Библиотека СОК

В.С. Андреев

# ВЕНТИЛЯЦИЯ и КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ КВАРТИРЫ • БАНИ ЗАГОРОДНОГО ДОМА











ББК 38.762.2
**А65**

**Андреев В. С.**

**А65** Вентиляция и кондиционирование квартиры, бани, загородного дома / В. С. Андреев. — М.: ООО ИКТЦ «ЛАДА», 2011. – 256 с. (серия «Ваш дом»).

ISBN 978-5-94832-355-8

*В книге рассказано о различных системах вентиляции и кондиционирования помещений. Издание рассчитано на людей, тяготеющих к комфорту. С помощью данной книги каждый сможет выбрать систему кондиционирования и вентиляции помещения по собственному вкусу, а также установить ее в жилище.*

**ББК 38.762.2**

**ISBN 978-5-94832-355-8** © ООО ИКТЦ «Лада», 2011

# Введение

Понятия «вентиляция» и «кондиционирование» прочно вошли в наш обиход. Однако всегда ли мы задумываемся, что подразумевается под этими словами?

Вентиляцией называют регулируемый естественным или искусственным способом воздухообмен в помещениях. Вентиляция необходима для удаления избытков тепла, влаги, вредных веществ, чтобы обеспечить в помещениях допустимые параметры метеорологических условий и чистоты воздуха.

Под кондиционированием воздуха понимают создание и автоматическое поддержание в закрытых помещениях параметров температуры, относительной влажности, чистоты, состава и скорости движения воздуха, являющихся оптимальными, т. е. наиболее благоприятными для самочувствия людей, ведения технологических процессов, работы оборудования и приборов, хранения материалов.

Решить проблемы, связанные с обеспечением вышеназванных параметров воздуха в помещениях, призваны системы вентиляции и кондиционирования. Отдельные приемы вентиляции и кондиционирования применялись еще в древности, но в основном вентиляция помещений до начала XIX в. ограничивалась естественным проветриванием. В начале XIX в. ученые, в частности, академик Э. Х. Ленд, пришли к выводу, что полная вентиляция может быть достигнута только механическим способом. В настоящее время по-преж-

нему достаточно широко применяется естественная вентиляция, однако значительное место занимают и специальные вентиляционные устройства, а также системы кондиционирования, о которых и пойдет речь в данной книге.

Издание подразделяется на 2 части, одна из которых посвящена системам вентиляции, вторая — системам кондиционирования. В книге описаны системы естественной и принудительной вентиляций, различные системы кондиционирования помещений. Издание поможет всем желающим сориентироваться в мире вентиляционных систем и систем кондиционирования.

# Системы вентиляции

## Виды вентиляционных систем

Под словом «вентиляция» (от лат. ventilatio — проветривание) подразумевается воздухообмен в помещениях, который способствует формированию и поддержанию благоприятного для человека состояния воздушной среды (состава воздуха, температуры, влажности и др.), а также совокупность технических средств, применяемых для обеспечения этого воздухообмена.

Итак, вентиляция необходима для поддержания оптимального для организма состава воздуха. Для обеспечения нормального дыхания воздух в помещении должен содержать не менее 21% кислорода. При уменьшении концентрации кислорода в воздухе человек может испытывать ощущение духоты, а как следствие — головную боль и др. симптомы недомогания. Постоянная нехватка кислорода приводит к снижению работоспособности и отрицательно влияет на здоровье человека, ускоряя процессы старения организма.

Также следует иметь в виду, что в закрытых помещениях, как правило, присутствуют различные источники загрязнения воздуха, к числу которых относятся асбестосодержащие строительные материалы, мебель из ДСП, бытовая химия, газовые плиты. Во избежание повышенной концентрации вредных веществ и существенного снижения содержания кислорода необходимо, чтобы воздух в жилых помещениях полностью об-

новлялся хотя бы один раз в течение часа. Для характеристики частоты полного обновления воздуха в помещениях применяется понятие «кратность воздухообмена».

В вышеупомянутом случае кратность воздухообмена в час равна 1. Для помещений специализированного назначения кратность воздухообмена должна быть больше: например, для кухонь кратность воздухообмена в час должна составлять не меньше 3, а в помещениях, используемых для курения — 10.

В настоящее время системы вентиляции используются не только с целью обновления воздуха в помещениях; они также могут осуществлять очистку подаваемого воздуха, увлажнять его, нагревать или охлаждать до заданной температуры, способствуя формированию наиболее комфортных для человека условий.

Системы вентиляции можно классифицировать по ряду признаков:

- по способу перемещения воздуха различают естественную и искусственную (механическую) системы вентиляций;
- по назначению системы вентиляции бывают приточные и вытяжные;
- по зоне обслуживания системы вентиляции могут быть местными или общеобменными;
- по конструктивному исполнению системы вентиляции могут быть наборными или моноблочными, а также канальными либо бесканальными.

Естественная вентиляция представляет собой систему вентиляции, не содержащую электрооборудования (вентиляторов, двигателей, приводов и т. п.). В такой системе перемещение воздуха происходит за счет разности температур, давления наружного воздуха и воздуха в помещении, ветрового давления. Ес-

тественная вентиляция в многоэтажных домах достигается благодаря системе вертикальных каналов (воздуховодов) с вентиляционными решетками на кухнях и в санузлах. Все воздуховоды выводятся на крышу дома, где на них устанавливаются дефлекторы — специальные насадки, усиливающие отсасывание воздуха за счет силы ветра. Приток свежего воздуха в подобных вентиляционных системах происходит через щели в дверях и оконных проемах, открытые форточки. Следует отметить, что при использовании подобной системы вентиляции ее эффективность в значительной степени зависит от случайных факторов, не поддающихся регуляции, в частности, от направления ветра и температуры воздуха. Помимо этого, в процессе длительной эксплуатации воздуховоды забиваются пылью и др., а установка в квартирах пластиковых окон приводит к заметному снижению притока свежего воздуха.

Искусственные (механические) системы вентиляции включают в себя специальное оборудование и электроприборы, использование которых позволяет перемещать воздух на значительные расстояния, а также очищать и нагревать его. Преимуществом механических систем вентиляции является то, что они способны обеспечить необходимый воздухообмен независимо от внешних условий; однако приобретение комплекса необходимого оборудования, как правило, требует значительных финансовых затрат, кроме того, такие системы вентиляции нередко потребляют много электроэнергии.

Нередко применяется смешанная вентиляция, включающая как естественную, так и механическую: например, в вентиляционные каналы на кухне и в санузле устанавливаются небольшие вентиляторы, причем могут использоваться специальные вентиляторы с авто-

матическим управлением. Например, выпускаются вентиляторы для ванных комнат и душевых, включающиеся, когда уровень влажности превышает определенный предел, вентиляторы для туалета, которые подсоединяют к выключателю света. Для улучшения притока свежего воздуха в фурнитуру окна или стену могут монтироваться приточные клапаны, через которые воздух с улицы поступает за счет разницы давления и температуры. Такие клапаны обычно снабжаются специальной диафрагмой, которая регулирует количество поступающего воздуха; также в приточных клапанах могут устанавливаться фильтры для очистки поступающего воздуха и устройства для снижения уровня шума.

Как уже отмечалось выше, по назначению системы вентиляции бывают приточные и вытяжные. Приточные системы вентиляции служат для подачи в помещение свежего воздуха; в подобных системах воздух может подвергаться очистке, нагреванию, увлажнению. Вытяжные системы вентиляции применяются с целью удаления из помещения отработанного воздуха. Как правило, помещения снабжаются как приточными, так и вытяжными системами вентиляции, производительность которых должна быть сбалансированной; в противном случае, в помещении вследствие недостаточного или избыточного давления будет возникать эффект «хлопающих дверей». Однако иногда в помещениях может предусматриваться либо только вытяжная, либо только приточная система вентиляции. В подобных случаях воздух либо проникает в помещение снаружи или из смежных помещений через специальные проемы, либо удаляется из помещения наружу или в смежные помещения.

И приточные, и вытяжные системы вентиляция могут устраиваться как на рабочем месте (местная вентиляция), так и для всего помещения (общеобменная вентиляция).

Местная вентиляция используется с целью подачи свежего воздуха на определенные места (местная приточная вентиляция) либо удаления отработанного воздуха от мест образования вредных веществ (местная вытяжная вентиляция). Местная вытяжная вентиляция применяется, когда места образования вредных веществ локализованы и возможно не допустить их распространения по всему помещению — в подобных случаях эффективность местной вентиляции достаточно высока.

Как правило, местная вентиляция применяется на производстве. Также примером использования местной вентиляции являются кухонные вытяжки, однако в быту, в основном, применяется общеобменная вентиляция.

Системы общеобменной вентиляции предназначаются для вентилирования помещения в целом. Как и местная, общеобменная вентиляция бывает приточной и вытяжной. Обычно при использовании систем приточной общеобменной вентиляции их снабжают устройствами для подогрева и фильтрации воздуха. Соответственно, такая вентиляция является механической (искусственной).

Общеобменная вытяжная вентиляция обычно проще приточной, так как воздух, удаляемый из помещения, не требуется подвергать обработке. Подобная система вентиляции представляет собой вентилятор, который устанавливается в окне или отверстии в стене. Если объемы вентилируемого воздуха невелики, используют естественную вытяжную вентиляцию, стоимость которой значительно ниже, чем у механической.

Наборные системы вентиляции собираются из отдельных элементов — вентилятора, фильтра, шумоглушителя, воздуховодов, системы автоматики и т. д.

В подобных системах могут использоваться элементы, произведенные разными фирмами. Наборные вентиляционные системы характеризуются значительными габаритами. Обычно подобные системы размещают либо в отдельном помещении — вентиляционной камере, либо — при небольшой производительности — за подвесным потолком. Проектирование наборных систем вентиляции возможно для любого помещения — как для отдельной квартиры, так и для целого здания. Однако следует иметь в виду, что грамотно рассчитать и спроектировать подобные системы могут только специалисты.

Моноблочные системы вентиляции представляют собой готовые вентиляционные установки. Такое устройство полностью заключено в едином шумоизолированном корпусе. Моноблочные вентиляционные системы могут быть приточными либо приточно-вытяжными. В приточно-вытяжных моноблочных системах нередко устанавливается рекуператор — устройство, в котором происходит теплообмен холодного приточного воздуха с теплым воздухом из помещения. Благодаря использованию рекуператора экономия электроэнергии составляет от 30 до 90%.

Так как устройство располагается в шумоизолированном корпусе, уровень шума моноблочных установок заметно ниже, чем у наборных систем, благодаря чему моноблочные системы небольшой производительности можно использовать в жилых помещениях, тем более что такие устройства обладают относительно небольшими габаритами.

Кроме того, к достоинствам моноблочных систем следует отнести простоту и экономичность монтажа. Такая система вентиляции устанавливается в течение нескольких часов и не требует большого количества расходных материалов.

# Системы естественной вентиляции

Естественная вентиляция является древнейшим способом организации воздухообмена в помещениях. Так, крупнейший храм Древнего Рима — Пантеон, высота которого соотносима с высотой современного 15-этажного здания, а площади позволяли вмещать сотни людей, вентилировался естественным способом.

Как правило, в условиях современной городской жизни каждый человек ежедневно не менее 8—10 часов проводит в помещении. Ввиду этого организация правильного воздухообмена крайне важна для комфортного пребывания в помещении, а также и для здоровья человека.

При регулярном недостаточном воздухообмене в помещении могут формироваться условия для развития плесени, грибка и др. болезнетворной микрофлоры. размножения насекомых.

В воздухе накапливаются различные вредные примеси, начиная от неприятных запахов и заканчивая токсичными веществами, которые выделяются ДСП. пластмассами, компьютерной техникой.

Значимость вентиляции помещений отражена в действующих строительных нормах и правилах (СНиП). Так, согласно СНиП «Отопление и вентиляция жилых зданий» №2.08.01—89, при строительстве жилых помещений должен обязательно использоваться естественный тип вентиляции, при котором отработанный воздух должен удаляться из зон его наибольшего загрязнения — кухонь, ванных комнат и туалетов — через систему естественной вытяжной вентиляции.

Естественная вентиляция происходит вследствие таких факторов, как разница температур воздуха в помещении и снаружи, изменение атмосферного давления в зависимости от высоты здания, а также непре-

рывное ветровое давление. Основные факторы, влияющие на естественную вентиляцию помещений, принято называть «тепловым побуждением» и «ветровым побуждением». Тепловое побуждение является результатом нагрева вентиляционного канала — как правило, в жилых помещениях источником тепла выступают кухонные плиты или нагретый влажный воздух ванных комнат. Ветровое побуждение возникает под воздействием энергии ветра, который выталкивает отработанный воздух из вертикально расположенных вентиляционных каналов. В подобных системах вентиляции для усиления тяги используются дефлекторы, которые функционируют по принципу эффекта Бернулли: если скорость потока воздуха при изменении поперечного сечения канала увеличится, то в этом сечении образуется зона пониженного давления, которая способствует вытягиванию воздуха из помещения. Однако в безветренную погоду эффективность дефлекторов существенно падает. В то же время открытые вентиляционные каналы по-прежнему могут работать на основе теплового пробуждения.

Выделяют следующие достоинства естественной вентиляции:

- воздухообмен осуществляется без применения сложного оборудования (электродвигателей, вентиляторов, выключателей и т. д.), что снизит затраты при строительстве здания и последующей его эксплуатации — в частности, за счет экономии электроэнергии;
- естественные системы вентиляции очень просто устроить, они надежны, служат очень долго, а если требуется ремонт, он не потребует больших затрат;
- естественные системы вентиляции совместимы с любыми искусственными вентиляционными

системами и устройствами (фильтрами, вентиляторами, сплит-системами, кондиционерами).

Однако естественные системы вентиляции имеют и ряд недостатков, учитывать которые нужно еще на стадии проектирования. Главным из этих недостатков выступает зависимость работоспособности вентиляционной системы от разницы температур воздуха в помещении и на улице, а также от силы и направления ветра. Специалисты рекомендуют усиливать естественную вентиляцию, выступающую в качестве основной, дополнительным современным вентиляционным оборудованием, которое подбирается в зависимости от особенностей того или иного помещения, его назначения и т. п.

Косвенное указание на несовершенство систем естественной вентиляции можно обнаружить в уже упоминавшемся документе СНиП «Отопление и вентиляция жилых зданий» №2.08.01—89, где в качестве условия замещения отработанного воздуха свежим названы «неплотности наружных ограждений (главным образом оконного заполнения) всех помещений квартиры». Следовательно, если в помещении установлены пластиковые окна и современная входная дверь, эффективность естественной вентиляции резко падает, система будет функционировать нерегулярно. Однако недостатки естественной вентиляции не означают, что от нее нужно отказываться — напротив, и в городской квартире, и в загородном доме обязательно должны устанавливаться устройства естественной вентиляции. Дело в том, что искусственные системы вентиляции работают за счет потребления электроэнергии, и даже кратковременное прекращение электроснабжения может стать преградой для доступа свежего воздуха в помещение.

В качестве варианта естественной вентиляции могут использоваться специальные конструкции — вентиляционные шахты (шахты без вентиляторов). Они же могут применяться и в системах принудительной приточно-вытяжной вентиляции (шахты с вентиляторами). Эти конструкции могут использоваться как приточные или как вытяжные шахты. Вентиляционные шахты устанавливают на крыше здания, чаще во всю ее длину вдоль конька с обеих сторон, но возможны и другие варианты монтажа. Специалисты указывают на то, что применение вентиляционных шахт является удачным решением проблемы вентиляции помещений, в которых размещаются сельскохозяйственные животные.

При использовании вентиляционных шахт обеспечивается приток свежего воздуха в помещение в нужном объеме, вентиляция равномерна по всему зданию. Применение шахт с вентиляторами позволяет увеличить возможности естественной приточно-вытяжной вентиляции благодаря усилению тяги приточных или вытяжных шахт. Еще одно достоинство вентиляционных шахт — то, что на их эффективность не влияет направление ветра. Вентиляторы, которые устанавливаются в качественных вентиляционных шахтах, потребляют относительно небольшое количество электроэнергии, характеризуются низким уровнем шума.

Изготавливаются вентиляционные шахты из высокопрочных материалов (полиэтилен низкого давления (ПНД) либо черный металл, окрашенный металл,

сталь нержавеющая, сталь оцинкованная) с гладкой водо- и пылеотталкивающей поверхностью. Такие конструкции обладают высокой устойчивостью к воздействию ультрафиолетовых лучей, перепадам температур, повышенной влажности воздуха, рассчитаны на длительный срок эксплуатации. Также к достоинствам вентиляционных шахт можно отнести относительную

дешевизну, простоту монтажа и возможность изготовления на заказ конструкций любых размеров по диаметру и высоте. Кроме того, особенности конструкции вентиляционных шахт препятствуют проникновению внутрь них атмосферных осадков.

Основными элементами вентиляционной шахты являются (рис. 1): верхняя шахта (1), состоящая из двух частей (нижней и верхней); нижняя шахта (2); 4 опоры колпака (5); защитный колпак (6); крепежные элементы — хомуты и болтовые соединения (3, 4, 7, 8, 9, 11); а также уплотнительный колпак, который устанавливается при монтаже. Уплотнительный колпак закрывает проем вентиляционной шахты на крыше здания, препятствуя проникновению влаги в шахту и помещение. В нижней шахте может устанавливаться вентилятор (10).

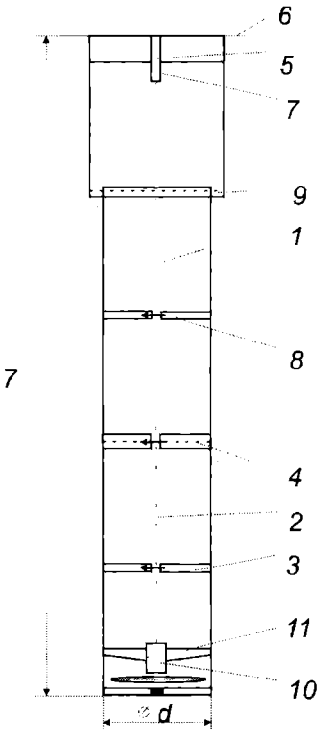



*Рис. 1. Устройство вентиляционной шахты*

Помимо вышеперечисленного, в конструкции вентиляционных шахт могут применяться и другие элементы, такие, как заслонки для регулирования воздушных потоков посредством закрытия/открытия шахт, дефлекторы, шумоглушители и сетки.

Говоря о естественной вентиляции помещений, следует упомянуть и о вентиляции крыш. Согласно данным, полученным специалистами в ходе многолетних

обследований чердачных помещений, традиционная вентиляция чердачных помещений через жалюзийные решетки слуховых окон является малоэффективной ввиду нерационального размещения и малой площади отверстий.

Как показывает практика, естественная вентиляция чердачных помещений является наиболее эффективной, если вентиляционные отверстия устраиваются под свесом кровли и в коньках крыши — это позволяет максимально использовать побудительные силы природы, каковыми выступают тепловой и ветровой напоры (рис. 2).

