^3/\text{час}$ свежего воздуха на 1 м^2 площади помещения. Т.е. считаем по формуле: $L=S_{\text{помещения}} \cdot 3$.

Таким образом, $L_{\text{пр.гостинная}} = S_{\text{гостинная}} \cdot 3 = 40 \cdot 3 = 120 \text{ м}^3/\text{час}$.

- Суммируем отдельно L тех помещений, для которых нормируется приток воздуха, и отдельно L тех помещений, для которых нормируется вытяжка.

$$\Sigma L_{\text{прит}}=85+60+120=265 \text{ м}^3/\text{час}$$

$$\Sigma L_{\text{выт}}= 90+50+25=165 \text{ м}^3/\text{час}$$

4. Составим уравнение воздушного баланса. Как видим $\Sigma L_{\text{прит}} > \Sigma L_{\text{выт}}$, поэтому увеличиваем значение $L_{\text{выт}}$ того помещения, где мы взяли значение воздухообмена равным минимально допустимому. У нас такие все три помещения (кухня, су, ванная). Увеличим $L_{\text{выт}}$ для кухни до значения $L_{\text{выт}} \text{ кухн}=190$. Таким образом, суммарное $\Sigma L_{\text{выт}}=265 \text{ м}^3/\text{час}$. Условие таблицы 1 (табл. 4 ДБН В.2.2-15-2005 «Жилые здания») выполнено. $\Sigma L_{\text{пр}} = \Sigma L_{\text{выт}}$.

Нужно заметить, что в помещениях ванны, санузла и кухни мы организовываем только вытяжку, без притока, а в помещениях спальни, кабинета и гостиной только приток. Это для предотвращения перетекания вредностей в виде неприятных запахов в жилые помещения. Также, это видно по таблице 1, в ячейках притока напротив этих помещений стоят прочерки.

Пример 2. Расчет по санитарным нормам.

Условия остаются прежние. Только добавим информацию, что в доме живут 2 человека, и проведем расчет по санитарным нормам.

Напомню, что по санитарным нормам на одного постоянно пребывающего в помещении человека необходимо $60 \text{ м}^3/\text{час}$ свежего воздуха, а на одного временного $20 \text{ м}^3/\text{час}$.

Получим, что для спальни $L_2=2*60=120 \text{ м}^3/\text{час}$, для кабинета примем одного постоянного жителя и одного временного $L_3=1*60+1*20=80 \text{ м}^3/\text{час}$. Для гостиной принимаем двух постоянных жителей и двух временных (как правило, количество постоянных и временных людей, определяется техническим заданием заказчика) $L_4=2*60+2*20=160 \text{ м}^3/\text{час}$, запишем полученные данные в таблицу.

Таблица 3		
Помещение	$L_{\text{пр}}, \text{ м}^3/\text{час}$	$L_{\text{выт}}, \text{ м}^3/\text{час}$
Кухня	-	≥ 90
Спальня	120	120
Кабинет	80	80
Гостинная	160	160
Коридор	-	-
Санузел	-	≥ 50
Ванная	-	≥ 25
Σ	360	525

Составив уравнение воздушных балансов $\Sigma L_{\text{пр}} = \Sigma L_{\text{выт}}$: $360 < 525 \text{ м}^3/\text{час}$, видим, что количество вытяжного воздуха превышает приточный на $\Delta L=165 \text{ м}^3/\text{час}$. Поэтому количество приточного воздуха необходимо увеличить на $165 \text{ м}^3/\text{час}$. Поскольку помещения спальни, кабинета и гостиной сбалансированы то воздух необходимый для санузла, ванны и кухни можно подать в помещение смежное с ними, к примеру, в коридор, т.е. в таблицу добавится $L_{\text{прит.коридор}}=165 \text{ м}^3/\text{час}$. Из коридора воздух

будет перетекать в ванную, санузел и кухню, а оттуда посредством вытяжных вентиляторов (если они установлены) или естественной тяги удалятся из квартиры. Такое перетекание необходимо для предотвращения распространения неприятных запахов и влаги. Таким образом, уравнение воздушных балансов $\sum L_{\text{пр}} = \sum L_{\text{выт}}$: $525 = 525 \text{ м}^3/\text{час}$ - выполняется.

Пример 3. Расчет по площади помещения.

Данный расчет сделаем, учитывая что для жилых помещений нормы регламентируют подавать $3 \text{ м}^3/\text{час}$ свежего воздуха на 1 м^2 площади помещения. Т.е. считаем воздухообмен по формуле: $\sum L = \sum L_{\text{пр}} = \sum L_{\text{выт}} = \sum S_{\text{помещения}} \cdot 3$.

$$\sum L_{\text{выт}} = 114 \cdot 3 = 342 \text{ м}^3/\text{час}.$$

Сравнение расчетов.

Как мы видим варианты расчетов отличаются количеством воздуха ($\sum L_{\text{выт}1} = 265 \text{ м}^3/\text{час} < \sum L_{\text{выт}3} = 342 \text{ м}^3/\text{час} < \sum L_{\text{выт}2} = 525 \text{ м}^3/\text{час}$). Все три варианта являются правильными согласно норм. Однако, первый третий более простые и дешевые в реализации, а второй дороже, но создает более комфортные условия для человека. Как правило, при проектировании выбор варианта расчета зависит от желания заказчика, точнее от его бюджета.

Подбор сечения воздуховода.

Теперь, когда мы посчитали воздухообмен, можем выбрать схему реализации системы вентиляции и произвести расчет воздуховодов системы вентиляции.

В системах вентиляции используют два типа жестких воздуховодов - круглые и прямоугольные. В прямоугольных воздуховодах, для уменьшения потерь давления и снижению шума, соотношение сторон должно не превышать значение три к одному (3:1). При выборе сечения воздуховодов нужно руководствоваться тем, что скорость в магистральном воздуховоде должна быть до 5 м/с , а в ответвлениях до 3 м/с . Рассчитать размеры сечения воздуховода можно определяются по диаграмме приведенной ниже.

