

Системы вентиляции. Основные компоненты

Механическая вентиляция может быть приточной, вытяжной и приточно-вытяжной. Из основных вентиляционных компонентов, которые описаны в этом разделе, можно собрать систему приточной вентиляции, которая сможет подогревать и очищать воздух от пыли. Вытяжная система состоит из аналогичных компонентов, только направление воздуха в ней обратное, да еще отсутствуют калорифер и фильтр, поскольку воздух, как правило, не требуется обрабатывать.

Далее мы по умолчанию будем описывать приточную систему, а на особенности вытяжной вентиляции будем указывать отдельно. Описание компонентов расположено по направлению движения воздуха в приточной системе.

Воздухозаборная решетка

Через воздухозаборную (наружную) решетку в систему приточной вентиляции поступает свежий (или не очень, все зависит от того, где эта решетка расположена) воздух. Наружные решетки, как и другие элементы воздухопроводной сети, могут быть круглой или прямоугольной формы. Наружная решетка выполняет не только декоративную функцию, но и защищает систему вентиляции от попадания внутрь посторонних предметов, капель дождя и снега. Решетка может комплектоваться сеткой для улучшения защиты, однако в стандартную комплектацию сетка обычно не входит, и ее приходится приобретать отдельно.



С выбором наружной решетки могут быть связаны определенные сложности. Дело в том, что решетка, подобранная по расходу воздуха и уровню шума, как правило, оказывается больше размера магистрального воздуховода и, соответственно, отверстия в наружной стене, которое пробивается точно под его размер. В этом случае между воздуховодом и решеткой нужно устанавливать адаптер, но разместить его негде, поэтому решетку монтируют вплотную к воздуховоду. Это нарушает расчетный режим работы решетки, поскольку воздух проходит только через ее центральную область, что приводит к увеличению уровня шума и существенному падению давления на ней. Эта особенность более свойственна декоративным фасадным решеткам, при разработке которых основное внимание уделяется их внешнему виду: такие решетки имеют широкие ламели и малую площадь живого сечения. Исходя из практических соображений, лучше выбирать решетки с небольшими ламелями, возможно, не слишком красивые, но имеющие хорошую аэродинамику и не препятствующие движению воздушного потока.

Воздуховоды



Воздуховоды соединяют все компоненты системы вентиляции и вместе с фасонными изделиями (тройниками, поворотами, переходниками), решетками, клапанами и другими элементами образуют воздухораспределительную сеть. Основными характеристиками воздуховодов являются площадь сечения, форма (круглая или прямоугольная) и жесткость (бывают жесткие, полугибкие и гибкие воздуховоды).

Жесткие воздуховоды изготавливаются из оцинкованной жести и могут иметь круглую или прямоугольную форму. Полугибкие и гибкие воздуховоды имеют круглую форму и изготавливаются из многослойной алюминиевой фольги. Круглую форму этим воздуховодам придает каркас из свитой в спираль стальной проволоки. Такая конструкция удобна тем, что позволяет при монтаже изгибать воздуховод произвольным образом, а при транспортировке — складывать «гармошкой». Недостатком гибких воздуховодов является более высокое аэродинамическое сопротивление, вызванное неровной внутренней поверхностью, поэтому их обычно используют на участках небольшой протяженности.

Существуют также термоизолированные воздуховоды, предназначенные для подачи воздуха, температура которого отличается от температуры окружающей среды. В квартирах и коттеджах часто применяют термо- и шумопоглощающие воздуховоды. Они похожи на термоизолированные

воздуховоды, но в их внутренней поверхности есть множество небольших отверстий, которые позволяют поглощать шумы специальному материалу, покрывающему воздуховод. Использование таких воздуховодов позволяет в некоторых случаях обойтись без шумоглушителя.

Воздушный клапан

После наружной решетки устанавливается воздушный клапан, который должен надежно перекрывать вентиляционный канал при выключении вентиляции. Если этого не сделать, то зимой под действием разности давления, которая возникает из-за большого перепада температур внутри и снаружи помещения, даже при выключенном вентиляторе наружный воздух будет проникать в помещение. Этот ледяной поток не только создаст дискомфорт, но и вызовет конденсацию капель воды на охлажденных воздуховодах, адаптерах и решетках — эти капли будут стекать вниз, образуя на полу лужи.

Самый простой и недорогой тип воздушного клапана — это **ручной клапан**, заслонку которого пользователь может поворачивать с помощью рукоятки. Такой клапан рекомендуется использовать в том случае, когда вентиляция отключается лишь изредка, например, на время длительных отъездов. При частом включении и отключении вентиляции удобнее использовать клапан с электроприводом.