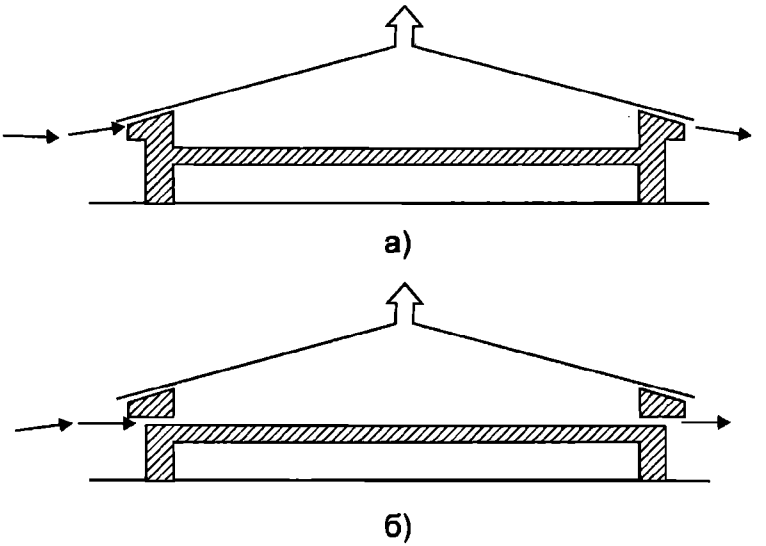



*Рис. 2. Вентиляционные отверстия: а) под свесом кровли; б) в коньках крыши*

Естественная вентиляция чердачных помещений через жалюзийные решетки слуховых окон, расположенных на скатах крыши, может быть недостаточно эффективной из-за нерационального расположения

вентиляционных отверстий. Дело в том, что помимо обеспечения оптимального воздухообмена для правильной вентиляции чердачного помещения большое значение имеет полнота омывания свежим воздухом всего пространства под кровлей. Если же эффективность вентиляционных отверстий в слуховых окнах низкая, в чердачном помещении возникают зоны с застойным воздухом.

При устройстве естественной вентиляции чердаков вентиляционные отверстия лучше всего располагать под свесом кровли равномерно по периметру здания и в коньке крыши по всей его длине. В подобном случае отверстия для притока свежего воздуха оказываются внизу проветриваемого пространства и в зоне максимального давления воздушного потока, а вытяжные — в зоне минимального давления воздушного потока.

При таком расположении вентиляционных отверстий интенсивный воздухообмен обеспечивается по всему пространству чердачного помещения.

Под свесом кровли вентиляционные отверстия могут устраиваться в виде узкой щели между стеной и кровлей (щелевидные продухи) или отдельных отверстий в карнизной части стены по осям окон или простенков, или и тех и других («точечные» продухи).

В коньке крыши делаются щелевидные вентиляционные отверстия. Над коньковой щелью устраивается оголовок специальной конструкции, препятствующий проникновению влаги в чердачное помещение.

В безветренную погоду вентиляционные отверстия под свесом кровли обеспечивают приток свежего воздуха в помещение, а расположенные в коньке крыши — работают на вытяжку отработанного воздуха.

Площадь вентиляционных отверстий чердаков определяется в результате специальных расчетов и зави-

сит от поступлений тепла в помещение, его объема и климатических условий района, в котором построено здание. Для I и II климатических районов площади сечения слуховых окон и продухов на крыше должны составлять не менее 1/300—1/500 площади чердачного перекрытия.

Расположение этих отверстий должно обеспечивать сквозное проветривание чердачного помещения, исключая местный застой, т. е. предупреждать образование «воздушных мешков». Устройство специальной системы вентиляции чердачных помещений является обязательной в крышах зданий с холодным чердаком любого назначения и любой конфигурации, с деревянными и железобетонными несущими конструкциями и любыми видами кровель, в особенности же в крышах с плотными кровлями и при размещении в чердаках трубопроводов центрального отопления и горячего водоснабжения.

Карнизные щелевые продухи играют немалую роль в обеспечении сохранности настенных частей крыши, которые подвергаются наиболее сильному неблагоприятному воздействию внешней среды, в частности, атмосферным осадкам. Постоянный приток свежего воздуха способствует проветриванию конструкций и удалению влаги. Кроме того, при наличии карнизных щелевых продухов упрощается контроль состояния кровли в местах, в наибольшей степени подверженных повреждению.

Благодаря этим отверстиям прогрев надкарнизных участков кровли во время оттепели происходит быстрее, что способствует освобождению желобов от наледи, образующейся при таянии снега.

В целом же специальная система вентиляции чердачных помещений характеризуется простотой конструкции и экономичностью.

# Системы принудительной вентиляции

Как уже отмечалось, естественная вентиляция, которая зависит от разницы температур воздуха в помещении и снаружи, от силы и направления ветра, не всегда оказывается способной обеспечить необходимый воздухообмен. Ввиду этого достаточно широко применяются системы принудительной (механической, искусственной) вентиляции, которые могут быть включены в любой момент и позволяют удалять из помещения строго определенное количество отработанного воздуха и заменять его таким же количеством свежего воздуха.

В системах принудительной вентиляции применяются специальные приборы и оборудование (вентиляторы, электродвигатели, воздухонагреватели, пылеуловители, автоматика и др.), которые способны перемещать воздух на значительное расстояние. Работа таких устройств может потребовать значительных затрат электроэнергии.

Также в подобных системах могут предусматриваться подача и удаление воздуха из локальных зон помещения в необходимом количестве; воздух может подвергаться различным видам обработки (очистке, нагреванию, увлажнению и т. д.). Как правило, механическая вентиляция применяется в комплексе с естественной.

Основным преимуществом принудительной вентиляции является то, что ее применение способно существенно повысить коэффициент полезного действия системы вентиляции в целом. При использовании систем принудительной вентиляции значительно увеличивается приток воздуха снаружи, благодаря чему быстро происходят замена отработанного воздуха и удаление вредных веществ.

Применение систем принудительной вентиляции устраняет зависимость от внешних природных факторов, определяющих работу систем естественной вентиляции. Таким образом, планировка квартиры или здания при использовании принудительной вентиляции не имеют решающего значения, что расширяет возможности воплощения архитектурных решений.

Благодаря использованию принудительной вентиляции с механическим побуждением появляется возможность осуществления предварительной обработки, в первую очередь очистки, приточного воздуха, что имеет большое значение для помещений, в которых люди находятся длительное время.

Нужно иметь в виду, что при более интенсивном притоке в помещение наружного воздуха за счет принудительной вентиляции может возрасти расход тепла для компенсации тепловых потерь, связанных с утилизацией отработанного воздуха. В подобных случаях специалисты рекомендуют принудительную вентиляцию с использованием системы энергосбережения, когда подогрев приточного воздуха осуществляется за счет нагретого вытяжного. Это позволяет снизить расход теплоты на подогрев поступающего воздуха на 60—70% и, как следствие, значительно снизить расходы на отопление.

Еще одно преимущество систем принудительной вентиляции заключается в том, что их использование предоставляет возможность уменьшения объема воздухообмена, когда количество людей, находящихся в помещении, оказывается меньше расчетного — например, когда жильцы уходят на работу или учебу — что позволяет существенно сокращать расходы электроэнергии, связанные с организацией оптимального воздухообмена в помещении.

В многоэтажных жилых домах принудительная вентиляция может быть централизованной, с применением одной или нескольких вентиляционных камер, либо поквартирной, которая в большей степени отвечает индивидуальным потребностям людей. При проектировании централизованной принудительной вентиляции единовременные затраты на ее устройство несколько ниже; однако в дальнейшем усовершенствовать систему вентиляции под нужды каждой квартиры будет сложнее.

Принудительная вентиляция широко применяется в помещениях агропромышленного комплекса и коммунального хозяйства. Это связано с тем, что в животноводческих и производственных сооружениях выделяется намного больше вредных веществ, чем в жилых помещениях.

По назначению системы принудительной вентиляции можно разделить на приточные, которые служат для подачи в помещение свежего воздуха, и вытяжные, функцией которых является удаление из помещения отработанного воздуха. В приточных системах принудительной вентиляции воздух может подвергаться очистке, нагреванию и увлажнению. Основу систем приточной вентиляции составляют устройства для забора и очистки воздуха, воздуховоды и устройства подачи воздуха в помещение.

Разновидностями местной приточной вентиляции являются воздушные души, воздушные завесы и воздушное отопление.

Воздушным душем называется устройство в системе местной приточной вентиляции, функцией которого является подача сосредоточенного потока воздуха.

Воздушные и воздушно-тепловые завесы применяют, чтобы зимой холодный воздух не проникал через открытые двери, как правило, в помещения общес-

твенного или промышленного назначения. Воздушная завеса представляет собой плоскую струю воздуха, подаваемую с боков дверей или ворот под некоторым углом навстречу наружному холодному воздуху. Для воздушно-тепловых завес воздух, подаваемый вентилятором, подвергается дополнительному подогреву.

В системах воздушного отопления в помещение подается воздух, предварительно нагретый в калориферах до определенной температуры. Нагревание воздуха осуществляется посредством использования горячей воды, пара или горячих газов.

Системы принудительной вытяжной вентиляции служат для удаления из помещения загрязненного или нагретого отработанного воздуха, который перемещают по трубам и каналам потоком воздуха.

Основой систем вытяжной вентиляции являются устройства для удаления воздуха, вентиляторы, воздуховоды, пыле- и газоулавливающие фильтры. Также в системах вентиляции промышленных предприятий могут использоваться пылеприемники, специальные очистные устройства, вентиляторы и др.

Как правило, в помещениях предусматриваются как приточные, так и вытяжные системы, производительность которых должна быть оптимально сбалансирована с учетом возможности поступления воздуха в смежные помещения или из них. Иногда в помещениях устраивается либо только вытяжная, либо только приточная система вентиляции. Это делается, когда воздух поступает в помещение снаружи или из соседних помещений либо удаляется наружу или в соседние помещения.

В зависимости от того, какой объем пространства обслуживается системой принудительной вентиляции, она бывает местной и общеобменной (для всего поме-

щения). Это относится и к приточной, и к вытяжной вентиляциям.

Разновидностями местной приточной вентиляции являются воздушные души, воздушные оазисы и воздушные завесы. Воздушные оазисы представляют собой участки помещений, в которые нагнетается воздух с пониженной температурой; эти участки отгорожены от остального помещения передвижными перегородками высотой 2—2,5 м.

В качестве местной вытяжной вентиляции для улавливания и удаления отработанного воздуха применяются местные отсосы, которые могут представлять собой укрытия в виде шкафов, зонты, бортовые отсосы, завесы, укрытия в виде кожухов у станков и др. Помимо укрытий, подобная вытяжная система включает сеть воздуховодов, вытяжную шахту и вентилятор.

Местные отсосы должны удовлетворять следующим требованиям:

- место, где образуются вредные выделения, должно быть максимально локализованным;
- конструкция отсоса должна быть достаточно простой, устройство не должно мешать нормальной работе людей, находящихся в помещении;
- устройство должно удалять вредные выделения от места образования в направлении их естественного движения, т. е. горячие газы и пары — вверх, холодные тяжелые газы и пыль — вниз.

По типу конструкции местные отсосы условно можно разделить на полуоткрытые (вытяжные шкафы), открытые (бортовые отсосы) и закрытые. При использовании отсосов открытого типа удаление вредных выделений происходит лишь с большими объемами отсасываемого воздуха. Закрытые отсосы являются составной какого-либо устройства (элеватора, мельни-

цы, дробилки, барабана для очистки литья и т. п.), имеющего небольшие отверстия, через которые удаляются пыль и др.

В промышленных условиях иногда применяются достаточно сложные системы вытяжной вентиляции, в которых воздух подвергается очистке от пыли, прежде чем он будет выведен наружу. В таких системах применяются от 2 до 3 пылеулавливающих фильтров. Эффективность местных вытяжных систем достаточно высока: их применение позволяет удалять вредные вещества непосредственно с места образования или выделения, предупреждая их распространение по всему помещению.

Тем не менее, местные системы принудительной вентиляции не способны решить все проблемы вентиляции. Вредные выделения далеко не всегда могут быть полностью устранены посредством местной вентиляции, в частности, когда они существенно рассредоточены по помещению. Также местные системы вентиляции не способны обеспечить подачу воздуха во все зоны помещения — это задача общеобменных систем вентиляции.

Общеобменную механическую приточную вентиляцию устраивают для устранения избыточного тепла и влаги, разбавления вредных концентраций паров и газов, которые не удалось удалить посредством местной и общеобменной вытяжной вентиляции, а также для обеспечения комфортных условий пребывания человека в помещении, закрепленных санитарно-гигиеническими нормами.

При недостатке тепла системы общеобменной приточной вентиляции снабжают устройствами для подогрева приточного воздуха. Обычно в общеобменных системах вентиляции воздух предварительно очищают от пыли.

Простейший вариант общеобменной вытяжной вентиляции — это вентилятор, как правило, осевого типа, с электродвигателем, устанавливаемый в окне или в отверстии стены. Такое устройство способно осуществлять лишь общий воздухообмен, удаляя воздух из ближайшей к вентилятору зоны помещения. Иногда вентилятор работает в комплексе с протяженным вытяжным воздуховодом. В тех случаях, когда длина вытяжного воздуховода составляет более 30—40 м, ввиду чего потери давления в сети превышают 30—40 кг/м$^2$, вместо осевого вентилятора используется центробежный.

## Выбор вентиляционных систем

На основе всего вышесказанного значимость правильной вентиляции для помещения любого назначения становится очевидной. В то же время следует отметить, что для помещений различного назначения оптимальным вариантом являются разные проекты вентиляции. Более того, разные типы жилых помещений нуждаются в несколько отличающихся друг от друга системах вентиляционного оборудования. Рассмотрим особенности оптимальной вентиляции городской квартиры и загородного дома, а также такого сооружения, как баня, которое нередко возводится на приусадебных участках и входит в комплекс служебных строений, примыкающих к загородному дому.

### Вентиляция городской квартиры

Вентиляция городской квартиры, как и большинства помещений вообще, складывается из приточной и вытяжной вентиляций.

Основой вентиляции городских квартир являются системы естественной вентиляции: приточная вентиляция, т е. подача свежего воздуха в помещение осуществляется через форточку и щели в проеме окна, и вытяжная вентиляция, т. е. удаление из помещения отработанного воздуха производится через вентиляционные решетки и шахты вытяжной вентиляции. Обычно решетки вытяжной вентиляции размещают на кухне, в ванной и туалете. В зависимости от планировки шахты вытяжной вентиляции могут располагаться внутри квартиры либо между квартирами.

Вытяжная вентиляция размещается таким образом, чтобы в жилых помещениях был самый чистый воздух, который по мере загрязнения через внутриквартирные двери перетекает в ванную комнату, туалет, на кухню. Во вспомогательных помещениях допускается более высокая степень загрязнения воздуха, так как пребывание в них носит относительно кратковременный характер.

Естественная вентиляция помещений зависит от разности плотностей наружного и внутреннего воздуха, поэтому расход воздуха не является постоянной величиной. Ввиду этого сложно определить, каковы тепловые потери, связанные с вентиляцией, каким в действительности в тот или иной период времени является воздухообмен в помещениях.

Однако существуют нормы СНиП 2.04.05—91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование», согласно которым вентиляция в жилых зданиях должна обеспечивать воздухообмен не менее 3 $м^3$/час на 1 $м^2$ жилой площади или не менее суммы воздухообменов.

Существуют и другие нормативы воздухообмена:

- для помещений с длительным пребыванием людей на одного человека — 25 $м^3$/час;

- для помещений с кратковременным присутствием людей (например, конференц-залы) на одного человека — 16 $м^3$/час;
- для помещений для курения — 70 $м^3$/час;
- для гаража на 1 машину с присутствием людей менее 1 часа — 3—4 $м^3$/час на 1 $м^2$.

Специалисты дают ряд рекомендаций, касающихся конструктивного выполнения элементов естественной вентиляции:

- в жилых помещениях обязательно должны иметься открываемые форточки и другие устройства для подачи свежего воздуха;
- элементы приточной вентиляции (окна и другие приемные устройства) должны располагаться на высоте более 1 м от среднего уровня снегового покрова и не менее 2 м от уровня поверхности почвы;
- площадь сечения вентиляционных каналов должна быть подобрана таким образом, чтобы обеспечивать оптимальную вентиляцию помещений:
  а) вентиляция гостиных и спален осуществляется через открытое окно и/или регулируемый клапан в стене сечением 100 $см^2$;
  б) кухонь — сечением 150 $см^2$;
  в) ванных комнат вместе с туалетом или отдельно — сечением 150 $см^2$;
  г) душевых кабин или туалетов по отдельности — сечением 100 $см^2$;
  д) прачечных в квартирах — сечением 150 $см^2$;
  е) подвалов с закрытыми окнами — из расчета 3 $см^2$ на 1 $м^2$ пола;
- прохождение воздушных потоков от приточной к вытяжной вентиляции должно обеспечиваться не только при открытых, но и при закрытых внут-

риквартирных дверях: воздух может проходить через решетку в двери, над или под дверью (сечение открытого проема при этом должно составлять около 100 см$^2$, т. е. высота зазора должна составлять около 1—1,5 см; отсутствие такого зазора препятствует свободному движению воздуха к вытяжной вентиляции;

- внутри воздуховодов и на расстоянии 50 мм от их стенок нельзя размещать газопроводы, кабели, электропроводку и канализационные трубопроводы, также эти коммуникации не должны пересекать воздуховоды.

Согласно строительным нормам СНиП 2.04.05—91 нормальную вентиляцию жилых помещений должен обеспечивать однократный воздухообмен в час. Однако существует еще одна проблема: хотя воздухообмен обеспечивает комфортные условия пребывания, зачастую воздух в помещениях характеризуется достаточно высокой загрязненностью.

В качестве решения этой проблемы обычно производится установка воздухоочистителя кухонной плитой. Однако нужно иметь в виду, что это улучшает вентиляцию кухни и всей квартиры в целом только тогда, когда воздухоочиститель работает. Когда он отключен, это окно вентиляции оказывается практически перекрытым, так как забор воздуха воздухоочистителя располагается слишком низко, не под потолком. В особенности это относится к тем случаям, когда воздухоочиститель переключен на фильтр.

Оптимальным вариантом вентиляции квартиры можно считать правильно подобранное сочетание элементов естественной и искусственной вентиляций. Важно, чтобы все составляющие системы вентиляции квартиры работали с максимальной эффектив-

ностью. Так, могут возникать проблемы, связанные с функционированием естественной вытяжной вентиляции. Это происходит, как правило, когда вентиляционные каналы забиты пылью, строительным мусором и т. п. Однако иногда возможен и другой вариант: кто-то из соседей сверху расширил свою кухню за счет вентиляционного канала. В подобных случаях необходимо обратиться к представителям организации, отвечающей за эксплуатацию дома, чтобы решить данные проблемы.

Проверить эффективность функционирования естественной вытяжной вентиляции несложно — достаточно поднести к вентиляционной решетке лист бумаги: если все нормально, бумага должна «прилипать» к решетке. Другой способ — зажечь спичку, поднести ее к решетке и посмотреть, как горит пламя: при нормальной работе вентиляции пламя должно заметно отклоняться в сторону решетки.

При наличии на кухне газовой плиты и воздухоочистителя необходимо дополнительное вентиляционное отверстие с независимым вертикальным каналом вентиляции. Это нужно для того, чтобы при отключенном воздухоочистителе случайная утечка газа не привела к его скоплению в помещении.

Не рекомендуется устанавливать в ванных комнатах и туалетах очень мощные вентиляторы, так как в этом случае каналы естественной вентиляции могут не справиться с мощным воздушным потоком. Результатом этого может стать распространение запаха из ванной или туалета на кухне либо в квартире соседей.