Строительная Компания г. Киев ООО «Телеос-Буд» www.teleos.kiev.ua Предоставляет качественные комплексные Строительные услуги в Киеве, Днепропетровске и их областях. Строительство коттеджей, Ремонт квартир, Ремонт офисов, кафе и ресторанов. От Проектирования и до развешивания картин. Звоните и делайте заказ на проведение строительных работ с Комфортом!

Диаграмма зависимости сечения воздуховодов от скорости и расхода воздуха

На диаграмме горизонтальные линии отображают значение расхода воздуха, а вертикальные линии - скорость. Косые линии соответствуют размерам воздуховодов.

Подбираем сечение ответвлений магистрального воздуховода (которые заходят непосредственно в каждую комнату) и самого магистрального воздуховода для подачи воздуха расходом $L = 525 \text{ м}^3/\text{час}$.

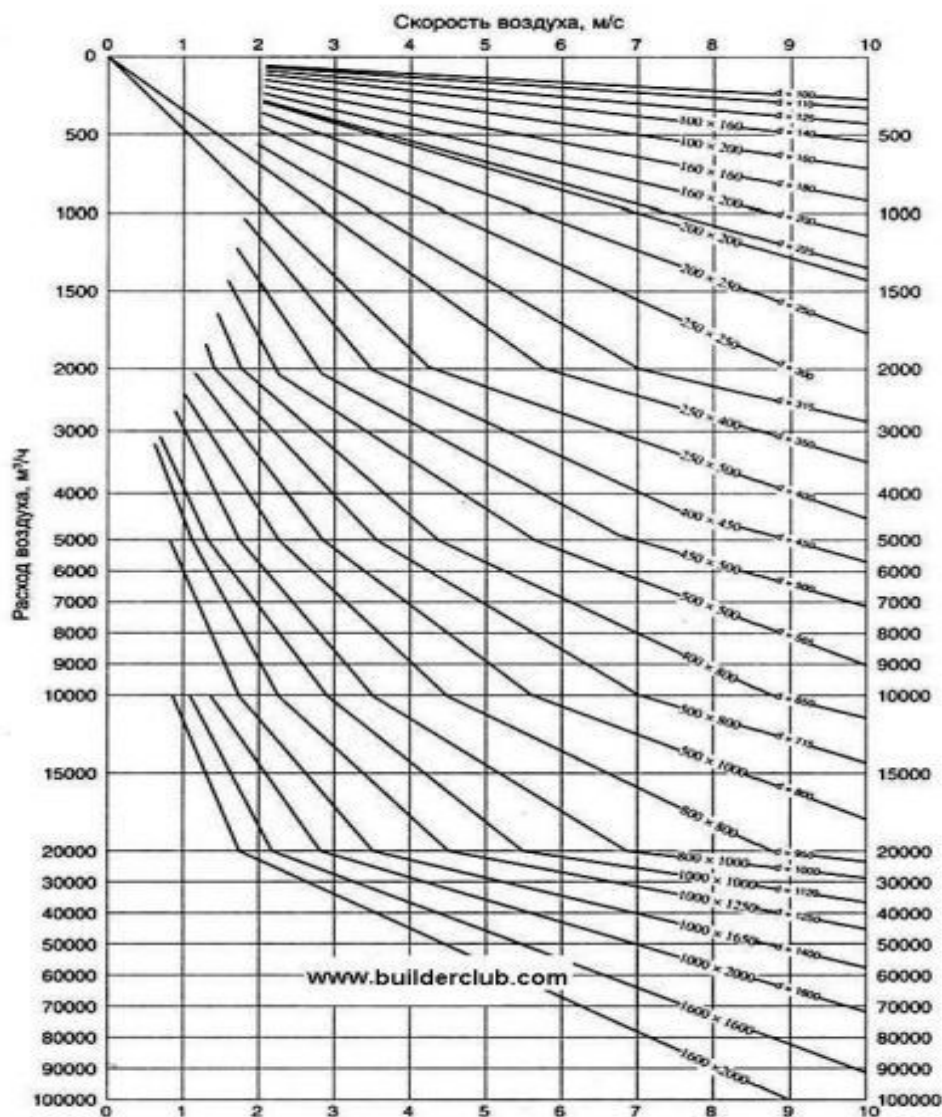
Если воздуховод с естественной вытяжкой воздуха, то нормируемая скорость движения воздуха в нем не должна превышать 1 м/час. Если же воздуховод с постоянно работающей механической вытяжкой воздуха, то скорость движения воздуха в нем выше и не должна превышать 3 м/с (для ответвлений) и 5 м/с для магистрального воздуховода.

Подбираем сечение воздуховода при постоянно работающей механической вытяжке воздуха.

Слева и справа на диаграмме обозначены расходы, выбираем наш (525 м³/час). Далее, движемся по горизонтали до пересечения с вертикальной линией соответствующей значению 5 м/с (для максимального воздуховода). Теперь, по линии скорости опускаемся вниз до пересечения с ближайшей линией сечения. Получили, что сечение нужного нам магистрального воздуховода 160x200 мм или Ø200 мм. Для подбора сечения ответвления движемся от расхода 525 м³/час по прямой до пересечения со скоростью 3 м³/час. Получаем сечение ответвления 200x250 мм или Ø 250 мм.

Эти диаметры будут достаточными при установке только одного вытяжного канала, например на кухне. Если же в доме будет установлено 3 вытяжных вентканала, например в кухне, санузле и ванной комнате (помещения с самым загрязненным воздухом), то суммарный расход воздуха, который нужно отвести мы делим на количество вытяжных каналов, т.е. на 3. И уже на эту цифру подбираем сечение воздуховодов.

Естественная вытяжка воздуха. Данная диаграмма подходит только для подбора



сечений механической вытяжки. Естественная вытяжка подбирается вручную или же с использованием программ подбора сечений.