Клапан с электроприводом похож на ручной клапан, только вместо ручки на нем закреплен электропривод, который открывает и закрывает заслонку по команде системы автоматики. Однако такой клапан останется открытым, если во время работы вентиляции электропитание внезапно исчезнет. В системах вентиляции с водяным калорифером это недопустимо, поскольку может привести к замерзанию воды в калорифере и его повреждению. Поэтому в таких вентсистемах устанавливают клапан с приводом с возвратной пружиной: эта пружина закрывает заслонку клапана при отсутствии электропитания. Если вы самостоятельно выбираете привод клапана, следует обращать внимание не только на его тип (с возвратной пружиной или без нее) и напряжение питания (24В или 220В), но и на момент вращения — силу, с которой привод поворачивает заслонку.

Клапаны, соприкасающиеся с наружным воздухом подвержены риску обмерзания, поэтому для них необходимо подбирать приводы с большим моментом вращения, способные работать в тяжелых условиях. Отметим, что во многих приточных установках клапан с электроприводом уже есть в базовой комплектации. В этом случае использовать дополнительный клапан не обязательно, однако, при желании, можно установить ручной клапан в непосредственной близости от воздухозаборной решетки и закрывать его на время длительных отъездов. Это предотвратит проникновение холодного воздуха в участок воздуховода, ведущий к приточной установке, и повысит безопасность системы.

В вытяжной вентиляции вместо клапана с электроприводом можно использовать более простой и дешевый **обратный клапан пружинного («бабочка») или гравитационного типа**, который позволяет воздуху двигаться только в одном направлении. В клапане пружинного типа есть две подпружиненные заслонки (похожие на крылья бабочки), которые могут открываться только в одну сторону. В гравитационном клапане используются жалюзи, закрывающиеся под собственным весом. Подпружиненные заслонки и жалюзи открываются под действием напора воздуха, создаваемого вентилятором. Если напора воздуха нет или он направлен в обратную сторону — клапан закрывается. Думаем, понятно, почему такой клапан можно использовать только в вытяжной вентиляции: поток воздуха в такой системе направлен наружу, поэтому клапан будет открыт, когда воздух выходит из помещения. При выключении вентилятора и возникновении обратного давления клапан закроется и не пропустит холодный воздух внутрь помещения. В приточной же системе обратный клапан придется развернуть и его применение потеряет смысл, поскольку он будет открываться под действием давления наружного воздуха.

Фильтр

Воздушный фильтр устанавливается во всех системах вентиляции и служит для защиты от пыли, пуха и насекомых не только обслуживаемых помещений, но и компонентов вентиляционной системы. Фильтры бывают разных классов: чем выше класс фильтра, тем мельче частицы пыли, которые он может эффективно задерживать (подробнее о классах фильтров можно узнать на специализированных



сайтах). На входе приточной системы (после клапана) обычно устанавливают фильтр грубой очистки класса EU3 или EU4. Этот фильтр, в первую очередь, защищает от засорения пылью вентиляторы и калорифер.

Если к чистоте воздуха предъявляются повышенные требования, то дополнительно можно установить пылевой фильтр тонкой очистки класса EU5 или EU7, угольный, фотокаталитический и другие типы фильтров. Такие фильтры устанавливаются после всех остальных секций вентиляционной установки для того, чтобы задерживать микрочастицы, которые могут лететь с вентилятора, теплообменников и других ее элементов.

В процессе работы вентсистемы фильтр загрязняется, и время от времени его приходится менять. Поскольку скорость загрязнения фильтра зависит от степени запыленности наружного воздуха, точный срок службы фильтра неизвестен. Держать его состояние под контролем помогает **дифференциальный датчик давления**, который измеряет перепад давления на фильтре. При загрязнении фильтра его сопротивление возрастает, а по мере роста сопротивления растет и перепад давления. Когда перепад давления достигает заданной величины, система автоматики сообщает пользователю о том, что пришло время заменить фильтр.



Калорифер

Калорифер или нагреватель предназначен для подогрева наружного воздуха в холодный период года. Калорифер может быть водяным (подключается к системе центрального или автономного водяного отопления) или электрическим. Для небольших систем вентиляции удобнее использовать электрический калорифер, поскольку монтаж и обслуживание такой системы требует меньших затрат. Для офисов и коттеджей площадью более 150 м² лучше использовать водяной нагреватель, в противном случае стоимость затраченной на нагрев воздуха электроэнергии будет слишком высокой.