С целью обеспечения нормальной вентиляции рекомендуется совмещать возможности естественной и искусственной вентиляций: при включенном на 1—1,5 ч воздухоочистителе хорошо проветрить помещение, открыв форточки; более значительный эффект

будет получен при параллельной уборке помещения пылесосом.

Вентиляторы вытяжной вентиляции создают нормальную рабочую тягу только при наличии приточной вентиляции, т. е. если окна не закрыты наглухо. В противном случае, в квартире может произойти неблагоприятное перераспределение воздушных потоков, например, при включенной вытяжке на кухню будут проникать запахи из туалета, либо по квартире будет распространяться влажность из ванной комнаты.

Если на кухне помимо газовой плиты имеется газовый водонагреватель, воздухоочиститель рекомендуется установить на фильтр с возвратом воздуха на кухню, чтобы работа вытяжки охватывала и плиту, и водонагреватель.

## Вентиляция загородного дома

В частных домах раньше применялась главным образом естественная вентиляция, основанная на естественной циркуляции воздуха через дверные и оконные проемы, вентиляционные каналы кухни, санузла, ванной, душевой. Каналы естественной вентиляции в частных домах могут прокладываться параллельно к дымоходам либо отдельно в вентиляционных стояках. Для создания перепада давления, приводящего к возникновению эффекта тяги, вентиляционные каналы выводятся на крышу. При естественной вентиляции дома наружу выводится отработанный теплый воздух, а приток свежего воздуха является неорганизованным процессом. Обычно естественная вентиляция работает хорошо при разнице температур внутри и снаружи помещения в 15—16°С, т. е. наибольшая эффективность подобного типа вентиляции наблюдается зимой и в межсезонье. Но следует иметь в виду, что повер-

хность стенок вентиляционных каналов должна быть гладкой, так как наличие бугров и выемок способствует снижению тяги. Однако летом, когда разница температур снаружи и внутри помещений незначительна, эффективность естественной вентиляции существенно падает. Более подробно о недостатках систем естественной вентиляции уже говорилось выше.

В современных условиях коттеджи и загородные дома, как правило, оснащаются также различными устройствами, предназначенными для обеспечения механической вентиляции. В частных домах применяются все основные типы вентиляции — приточная, вытяжная и приточно-вытяжная.

Приточная вентиляция дома предназначается для подачи свежего воздуха в помещение. Принцип работы вентиляционной системы этого типа основывается на том, что в помещениях создается избыточное давление; давление приточного воздуха вытесняет из помещений отработанный воздух. Установка приточной вентиляции в частном доме характеризуется относительно низкой стоимостью и простотой монтажа, однако такой тип вентиляции имеет ряд недостатков. В частности, воздух, поступающий в помещение, нуждается в фильтрации, а в холодное время года — и в подогреве; как следствие — для нагрева приточного воздуха требуется увеличить мощность системы отопления. Помимо этого, в приточных системах вентиляции не предусматривается возможность рекуперации тепла, т. е. передача тепла или холода удаляемого отработанного воздуха приточному воздуху (рис. 3).

Вытяжная вентиляция дома предназначается для удаления из помещения отработанного воздуха. В результате удаления отработанного воздуха в помещениях образуется пониженное давление; под действием чего через специальные клапаны или форточки и двер-

ные щели в помещение поступает приточный воздух. Чтобы такая система работала эффективно, необходимо, чтобы объем удаляемого воздуха компенсировался притоком свежего воздуха (рис. 4).

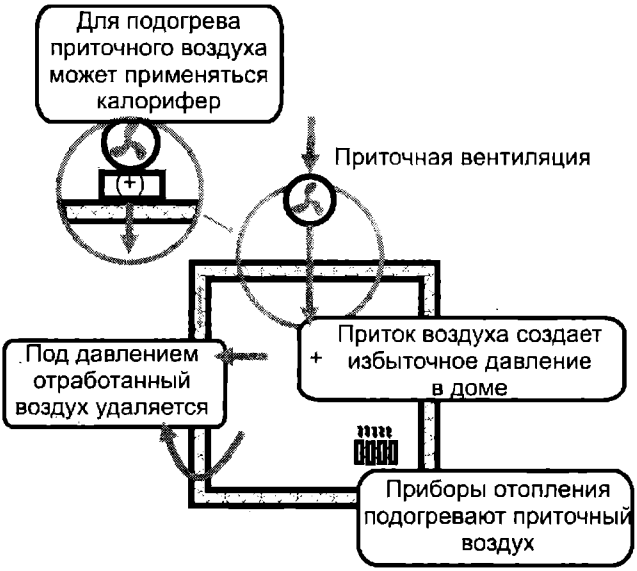



*Рис. 3. Схема приточной вентиляции для частного дома*

Установка вентиляционной системы вытяжного типа, как и приточной, также не требует значительных материальных затрат. Однако при выборе этого типа вентиляции для очистки приточного воздуха рекомендуется установить фильтры. Кроме того, вытяжная вентиляция имеет практически те же недостатки, что и приточная: для нагрева приточного воздуха требуется увеличение мощности системы отопления, а рекуперация в этом типе вентиляции помещений невозможна.

Экономически выгодным вариантом вентиляции дома является комбинирование механической приточной и естественной вытяжной вентиляции. В та-

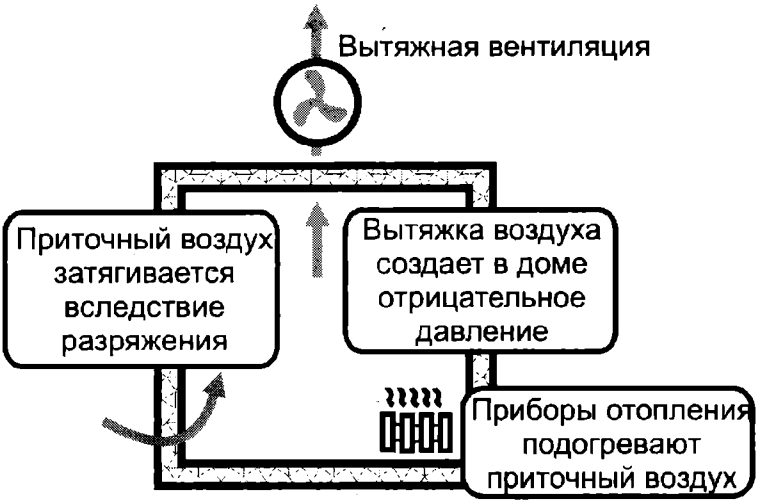



*Рис. 4. Схема вытяжной вентиляции для частного дома*

кой системе вытяжка воздуха осуществляется либо естественным путем, либо с помощью маломощных вентиляторов, которые устанавливаются во всех помещениях дома. Подача свежего воздуха обеспечивается непосредственно в помещения благодаря применению специального оборудования.

Специалисты рекомендуют использовать моноблочные установки отечественного или импортного изготовления, снабженные системой автоматического регулирования.

К преимуществам систем вентиляции с механическим притоком и естественной вытяжкой воздуха можно отнести отсутствие перетекания запахов из одного помещения в другое и более высокую, по сравнению с исключительно естественной вентиляцией, эффективность организации воздухообмена.

Однако такие системы вентиляции также не лишены недостатков, к числу которых относится необходимость установки в нижней части дверей специальных решеток, предназначенных для обеспечения свободного перемещения воздуха из одного помещения в другое. Кроме того, в подобной системе невозможна рекуперация воздуха, что препятствует снижению эксплуатационных затрат.

Для вентиляции частных домов нередко применяются комплексные механические приточно-вытяжные системы вентиляции, основанные на использовании встречных потоков воздуха. Подобные системы создаются либо с использованием независимых систем притока и вытяжки, либо устанавливается комплексная система, обеспечивающая и приток, и вытяжку воздуха.

По мнению специалистов, приточно-вытяжная система вентиляции является оптимальным вариантом решения проблемы вентиляции частного дома. Однако необходимо отметить, что стоимость такой системы вентиляции по сравнению с приточными и вытяжными системами является достаточно высокой.

Системы механической приточно-вытяжной вентиляции с подогревом (охлаждением) воздуха являются усовершенствованной разновидностью приточно-вытяжных систем. Такая система способна поддерживать оптимальные параметры воздуха независимо от времени года и погодных условий, подогревая/охлаждая и осушая/увлажняя воздух до необходимых показателей.

Преимущества приточно-вытяжной вентиляции:

- системы приточно-вытяжной вентиляции имеют компактные габариты;
- системы оснащены комплексом оборудования, необходимого для фильтрации, нагрева и охлаждения воздуха;

- подогрев приточного воздуха осуществляется в специальном устройстве — калорифере или рекуператоре, ввиду чего не возникает необходимости в увеличении мощности системы отопления;
- в системах приточно-вытяжной вентиляции предусматривается возможность рекуперации тепла, что позволяет экономить энергоносители на нагреве приточного воздуха; поступающий воздух подогревается или охлаждается в специальных устройствах — рекуператорах (рис. 5).

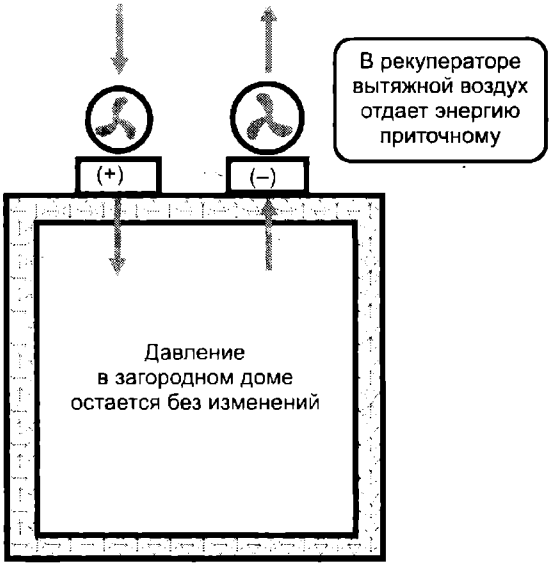



*Рис. 5. Рекуперация тепла в приточно-вытяжных системах вентиляции*

Для систем приточно-вытяжной вентиляции используются пластинчатые, батарейные и роторные рекуператоры, характеризующиеся различными показателями КПД. Соответственно, различается и стоимость систем вентиляции, оснащенных этими устройствами.

Наибольшим КПД обладает роторный рекуператор — до 85%. Ввиду этого, системы приточно-вытяжной вентиляции с роторными рекуператорами являются наиболее экономичными. КПД пластинчатого рекуператора существенно ниже — около 60%, а батарейного — около 50%. Однако следует иметь в виду, что на практике показатели КПД рекуператоров определяются многими факторами, поэтому значение фактического КПД может варьировать в пределах 10—70%. Естественно, что стоимость системы вентиляции с роторным рекуператором выше, чем с батарейными или пластинчатыми рекуператорами.

Нужно иметь в виду, что в холодное время года, когда температура наружного воздуха ниже 0°С, системы вентиляции с пластинчатыми рекуператорами без дополнительного подогрева воздуха практически невозможно использовать, так как рекуператор замерзает при −7°С. Для роторных рекуператоров температура замерзания составляет около −27°С, а батарейные рекуператоры практически не замерзают даже при повышенной влажности воздуха. Ввиду этой особенности, батарейные рекуператоры нередко используются в системах вентиляции бассейнов. По мнению ряда специалистов, оптимальным вариантом для частного дома является система вентиляции с роторным рекуператором, имеющим максимальный КПД и достаточно широкие возможности эксплуатации при низких температурах.

Иногда используются система механической приточно-вытяжной вентиляции с регулировкой температуры по помещениям. В подобных случаях для вентиляции дома устанавливается система двойного кондиционирования: централизованного, обеспечивающего подачу воздуха в количестве, необходимом для дыхания, и местного, способствующего доведению параметров воздуха в отдельных помещениях до опти-

мальных показателей. В таких системах разделение вентиляционных потоков основано на том, что объемы воздуха, необходимого для дыхания, значительно меньше объемов воздуха, которые требуются для регуляции температурного режима в помещениях. Преимуществами подобных систем являются возможность индивидуальной регуляции температуры в каждом помещении и значительное сокращение расхода электроэнергии на вентиляцию дома (рис. 6).

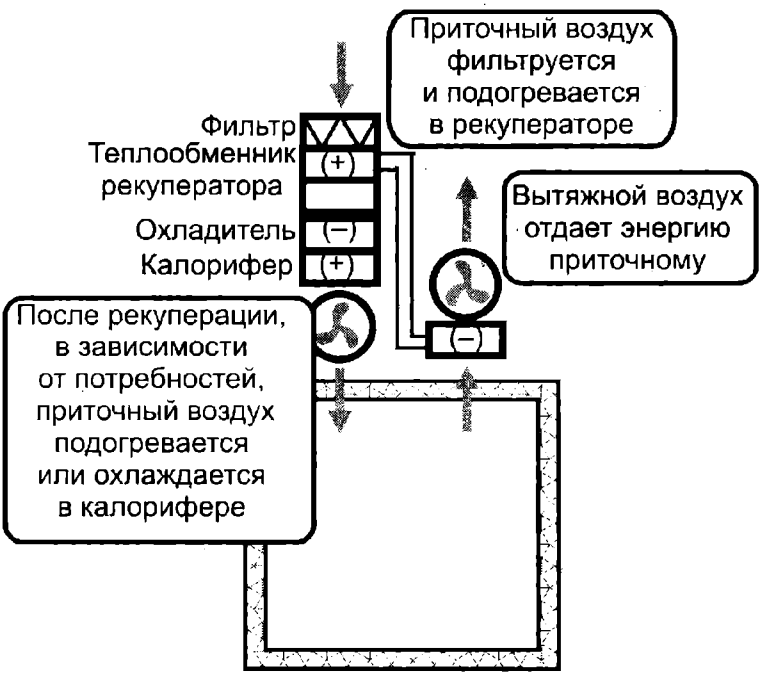



*Рис. 6. Система с дополнительным подогревом/охлаждением воздуха*

Следует отметить, что при выборе системы вентиляции необходимо учитывать такие факторы, как назначение помещений дома и особенности температурного

режима области, в которой находится строение. Также для создания оптимальной системы вентиляции дома рекомендуется разработать ее проект до строительства дома. Если система вентиляции создается для уже существующего здания, в ряде случаев может потребоваться перепланировка помещений.

## Вентиляция бани

Оптимальная система вентиляции выступает одним из главных факторов, оказывающих решающее влияние на качество банных процедур. Выбор системы вентиляции бани в основном определяется конструктивными особенностями постройки. Как правило, в рубленных банях вентиляция либо отсутствует, либо крайне примитивна. Так, если в парильне подобной бани имеется печь-каменка, и воздух из помещения парильни поступает в поддувало печи, можно считать, что проблема вентиляции решена. Для того, чтобы организовать приток свежего воздуха, в таких баня просто приоткрывают входную дверь и оставляют щель шириной около 5 мм. Но следует иметь в виду, что вентиляция парильни за счет печного поддувала происходит только тогда, когда в печи горит огонь.

В банях по-черному и банях, снабженных печами кратковременного режима работы, во время банных процедур горение топлива не поддерживается, поэтому возникает необходимость в более совершенных системах вентиляции. Приток свежего воздуха в подобных случаях может осуществляться за счет форточек и полуоткрытых дверей, а также специальных отдушин, а вытяжка отработанного воздуха происходит благодаря поддувалу печи-каменки, которая устанавливается в парильне, а также через вентиляционные отверстия, которые рекомендуется снабжать затвора-

ми, чтобы парильщики имели возможность регулировать процесс воздухообмена внутри помещения. Расположение вентиляционных отверстий может быть различным. От мест размещения отдушин зависит характер распространения и распределения воздуха в парильне. Вентиляционные отдушины можно устраивать на противоположных стенах либо на одной из стен, на одном либо на разных уровнях (рис. 7).

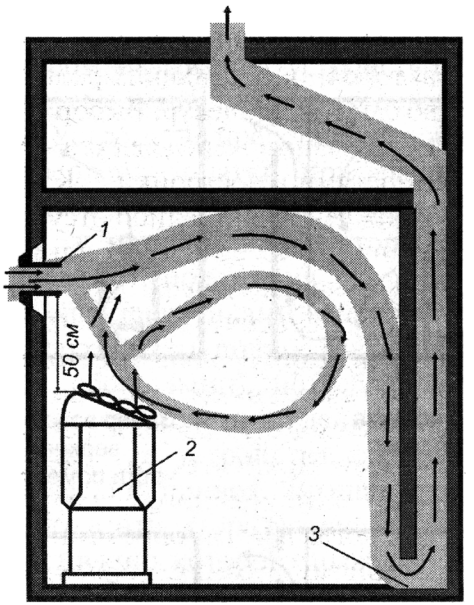



*Рис. 7. Схема вентиляции бани: 1) забор воздуха; 2) печь-каменка; 3) выпускное отверстие*

Специалисты отмечают, что наиболее совершенна и надежна системой вентиляции бани, в которой отдушины располагаются на противоположных стенах в нижней части помещения примерно на одном уровне. Дело в том, что такое размещение вентиляционных отверстий способствует лучшему сохранению тепла внутри париль-

ни. Однако помимо этого в систему вентиляции рекомендуется ввести дополнительные устройства — вертикально установленный воздуховод, дефлектор или обычный вентилятор. В такой системе ветер, который создает вентиляционное устройство, способствует образованию пониженного давления внутри воздуховода, за счет чего происходит удаление отработанного воздуха из помещения, в котором давление тоже понижается. Благодаря притоку свежего воздуха происходит подъем давления до нормального уровня (рис. 8).




*Рис. 8. Схемы вентиляции бань и саун.*

Чтобы иметь возможность менять скорость циркуляции воздуха в помещении, сечения вентиляционных каналов нужно выполнить с регулировкой. Если вентиляция бани осуществляется по типу приточной, для притока свежего воздуха устраивают воздуховод, длина которого зависит от особенностей постройки.

## Виды вентиляторов

Вентилятором называется устройство, предназначенное для перемещения газов со степенью сжатия менее 1,15 кПа. Устройство представляет собой ротор, на котором закреплены лопатки, при вращении ротора, сталкивающиеся с воздухом и отбрасывающие его. Направление, в котором вентиляторы отбрасывают воздух, зависит от положения и формы лопаток. Основными характеристиками вентиляторов являются: расход воздуха ($м^3$/ч), полное давление (Па), частота вращения (оборот/мин), потребляемая мощность (кВт), коэффициент полезного действия — КПД (%).

Вентиляторы — это устройства, как правило, имеющие электрический привод. Вращающиеся лопатки электрического вентилятора размещаются в защитном корпусе, конструкция которого позволяет воздуху проходить через него. Вращение лопастей происходит за счет работы электродвигателя. В промышленных вентиляторах большого размера применяются трехфазные, фазные, асинхронные двигатели. Для вентиляторов меньшего размера используются электродвигатели переменного тока с экранированным полюсом, щеточными или бесщеточными двигателями постоянного тока. В устройствах с приводом от двигателей переменного тока обычно используется напряжение электросети. В устройствах с приводом от двигателя постоян-

ного тока используется низкое напряжение, обычно 24, 12 или 5 В. В вентиляторах охлаждения, предназначенных для компьютерного оборудования, применяются только бесщеточные двигатели постоянного тока, при работе производящие меньше электромагнитных помех. В устройствах, уже имеющих собственный двигатель, вентиляторы нередко соединяют непосредственно с ним, как это делается в автомобилях, крупных системах охлаждения и веятельных машинах. Кроме того, вентиляторы насаживают на валы многих электродвигателей мощностью 1 кВт и выше, пропуская через обмотки двигателя охлаждающий воздух. Подобный прием называют самовентиляцией электродвигателя.