Примечание. В нашем примере его не было, но особое внимание следует обратить на помещение плавательного бассейна, когда оно есть в доме. Бассейн это помещение с избыточным количеством влаги и при расчете необходимого воздухообмена требуется индивидуальный подход. Из практики могу сказать, что расход получается не менее восьми крат. Это довольно большой расход и если учесть, что температура приточного воздуха должна быть на 1-2°C выше температуры воды в бассейне, то затраты на нагрев воздуха в зимний период очень велики. Поэтому для помещений плавательных бассейнов более логично использовать системы осушения воздуха. Эти системы работают по такой схеме - осушитель забирает влажный воздух из помещения, пропуская через себя, удаляет из него влагу (путем его охлаждения), после подогревает до заданной температуры и подает назад в помещение. Так же, существуют системы осушения воздуха с возможностью подмеса свежего воздуха.

Схема вентиляции сугубо индивидуальна для каждого дома и зависит от архитектурных особенностей дома, от пожеланий заказчика и т.д. Между тем, есть некоторые условия, которые необходимо соблюдать, и они касаются всех схем без исключения.

Строительная Компания г. Киев ООО «Телеос-Буд» www.teleos.kiev.ua Предоставляет качественные комплексные Строительные услуги в Киеве, Днепропетровске и их областях. Строительство коттеджей, Ремонт квартир, Ремонт офисов, кафе и ресторанов. От Проектирования и до развешивания картин. Звоните и делайте заказ на проведение строительных работ с Комфортом!

Общие требования к системам вентиляции.

1. Вытяжной воздух выбрасываем наружу выше кровли. При естественной вытяжной вентиляции, все каналы выводят выше кровли. При механической вытяжной вентиляции - воздуховод так же выводят выше кровли либо внутри здания, либо снаружи.
2. Забор свежего воздуха при механической системе приточной вентиляции осуществляется с помощью заборной решетки. Ее необходимо размещать минимум на два метра выше уровня земли.
3. Движение воздуха необходимо организовывать таким образом, чтобы воздух из жилых помещений двигался в направлении помещений с выделением вредных веществ (санузел, ванная, кухня).

В этой статье мы разобрали, какими бывают системы вентиляции и как рассчитывается необходимый воздухообмен. Эта информация поможет Вам правильно подобрать систему вентиляции и обеспечить максимально комфортный для жизни микроклимат в Вашем доме.

В Приложении к статье Вы найдете нормативные документы, в которых изложен вопрос Вентиляции с нормативной точки зрения.

приложенные материалы (6 файлов):

[snip-2-04-05-91-2000-otopleniye-ventilyaciya-i-kondicionirovaniye.doc](#) (2 Мб)

[dstu-b-a-2-4-41-2009-opalennya-ventilyac-ya-kondic-onuvannya-pov-trya.doc](#) (306 Кб)

[dbn-v-2-2-15-2005-zdaniya-i-sooruzheniya-zhilye-zdaniya-osnovnye-polozheniya.doc](#)
(364 Кб)

[punkt-5-kommentariy-k-dbn-v-2-2-15-2005.doc](#) (48 Кб)

[gost-21-602-79-s-izm-1-1981-otopleniye-ventilyaciya-i-kondicionirovaniye-vozduha-rabochiye-chertezhi.doc](#) (2 Мб)

[dstu-2388-94-sistemy-ventilyacionnye-termyny-i-opredeleniya.doc](#) (82 Кб)

Строительная Компания г. Киев ООО «Телеос-Буд» www.teleos.kiev.ua Предоставляет качественные комплексные Строительные услуги в Киеве, Днепропетровске и их областях. Строительство коттеджей, Ремонт квартир, Ремонт офисов, кафе и ресторанов. От Проектирования и до развешивания картин. Звоните и делайте заказ на проведение строительных работ с Комфортом!

Качество воздуха и энергоэффективность систем вентиляции общественных зданий

Ю. Д. Губернский, академик РАЕН, проф., доктор медицинских наук, Институт экологии человека и гигиены окружающей среды им. А. Н. Сысина

И. В. Гурина, директор ООО «ЭНОНТЕК», irenagurina@mail.ru

Е. О. Шилькрот, канд. техн. наук, ОАО «ЦНИИПромзданий»

Обеспечение качества воздуха в помещениях – залог комфортности и экологичности нашей жизни. Вместе с тем вентиляция и кондиционирование воздуха наиболее энергозатратные инженерные системы. Очевидно, что основные затраты энергии в этих системах зависят от величины воздухообмена.

Существенное сокращение воздухообмена может обеспечивать адекватное повышение энергоэффективности вентиляционных систем. Естественно, что сокращение воздухообмена не должно вызывать снижения уровня комфортности в помещении.

В статье рассматривается проблема сокращения затрат энергии в системах вентиляции общественных зданий. Системы вентиляции в данном контексте – это система обеспечения качества воздуха в обслуживаемом помещении, то есть создание и поддержание безопасной (комфортной или допустимой) концентрации вредных веществ в воздухе обслуживаемой зоны помещения.

Известны два способа определения необходимого воздухообмена в помещении [1–3] – на основе удельных норм воздухообмена и на основе расчета допустимых концентраций загрязняющих веществ.

В первом случае необходимое качество воздуха обеспечивается за счет подачи в помещение определенного количества наружного воздуха в зависимости от назначения помещения и режима его эксплуатации; во втором – необходимое качество воздуха обеспечивается за счет подачи в помещение определенного количества наружного воздуха в зависимости от величины и характеристик загрязняющих веществ в помещении.

Применение второго способа, базирующегося на балансе вредностей в вентилируемом объеме, является физически обоснованным и позволяет определять величину необходимого воздухообмена с учетом загрязнений наружного воздуха и уровня комфортности в помещении. Его использование применительно к общественным зданиям затруднительно, так как состав и величина поступающих в помещение вредных выделений часто неопределенны. На практике применяются оба способа или их комбинация.

Попытаемся установить величину необходимого воздухообмена в помещении методом баланса вредностей на примере административного здания.