Чтобы поддерживать стабильную температуру воздуха на выходе вентсистемы, необходимо плавно изменять мощность нагревателя. Для этого водяному калориферу необходим так называемый узел обвязки, в который входят водяной насос, клапаны и другие элементы. Узел обвязки позволяет плавно регулировать поток теплоносителя через калорифер, изменяя тем самым его теплоотдачу и поддерживая температуру воздуха на заданном уровне.

Вентилятор

Вентилятор — основа любой системы искусственной вентиляции. Он подбирается с учетом двух основных параметров: производительности (количества «прокачиваемого» воздуха) и создаваемого при данной производительности давления. В системах вентиляции используется два типа вентиляторов: осевые (к этому типу относятся бытовые вентиляторы «на ножке») и радиальные или центробежные (как «беличье колесо»). Осевые вентиляторы обеспечивают хорошую производительность, однако имеют низкое давление: если на пути воздушного потока встречается препятствие (длинный воздуховод с поворотами), то скорость потока заметно падает. Поэтому в системах приточной вентиляции с разветвленной сетью воздуховодов применяют радиальные вентиляторы, создающие высоконапорный воздушный поток. Осевые же вентиляторы чаще устанавливают на место вытяжных решеток в санузле и на кухне с целью увеличения производительности штатной вытяжной вентиляции.



Для регулирования производительности (скорости вращения) вентиляторов применяют автотрансформаторы, которые позволяют ступенчато изменять напряжение питания (обычно используется от 3 до 5 ступеней), а также симисторные регуляторы, способные плавно изменять напряжение питания и, соответственно, производительность вентиляторов в широком диапазоне. Для управления высокопроизводительными вентиляторами вместо симисторных регуляторов используют более дорогие частотные преобразователи, которые имеют преимущество при работе вентилятора в области низких скоростей вращения и обеспечивают его плавный пуск.

В настоящее время набирают популярность электронно-коммутируемые вентиляторы с двигателем постоянного тока и встроенным регулятором скорости вращения (аналог ДС-инверторных двигателей компрессоров кондиционеров).



Новые вентиляторы сохраняют высокий КПД во всем диапазоне скоростей вращения, имеют встроенную защиту от пропадания фазы, перегрева или механической блокировки рабочего колеса. На базе таких вентиляторов возможно создание систем с переменным расходом воздуха.

Шумоглушитель

Если шум, создаваемый вентилятором, требуется снизить до приемлемого для жилого или офисного помещения уровня, после вентилятора необходимо установить шумоглушитель. Основным источником шума при работе вентилятора являются турбулентные завихрения воздуха на его лопастях, то есть аэродинамические шумы. Для снижения этих шумов используется звукопоглощающий материал, которым облицовываются одна или несколько стенок шумоглушителя. Степень звукопоглощения определяется, в первую очередь, длиной шумоглушителя — удовлетворительных результатов можно добиться, используя шумоглушители длиной не менее 1 метра.



В некоторых случаях шумоглушитель устанавливают не только на выходе, но и на входе приточной системы. Это бывает необходимо в случае, когда воздухозаборная решетка расположена недалеко от открытого окна и шум от вентилятора может мешать соседям.

Дроссель-клапан

После выхода из шумоглушителя очищенный от пыли и подогретый до нужной температуры воздух готов к распределению по помещениям. Для этого от магистрального воздуховода прокладываются ответвления меньшего диаметра, ведущие в обслуживаемые помещения, и на каждом ответвлении устанавливают балансировочный дроссель-клапан (воздушный клапан с ручным управлением). На этапе пуско-наладки эти клапаны частично закрывают, добиваясь заданного по проекту расхода воздуха в каждом помещении.

Заметим, что из-за увеличения скорости воздушного потока в прикрытом дроссель-клапане может возникать шум, поэтому эти клапаны следует размещать на дальней от воздухораспределителя стороне воздуховода-ответвления.

В VAV-системах с плавной регулировкой расхода воздуха балансировочные дроссель-клапаны могут не устанавливаться, поскольку в такой системе объем подаваемого воздуха регулируется в процессе работы индивидуально для каждой зоны.