Первый функционирующий вентилятор был продемонстрирован в 1832 г. А. А. Саблуковым, предложившим использовать данное устройство для вентиляции помещений, трюмов кораблей, для ускорения сушки, испарения и т. д. Это был вентилятор центробежного типа. В 1835 г. устройство было применено для вентиляции Чагирского рудника на Алтае. С конца XIX в. вентиляторы стали приобретать все более широкое распространение.

В настоящее время применяются вентиляторы, которые по типу конструкции подразделяются на следующие группы: осевые (аксиальные), центробежные (радиальные), диагональные, диаметральные (тангенциальные).

У осевых вентиляторов лопасти перемещают воздух вдоль оси, вокруг которой происходит их вращение. Такие вентиляторы просты в изготовлении и являются наиболее распространенными (рис. 9).

Центробежный вентилятор имеет ротор с лопатками спиральной формы. Через входное отверстие воздух всасывается внутрь ротора, откуда за счет центробежной

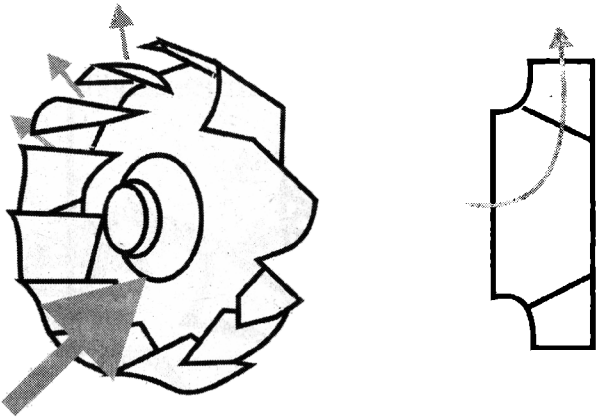


*Рис. 9. Прохождение потока воздуха через осевой вентилятор*

силы и благодаря специальной форме лопаток направляется к выходному отверстию специального спирального кожуха. В подобных устройствах выходной поток воздуха движется под прямым углом к входному. Центробежные вентиляторы широко используются в промышленности. Центробежные вентиляторы, изготавливаемые из алюминиевых сплавов и снабжаемые взрывозащитными электродвигателями, относятся к вентиляторам с повышенной защитой, так как их особенности затрудняют возникновение опасных искр (рис. 10).

Лопатки центробежных вентиляторов могут различаться по форме и расположению относительно оси ротора. Если лопатки загнуты назад, производительность устройства в значительной степени зависит от давления воздуха. Шумовые характеристики низкие, КПД может достигать 80%. Вентиляторы такой конструкции не рекомендуется применять для работы с сильно загрязненным воздухом. Центробежные вентиляторы с прямыми лопатками подходят для работы с загрязненным воздухом, достигая КПД до 55—70%.

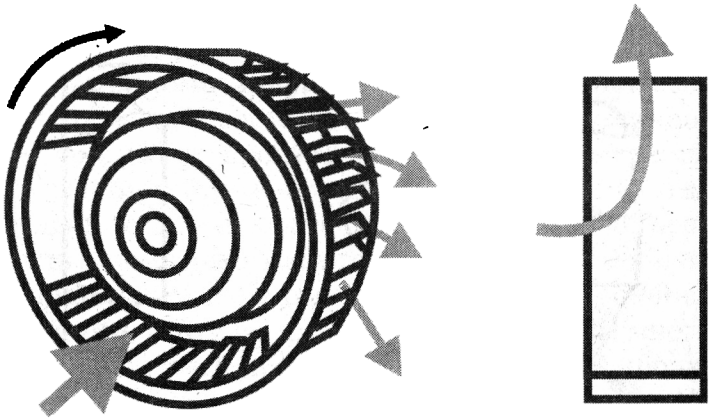


*Рис. 10. Прохождение потока воздуха через центробежный вентилятор*

КПД центробежных вентиляторов с лопатками, загнутыми вперед, может достигать 60%. В настоящее время данный тип устройств широко применяется в промышленности (рис. 11).

Диагональные вентиляторы разработаны на основе синтеза ряда конструктивных особенностей осевых и центробежных вентиляторов. Проходя сквозь диаго-

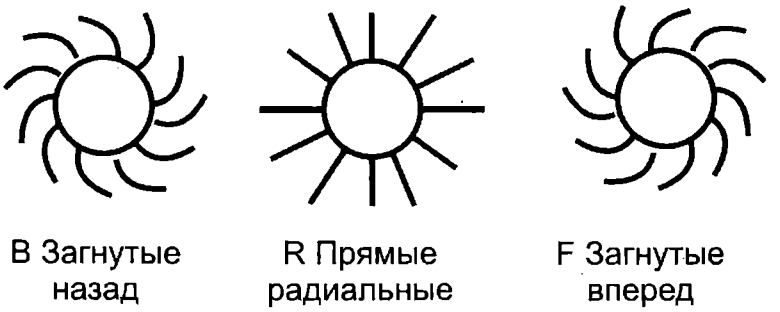



*Рис. 11. Разновидности конструкции лопаток центробежных вентиляторов*

нальный вентилятор, воздух движется в осевом направлении, а затем в лопастном колесе отклоняется на 45°. КПД таких вентиляторов может достигать 80% (рис. 12).

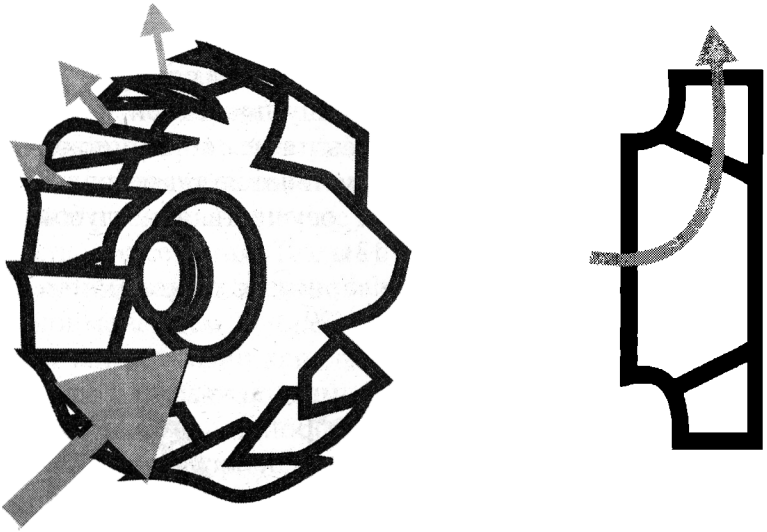


*Рис. 12. Прохождение потока воздуха через диагональный вентилятор*

Диаметральные вентиляторы снабжаются роторами типа «беличья клетка», которые обычно изготавливаются в форме продолговатого цилиндра. Такой ротор пустой в центре, а вместо стенок у него крыльчатка из загнутых вперед лопастей. Воздух таким устройством забирается не с торца вентилятора, а по всей длине с фронтальной стороны. К выходу воздух движется приблизительно так же, как в центробежном вентиляторе. Диаметральные вентиляторы создают равномерный воздушный поток по всей ширине устройства и практически не дают шума при работе. КПД диаметральных вентиляторов может достигать 65—70%. Од-

нако такие вентиляторы имеют достаточно громоздкие габариты. Диаметральные вентиляторы достаточно широко применяются в устройствах, где не имеет значения напор воздуха — кондиционерах, воздушных завесах, фанкойлах и др. К числу основных особенностей диаметральных вентиляторов относят большой расход воздуха, низкий уровень шума и низкий напор воздуха, создаваемый устройством. Ввиду последней из перечисленных особенностей, бытовые кондиционеры, в конструкции которых применяются диаметральные вентиляторы, не способны осуществлять глубокую фильтрацию воздуха (рис. 13).

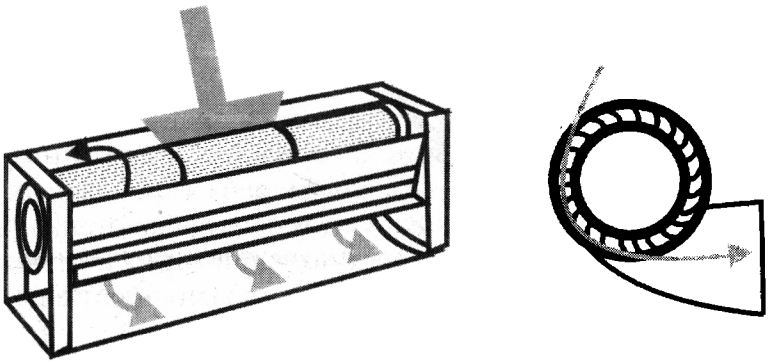


*Рис. 13. Прохождение потока воздуха через диаметральный вентилятор*

Вентиляторы могут быть классифицированы не только по типу конструкции, но и по ряду других характеристик. Так, по способу и месту установки различают многозональные, канальные, крышные, потолочные, оконные, настенные вентиляторы.

Многозональные центробежные вытяжные вентиляторы помещают в специальный корпус, к которому возможно подключить несколько всасывающих возду-

ховодов, отсасывающих отработанный воздух из разных зон — вентиляционных каналов, помещений или частей большого помещения. Такие вентиляторы являются оптимальным решением там, где необходимо устроить вытяжку из нескольких мест, а канал для удаления воздуха имеется всего один. Благодаря применению многозональных вытяжных вентиляторов легко усовершенствовать сеть воздуховодов, используя однотипные гибкие воздуховоды.

Канальные вентиляторы предназначаются для установки в вентиляционные каналы круглого или прямоугольного сечения. Такие устройства устанавливаются на одном валу с электродвигателем в едином корпусе с применением виброизолирующих прокладок. По типу конструкции канальный вентилятор может быть осевым или радиальным, с лопатками загнутыми вперед или назад, одностороннего или двухстороннего всасывания. Корпус, в который заключен канальный вентилятор, может изготавливаться из специального пластика или/и гальванизированной стали. Канальные вентиляторы имеют небольшие габариты, что позволяет монтировать такие устройства непосредственно в сеть воздуховодов, встраивать в вентиляционные каналы, размещать за навесным потолком или в специальных вертикальных шкафах. Допускается любое — горизонтальное, вертикальное или наклонное — положение вентилятора. К числу достоинств канальных вентиляторов помимо компактных размеров относится способность обрабатывать большие объемы воздуха.

Крышные радиальные вентиляторы, как явствует уже из их названия, устанавливаются на крышах зданий и предназначаются для вытяжных систем вентиляции. Обычно такие вентиляторы снабжены специальной рамой для обеспечения долговечности и устойчивости к атмосферным воздействиям. Ввиду того, что эти

устройства весь срок службы находятся на улице, к ним предъявляются особые требования по влаго- и пылеустойчивости. Крышные вентиляторы изготавливаются из высококачественной стали с эпоксидным коррозиестойким покрытием либо из гальванизированной стали. Монтаж устройств на кровле зданий позволяет экономить полезную площадь помещений. Существуют модели крышных вентиляторов, предназначенных для систем общей вентиляции, и специальные жаропрочные вентиляторы, которые могут устанавливаться на печных трубах, использоваться для организации вытяжки для камина или газового котла.

Оконные вентиляторы предназначаются для непосредственного удаления воздуха из помещения без подключения к воздуховоду. Такие вентиляторы устанавливаются на оконном остеклении или на панелях. Особенности конструкция наружной решетки разработаны таким образом, чтобы защитить устройство от негативного воздействия атмосферных осадков. Оконные вентиляторы снабжаются автоматическими или ручными жалюзи.

Настенные вентиляторы применяются для непосредственного удаления воздуха без воздуховода либо через вентиляционные каналы (воздуховоды). Устройство устанавливается в стену или монтируется в отверстие вентиляционной шахты. Настенные вентиляторы могут оснащаться таймером задержики отключения, датчиком влажности воздуха, жалюзи и др.

Потолочные вентиляторы используются с целью создания подвижности и перемешивания воздуха в жилых и промышленных помещениях. Форма лопастей вентилятора позволяет перемещать значительные объемы воздуха с низкой скоростью.

По назначению вентиляторы можно разделить на промышленные и бытовые, разновидностями которых

выступают вентиляторы для кухни, ванной комнаты, туалета.

Промышленные вентиляторы используются в офисных помещениях, кафе, ресторанах, бассейнах, мастерских, на складах, в производственных, а также жилых помещениях. КПД промышленных вентиляторов значительно выше, чем у бытовых.

Бытовые вентиляторы предназначаются для использования в жилых и офисных помещениях, а также ванных комнатах и санузлах для создания потока воздуха с целью обеспечения комфортного пребывания, преимущественно в летний период. Бытовые вентиляторы различаются по размерам, КПД, числу лопастей, исполнению и функциональности. По исполнению различают напольные, настольные и потолочные бытовые вентиляторы. У бытовых вентиляторов может быть от 3 до 6 лопастей, которые чаще всего изготавливаются из пластика, иногда из дерева или металла. Вентилятор из пластика легче, но менее прочен. Бытовые вентиляторы могут снабжаться устройствами для регулировки скорости вращения и автоповорота, таймером, подсветкой и т. д. Лопасти вентиляторов вращаются внутри специальной решетки, которая устанавливается в защитных целях.

Для вентиляции туалетов обычно применяют осевые настенные вентиляторы, которые монтируют в вентиляционные каналы на входе. Для наибольшего удобства можно использовать вентилятор с выключателем-шнурком или таймером выключения. Диапазон регулировки таймера задержки выключения может колебаться в пределах от 2 до 20 мин. Чтобы запахи из воздуховода не возвращались в помещение, рекомендуется установить обратный клапан.

Основное требование, которое предъявляется к вентиляторам для ванных комнат — это влагозащищен-

ность. С целью повышения эффективности работы к вентилятору подключают контроллер влажности: когда влажность воздуха в помещении превышает определенный показатель, вентилятор автоматически включается.

Что касается вентиляторов для кухонь, то в подобных помещениях рекомендуется устанавливать более мощные устройства, чем в ванных комнатах и санузлах.

В зависимости от состава перемещаемого воздуха среды и условий эксплуатации устройства вентиляторы бывают:

- обычные, предназначенные для воздуха (газов) с температурой до +80°С;
- коррозиестойкие, которые предназначаются для работы в коррозионных средах;
- термостойкие, применяемые для работы с температурой воздуха выше +80°С;
- пылевые, которые используются для удаления запыленного воздуха, содержащего твердые примеси в количестве более 100 мг/м$^3$;
- взрывозащищенные, применяемые для перемещения газопаровоздушных взрывоопасных смесей: такие вентиляторы используются во взрывоопасных помещениях и снабжены специальной системой защиты, исключающей возможность искро- образования в процессе эксплуатации;
- вентиляторы дымоудаления, которые применяются в аварийных системах вытяжной вентиляции подземных гаражей, производственных, общественных, жилых, административных и др. помещений: в зависимости от типа устройства такие вентиляторы используются для удаления образующихся при пожаре дымовоздушных смесей с температурой от +400 до +600°С.

В зависимости от величины полного давления, создаваемого при перемещении воздуха, различают вентиляторы низкого давления (до 1 кПа), среднего давления (от 1 до 3 кПа) и высокого давления (от 3 до 12 кПа).

В зависимости от способа соединения с электродвигателем вентиляторы могут быть с непосредственным соединением, бесступенчатой передачей либо с клиноременной передачей.

В зависимости от направления вращения рабочего колеса, если смотреть со стороны всасывания, различают вентиляторы правого вращения (по часовой стрелке) и вентиляторы левого вращения (против часовой стрелки).

Можно отметить также вентиляторы на солнечных батареях и безлопастные вентиляторы. Электрические вентиляторы могут питаться не только от электросети, но и от солнечных батарей. Как утверждают специалисты, приобретение солнечной батареи со временем окупается. Вентилятор, функционирующий на солнечных батареях, не зависит от работы электросети и способен работать всегда, когда светит солнце. Большинство таких вентиляторов работает с напряжением 12 В.

Иногда мини-вентиляторы, работающие на солнечных батареях, устанавливаются на козырек кепки. В подобных случаях в лобной части кепки имеется вентиляционное отверстие, в которое вентилятор направляет поток воздуха для охлаждения головы. Солнечная батарея размещается в верхней части кепки.

В 2009 г. в продаже появились безлопастные вентиляторы. Воздушный поток в этом устройстве формируется турбиной, скрытой в основании и подающей воздух через узкие щели. Достоинством такой конструкции является отсутствие открытых движущихся элементов, а недостатком — повышенный уровень шума при работе.

# Воздуховоды

Воздуховодом называется устройство в виде трубопровода, предназначенное для перемещения воздуха и используемое в системах вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования воздуха, а также для выполнения ряда задач в некоторых производственных процессах (подача воздуха к оборудованию, удаление отходов, транспортировка сыпучих материалов в системах пневматического транспорта и т. п.). Воздуховоды, соединенные между собой и обслуживающие некую целостную систему, образуют сеть воздуховодов, состоящую из прямых участков трубопроводов и фасонных частей, которые обеспечивают изменение направления, разделение или слияние, расширение или сужение воздушных потоков.

В системах вентиляции воздуховоды выполняют приточные либо вытяжные функции. Монтируют воздуховоды под перекрытием (подвесные), у стен (приставные), на чердаках (чердачные короба) или встраивают в строительные конструкции. Для обеспечения регулирования объемов воздуха воздуховоды снабжают клапанами. Проектирование сетей воздуховодов должно осуществляться с учетом потерь давления по ветвям. Чтобы обеспечить герметичность соединений, их уплотняют герметиком или уплотнительной резиной. Качественно выполненная вентиляционная сеть теряет на подсосе или утечке не более 5% перемещаемого воздуха.

Воздуховоды вытяжных систем местных отсосов, предназначенные для удаления горючих газов, следует прокладывать с подъемом в направлении движения газов.

Для транспортировки влажного воздуха с относительной влажностью свыше 80% следует использовать

воздуховоды из оцинкованной стали, которые монтируются с уклоном 0,005—0,01 или вертикально. С целью обеспечения дренажа в нижних точках воздуховодов устраивают сифоны из труб диаметром более 20 мм. Крепления воздуховодов, которые присоединяются к вентиляторам и другому оборудованию, должны проектироваться так, чтобы вес воздуховодов не передавался на это оборудование. Для удаления воздуха, содержащего химически активные смеси, используются воздуховоды из кислотостойкой стали, листовой стали с защитными покрытиями, винипласта, керамики или кислотоупорного бетона. В местах, подверженных механическим воздействиям, а также при температуре среды свыше 50°С, не следует применять винипластовые воздуховоды из-за их хрупкости.

Воздуховоды можно классифицировать по нескольким признакам:

- по форме — различают круглые, полукруглые и прямоугольные;
- по наличию специальных свойств — теплоизолированные, звукопоглощающие, жесткие, гибкие, полугибкие;
- в зависимости от материала, из которого они изготовлены, различают металлические, металлопластиковые и неметаллические воздуховоды.

Также воздуховоды различаются в зависимости от способов соединения элементов и особенностей конструкции.