Будем полагать:

- состав, величину поступающих в помещение вредных выделений и режим работы вентиляции установившимися;
- определяющим вредным веществом в помещении является выдыхаемый людьми углекислый газ, CO_2 [2, 4, 5];
- эквивалентом (качественным и количественным) вредных веществ, генерируемых помещением (ограждения, мебель, ковры и т. п.), также является углекислый газ [2, 4, 5];
- воздухообмен в помещении организован по схеме «перемешивающей» вентиляции, коэффициент эффективности воздухообмена $K_c \equiv 1$.

Указанные предпосылки являются обычными при анализе качества воздуха в общественных зданиях [6] и позволяют записать следующие уравнения баланса вредных выделений в вентилируемом помещении.

$$G_{\Sigma} = G_{\text{чел}} + G_{\text{пом}}, \quad (1)$$

$$L_{\Sigma} = L_{\text{чел}} + L_{\text{пом}} = \frac{G_{\Sigma}}{\text{ПДК} - C_{\text{пр}}} = \frac{G_{\text{чел}}}{\text{ПДК} - C_{\text{пр}}} + \frac{G_{\text{пом}}}{\text{ПДК} - C_{\text{пр}}}. \quad (2)$$

В формулах (1) и (2):

$G_{\text{чел}}$, $G_{\text{пом}}$ и G_{Σ} – соответственно вредные выделения в помещении: от людей, от помещения (CO_2), суммарные, л/ч;

$G_{\text{чел}} = n G_{\text{чел}}^{\text{уд}}$,
где $n G_{\text{чел}}^{\text{уд}}$ и n – соответственно удельные вредные выделения (CO_2), от человека, л/ч чел., и число людей в помещении;

$G_{\text{пом}} = f_{\text{пл}} G_{\text{пом}}^{\text{уд}}$
 $G_{\text{пом}}^{\text{уд}}$ и $f_{\text{пл}}$ – соответственно удельные вредные выделения (CO_2), от помещения, л/ч м^2 , и площадь пола помещения, м^2 ;

ПДК и $C_{\text{пр}}$ – соответственно предельно допустимая концентрация CO_2 в воздухе помещения и в приточном (наружном) воздухе, мл/м^3 , ppm*.

Количество выдыхаемого человеком углекислого газа зависит от вида его деятельности. В табл. 1 представлены данные о генерации углекислого газа при работе в офисе.

Таблица 1

Количество выдыхаемого человеком углекислого газа при работе в офисе

Вид деятельности	$G_{\text{чел}}$, л/ч	Источник информации
Работа в офисе	23	Справочник по теплоснабжению и вентиляции [8]
	27	Национальная спирометрическая ассоциация США
	24	Информация, полученная из различных источников в Интернете

В дальнейших расчетах примем $G_{\text{чел}} = 24$ л/ч.

Несколько сложнее обстоит дело с определением количества углекислого газа («эквивалента» вредных выделений), самим помещением.

Обратимся к данным стандарта ANSI/ASHRAE Standard 62-2001, 2004 [9] и европейского стандарта EN 15251 [4], в которых устанавливаются значения удельного воздухообмена дифференцированно – от людей и от помещения. Удельные значения воздухообмена для ассимиляции вредных выделений от помещения отнесены к 1 м^2 пола.

В стандарте ANSI/ASHRAE предлагаются следующие значения удельных показателей для помещений офисов:

$L_{\text{удел}}^{\text{чел}} = 9,0 \text{ м}^3/\text{ч} \cdot \text{чел.}$ и $L_{\text{удел}}^{\text{м}^2} = 1,1 \text{ м}^3/\text{м}^2$ при плотности размещения 20 $\text{м}^2/\text{чел.}$

Таким образом, расход воздуха на 1 человека составит 31,0 $\text{м}^3/\text{ч.}$

Значения удельных показателей для помещений офисов в стандарте EN устанавливаются в зависимости от класса офиса:

$L_{\text{удел}}^{\text{чел}} = 36\text{--}14,4 \text{ м}^3/\text{ч} \cdot \text{чел.}$ и, соответственно, $L_{\text{удел}}^{\text{м}^2} = 7,2\text{--}2,9 \text{ м}^3/\text{м}^2$.

Таким образом, расход воздуха на 1 человека составит 123,0–50 $\text{м}^3/\text{ч.}$

Причины столь существенной разницы величин воздухообмена между стандартами ANSI/ASHRAE и EN рассмотрены нами в [8].

Воспользуемся данными стандарта EN 15251 для оценки выделений углекислого газа (эквивалента вредных выделений) помещениями различной степени комфортности.

Значения $G_{\text{пом}}$ может быть определено по формуле

$$L_{\Sigma} = L_{\text{чел}} + L_{\text{пом}} = \frac{G_{\Sigma}}{\text{ПДК} - C_{\text{пр}}} = \frac{G_{\text{чел}}}{\text{ПДК} - C_{\text{пр}}} + \frac{G_{\text{пом}}}{\text{ПДК} - C_{\text{пр}}}. \quad (3)$$

если известны значения концентрации углекислого газа в приточном, как правило, наружном воздухе $C_{\text{пр}}$ и значение ПДК или их разность.

Стандарт EN 15251 перекликается с европейским стандартом EN 13779, теперь это национальный стандарт во всех странах, устанавливающий 4 категории качества воздуха в помещении: от IDA 1 – высокое качество до IDA 4 – низкое качество.

Данные табл. 2 показывают, что выделения углекислого газа от людей и от помещения одинаковы для всех помещений. Изменение величины воздухообмена объясняется разницей в концентрации CO_2 в помещениях разных категорий; в помещениях категории I она меньше, чем в помещениях категорий II и III.

В табл. 3 приведены величины превышения концентрации углекислого газа в обслуживаемой зоне помещения относительно наружного воздуха для различных категорий качества воздуха.

Таблица 3

Классификация качества воздуха помещений (стандарт EN 13779)

Категория	Характеристика	Превышение концентрации CO_2 в помещении относительно концентрации в наружном воздухе, ppm	
		Предельное	Расчетное
IDA 1, (I)	Высокое качество воздуха помещения	<400	350
IDA 2, (II)	Среднее качество воздуха помещения	I 400–600	500
IDA 3, (III)	Среднее качество воздуха помещения	II 600–1 000	800

IDA 4	Низкое качество воздуха помещения	>1 000	1 200
-------	---	--------	-------

В этом же стандарте приводятся данные по концентрации углекислоты в атмосферном воздухе, которая составляет:

- в сельской местности без значительных источников загрязнения – 350 ppm;
- в маленьких городах – 400 ppm;
- в центре городов – 450 ppm.