Распределители воздуха и адаптеры

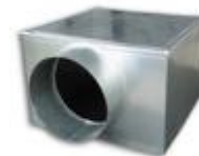
Воздухораспределитель устанавливается на выходе воздуховода и служит для равномерного распределения воздуха по обслуживаемому помещению. На рынке существует множество типов распределителей, которые разделяются на решетки и диффузоры (плафоны). Для подключения воздуховода к решетке требуется адаптер, в то время как подключить к воздуховоду диффузор можно без использования дополнительных элементов. Воздухораспределители могут устанавливаться практически в любом месте — на стене, потолке и даже на полу (для каждого месторасположения используются различные распределители).



Распределительные решетки выпускаются, преимущественно, прямоугольной формы и они могут через соответствующий адаптер присоединяться к любым типам воздуховодов. Диффузоры же бывают круглой и прямоугольной формы и имеют встроенный регулятор расхода воздуха (дроссель-клапан для них не нужен). Некоторые типы решеток также комплектуются регулятором расхода воздуха. Однако из-за возможного увеличения уровня шума применять их мы не рекомендуем. Если существует возможность монтажа дроссель-клапана, то лучше выбрать решетку без регулятора расхода.

Все воздухораспределители разделяются на приточные (для распределения воздуха), вытяжные (для забора воздуха) и универсальные, которые можно использовать в вентсистемах любых типов. Большим разнообразием отличаются приточные решетки, которые могут быть нерегулируемые (с фиксированными жалюзи) и регулируемые, позволяющие изменять направление воздушного потока в одной или двух плоскостях. В каталогах обычно указываются не только размеры изделия и возможность регулирования направления потока, но также уровень шума и дальность распространения воздушной струи при заданном расходе воздуха.

Мы уже говорили о том, что для подключения решетки к воздуховоду необходимо **адаптер**. Обычно он представляет собой прямоугольный короб с круглым или прямоугольным патрубком, к которому подключается воздуховод (для гибких воздуховодов патрубок может иметь овальную форму). В лицевую (открытую) часть короба вставляется и фиксируется подпружиненными пластинами решетка. Для более равномерного распределения воздушной струи желательно, чтобы воздуховод подключался к боковой стороне короба.



Если необходимо мягкое воздухораспределение без направленных потоков воздуха на выходе из распределителя, используют специальный адаптер, называемый камера статического давления. В таком адаптере происходит снижение давления, рассеивание и стабилизация воздушного потока на перфорированной пластине, благодаря чему на выходе образуется низкоскоростной поток с низким уровнем шума, равномерно распределенный по всей площади решетки. Как правило, камеры статического давления комплектуются дроссель-клапанами для регулирования расхода воздуха.



Переточные решетки

Один из распространенных вариантов организации воздушных потоков между приточной и вытяжной системами вентиляции заключается в подаче чистого (приточного) воздуха в жилые помещения и удаление отработанного (вытяжного) воздуха из кухни и санузлов. Такая схема обеспечивает воздушный подпор «грязных» помещений, не позволяя неприятным запахам распространяться по квартире или коттеджу. Однако для нормального функционирования такой системы требуется обеспечить беспрепятственное движение воздуха из комнат в коридор и из коридора в санузлы и на кухню. Для этого обычно все внутренние двери имеют небольшой зазор между нижней кромкой двери и полом (порогом).



Однако если между помещениями должен проходить большой объем воздуха, в зазоре может возникнуть шум из-за высокой скорости воздуха, а большой перепад давления между помещениями приведет к появлению эффекта «хлопающих дверей». В подобных случаях в межкомнатные двери или тонкие стены устанавливают переточные решетки, которые позволяют воздуху свободно «перетекать» из комнаты в коридор (для жилых помещений) или из коридора в санузлы и на кухню. Переточная решетка состоит из двух частей, которые устанавливаются по обеим сторонам отверстия. Форма и угол наклона ламелей решетки подбирается таким образом, чтобы исключить возможность сквозного обзора.

Системы автоматизации

Для управления элементами вентиляционной системы необходима система автоматизации. В простейшем случае автоматика позволяет регулировать скорость вентилятора и температуру воздуха, а также контролировать безопасность системы: защищать электрический калорифер от перегрева, а водяной — от замерзания (для большей надежности обычно используется многоуровневая защита).



Более продвинутые системы автоматизации могут контролировать состояние воздушного фильтра, работать по таймеру, управлять дополнительными устройствами (вытяжным вентилятором или увлажнителем воздуха), подключаться к системе «умный дом» и т. д. Расширенными возможностями, как правило, обладает цифровая система автоматизации, комплектуемая пультом управления с дисплеем, на котором отображается вся информация о текущем состоянии вентсистемы.