Наиболее распространенными являются жесткие металлические воздуховоды, которые могут иметь круглое или прямоугольное сечение. Металлические воздуховоды с круглым сечением менее трудоемки в производстве, монтаже и процессе теплоизоляции. При равной площади сечения на изготовление возду-

ховодов с круглым сечением расход металла меньше на 20—30%, в то же время они прочнее при одинаковой толщине материала, при их монтаже возникает меньше проблем с герметизацией стыков.

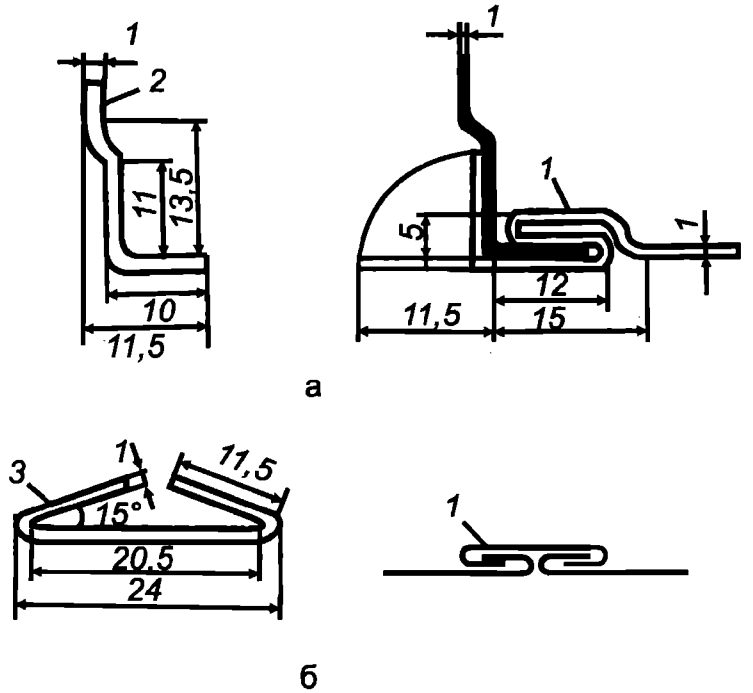



*Рис 14. Фальцевые соединения воздуховодов: а) угловое фальцевое соединение с отсечкой; б) соединение рейкой: 1 — соединение, 2 — элемент шва, 3 — рейка*

Несмотря на все преимущества воздуховодов с круглым сечением, в ряде случаев предпочтение отдается воздуховодам с прямоугольным сечением, в частности, когда нужны изделия со значительной площадью поперечного сечения или когда монтаж вентиляционных

систем осуществляется в стесненных условиях. Воздуховоды с прямоугольным сечением легче вписать в интерьер помещения с низкими потолками.

Металлические воздуховоды изготавливаются из листовой оцинкованной или нержавеющей стали. При толщине листа менее 1,5 мм выполняется фальцевое соединение, изделия из более толстых листов изготавливаются с применением сварки. Сварные швы обычно выполняются на гладкой стенке, однако можно расположить шов и в углу, где он будет играть роль дополнительного ребра жесткости (рис. 14, 15).

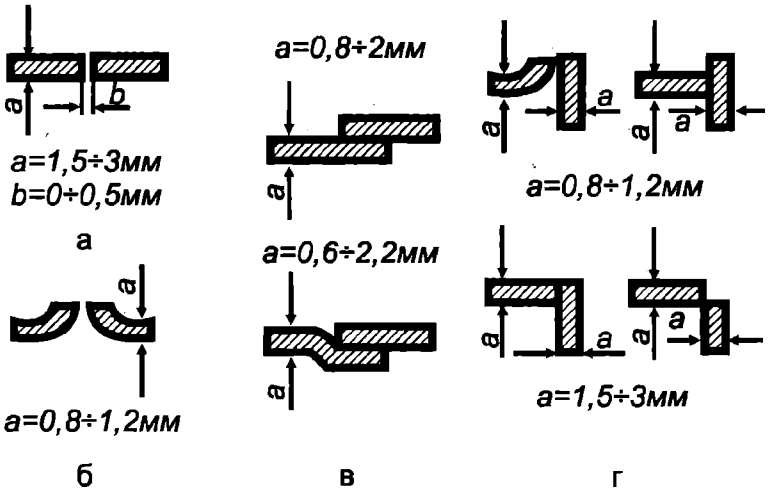



*Рис. 15. Сварные соединения воздуховодов: а) встык; б) встык с отбортовкой; в) нахлесточные; г) угловые*

Металлические воздуховоды круглого сечения бывают прямошовные и спиральные. Для изготовления спиральных воздуховодов стальную ленту сворачивают в виде спирали. При толщине ленты меньше 1 мм применяют фальцевое соединение, при толщине 1—2 мм применяется сварка.

К достоинствам спиральных воздуховодов можно отнести эстетичность внешнего вида, плотный шов и значительную жесткость, а также возможность изготовления изделий практически любой длины. Однако для изготовления спиральных воздуховодов требуется больше металла.

Прямошовные воздуховоды приходится собирать из относительно коротких частей, причем немало усилий уходит на устройство их соединений. Чаще всего для прямошовных воздуховодов применяется фланцевое соединение с использованием прокладок из уплотнительного материала (резины, картона, асбестового шнура) с последующей затяжкой болтов (рис. 16).

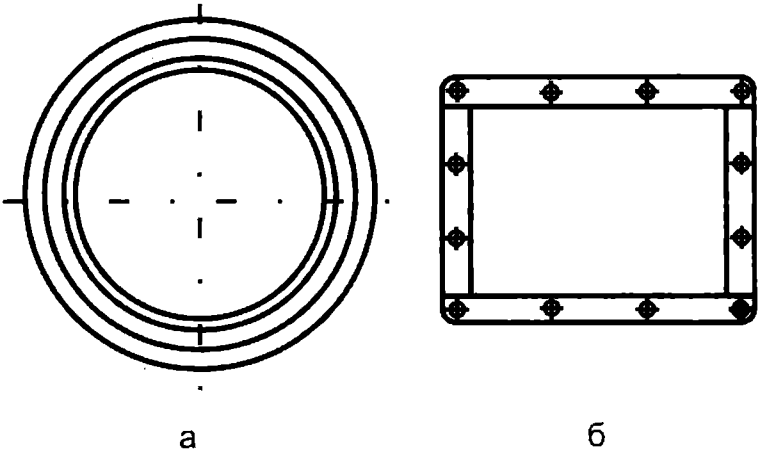



*Рис. 16. Фланцевое соединение воздуховодов: вентиляционные фланцы: а) круглые; б) прямоугольные*

Также может применяться бесфланцевое соединение с помощью бандажей (рис. 17).

Для устройства поворотов при монтаже прямошовных воздуховодов используют специальные фасонные части — отводы. Однако отводы не требуются при ис-

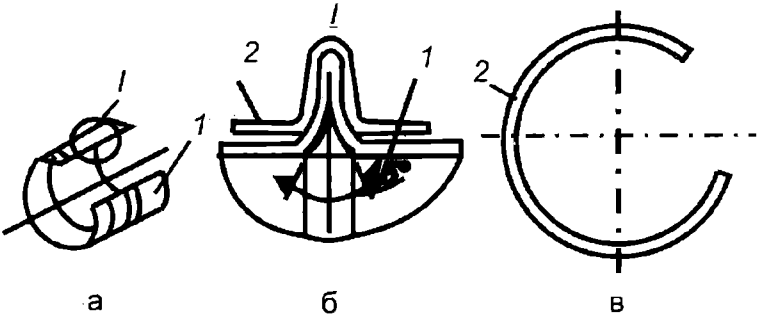



*Рис. 17. Бесфланцевое соединение воздуховодов: а) воздуховод с бандажом; б) узел соединения; в) конструкция бандажа: 1 — воздуховод; 2 — бандаж*

пользовании гибких и полугибких воздуховодов. Гибкие воздуховоды способны выдерживать многократное сгибание, а полугибкие, если уже их растянули, не следует подвергать повторному сгибанию и сжиманию. Чаще всего гибкие и полугибкие воздуховоды диаметром до 350—400 мм применяют в системах вентиляции и кондиционирования с низким давлением или периферийных секциях больших централизованных систем, а также в местной вытяжной вентиляции. В Европе гибкие воздуховоды широко применяют при устройстве вентиляции в жилых зданиях, например, для вытяжки воздуха из туалетов и ванных комнат.

Гибкие воздуховоды обладают рядом преимуществ перед аналогичными изделиями из металла, в частности, их использование позволяет значительно снизить вес систем распределения воздуха, а также добиться увеличения производительности при монтаже за счет того, что гибкие воздуховоды можно растягивать. Однако и эта разновидность воздуховодов не лишена недостатков, главным из которых является высокое аэро-

динамическое сопротивление. Чтобы его снизить, рекомендуется монтировать гибкие воздуховоды полностью растянутыми, а держатели, на которых они крепятся, размещать достаточно часто, чтобы воздуховод не провисал более чем на 40—50 мм/м. Радиус изгиба при повороте не должен быть слишком резким.

Материалом для изготовления гибких гофрированных воздуховодов служит многослойная ламинированная алюминиевая фольга; форма изделия сохраняется благодаря каркасу из стальной проволоки. Кроме алюминия для изготовления гибких воздуховодов применяются полимерные материалы. В процессе монтажа гибких воздуховодов используются разнообразные металлические или нейлоновые зажимы, соединительные ленты, гибкие вставки, самоклеящиеся ленты из алюминия, полиэтилена или поливинилхлорида шириной 50—100 мм. Толщина таких лент зависит от материала, металлические ленты значительно тоньше.

Еще одним вариантом являются неметаллические воздуховоды, например, текстильные (тканевые) изделия. Эта новая разновидность оборудования в настоящее время находит все более широкое применение. Тканевые воздуховоды могут иметь круглое сечение, а также полукруглое и 1/4 круга. Воздуховоды с круглым сечением подходят в тех случаях, когда подача больших объемов воздуха происходит с небольшой скоростью. Такие воздуховоды чаще всего применяют в условиях промышленных предприятий, где потолки высокие, а требования к дизайну интерьера минимальны. Воздуховоды с полукруглым сечением в большей степени, чем круглые, подходят для офисов; такие изделия можно устанавливать в помещениях с невысоким потолком, они сохраняют форму даже при отсутствии подачи воздуха. В стесненных условиях (например, в углах) удобнее применять воздуховоды с сечением в 1/4 круга.

В зависимости от типа используемого материала и способа раздачи приточного воздуха тканевые воздуховоды делятся на непроницаемые, проницаемые и перфорированные. Примером воздухонепроницаемого воздуховода может служить изделие, например, из полиамида; подобные воздуховоды могут применяться для транспортировки воздуха. Однако необходимо иметь в виду, что основным назначением тканевых воздуховодов остается раздача воздуха. Наиболее эффективно данную функцию выполняют проницаемые текстильные воздуховоды из полиэфирной ткани. Приточный воздух поступает в помещение через многочисленные поры ткани; в данном случае отсутствуют сквозняки, значительно повышаются показатели воздухообмена. Одновременно полиэфирная ткань играет роль воздушного фильтра, так как она задерживает частицы размером до 5 мк. Перфорированные воздуховоды применяются, когда необходимо обеспечить приток воздуха к зонам помещения, нуждающимся в повышенной вентиляции. С этой целью в воздухонепроницаемом полотне проделываются отверстия, благодаря которым происходит усиленная подача воздуха там, где это нужно.

Основным достоинством текстильных воздуховодов выступают повышенная экономичность транспортировки, так как изделия имеют незначительный вес, в упакованном виде занимают очень мало места, и простота монтажа. Тканевые воздуховоды можно без лишних хлопот быстро прикрепить к любому потолку или стене. Изделия соединяются посредством скрытых застежек-молний, поэтому такие воздуховоды легко не только монтировать, но и разбирать в случае необходимости. Еще одно достоинство — тканевыми изделиями несложно оснастить уже имеющиеся сети воздуховодов.

Помимо этого, текстильные изделия очень удобны в эксплуатации. Полиэфирная ткань, из которой они изготавливаются, способна поглощать шум, производимый вентиляторами системы кондиционирования воздуха. При использовании текстильных воздуховодов не возникает проблемы образования конденсата даже при низких температурах и высокой влажности воздуха, благодаря чему холодный воздух по тканевым воздуховодам можно подавать без теплоизоляции.

В системах вентиляции, предназначенных для перемещения воздуха, содержащего вещества, вызывающие коррозию металлов, применяются воздуховоды из винипласта. Из этого материала изготавливают сами изделия и фасонные части. Толщина листов полимерного материала, применяемого в этих целях, составляет 3—8 мм. Однако такие воздуховоды нельзя использовать при низких температурах.

## Запорно-регулирующие устройства

Для обеспечения управления потоком воздуха в системах вентиляции применяют специальные запорно-регулирующие устройства — клапаны. Эти устройства можно классифицировать по ряду признаков:

- по способу регулирования воздушного потока — устройства дроссельного типа с поворотными створками, диафрагмы и шиберы;
- по назначению — проходные, смесительные, разделительные;
- по характеру действия — двухпозиционные (запорные) и регулирующие;
- по конструкции створок — неизолированные (холодные) и изолированные (утепленные).

Когда требуется перекрывать движение воздуха по всей системе воздуховодов либо в отдельном ответвлении, применяют герметический клапан вентиляции, конструкция которого позволяет полностью герметизировать проем воздуховода благодаря плотному прижатию подвижной части клапана к специальным бортам с использованием эластичных прокладок.

Когда нужно обеспечить движение воздуха в воздуховоде только в одну сторону и воспрепятствовать воздушному потоку, стремящемуся в противоположную сторону, используются, так называемые, обратные клапаны вентиляции, которые автоматически перекрывают движение потока в нежелательном направлении (рис. 18, 19).

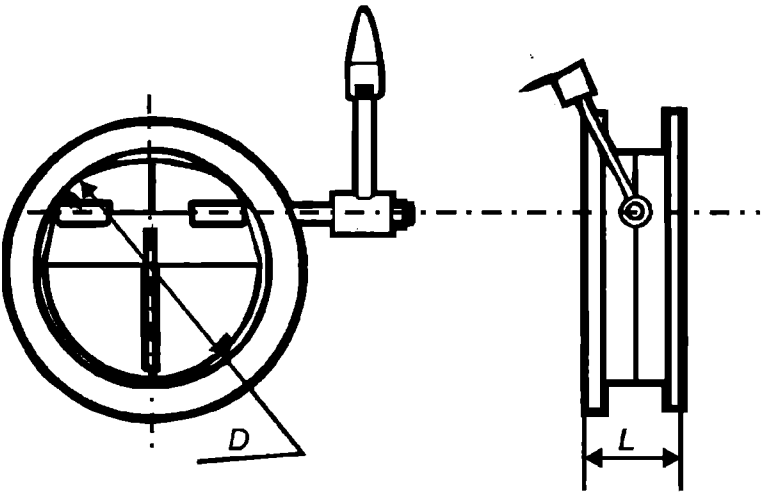



*Рис. 18. Обратные клапаны круглые*

Обратные клапаны применяются для предотвращения перетока воздуха при работе нескольких приточных установок на одну сеть, использовании резервного

приточного или вытяжного вентилятора, присоединении нескольких вытяжных систем к одной вытяжной шахте. Также эти устройства используются для предотвращения обратного тока воздуха при выбросе вытяжного воздуха на фасад (например, после охлаждения конденсаторов холодильной машины, находящейся в здании) или перед крышными вентиляторами. Обратные клапаны устанавливаются в системах аварийной противодымной вентиляции после вентиляторов вытяжной и приточной противодымной вентиляции,

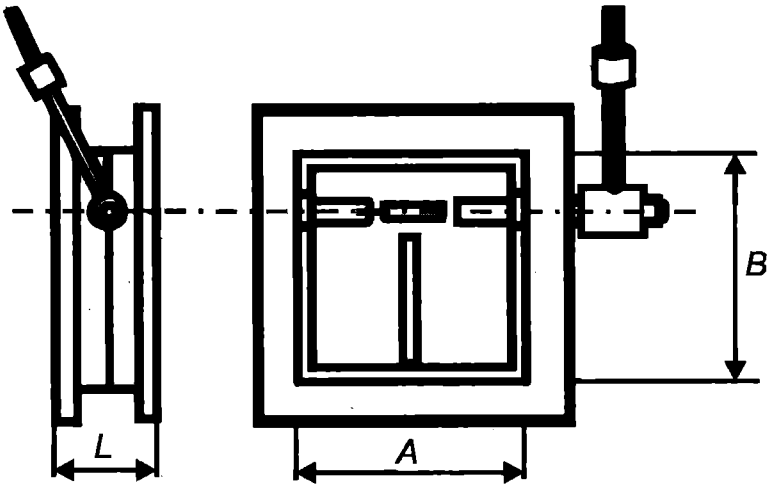



*Рис. 19. Обратные клапаны прямоугольные*

на воздуховодах всех вентиляционных систем и в местах их пересечения с ограждениями помещений, в которых находятся аппараты газового пожаротушения.

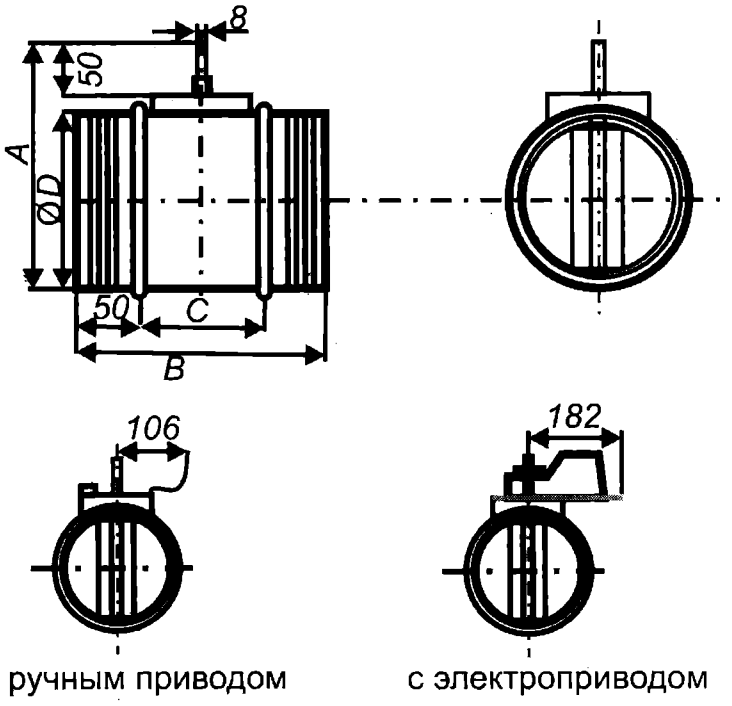
Обратный клапан вентиляции работает следующим образом. Две его створки свободно вращаются вокруг

своей оси и при движении воздуха в нужном направлении находятся в открытом состоянии. Но когда давление воздуха падает до нуля, створки клапана раздвигаются и перекрывают движение воздушного потока, направленное в обратную сторону. Одна из основных характеристик обратных клапанов — это максимально возможная скорость воздуха, которая не превышает 12 м/с.

Существует две простые модификации обратного клапана: типа «бабочки» и типа «инерционной решетки». «Бабочка» изготавливается из гальванизированной стали, снабжена двумя подпружиненными лепестками и может устанавливаться в любом положении. «Инерционная решетка» снабжена легкими пластиковыми жалюзи, которые вставлены в коробку из обратных клапанов гальванизированной стали. Такое устройство можно устанавливать только на горизонтальных воздуховодах. Под воздействием воздушного потока в нужном направлении лепестки поднимаются, в других случаях они находятся в опущенном состоянии.