По отечественным данным [11], в середине 1960-х годов концентрация CO₂ в атмосферном воздухе составляла примерно:

- 360 ppm – в малых населенных пунктах;
- 440 ppm – в средних городах;
- 550 ppm – в крупных городах.

Данные табл. 2 и 3 позволяют по формуле (3) оценить величину вредных выделений, эквивалента CO₂, генерируемой помещением с учетом разделения офисов на 3 категории (I – III) и на 2 группы по экологической чистоте помещений.

Установим разность концентраций углекислоты в воздухе помещения (от выдыхаемого воздуха) по данным стандарта EN 15251 при условии ее генерации человеком 24 л/ч.

Соответственно, получим: 240 ppm (помещения категории I); 340 ppm (помещения категории II); 600 ppm (помещения категории III).

Таким образом, величина вредных выделений (эквивалент CO₂), рассчитанная по формуле (3), составит:

- в помещениях с низким загрязнением 1,2 л/ч·м² – для всех категорий помещений;
- в помещениях с высоким загрязнением 2,4 л/ч·м² – для всех категорий.

Установим теперь значения ПДК в воздухе помещений различных категорий.

В отечественных нормативных документах, СНиП и СанПин, концентрация углекислоты в воздухе помещений не устанавливается. Только в отраслевом нормативном акте «Санитарные правила по организации пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте» указывается, что концентрация углекислого газа в воздухе помещений в зоне дыхания пассажиров и в помещениях, где находятся билетные кассиры, не должна превышать 1 000 ppm.

В справочнике по теплоснабжению и вентиляции [7] приводятся значения ПДК для помещений с постоянным и периодическим пребыванием людей, которые составляют, соответственно, 1 000 и 1 250 ppm.

Влияние углекислого газа на работоспособность и состояние людей исследовалось в ряде отечественных и зарубежных работ [6, 12–17].

Значение ПДК для углекислого газа может быть принято как из их анализа, так и из современных зарубежных стандартов.

Строительная Компания г. Киев ООО «Телеос-Буд» www.teleos.kiev.ua Предоставляет качественные комплексные Строительные услуги в Киеве, Днепропетровске и их областях. Строительство коттеджей, Ремонт квартир, Ремонт офисов, кафе и ресторанов. От Проектирования и до развешивания картин. Звоните и делайте заказ на проведение строительных работ с Комфортом!

О. В. Елисеева [17] провела детальные исследования по обоснованию ПДК CO_2 в воздухе жилых и общественных зданий. Используя специальную методику исследований, автор пришла к выводам о том, что кратковременное вдыхание здоровыми людьми двуокиси углерода в концентрациях 500 и 1 000 ppm вызывает отчетливые сдвиги в функции внешнего дыхания, кровообращения и электрической активности головного мозга. Полученные данные позволили заключить, что концентрация CO_2 в воздухе жилых и общественных зданий не должна превышать 1 000 ppm независимо от источника, среднее же содержание CO_2 не должно превышать 500 ppm.

Исследования, проведенные на Тайване [16], позволили установить, что под воздействием летучих органических соединений и углекислого газа при уровне выше 800 ppm в организме сотрудников офиса наблюдается рост количества маркеров, свидетельствовавших о негативных изменениях в ДНК. Количество маркеров напрямую связано со временем нахождения человека в помещении.

Современные исследования свидетельствуют, что при уровне CO_2 выше 800 ppm сотрудники офисных зданий испытывали симптомы «синдрома больного здания» (СБЗ): раздражение слизистых оболочек, сухой кашель, головная боль, снижение работоспособности, воспаление глаз, заложенность носа, воспаление носоглотки, проблемы, связанные с дыхательной системой, сухой кашель, головная боль, усталость и сложность с концентрацией внимания. Ряд исследователей считает, что углекислый газ является одной из главных причин развития СБЗ [12, 14].

Измерения в офисах Москвы показали, что в ряде офисов концентрация углекислоты достигала 2 000 ppm и выше [8]. Проблема повышенной концентрации углекислого газа в офисных помещениях существует в ЕЭС, США, Канаде и во многих других странах.

Исследования, выполненные под руководством Ласло Кайтара (L. Kajtar) [15], о влиянии углекислого газа на организм людей в помещении (уровень загрязнения антропогенами и другими веществами был сведен к минимуму), показали, что по сравнению с 600 ppm CO_2 увеличение концентрации углекислоты до 1 500 и 3 000 ppm вызывает у человека отклонения в физическом состоянии и в работоспособности, в частности, в способности концентрировать внимание.

В табл. 4 представлены значения ПДК CO_2 , включенные в нормативы ряда ведущих стран.

Таблица 4

Значения ПДК углекислого газа в воздухе обслуживаемой зоны помещения

Страна	Нормы	Уровень CO ₂
Финляндия	Стандарт. Министерство здравоохранения и социального развития (2003)	Качество воздуха (ppm): Высокое – 700 Среднее – 900 Удовлетв. – 1 200
США	Рекомендации. Департамент здравоохранения США. Рекомендации по качеству воздуха в школах	Предельный уровень – 1 000 ppm
США	Нормы ASHRAE 62-1989 «Вентиляция для нормального качества воздуха»	1000 ppm
США	Рекомендация Американской ассоциации промышленных гигиенистов (ACGIH) 1998 г.	600 ppm
США	Рекомендация Национального института профессиональной безопасности и здравоохранения (NIOSH) 1987 г.	600 ppm
США	Рекомендация Управления по технике безопасности и гигиене труда (OSHA) 1994 г.	800 ppm
Великобритания	Нормы «Вентиляция в школьных зданиях. Руководство по стандартам и проектированию» 2006 г.	1 500 ppm – предельная норма для учебного дня с 9:00 до 15:30
Голландия	Гигиеническая норма	1 000 ppm –

	«Обзор норм по качеству воздуха для детских садов Голландии»	гигиеническая норма для детских садов 1 200 ppm – гигиеническая норма для школ
Эстония	Нормы Министерства по социальным вопросам	1 000 ppm – гигиеническая норма для школ

Как видно из представленных материалов, рекомендации по концентрации CO_2 в помещениях в странах ЕЭС и США близки между собой, в основном это 600–1 000 ppm.