Для наборных систем вентиляции автоматика выполняется в виде щита управления, который необходимо соединять с элементами вентиляционной системы отдельными кабелями. В моноблочных вентустановках система автоматизации может быть встроена в ее корпус. В этом случае для сборки системы бывает достаточно подсоединить к вентиляционной установке пульт управления.

Дополнительные компоненты

Дополнительные компоненты используются для охлаждения, увлажнения и осушения воздуха, а также для энергосбережения. Они применяются в приточных и приточно-вытяжных системах вентиляции.

Рекуператор

Рекуператоры используются в приточно-вытяжных вентсистемах и позволяют снизить потребляемую калорифером мощность при сохранении как производительности системы вентиляции, так и температуры приточного воздуха. Эта экономия достигается за счет подогрева приточного воздуха тепловой энергией удаляемого (вытяжного) воздуха. На практике подобные устройства чаще устанавливаются в больших коттеджах или офисах, где экономия энергии особенно актуальна. В квартирах же применение систем с рекуператором затруднено из-за большой протяженности приточно-вытяжной воздухопроводной сети и сложностью с организацией воздушного подпора «грязных помещений».

Рассмотрим особенности основных типов рекуператоров:

Пластинчатые рекуператоры. Это самый простой и недорогой тип рекуператора, в них потоки приточного и вытяжного воздуха движутся по узким каналам, обмениваясь теплом через тонкие стенки. Эти рекуператоры не имеют движущихся частей и поэтому просты в изготовлении, но их КПД не слишком высок и составляет около 50–60%. В холодный период года такие рекуператоры склонны к обмерзанию, что затрудняет их применение в средней полосе России. В теплый период года пластинчатый рекуператор желательно заменять летним блоком, чтобы избежать образования конденсата в приточном канале.



Рекуператоры с промежуточным теплоносителем. В таких рекуператорах используется два теплообменника, между которыми циркулирует водно-гликолиевый раствор. Один из теплообменников расположен в приточном канале, второй — в вытяжном. Теплоноситель нагревается удаляемым воздухом и передает тепло приточному воздуху. Передача тепла может регулироваться изменением скорости циркуляции теплоносителя. Такие рекуператоры имеют низкую эффективность, их КПД составляет 45–60%.



Роторный рекуператор. В таких рекуператорах тепло передается вращающимся между вытяжным и приточным каналами ротором. Уровень рекуперации тепла может регулироваться скоростью вращения ротора. Роторные рекуператоры имеют высокую стоимость, однако, их КПД также самый высокий — до 90%. Конструктивной особенностью роторных рекуператоров является небольшой (5–10%) подмес вытяжного воздуха к приточному. Это не позволяет подавать в вытяжной канал сильно загрязненный или имеющий резкий запах воздух, поэтому в системах приточно-вытяжной вентиляции с роторным рекуператором применяют дополнительную (изолированную от основной системы) вытяжку в санузлах и на кухне. Еще одна особенность роторных рекуператоров — частичная передача влаги от удаляемого воздуха к приточному (это является преимуществом для жилых помещений, но недостатком для бассейнов).

Для защиты рекуператоров от пыли рекомендуется использовать фильтры класса EU4 или EU5, расположенные на входе приточного и вытяжного каналов.

Увлажнитель воздуха

Проблема, с которой сталкиваются все обитатели вентилируемых помещений — это крайне низкая влажность воздуха в холодный период года. Причина этого явления в том, что зимой холодный наружный воздух содержит очень мало влаги. Когда этот воздух попадает в дом и нагревается, его относительная влажность падает до 10–20%. Для борьбы с чрезмерной сухостью воздуха систему вентиляции дополняют канальным увлажнителем или используют ПУ с секцией увлажнения, что позволяет поддерживать во всех обслуживаемых помещениях оптимальный уровень влажности.



Охладитель и осушитель воздуха

Система вентиляции может не только нагревать, но и охлаждать воздух. Для этого в нее встраивают охладитель, который может быть водяным или фреоновым. Для работы водяного охладителя нужен чиллер. Фреоновый охладитель работает совместно с компрессорно-конденсаторным блоком (ККБ), которые вместе образуют холодильный контур (как в кондиционере), охлаждая проходящий через систему вентиляции воздух до заданной температуры.

Для осушения воздуха применяется охлаждение с последующим нагревом воздуха. Для этого обрабатываемый воздух проходит последовательно через испаритель и конденсатор. В результате температура воздуха почти не изменяется, а влажность — снижается. Вентиляция с осушением воздуха используется в бассейнах и других помещениях с повышенной влажностью.