Воздушный клапан — это устройство, предназначенное для управления расходом воздуха в приточных и вытяжных установках вентиляции и кондиционирования воздуха, а именно — для регулирования и равномерного распределения воздушного потока по площади поперечного сечения воздуховода. Применяются воздушные клапаны в приточных вентиляционных установках для перекрывания притока наружного воздуха при выключении вентилятора и для перекрытия шахт вытяжной вентиляции при отключении механического притока (рис. 20).

Воздушные клапаны снабжены специальными поворотными лопатками (створками). Обычно воздушные клапаны бывают многостворчатыми. Различают 2 вида многостворчатых воздушных клапанов: параллельно-створчатые, створки которых параллельны ме-



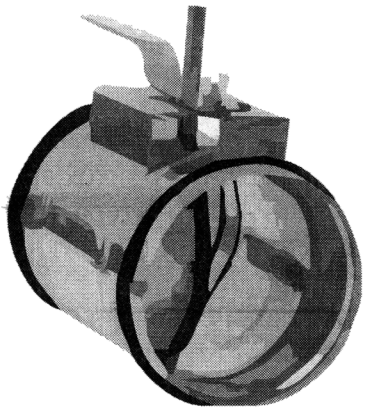



*Рис. 20. Воздушные клапаны*

жду собой, и со створками, производящими встречное вращение. В современных воздушных клапанах, как правило, используются створки со встречным вращением. Следует отметить, что клапаны со встречным вращением створок, а также с одной створкой, отличаются от параллельно-створчатых более плавным регулированием.

Оси лопаток (створок) объединены общей тягой, которая присоединяется к ручному, пневматическому или электрическому приводу. Благодаря многостворчатости устройства достигается плотное закрывание клапана. В тех случаях, когда требуется обеспечить полную герметичность при закрытии клапана, лопатки снабжают специальными прокладками.

Воздушные клапаны применяются в секционных кондиционерах, где они могут встраиваться в специальную камеру. В подобных случаях клапаны обычно используют с теплоизоляцией.

При совмещении воздушного клапана с воздухоприемной решеткой, в особенности, если клапан располагается выше приточной установки, может возникать опасность обмерзания створок. С целью предупреждения обледенения предусматривается подогрев створок. Подогрев следует начинать за 10—20 мин до открытия клапана, а завершать — с пуском вентиляционной системы. Кроме того, для предупреждения обледенения клапана без теплоизоляции его створки могут изготавливаться из специального материала.

Разновидностью воздушного клапана является дроссельный клапан, снабженный одной створкой. Это устройство используется для регулирования расхода воздуха в воздуховодах вентиляционной сети, причем использование дроссельного клапана позволяет уменьшать расход воздуха в достаточно широких пределах. Дроссельные клапаны применяют для измене-

ния площади сечения воздуховода за счет разворота регулирующей заслонки вокруг своей оси. Угол поворота специального рычага, снабженного рукояткой, определяет степень открытия (закрытия) заслонки на клапане вентиляции. Чаще всего дроссельные клапаны размещают на ответвлениях системы воздуховодов, чтобы регулировать количество проходящего воздуха.

Усовершенствованной разновидностью дроссельных клапанов являются клапаны с дистанционным управлением, управление которыми осуществляется не вручную, а посредством систем автоматики и электрического либо пневматического привода.

Дроссельные воздушные клапаны монтируются перед приточной вентиляционной установкой либо приемным клапаном системы кондиционирования воздуха, на смесительных камерах в местах присоединения к ним рециркуляционных воздуховодов или непосредственно на воздуховодах вентиляционной сети. Регулирующие воздушные клапаны устанавливают на тех ответвлениях воздуховодов систем общего назначения, которые требуют выключения или регулирования подачи воздуха, перед воздухораспределительными или воздухоприемными устройствами, не имеющими в своей конструкции регулирующих устройств, и у всех местных отсосов.

Размеры запорно-регулирующих воздушных клапанов должны соответствовать размерам каналов, в которые они монтируются. При установке воздушных клапанов внутри приточных камер размеры устройств определяют с учетом максимальной пропускной способности.

Если в вентиляционной системе присутствуют участки воздуховодов с большой площадью поперечного сечения, с целью регулирования проходящих через них воздушных потоков применяются многостворчатые клапаны вентиляции, состоящие из нескольких дрос-

сельных клапанов, установленных и функционирующих совместно. Нередко многостворчатые клапаны используются в качестве составной части центрального кондиционера, отвечающей за регулирование микширования воздуха.

Регулирующая диафрагма — это устройство в виде диска из оцинкованной стали с отверстием переменного открытого сечения; устанавливается на ответвлении воздуховода для регулирования расхода перемещаемого по нему воздуха во время пусконаладочных работ.

Чтобы добиться максимально точного регулирования расхода воздуха, диафрагму следует устанавливать на расстоянии не менее 1,5 диаметра до ближайшего отвода и 2,5 диаметра до воздухораспределителя или тройника (независимо от типа — проходного или на ответвлении, на всасывании или ответвлении, на всасывании или нагнетании). Сечение диафрагмы изменяется при помощи специальной рукоятки (на устройствах диаметром до 315 мм) или поворотом регулировочной гайки (на устройствах диаметром 400—800 мм). Использование регулирующих диафрагм позволяет точно устанавливать расход воздуха при незначительных возмущениях потока, однако это устройство является одним из самых дорогостоящих и чаще всего применяется для однократной настройки на постоянный расход.

# Воздушные фильтры и вентиляционные решетки

## Воздушные фильтры систем вентиляции

Ни для кого не секрет, что одним из факторов, оказывающих огромное влияние на здоровье человека, является чистота воздуха, которым он дышит. В настоя-

щее время в воздухе, в особенности в городах, содержится большое количество пыли и различных примесей, которые могут оказать неблагоприятное воздействие на здоровье человека, поэтому почти во всех системах воздухообмена и климатического оборудования применяются специальные приспособления — фильтры вентиляции.

Воздушный фильтр вентиляции представляет собой устройство, которое задерживает пыль и другие примеси из приточного и вытяжного воздуха. Фильтры служат не только для очистки воздуха в помещении, но и защищают другие элементы систем вентиляции (вентиляторы, чиллеры, фанкойлы, приточно-вытяжные установки) от попадания пыли и др. частиц, которые могут нарушить работу данного оборудования.

Среди воздушных фильтров вентиляции можно выделить несколько типов.

В зависимости от используемого в устройстве фильтрующего материала различают волоконные, металлические и угольные (адсорбционные) фильтры. В волоконных фильтрах используются такие материалы, как специальная бумага, асбестовые или целлюлозные волокна, ткани из синтетических волокон, стекловолокно и т. д. В угольных фильтрах применяется активированный уголь.

Согласно европейским стандартам, фильтры систем вентиляции классифицируются в зависимости от размеров частиц, которые способны улавливать данные устройства. Различают фильтры грубой, тонкой и особо тонкой (повышенной) очистки (фильтрации), а также иногда выделяются фильтры сверхвысокой очистки. Фильтры грубой очистки задерживают частицы размером более 10 мкм; устройства тонкой фильтрации способны задерживать частицы размером более 1 мкм, а особо тонкой (абсолютной) фильтрации —

размером до 0,1 мкм. Устройства грубой и тонкой фильтраций иногда объединяют в единую группу фильтров общего назначения. Воздушные фильтры высокой эффективности обеспечивают очистку воздуха на 85—95%, а сверхвысокой эффективности — на 99,9%.

***Обозначения классов фильтров (ГОСТ Р 51251-99)***

| Группа фильтров | Класс фильтра |
|---|---|
| Фильтры грубой очистки | G1 |
| | G2 |
| | G3 |
| | G4 |
| Фильтры тонкой очистки | F5 |
| | F6 |
| | F7 |
| | F8 |
| | F9 |
| Фильтры высокой эффективности | H10 |
| | H11 |
| | H12 |
| | H13 |
| | H14 |
| Фильтры сверхвысокой эффективности | U15 |
| | U16 |
| | U17 |

1 Фильтры общего назначения применяют в любых системах вентиляции и кондиционирования воздуха.

2 Фильтры высокой и сверхвысокой эффективности обеспечивают выполнение специальных требований к чистоте воздуха, в том числе в чистых помещениях.

***Классификация фильтров общего назначения (ГОСТ Р 51251-99)***

| Группа фильтров | Класс фильтра | Средняя эффективность, % | |
|---|---|---|---|
| | | Ec | Ea |
| Фильтры грубой очистки | G1 | Ec < 65 | — |
| | G2 | 65 <= Ec < 80 | — |
| | G3 | 80 <= Ec < 90 | — |
| | G4 | 90 <= Ec | — |
| Фильтры тонкой очистки | F5 | — | 40 <= Ea < 60 |
| | F6 | — | 60 <= Ea <80 |
| | F7 | — | 80 <= Ea < 90 |
| | F8 | — | 90 <= Ea <95 |
| | F9 | — | 95 <= Ea |

Обозначения:

Ec - эффективность, определяемая по синтетической пыли весовым методом (по разности массовой концентрации частиц до и после фильтра);

Ea - эффективность, определяемая по атмосферной пыли.

Особенности конструкции фильтра также влияют на качество очистки воздуха. Например, конструкция механического воздушного фильтра грубой очистки, предназначенного для улавливания крупных частиц пыли, пуха и т. п., представляет собой установочную раму с ячейками либо гофрированными листами, панелями из фильтрующего материала.

Воздушные фильтры устанавливаются непосредственно в воздуховод, поэтому установочная рама имеет соответствующую форму (круглую, прямоугольную или квадратную).

Имеются несколько вариантов конструкции фильтров грубой очистки:

***Классификация фильтров, обеспечивающих специальные требования к чистоте воздуха (ГОСТ Р 51251-99)***

| Группа фильтра | Класс фильтра | Интегральное значение | Локальное значение | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | эффективности, % | коэффициента проскока, % | эффективности, % | коэффициента проскока, % |
| Фильтры высокой эффективности | H10 | 85 | 15 | — | — |
| | H11 | 95 | 5 | — | — |
| | H12 | 99,5 | 0,5 | 97,5 | 2,5 |
| | H13 | 99,95 | 0,05 | 99,75 | 0,25 |
| | H14 | 99,995 | 0,005 | 99,975 | 0,025 |
| Фильтры сверхвысокой эффективности | U15 | 99,9995 | 0,0005 | 99,9975 | 0,0025 |
| | U16 | 99,99995 | 0,00005 | 99,99975 | 0,00025 |
| | U17 | 99,999995 | 0,000005 | 99,9999 | 0,0001 |

- фильтр воздушный фанкойла ФВФ — проволочная рамка, обшитая специальным материалом толщиной 5 мм; обеспечивает класс очистки G2;
- фильтр воздушный панельный ФВП (многоразовый) — рамка из оцинкованного профиля со сменным фильтрующим элементом, который легко заменить новым;
- кассетный фильтр ФВКас (одноразовый) — рамка из оцинкованного профиля и фильтрующего материала, прикрепленного к гофрированной металлической сетке; имеет увеличенную фильтрующую поверхность, обеспечивает классы очистки G3, G4;

- фильтр воздушный карманный ФВК — рамка с фильтрующим материалом, в качестве которого используется полиэстер; большая пылеемкость, низкое сопротивление воздушному потоку, длительный период службы; класс очистки — G4.

Для тонкой очистки чаще всего применяются карманные фильтры из полиэстера F5 или полипропиленовых волокон F6, F8, F9. Компакт-фильтры ФВКом характеризуются небольшим весом и компактными размерами, простотой установки, высокой степенью очистки воздуха и высокой производительностью, достигающей 5000 $м^3$/ч.

Если к уровню очистки воздуха предъявляются повышенные требования, используются угольные (адсорбционные) фильтры или фильтры особо тонкой очистки HEPA (High Efficiency Particle Absorption — высокоэффективная задержка частиц). Угольные фильтры способны не только улавливать мельчайшие частицы пыли размером до 0,0001 мм — эти устройства также поглощают неприятные запахи и вредные газы.

Угольные фильтры лучше других устройств улавливают летучие и полулетучие органические соединения. Эффективность работы угольных фильтров зависит от количества фильтрующего материала и количества микропор в угле. Но угольные фильтры нельзя использовать в условиях повышенной влажности, они недостаточно эффективны для удаления формальдегида, сернистого ангидрида и диоксида азота — в подобных случаях используют хемосорбенты, в частности, оксид и силикат алюминия, перманганат калия, которые вступают с опасными примесями в химические реакции и разлагают их на безвредные вещества.

В фильтрах HEPA используются пропитанные специальными составами пористое стекловолокно или

бумага, задерживающие частицы размером до 0,3 мкм и обеспечивающие эффективность очистки воздуха более 99%. Изначально фильтры абсолютной очистки создавались для вентиляции медицинских учреждений и др. помещений с повышенными требованиями к чистоте воздуха. В настоящее время технология HEPA нашла широкое применение в промышленных и бытовых системах очистки воздуха. Еще более эффективными устройствами очистки воздуха являются фильтры ULPA (Ultra Low Penetrating Air), которые способные улавливать свыше 99,9% частиц диаметром более 0,1 мкм. Принцип работы фильтров ULPA такой же, как и у фильтров HEPA.

Фильтры тонкой и особо тонкой очистки не только обеспечивают высокую степень чистоты воздуха, но и препятствуют проникновению в помещение многих аллергенов различного происхождения. Поэтому такие фильтры используются не только в жилых помещениях, но и в учреждениях здравоохранения, микробиологических и фармацевтических лабораториях, где требуется создание стерильной среды. В тех случаях, когда требуется тонкая либо особо тонкая очистка воздуха, специалисты рекомендуют устанавливать два фильтра вентиляции, например, механический грубой очистки и угольный.

Еще одна разновидность фильтров, обеспечивающих высокую степень очистки воздуха — электростатические фильтры. Подобные устройства представляют собой несколько стальных пластин, между которыми натянуты металлические нити. Частицы пыли, бактерии и микроорганизмы, присутствующие в загрязненном воздухе, при прохождении через ионизационную камеру приобретают положительный электрический заряд и затем оседают на отрицательно заряженных пластинах. Таким образом, воздух не только

очищается, но и дезинфицируется, потому что бактерии и др. болезнетворные микроорганизмы под воздействием электростатического поля погибают. Однако электростатические фильтры не могут поглощать летучие органические соединения.

Сравнительно недавно появились фотокаталитические фильтры, очистка воздуха в которых происходит за счет разложения и окисления примесей под воздействием ультрафиолетового излучения. Такие фильтры одинаково эффективно очищают воздух от токсических веществ, болезнетворных микроорганизмов и неприятных запахов.

В Европе для определения рабочих параметров воздушных фильтров применяется стандарт EURO VENT 4/5 (EURO VENT — Европейский комитет производителей пневматического и вентиляционного оборудования). На практике для воздушных фильтров до 9 класса очистки (предварительная очистка) с 1994 г. применяется стандарт EN 779, для финишной очистки с 10 класса и выше — стандарт 1996 г. EN 1882. В последнее время европейские стандарты находят все более широкое применение и в России. В США используется стандарт ASHRAE 52—76 (ASHRAE — Американское общество инженеров строителей по отоплению, кондиционированию воздуха и холодильной технике). В Великобритании существует 2 стандарта — BS 65 40 — для воздушных фильтров тонкой и грубой очистки, и BS 39 28 — для воздушных фильтров особо тонкой очистки.

Область применения воздушных фильтров зависит от характеристик данных устройств.

Фильтры грубой очистки EU1 используют при невысоких требованиях к качеству воздуха. Фильтры EU2-EU4 применяют при обычных требованиях к качеству воздуха в тех случаях, когда скопление пыли

в районе, где находится здание, превышает предельно допустимые санитарные нормы. Воздушные фильтры EU2-EU4 используются для защиты от загрязнения оросительных камер, теплообменников, приборов автоматики и др. и вентиляционного оборудования, а также агрегатов компрессорного и холодильного оборудования, для минимизации запыленности потолков и стен около решеток и др. воздухораспределительных устройств. Фильтры грубой фильтрации могут использоваться в качестве первой ступени очистки перед более эффективными устройствами очистки воздуха.

Фильтры тонкой очистки EU5-EU9 применяются в тех же условия, что и фильтры грубой фильтрации. в особенности при высокой загрязненности в точке забора приточного воздуха. Они отвечают более высоким требованиям к уровню чистоты воздуха и применяются для защиты помещений и механических устройств от запыленности, что особенно актуально, например, в музейных помещениях. Фильтры этого класса применяются в качестве второй ступени очистки после наиболее пылеемких воздушных фильтров грубой очистки воздуха, что позволяет продлить срок службы фильтров тонкой очистки. Фильтры EU8 и EU9, характеризующиеся наибольшей эффективностью среди устройств своего класса, используются в учреждениях здравоохранения и пищевой промышленности, административных помещениях, гостиницах, лабораториях, фармацевтических производствах и медицинских исследовательских центрах.

Фильтры особо тонкой фильтрации используют там, где имеются повышенные требования к качеству воздуха, например, фильтры EU10-EU13 применяют в фармацевтической промышленности и операционных, электротехнических и бактериологических лабораториях, в ядерной промышленности. Фильтры EU14

предназначаются для предприятий оптической и электронной промышленности, где нужна глубокая очистка от радиоактивных и бактериальных аэрозолей и пыли. Фильтры особо тонкой очистки используются в качестве второй или третьей ступени очистки воздуха. Подобные устройства монтируются непосредственно перед решеткой воздухораспределителя, а в вытяжной системе вентиляции — сразу за вытяжным воздухораспределителем.

Продолжительность службы воздушных фильтров зависит от площади помещения, степени загрязненности воздуха, пылеемкости фильтрующего материала, конструкции и вида фильтра, географического положения объекта, условий работы и др. Естественно, для каждой разновидности фильтра срок службы указывается в технической документации. Однако нужно учитывать, что если воздух сильно загрязнен, эксплуатационные характеристики фильтра могут исчерпаться раньше указанного срока. В подобном случае от фильтра может исходить неприятный запах, а эффективность системы вентиляции значительно снижается, так как загрязненный фильтр оказывает большее сопротивление потоку воздуха, который подает вентилятор.

Степень загрязненности фильтра контролируется специальными приборами, которые показывают перепад давления на воздушном фильтре. В качестве показателя загрязненности фильтра выступает конечное сопротивление воздушного фильтра, которое для фильтров грубой очистки составляет 250 Па, для фильтров тонкой фильтрации — 450 Па, для фильтров абсолютной очистки — 600 Па. Если эти показатели достигнуты, фильтр следует заменить либо очистить.

Механические фильтры очищают при помощи пылесоса или промывают в теплой воде. Аналогичным

образом осуществляется очистка электростатических фильтров. Что касается угольных фильтров, а также фильтров тонкой и особо тонкой очистки HEPA, то они регенерации не подлежат. Такие фильтры в случае предельного загрязнения необходимо заменить.

Специалисты рекомендуют менять панельные и кассетные воздушные фильтры грубой очистки 1 раз в месяц летом и 1 раз в 2—3 месяца зимой, карманные воздушные фильтры грубой очистки — 3—4 раза в год, карманные фильтры тонкой очистки — 2—3 раза в год, компактные воздушные фильтры тонкой очистки — 1,5—2 раза в год.

Следует отметить, что хотя воздушный фильтр не является обязательным элементом системы вентиляции, установка подобного устройства способствует существенному улучшению качества воздуха и, как следствие, выступает в качестве проявления заботы о здоровье людей.