Анализ данных табл. 2–4 позволяет предложить следующие значения ПДК, соответствующие разной степени комфортности помещений (табл. 5).

Таблица 5

Значения ПДК углекислого газа в обслуживаемой зоне помещений, ppm

Категория помещения	Низкая загрязненность	Высокая загрязненность
I	≤ 600	≤ 800
II	≤ 800	$\leq 1\,000$
III	$\leq 1\,000$	$\leq 1\,200$

Сопоставлением данных табл. 4 и 3 установим требования к концентрации углекислого газа в наружном воздухе (табл. 6).

Таблица 6

Значения концентрации углекислого газа в наружном воздухе

Категория помещения	Низкая загрязненность	Высокая загрязненность
I	≤ 350	≤ 500
II	≤ 350	≤ 500
III	≤ 350	≤ 500

Теперь имеющихся данных достаточно, чтобы установить удельную величину генерации углекислоты (эквивалента вредных выделений) помещением.

Если принять $C_{\text{пр}} = C_{\text{нар}} = 350 \text{ ppm}$, то для $G_{\text{пом}} = 0,125 \text{ л/с} \cdot \text{м}^2$ значение ПДК для помещений I, II и III категорий составит соответственно 600, 800 и 1 000 ppm, и расчет необходимого воздухообмена, основанный на балансе вредных выделений в обслуживаемом помещении, обеспечивающий

требуемое качество воздуха и учитывающий загрязнение наружного воздуха, не представляет трудностей.

Рассмотрим два примера.

Строительная Компания г. Киев ООО «Телеос-Буд» www.teleos.kiev.ua Предоставляет качественные комплексные Строительные услуги в Киеве, Днепропетровске и их областях. Строительство коттеджей, Ремонт квартир, Ремонт офисов, кафе и ресторанов. От Проектирования и до развешивания картин. Звоните и делайте заказ на проведение строительных работ с Комфортом!

Пример 1.

Рассчитать воздухообмен в помещении офиса II категории площадью $f = 30 \text{ м}^2$. Офис (с низкой загрязненностью) расположен в зеленой зоне. Число работников в помещении – 4 человека. ПДК = 800 ppm.

Определяем поступления CO_2 от людей:

$$G_{\text{чел}} = 4 \times 24 = 96 \text{ л/ч.}$$

Определяем поступления CO_2 от помещения:

$$G_{\text{пом}} = 30 \times 0,125 \times 3,6 = 13,5 \text{ л/ч.}$$

Определяем общие поступления CO_2 в помещение:

$$G_{\Sigma} = 96 + 13,5 = 109,5 \text{ л/ч.}$$

$$\Delta C = \text{ПДК} - C_{\text{нар}} = 800 - 350 = 450 \text{ ppm.}$$

Величина воздухообмена по формуле (2):

Величина воздухообмена соответствует принятой сегодня норме $60 \text{ м}^3/\text{ч}$ на человека.

Пример 2.

Рассчитать воздухообмен в помещении офиса I категории площадью $f = 30 \text{ м}^2$. Офис (с высокой загрязненностью) расположен в городе. Число работников в помещении – 4 человека. ПДК = 600 ppm.

Определяем поступления CO_2 от людей:

$$G_{\text{чел}} = 4 \times 24 = 96 \text{ л/ч.}$$

Определяем поступления CO_2 от помещения:

$$G_{\text{пом}} = 30 \times 0,125 \times 2 \times 3,6 = 27,0 \text{ л/ч.}$$

Определяем общие поступления CO_2 в помещение:

$$G_{\Sigma} = 96 + 27,0 = 123,0 \text{ л/ч.}$$

$$\Delta C = \text{ПДК} - C_{\text{нар}} = 600 - 500 = 100 \text{ ppm.}$$

Величина воздухообмена по формуле (2):

Величина воздухообмена существенно превышает значения, принятые сегодня.

Очевидно, что в помещениях I категории, как с высокой, так и низкой загрязненностью, вентиляция необработанным наружным воздухом, по

крайней мере, проблематична. Выход из сложившейся ситуации представляется в использовании адсорберов углекислоты из наружного (или рециркуляционного) воздуха.

До настоящего времени в основном существуют установки, абсорберы, для удаления углекислого газа из выбросов промышленных производств. В промышленности абсорберы регенерируются либо путем химической реакции, либо под действием высоких температур, ряд материалов теряет свои абсорбирующие свойства при каждой регенерации. Все это является неприемлемым для жилых и общественных помещений.

Различные способы удаления избытка углекислого газа уже давно применяются на космических кораблях и подводных лодках, а также в бомбоубежищах. Для удаления углекислого газа используют натровую известь (часто ее называют натронной) – смесь гашеной извести с едким натром, которая активно поглощает воду и CO_2 . Для связывания углекислоты, выделяемой одним человеком в течение суток в помещении объемом 6 м^3 , нужно 5 кг этого поглотителя. Известь не регенерируется, поэтому при длительном пребывании в закрытом объекте нужно иметь большие запасы извести, что очень неудобно. В космических кораблях, например, стали применять для связывания углекислоты патроны с гидроокисью лития. Для поддержания безвредных концентраций CO_2 для двух человек в течение суток достаточно патрона весом 200 г. Такой поглотитель использовали в системе жизнеобеспечения кораблей «Шаттл».

Современным методом удаления избытка углекислого газа из помещения является применение абсорбента, использующего специальный материал на основе аминсоединений. Когда абсорбирующая емкость материала использована полностью, она легко регенерируется теплом без потери своих свойств. Регенерация проводится нагреванием абсорбента. Срок службы абсорбента – 10–15 лет в зависимости от условий эксплуатации.