## Вентиляционные решетки

Вентиляционные решетки — устройства, предназначенные для подачи свежего воздуха в помещения и удаления из них отработанного воздуха. Вентиляционные решетки используют там, где требуется регулировать объемы воздуха, диапазон действия и направления воздушных потоков — в системах кондиционирования воздуха при низком давлении, системах отопления и системах вентиляции.

Монтаж вентиляционных решеток может осуществляться с помощью винтового соединения или замка, которые могут быть скрытыми или видными. Вентиляционные решетки могут устанавливаться не только на вытяжные, но и на приточные воздуховоды. Решетки небольшого размера устанавливаются непосредствен-

но в панель. При выборе вентиляционных решеток нужно обратить внимание на соответствие их внешнего вида и всей системы вентиляции.

В вентиляционных решетках используется фильтр, который при движении через него воздушного потока приобретает электрический заряд. Особенности конструкции фильтра позволяют задерживать значительное количество пыли. Сильно загрязненный фильтр достаточно просто промыть в воде, а затем использовать повторно. С целью облегчения доступа к фильтру вентиляционной решетки его закрепляют на шарнирной раме.

Защитные вентиляционные решетки предназначены для перекрывания отверстий вентиляторов и круглых воздуховодов. Изготавливаются такие решетки из стальной проволоки и крепятся при помощи шурупов.

Вентиляционные решетки для подачи и удаления воздуха, снабженные регулируемыми горизонтальными жалюзи для направления потока воздуха, изготавливаются из алюминия. Пластиковые втулки облегчают поворот жалюзи для регулирования направления воздушного потока.

Настенные вентиляционные решетки изготавливаются из алюминия, окрашиваются посредством порошкового напыления и снабжаются клапанами регулирования расхода воздуха.

Наружные вентиляционные решетки применяются для удаления отработанного воздуха. Они автоматически перекрывают воздуховод при выключении вентилятора. Такие решетки состоят из рамы и подвижных пластин, которые закреплены горизонтально одна над другой. Устанавливать наружные вентиляционные решетки следует только вертикально, лопастями вниз. Изготавливают наружные решетки из алюминия и окрашивают посредством порошкового напыления. На-

ружные вентиляционные решетки с горизонтальными неподвижно закрепленными жалюзи характеризуются повышенной жесткостью, их можно устанавливать в проемы воздуховодов большого сечения.

Потолочные вентиляционные решетки для подачи и удаления воздуха изготавливаются из алюминия, как правило, имеют квадратную форму. При использовании потолочных решеток распределение воздуха осуществляется в четырех направлениях.

Напольные вентиляционные решетки также изготавливаются из алюминия, состоят из рамы, которая закрепляется в строительной конструкции пола, и съемного блока жалюзи.

Инерционные вентиляционные решетки применяются для вертикальной установки на наружных стенах в системах вытяжки отработанного воздуха.

В тех случаях, когда необходимо добиться снижения давления воздуха и уровня шума, обеспечить баланс воздушных потоков, применяются вентиляционные решетки с камерой статического давления.

## Шумоглушители

Шумоглушителем называют элемент системы вентиляции, который имеет большую площадь поверхности и покрыт звукопоглощающим материалом. Шумоглушители применяются как в вытяжных, так и приточных системах вентиляции с целью снижения шума, который распространяется в основном по воздуховодам. В зависимости от конструктивных особенностей различают пластинчатые и трубчатые шумоглушители.

Пластинчатый шумоглушитель представляет собой коробку, изготовленную из тонкого листового металла

и разделенную вдоль прохода воздуха пластинами, которые облицованы звукопоглощающим материалом, в качестве которого может использоваться стекловата, войлок и т. п.

Пластинчатые шумоглушители в основном применяются для больших воздуховодов. Расстояние между ячейками шумоглушителя может составлять 75—300 мм.

Чем меньше размер ячеек, тем существеннее снижение уровня шум, однако вместе с тем возрастают потери давления.

С целью снижения потерь давления в результате трения звукопоглощающий материал подвергают противоабразивной обработке либо покрывают тонким слоем пластика.

Трубчатый шумоглушитель состоит из двух труб круглого или прямоугольного сечения, вставленных одна в другую.

Наружная труба должна быть гладкой, а внутренняя — перфорированной; пространство между ними заполняется звукопоглощающим материалом. Внутренняя труба — каркас — защищает звукопоглощающий материал от выдувания потоком воздуха. Изготавливается каркас из перфорированного оцинкованного стального листа.

Стальные листы для каркаса бывают с двумя видами перфорации: диаметр отверстий 3 мм, шаг 5 мм, и диаметр отверстий 12 мм, шаг 20 мм. Перфорированные листы с отверстиями 12 мм, шаг 20 мм обтягиваются стеклотканью, с отверстиями 3 мм, шаг 5 мм стеклотканью не обтягиваются.

Размеры внутренней трубы должны быть равны размерам воздуховода, в который устанавливается устройство. Используют трубчатые шумоглушители для воздуховодов диаметром до 500 мм.

Шумоглушители обычно устанавливают между вентилятором и магистральным воздуховодом, на воздуховодах, пересекающих шумное помещение, — непосредственно за этим помещением, перед воздухораспределителем или за вытяжной решеткой.

Для снижения уровня шума не только в помещении, но и снаружи, в вытяжной системе устанавливают два шумоглушителя, перед вентилятором и после него.

Показатели снижения шума зависят от толщины и материала звукопоглощающего слоя, а также длины шумоглушителей, стандартные значения которой составляют 600, 900 и 1200 мм.

Наиболее высокая эффективность шумоглушения наблюдается в диапазоне частот звуковых волн от 500 до 4000 Гц, при более низких частотах она существенно снижается. При низкой скорости движения воздуха (4—12 м/с) эффективность шумоглушения больше, чем при высокой скорости воздушного потока — в последнем случае может возникнуть дополнительный шум из-за резкого торможения воздуха при соприкосновении с ячейками шумоглушителя.

С целью определения целесообразности применения шумоглушителей специалисты производят специальные вычисления.

Предварительно определяется допустимый уровень звукового давления в ближайшем к вентиляционной установке помещении с учетом внутренних шумов в помещении и внешних (например, шум транспорта). Затем рассчитывают звуковую мощность вентилятора, учитывая его тип, расход и давление воздуха.

Далее вычисляется снижение шума от вентиляционной установки до воздухораспределителя или заборной решетки в помещении. Если в результате получается, что остаточный шум воздуха выше допустимого, рекомендуется установить шумоглушитель.

# Воздухораспределительные устройства

Воздухораспределительные устройства представляют собой концевые элементы в системе вентиляции помещений. Такие устройства должны иметь максимально простую конструкцию и быть удобными в монтаже, а также удовлетворять архитектурным и эстетическим требованиям.

Простейшими воздухораспределительными устройствами являются отверстия в приточных воздуховодах, закрытые обычной или просечной сеткой. Такие отверстия могут снабжаться специальными движками, позволяющими перекрывать воздуховод и тем самым регулировать количество подаваемого воздуха.

Отверстия, закрытые решетками, являются наиболее распространенной разновидностью воздухораспределительных устройств. Подобные устройства не создают излишней подвижности воздуха, экономичны и справляются со своими функциями быстро и качественно. Изготавливаться решетки могут из металла либо из пластика. Металлические решетки более прочные и долговечные; пластиковые значительно легче по весу, не подвергаются коррозии и могут быть различного цвета, что является немалым преимуществом с точки зрения дизайна.

Воздухораспределительные устройства бывают приточные и вытяжные. Приточные устройства распределяют в помещениях воздух, поступающий извне, вытяжные удаляют отработанный воздух из помещения наружу.

Различают также регулируемые и нерегулируемые воздухораспределительные устройства. С целью достижения максимальной эффективности специалисты рекомендуют использовать регулируемые воздухораспределительные устройства, которые снабжаются

регуляторами направления, расхода и характеристик струи.

Регулятор направления — это жалюзи, посредством которых потоку воздуха задается желаемое направление. Это особенно удобно в помещениях с ограниченным пространством. Регулятор расхода способствует повышению КПД устройств и снижению уровня издаваемого ими шума.

Что касается регулятора характеристик струи, то универсальные модели воздухораспределительных устройств (решеток и диффузоров) способны формировать несколько типов струй. Струи воздуха могут быть веерными, плоскими, коническими, наклонными и вертикальными.

Некоторые модели решеток могут применяться в агрессивных и влажных средах. Однако следует иметь в виду, что помимо решеток к числу воздухораспределительных устройств относятся диффузоры, которые используются в вытяжных системах вентиляции и кондиционирования.

Диффузорами называются потолочные воздухораспределительные элементы, снабженные функцией плавного регулирования расхода воздуха, осуществляемого посредством вращения центрального диска. Эти устройства изготавливаются из стали и окрашиваются посредством порошкового напыления в белый цвет. Диффузоры достаточно широко применяются в жилых помещениях.

Воздухораспределительные устройства могут направлять воздух в 1, 2, 3 или 4 стороны. В жилых помещениях решетки и диффузоры, как правило, устанавливаются на стенах выше обслуживаемой зоны, а в производственных помещениях воздухораспределительные устройства монтируют непосредственно в систему вентиляции.

Форма воздухораспределительных устройств может быть прямоугольной, круглой или квадратной. Выбор конкретной формы устройства определяется с учетом особенностей места, где будет осуществляться монтаж.

Перфорированные круглые воздухораспределители ВПК применяются в производственных помещениях для подачи воздуха в рабочую зону. Устройство собирается из звеньев круглых воздуховодов длиной 2000 мм, в стенках которых проделаны продолговатые отверстия, расположенные рядами с шагом 100 мм. Приточный воздух подается в помещение через эти отверстия. Вырезанные при образовании отверстий язычки загнуты внутрь воздуховода под углом 90°. Воздуховод монтируется на высоте не менее 2,5 м от пола. На концах звеньев воздуховода имеются фланцы для соединения. Минимальный диаметр воздуховода составляет 280 мм, максимальный — 800 мм. В зависимости от длины в метрах воздухораспределители ВПК нумеруются от 1 до 32 (например, ВПК-12 — длина этого воздухораспределителя составляет 12 м).

Воздухораспределители двухструйные шестидиффузорные ВДШк (с круглым диском) и ВДШп (с квадратным диском) используются в производственных и общественных помещениях для подачи приточного воздуха вертикальными и настилающимися струями. Устройство ВДШп состоит из направляющей решетки и диафрагмы, обеспечивающих равномерный приток свежего воздуха. Существует 6 типоразмеров таких воздухораспределителей.

Воздухораспределители двухструйные ВДПМ с перфорированным или глухим диском применяются для обеспечения притока свежего воздуха в верхнюю зону помещений. Такие устройства монтируются непосредственно в воздуховоды или навесные потолки. Приточный воздух подается в помещение через перфори-

рованный диск либо огибает глухой диск. Устройство ВДПМ подсоединяют к воздуховоду так, чтобы с помощью регуляторов расхода можно было увеличивать или уменьшать количество подаваемого приточного воздуха. Существует 6 типоразмеров таких воздухораспределителей с диаметром патрубка 250—800 мм.

Воздухораспределитель пристенный типа ВП применяется в производственных помещениях для подачи приточного воздуха непосредственно в рабочую зону. Подача воздуха осуществляется через три перфорированные стенки с отогнутыми внутрь язычками, дно и четвертая стенка не имеют перфорации. Устройство монтируется у стен или колонн и соединяется с сетью воздуховодов с помощью переходных патрубков круглого или прямоугольного сечения. Существует 4 типоразмера таких воздухораспределителей.

Душирующие патрубки с верхней ПДв и нижней ПДн подачей воздуха используются на рабочих местах при значительном тепловом облучении с целью создания воздушного душа и поддержания нормальных параметров воздуха. Увлажнение и охлаждение приточного воздуха чаще всего осуществляется в центральных кондиционерах, но возможно и местное увлажнение с помощью форсунок, которые устанавливаются непосредственно на душирующих патрубках. Особенности конструкции таких патрубков позволяют менять направление струи воздуха горизонтально на 360° и вертикально на 25°. Из душирующего патрубка поток воздуха выходит на человека горизонтально или сверху. Монтируют патрубки на высоте 1,8–1,9 м от пола таким образом, чтобы они не мешали человеку, работающему на данном месте. Душирующие патрубки бывают 3 типоразмеров.

Приколонные регулируемые веерные воздухораспределители НРВ используются для подачи приточно-

го воздуха в больших промышленных цехах. Устройство представляет собой цилиндрический корпус с 2 или 4 прямоугольными патрубками с регулируемыми решетками. Внутри корпуса имеется диафрагма, предназначенная для выравнивания скорости движения воздуха, выходящего из решеток. Расход воздуха регулируется за счет тяг. Воздухораспределитель присоединяется к вертикальному участку воздуховода с помощью фланца.

## Моноблочные приточные установки

Моноблочная приточная установка представляет собой готовую вентиляционную систему, все компоненты которой находятся в одном шумоизолированном корпусе. Небольшие размеры устройства и низкий уровень шума позволяют размещать моноблочные установки в жилых помещениях, а благодаря сборке и регулировке устройства на этапе изготовления в производственных условиях отпадает необходимость в сложном проектировании и пусконаладочных работах. В настоящее время в Европе моноблочные приточные установки занимают более 80% рынка в секторе систем вентиляции.

Основным элементом приточной моноблочной установки является вентилятор, ведь он забирает воздух с улицы и направляет его в помещение. Остальные элементы устройства предназначены для решения различных дополнительных задач — фильтрации и температурно-влажностной обработки воздуха. В зависимости от состава воздуха и назначения помещения применяются различные типы фильтров и составы фильтрующих средств. Температурно-влажностная обработка включает охладители и нагреватели воздуха, а также

различные устройства увлажнения. Использование моноблочных приточных установок способствует поддержанию тепла в помещениях, так как холодный свежий воздух предварительно нагревается, а затем распределяется по помещениям.

Моноблочная приточная установка (рис. 21) состоит из следующих элементов:

- воздухозаборная решетка;
- клапан, позволяющий регулировать приток наружного воздуха;
- фильтр;
- калорифер;
- вентилятор;
- шумоглушитель;
- воздуховоды для распределения воздуха по помещениям;
- воздухораспределительные устройства (диффузоры, решетки);
- нагреватели воздуха, обеспечивающие подогрев наружного воздуха до нужной температуры либо

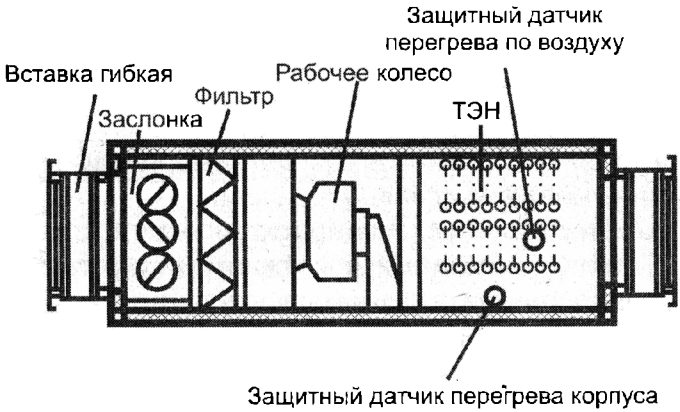



*Рис. 21. Моноблочная приточная установка. (ТЭН — трубчатый электронагреватель)*

с использованием электроэнергии, либо тепловой энергии горячей воды или пара, либо энергии сгорания газа;

- защитная система автоматического регулирования нагревателя при изменяющейся температуре на входе;
- охладитель, являющийся частью либо фреонного контура (производится дополнительная укомплектовка установки компрессорно-конденсаторным блоком), либо частью контура с холодной водой (доукомплектовывается чиллером);
- форсуночные камеры орошения (встроенные парогенераторы, дисковые, центробежные распылители для увлажнения приточного воздуха);
- система автоматики, включающая регуляторы скорости вентилятора и мощности нагревателя, датчики и дистанционный пульт управления.

Благодаря системе автоматики мощность электрического калорифера может регулироваться с точностью до одного градуса, производится ступенчатое управление двигателем вентилятора, а также автоматическое открытие и закрытие воздушного клапана наружного воздуха при включении или выключении установки.

Основными преимуществами моноблочных приточных установок являются:

- снижение затрат при проектировании, транспортировке, монтаже и обслуживании по сравнению с наборными системами вентиляции;
- простота в монтаже и надежность в эксплуатации;
- относительно небольшие габариты установки.

Особенности монтажа моноблочной приточной установки зависят от типа и назначения помещения, его

конструктивных особенностей. В коттедже наиболее удачным местом расположения установки может стать чердак, можно укрепить установку за подвесным потолком и т. п. Помимо приточных, существуют установки, в которых функции притока воздуха совмещены с вытяжкой (приточно-вытяжные установки).

## Автоматизация систем вентиляции

Основной задачей систем регулирования вентиляции является автоматизация процессов и поддержание оптимальных климатических условий. Благодаря автоматизации систем вентиляции удается экономить от 13% до 20% энергии тепло- и холодопотребления. Автоматика систем вентиляции призвана обеспечивать регулировку частоты вращения вентилятора. В системах автоматизации и регулировки используются датчики, постоянно регулирующие состояние данного объекта.

Посредством датчиков осуществляется обратная связь системы регулирования с объектом по любому параметру. Регуляторы выступают в качестве одного из важнейших элементов автоматизированных систем. Температурные датчики бывают наружные и комнатные, накладные и канальные, с наличием автоматики или без нее. Накладные датчики систем кондиционирования устанавливают на поверхности трубы, канальные датчики вентиляции монтируются перпендикулярно потоку воздуха непосредственно в воздуховоде.

Датчики автоматизации вентиляции монтируются как можно дальше от источников холода и тепла. Датчики атмосферного типа устанавливаются вблизи от углов здания, желательно в таком месте, которое защищено от ветра. Датчики влажности следует устанавли-

вать там, где температура воздуха является достаточно стабильной, а датчики давления — в местах, не подверженных вибрации.

Качество работы и срок службы систем вентиляции зависит не только от выбранного оборудования, но и от системы автоматики, которой оно оснащено. Благодаря использованию частотных приводов для регулирования скорости вращение вентиляторов удается поддерживать постоянный расход воздуха вне зависимости от засоренности фильтра, а также уменьшить потребление электроэнергии. Соответствующее электротехническое оборудование (пускатели, устройства плавного пуска и др.) способно существенно увеличить срок службы вентиляционного оборудования.

В зависимости от особенностей настройки регуляторы (контроллеры) системы автоматики можно подразделить на свободно программируемые и конфигурируемые.

Свободно программируемые контроллеры могут применяться для автоматизации любых систем вентиляции. В России пользуются популярностью контроллеры Siemens Desigo (реже Simatic), TAC Xenta, Sauter, Honeywell и некоторые др. Регуляторы, которые предназначены для автоматизации систем вентиляции, обычно имеют интерфейс связи Lon или Bacnet и легко объединяются в единую сеть с возможностью диспетчеризации. Один регулятор способен управлять сразу несколькими системами вентиляции. Увеличить количество входов-выходов устройства можно с помощью модулей ввода-вывода. Как правило, в проект автоматизации должны входить разработка щитов управления, изготавливаемых по индивидуальному заказу, а также сети передачи данных.