Абсорбер углекислого газа представляет собой кассеты, помещенные в металлический корпус; в корпусе находится две или более кассет. В то время как одна кассета накапливает CO_2 , удаляя его из воздуха, другая (другие) регенерируются, что позволяет поддерживать заданные параметры по уровню CO_2 непрерывно. Количество сорбирующего вещества рассчитывается в зависимости от задаваемых условий. Чем ниже концентрация углекислого газа, которую необходимо поддерживать в помещении, тем большее количество абсорбента потребуется. Абсорберы углекислого газа работают по заданной программе и не требуют частого обслуживания. Сервисное обслуживание включает в себя смену фильтров предварительной очистки, частота смены зависит от качества воздуха, поступающего в них, как правило, это 6–9 месяцев. Кассеты с абсорбентом при нормальной эксплуатации не требуют замены в течение 10–15 лет (этот срок зависит от условий эксплуатации). Поэтому трудозатраты по обслуживанию абсорберов CO_2 минимальны.

Установка абсорберов в систему приточной вентиляции позволяет снизить концентрацию углекислого газа в помещении до заданных значений.

Существуют также абсорберы углекислого газа, которые могут работать без встраивания в вентиляционные системы.

Абсорберы могут размещаться как на наружном, так и на рециркуляционном воздухе.

На рис. 1 представлена возможная схема размещения абсорбера на рециркуляционном воздухе.

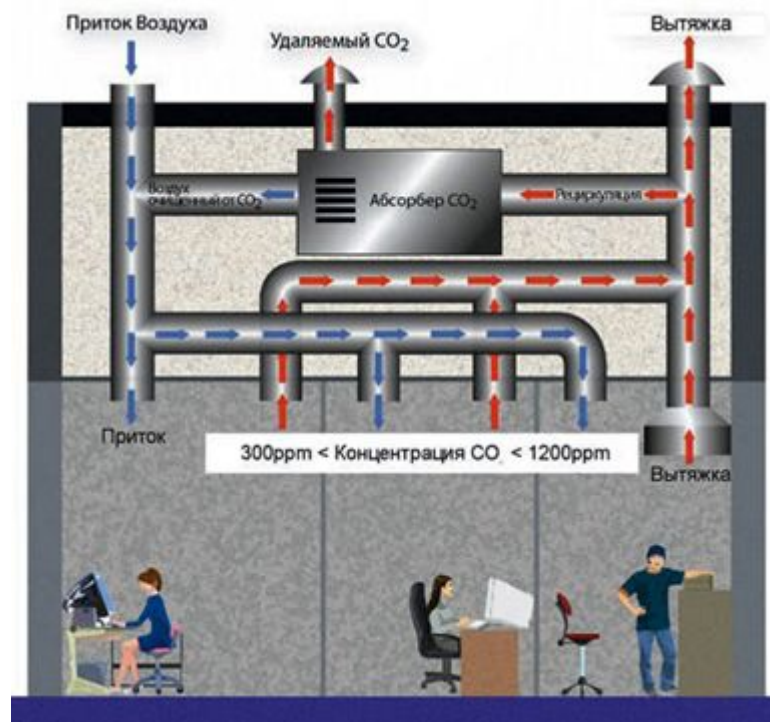


Рисунок 1.

Пример установки абсорбера углекислого газа в систему рециркуляции воздуха в помещении

На рис. 2 – график изменения концентрации углекислоты в помещении при установке абсорбера, иллюстрирующий его эффективность.

Строительная Компания г. Киев ООО «Телеос-Буд» www.teleos.kiev.ua Предоставляет качественные комплексные Строительные услуги в Киеве, Днепропетровске и их областях. Строительство коттеджей, Ремонт квартир, Ремонт офисов, кафе и ресторанов. От Проектирования и до развешивания картин. Звоните и делайте заказ на проведение строительных работ с Комфортом!

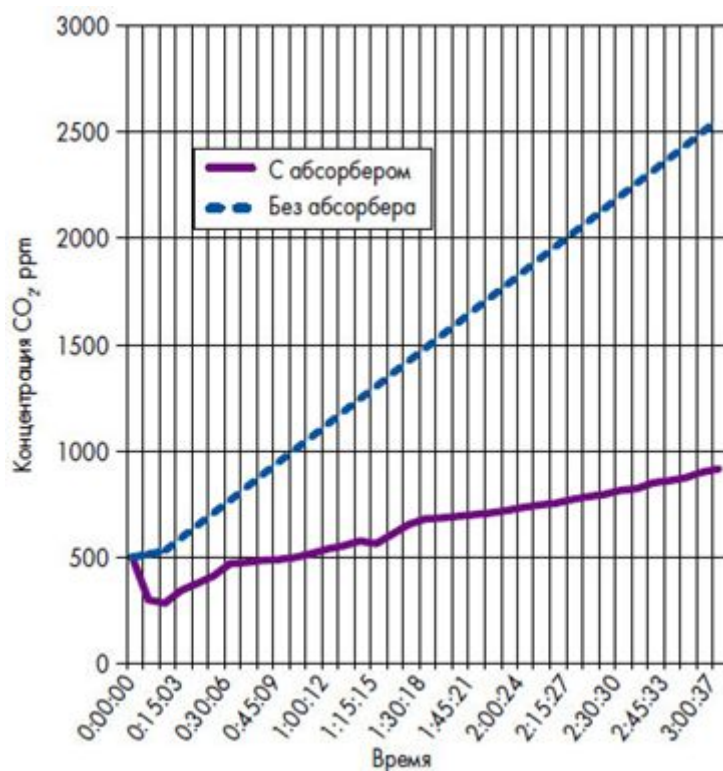


Рисунок 2.

Изменение концентрации CO₂ в помещении

Рассмотрим эффективность применения абсорбера на примере.

Пример 3.

Рассчитать воздухообмен в помещении офиса I категории площадью $f = 30 \text{ м}^2$. Офис (с высокой загрязненностью) расположен в городе. Число работников в помещении – 4 человека. ПДК = 600 ppm.

Определяем поступления CO₂ от людей:

$$G_{\text{чел}} = 4 \times 24 = 96 \text{ л/ч.}$$

Определяем поступления CO₂ от помещения:

$$G_{\text{пом}} = 30 \times 0,125 \times 2 \times 3,6 = 27,0 \text{ л/ч.}$$

Определяем общие поступления CO₂ в помещение:

$$G_{\Sigma} = 96 + 27 = 123 \text{ л/ч.}$$

$$\Delta C = \text{ПДК} - C_{\text{нар}} = 600 - 500 = 100 \text{ ppm.}$$

Величина воздухообмена по формуле (2):

Оценим эффективность применения абсорбера в условиях примера 3.

Снижение концентрации CO₂ в наружном приточном воздухе в 2 раза (250 вместо 500 ppm) позволит уменьшить воздухообмен в помещении с 1 230 до 350 м³/ч.

Соответственно, уменьшение воздухообмена за отопительный период в Москве (165 рабочих дней, 10 часов в день) составит $1,45 \times 10^6 \text{ м}^3/\text{год}$. Сокращение расхода тепла соответственно – $11,7 \times 10^3 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ в год.

При тарифе на тепло 0,8 руб./кВт·ч стоимость сэкономленного тепла составит 9 360 руб./год.

Сокращение расхода электроэнергии на транспорт воздуха ориентировочно составит 0,4 кВт, или за год 1 200 кВт·ч.

При тарифе на электроэнергию 2,5 руб./кВт·ч стоимость сэкономленной электроэнергии составит 3 000 руб./год.

Сокращение расхода электроэнергии на выработку холода для системы кондиционирования воздуха может быть оценено в 1,8 кВт, или за год 530 кВт·ч. Стоимость сэкономленной электроэнергии составит 1 330 руб./год.

Таким образом, общая годовая экономия энергии от использования абсорбера углекислоты составляет: по теплу – 11,7 х 103 кВт·ч; по электроэнергии – 1 730 кВт·ч. Стоимость сэкономленной энергии – 13,7 тыс. руб./год.

Стоимость современного абсорбера для приточной системы вентиляции производительностью 400 м³/ч составляет примерно 400 тыс. руб., то есть срок его окупаемости, как минимум, вдвое больше эффективного срока службы.

Широкое применение абсорберов для экономии энергии станет возможным только при резком, на порядок, снижении его стоимости. Однако абсорберы углекислого газа нельзя рассматривать только как устройства, которые способны экономить энергию. Применение абсорберов необходимо при отсутствии альтернативы. Например, для обеспечения качества воздуха в помещениях, как правило, небольшого объема, когда загрязнение наружного воздуха существенно или когда по тем или иным причинам нет возможности подавать с помощью вентиляции необходимое количество воздуха для поддержания комфортного и безопасного уровня углекислого газа в помещении, а абсорберы являются дополнением к вентиляции.

Вместе с тем, предложенный метод расчета необходимого воздухообмена в помещениях общественных зданий позволяет учитывать концентрацию углекислоты в наружном воздухе, уровень комфортности (качества воздуха) в помещении, изменение режимов эксплуатации систем вентиляции.

Литература

1. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование.
2. ASHRAE 62–1999. Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality.
3. Стандарт АВОК-1-2004. Здания жилые и общественные. Нормы воздухообмена.
4. European standard EN 13779:2005. Ventilation for non-residential buildings — Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems.
5. ГОСТ Р EN 13779-2007. Вентиляция в нежилых зданиях. Технические требования к системам вентиляции и кондиционирования.
6. C. A. Erdmann, K. C. Steiner, M. G. Apte. Indoor carbon dioxide concentrations and sick building syndrome symptoms in the base study.

Revisited: analyses of the 100 building dataset / Indoor Environment Dept., Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, CA, USA.

7. Справочник по теплоснабжению и вентиляции в гражданском строительстве. – Киев : Госстройиздат УССР, 1959.
 8. Губернский Ю. Д., Шилькрот Е. О. Сколько воздуха нужно человеку для комфорта? // АВОК. – 2008. – № 4.
 9. ASHRAE Standard 62-2001, 2004. Ventilation for Acceptable Air Quality.
 10. EN 13779:2007. Ventilation for non-residential buildings – performance requirements for ventilation and room-conditioning systems.
 11. ГОСТ 30494-96. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.
 12. Clements-Croome DJ. Work performance, productivity and indoor air // SJWEH Suppl. 2008, (4).
 13. Olli Seppanen. Tuottava toimisto 2005 / Raportti b77. Loppuraportti, 2005.
 14. Adrie van der Luijt. Management CO2 levels cause office staff to switch off / Director of Finance online. 11.19.2007.
 15. Kajtar L., et al. Influence of carbon dioxide pollutant on human well being and work intensity // Healthy Buildings. Lisbon, Portugal. 2006.
 16. Chung-Yen Lua, Yee-Chung Maa, Jia-Min Lina, Chun-Yu Chuangc, Fung-Chang Sunga. Oxidative DNA damage estimated by urinary 8-hydroxydeoxyguanosine and indoor air pollution among non-smoking office employees. Institute of Environmental Health, National Taiwan University College of Public Health.
 17. Елисеева О. В. К обоснованию ПДК двуокиси углерода в воздухе // Гигиена и санитария. – 1964. – № 8.
- * ppm – миллионная доля вещества в смеси. Например, концентрация CO₂ в воздухе составляет 1 000 ppm, то есть в 1 м³ содержится $500 \times 10^{-6} = 0,5$ л/м³ CO₂.

Строительная Компания г. Киев ООО «Телеос-Буд» www.teleos.kiev.ua Предоставляет качественные комплексные Строительные услуги в Киеве, Днепропетровске и их областях. Строительство коттеджей, Ремонт квартир, Ремонт офисов, кафе и ресторанов. От Проектирования и до развешивания картин. Звоните и делайте заказ на проведение строительных работ с Комфортом!