Конфигурируемые контроллеры (Siemens LRU, Corrigo E и др.) являются оптимальным вариантом,

если схема системы вентиляции достаточно проста. Программное обеспечение для таких регуляторов разрабатывается фирмой-производителем. Конфигурируемые контроллеры рекомендуется приобретать в комплекте со стандартным щитом управления, так как стоимость стандартных щитов ниже, чем собранных по индивидуальному заказу. Существуют модификации конфигурируемых контроллеров с интерфейсом связи, которые можно применять при создании систем диспетчеризации или реализации функций «умного дома». Однако к подобным контроллерам нельзя добавлять дополнительные модули ввода-вывода. Стоимость проекта системы автоматизации на конфигурируемых контроллерах приблизительно такая же, как для проекта на программируемых контроллерах. В целом же стоимость системы вентиляции с конфигурируемыми контроллерами снижается за счет пусконаладочных работ, так как программирование не требуется.

Если необходимо создание системы автоматизации, призванной решать относительно простые задачи без регулирования, например, речь идет об автоматике вытяжных систем, специалисты рекомендуют применять программируемые реле, из которых самыми распространенными являются Siemens Logo, Telemecanique Zelio Logic 2 (Schneider Electric), Moeller Easy Control. Наиболее удобной средой программирования характеризуются реле Siemens Logo. У программируемых реле низкая стоимость, но их нельзя применять, если необходимо разрабатывать сложные программы управления.

Системы автоматики могут управлять огнезадерживающими клапанами, системой подпора воздуха, дымоудаления. Однако в таких случаях необходимо наличие у контроллеров сертификатов пожарной безопасности, подтверждающих, что оборудование может принимать

сигналы от систем пожарной сигнализации. Подобную сертификацию прошли далеко не все типы контроллеров. Отсутствие сертификата может явиться поводом к отказу пожарной службы в приемке систем обеспечения пожарной безопасности.

# Системы кондиционирования

## Виды систем кондиционирования

Кондиционированием воздуха принято называть автоматическое поддержание в закрытых помещениях определенных параметров воздуха (температуры, влажности, чистоты, скорости движения) с целью обеспечения условий, оптимальных для самочувствия людей, ведения технологического процесса и обеспечения сохранности ценностей. В настоящее время проектирование систем кондиционирования зачастую производится на стадии разработки архитектурного проекта.

Кондиционирование воздуха применяется в помещениях для создания и поддержания:

- предписанных соответствующими нормами допускаемых условий воздушной среды, если они не могут быть обеспечены более простыми способами;
- искусственных климатических условий, необходимых согласно определенным технологическим требованиям;
- оптимальных гигиенических условий воздушной среды в производственных помещениях;
- оптимальных условий воздушной среды в общественных, жилых, административных и многофунк-

циональных зданиях, а также во вспомогательных помещениях промышленных предприятий.

Кондиционирование воздуха, которое осуществляется для создания и поддержания оптимальных или допускаемых условий воздушной среды, называется комфортным, а искусственных климатических условий — технологическим.

Кондиционирование воздуха производится посредством комплекса технических решений, который принято называть системой кондиционирования воздуха (СКВ). СКВ объединяет в себе технические средства подготовки, перемешивания и распределения воздуха, приготовления холода, технические средства холодо- и теплоснабжения, автоматики, дистанционного управления и контроля.

Первые попытки кондиционирования воздуха, о которых известно современной науке, были осуществлены несколько тысяч лет назад в Персии, где применялись устройства охлаждения воздуха, основанные на способности воды сильно охлаждаться при испарении. Древнеперсидский «кондиционер» представлял собой специальную шахту, которая улавливала дуновение ветра. В шахте устанавливали пористые сосуды с водой либо подводили воду из источника. В результате в шахте происходило охлаждение воздуха и насыщение его влагой, после чего он подавался в помещение. Эффективность этого несложного устройства в условиях жаркого и сухого климата была сравнительно высокой. Однако подобный «кондиционер» не смог бы работать при высоком уровне относительной влажности воздуха.

Весьма оригинальное решение проблемы кондиционирования воздуха было придумано в Индии, где летом в качестве двери служил каркас, оплетенный ко-

косовой пальмой татти. Наверху этой импровизированной «двери» помещали емкость, которая медленно наполнялась водой за счет капиллярного эффекта в тканях пальмы.

При достижении определенного уровня воды емкость опрокидывалась, орошая водой дверь, после чего возвращалась в прежнее положение. Цикл повторялся многократно, пока растение оставалось живым и получало достаточное количество света.

Начало современным системам кондиционирования воздуха было положено в XIX в. В 1820 г. британец М. Фарадей открыл, что сжатый и сжиженный аммиак способен охлаждать воздух при испарении. Однако это открытие на том этапе не нашло практического применения.

В начале XX в. У. Кэрриер изобрел электрический способ кондиционирования воздуха и создал первую в современном понимании систему кондиционирования воздуха, которая была установлена в одной из типографий Нью-Йорка. Дело в том, что летом из-за частых изменений температуры и влажности не удавалось добиться качественной цветопередачи. Устройство, разработанное Кэрриером, охлаждало воздух в помещении типографии до постоянной температуры и осушало его до 55%. Изобретатель назвал свое устройство «аппаратом для обработки воздуха». В 1915 г. У. Кэрриер и шестеро его единомышленников основали компанию Garner Engineering Co, которая впоследствии была переименована в Carrier. В настоящее время эта компания является одной из ведущих фирм в своем секторе рынка, ей принадлежит 12% мирового объема производства кондиционеров.

Согласно общепринятой версии, термин «кондиционирование воздуха» впервые предложил в 1906 г. С. Крамер.

Со временем системы кондиционирования воздуха стали применять в производственной сфере для улучшения условий и производительности труда, для повышения комфорта в домах и автомобилях. В 50-х гг. XX в. в США был необычайно высок уровень продаж кондиционеров для жилых помещений.

В первых кондиционерах и холодильниках применялись токсичные газы, в частности, аммиак и метилхлорид, которые в случае утечки иногда становились причиной смертельных несчастных случаев. Но в 30-х гг. XX в. фирма Дженерал Электрик выпустила модель кондиционера, компрессорно-конденсаторный агрегат которого устанавливался с внешней стороны здания, что способствовало повышению безопасности устройства, явившегося первой сплит-системой.

В 1930 г. фирмой C&C Kelvinator Co был создан первый автомобильный кондиционер, который имел мощность охлаждения 370 Вт. Это устройство было установлено на кадиллаке.

Значительную роль в совершенствовании систем кондиционирования сыграла идея, высказанная Т. Мидглеем-младшим, который впервые предложил использовать в качестве хладагента дифтормонохлорметан, позднее названный фреоном. Это вещество оказалось намного безопаснее для людей, чем применявшиеся ранее хладагенты; однако воздействие фреона на озоновый слой атмосферы, как выяснилось позднее, было весьма негативным.

К настоящему времени с производства снят ряд хладагентов (фреона R-11, R-12), от других (R-22) планируется отказаться в ближайшие годы. В качестве альтернативы набирает популярность хладагент R-410A, который безопасен для озонового слоя, не воспламеняется, не токсичен и является энергосберегающим ресурсом.

В 80-х гг. XX в. компания Toshiba разработала новый способ управления компрессором, который заключается в изменении частоты тока электропитания компрессора — инверторные системы.

Принципы работы кондиционера имеют сходство с принципами работы холодильника. Хладагент, движение которого поддерживается компрессором, циркулирует по закрытому контуру системы. Сначала в компрессор из испарителя поступает холодный парообразный хладагент низкого давления, который затем сжимается, в ходе чего происходит повышение его температуры и давления.

Далее разогретый парообразный хладагент проникает в конденсатор, где происходит процесс конденсации, т. е. хладагент переходит в состояние жидкости высокого давления. Вентилятор системы охлаждения отводит от хладагента тепло, которое поступает в окружающую среду.

Жидкий хладагент поступает в расширительный клапан, где происходит резкое расширение хладагента, а также снижение его давления и температуры, т. е. его переход в туманообразное состояние. Подача хладагента в испаритель контролируется регулятором потока.

В испарителе хладагент низкого давления начинает кипеть и забирать тепло от воздуха, находящегося в помещениях; при этом хладагент переходит в газообразное состояние. Далее газообразный хладагент возвращается в компрессор, и все повторяется. Последовательность рассмотренных этапов превращений хладагента называется циклом охлаждения. Если воздух в кондиционере требуется нагреть, применяется обратный цикл.

Одной из задач, для решения которых обычно применяются кондиционеры, выступает снижение уровня влажности воздуха. Происходит это следующим обра-

зом. Холодный испарительный змеевик, температура которого ниже точки росы, конденсирует водяной пар из воздуха; образующаяся вода поступает в дренажную систему, вследствие чего влажность воздуха понижается. Точка росы — это температура, до которой при данном давлении должен охладиться воздух, чтобы присутствующий в нем водяной пар начал конденсироваться в росу. Обычно кондиционеры способны поддерживать относительную влажность воздуха в пределах 40–60%. При использовании кондиционера с парогенератором становится возможным поддержание точного зафиксированного уровня влажности. Существуют кондиционеры, которые могут не только осушать, но и увлажнять воздух — они называются прецизионными.

С целью обеспечения достаточного уровня комфорта в местах с очень сухим воздухом применяются испарительные охладители — устройства, забирающие воздух извне и пропускающие его через влажную прокладку. Простейшим вариантом подобного устройства являются древнеперсидские системы охлаждения воздуха, которые упоминались выше. Охладитель, в котором для охлаждения и увлажнения воздуха применялся лед, в 1842 г.был запатентован американцем Д. Г. Апалачиколой, применившим данное устройство в госпитале для больных малярией. Современные испарительные охладители не только весьма эффективны при повышенной сухости воздуха, также они характеризуются относительно невысокой стоимостью, просты и надежны в эксплуатации.

В настоящее время большее значение приобретает проблема энергосбережения при кондиционировании воздуха. Одновременно ввиду существенно ухудшившегося состояния окружающей среды обеспечение помещений чистым воздухом выступает одной из наибо-

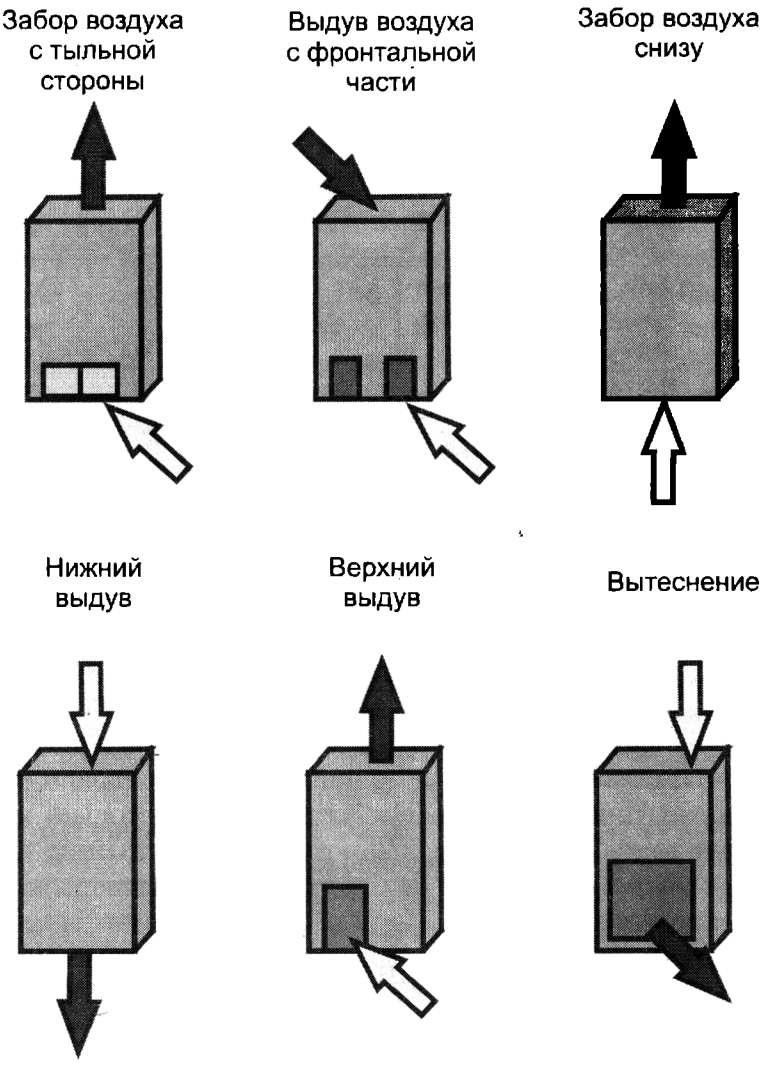



*Рис. 22. Варианты раздачи воздуха для прецизионных кондиционеров*

лее значимых задач. В особенности большую роль качество воздуха играет в медицине, производстве электроники и в других высокотехнологичных производствах. С целью поддержания точных значений температуры и влажности используются прецизионные кондиционеры.

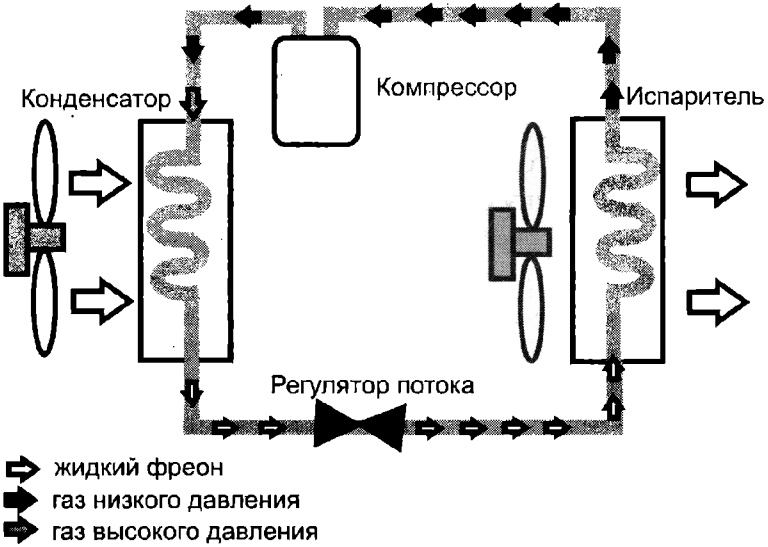



*Рис. 23. Устройство кондиционера*

## Виды систем кондиционирования

Говоря о видах систем кондиционирования, следует отметить, что общепринятой классификации не существует. Это связано с большим количеством вариантов принципиальных схем, технических и функциональных характеристик, которые определяются не только

техническими особенностями самих систем, но и объектами применения (кондиционируемыми помещениями).

Классифицировать современные системы кондиционирования воздуха (СКВ) можно по следующим признакам:

- по назначению (объекту применения) — комфортные и технологические;
- по расположению оборудования по отношению к обслуживаемому помещению — центральные и местные;
- по наличию собственного источника тепла и холода — автономные и неавтономные;
- по принципу работы — прямоточные, рециркуляционные и комбинированные;
- по способу регулирования параметров обработанного воздуха — с качественным (однотрубным) и количественным (двухтрубным) регулированием;
- по степени обеспечения метеорологических условий — первого, второго и третьего класса;
- по количеству обслуживаемых помещений — однозональные и многозональные;
- по давлению, которое формируют вентиляторы кондиционеров — низкого, среднего и высокого давления.

Помимо этого, существуют системы кондиционирования, предназначенные для обслуживания специальных технологических процессов, в том числе систем с изменяющимися во времени метеорологическими параметрами.

Комфортные системы кондиционирования предназначаются для создания и поддержания температуры, относительной влажности, чистоты и скорости движе-

ния воздуха, которые соответствуют оптимальным санитарно-гигиеническим требованиям для жилых, общественных и административно-бытовых зданий и помещений.

Технологические системы кондиционирования применяются с целью обеспечения параметров воздуха, которые отвечают требованиям того или иного производства. В помещениях, где находятся люди, технологическое кондиционирование производится с учетом санитарно-гигиенических требований к состоянию воздушной среды.

В центральных системах кондиционирования осуществляется приток извне холода, доставляемого холодной водой или хладагентом, и тепла, доставляемого горячей водой, паром или электричеством. Центральные СКВ располагаются вне обслуживаемых помещений и обрабатывают воздух в одном большом помещении, либо в нескольких зонах такого помещения или нескольких отдельных помещений. В ряде случаев одно большое помещение может обслуживаться несколькими центральными кондиционерами (например, театральный зал, производственный цех, закрытый стадион или каток).

Центральные СКВ оснащают центральными неавтономными кондиционерами, изготавливаемыми по типовым схемам компоновки оборудования и их модификациям.

К преимуществам центральных СКВ следует отнести:

- возможность поддержания в помещениях заданных параметров температуры и относительной влажности воздуха;
- сосредоточение оборудования, нуждающегося в регулярном обслуживании и ремонте — как правило, в одном месте;

- возможность обеспечения эффективного шумо- и виброгашения.

Однако следует отметить, что центральные СКВ имеют крупные габариты и требуют проведения сложных монтажно-строительных работ по их установке, ввиду чего эти системы невозможно использовать в существующих реконструируемых зданиях.

Местные системы кондиционирования создаются на базе автономных или неавтономных кондиционеров, устанавливаемых непосредственно в обслуживаемых помещениях.

Простота установки и монтажа выступают основным достоинством местных СКВ.

Местные системы кондиционирования могут применяться:

- в отдельных помещениях существующих жилых и административных зданий для поддержания теплового микроклимата;
- в отдельных помещениях вновь строящихся зданий, если режим потребления холода в этих помещениях существенно отличается от режима большинства других помещений (например, в серверных и др. помещениях, где установлено много тепловыделяющей техники); подачу и удаление воздуха в подобных случаях, как правило, осуществляют центральные системы приточно-вытяжной вентиляции;
- в отдельных помещениях вновь строящихся зданий, если определенные тепловые условия требуется обеспечить в небольшом числе помещений (например, в номерах люкс небольшой гостиницы);
- в больших помещениях существующих и вновь строящихся зданий (кафе, ресторанах, магазинах, аудиториях и т. д.).

Автономные системы кондиционирования получают извне только электрическую энергию (например, кондиционеры сплит-систем, шкафные кондиционеры и т. п.). Подобные системы оснащаются встроенными компрессионными холодильными машинами, в которых в качестве хладагента, как правило, применяется фреон R-22.

Охлаждение и осушение воздуха в автономных системах кондиционирования происходит за счет того, что воздух, направляемый вентилятором, проходит через поверхностные воздухоохладители — испарители холодильных машин. Зимой и в межсезонье в автономных СКВ может осуществляться подогрев воздуха с помощью электрических подогревателей или посредством реверсирования работы холодильной машины по циклу так называемого «теплового насоса».

Неавтономные системы кондиционирования бывают воздушные, подающие в помещение только воздух (мини-центральные и центральные кондиционеры), и водовоздушные, посредством которых в помещения подаются воздух и вода, несущие тепло и/или холод (системы чиллеров-фанкойлов, центральные кондиционеры с местными доводчиками и т. п.).

Однозональные центральные системы кондиционирования используются в больших помещениях с относительно равномерным распределением тепла и влажности (например, большие кинозалы, аудитории и т. д.). Подобные СКВ обычно оснащаются устройствами, предназначенными для утилизации тепла или смесительными камерами для использования рециркуляции воздуха.

Многозональные центральные системы кондиционирования применяются в больших помещениях, оборудование в которых размещено неравномерно, а также в некоторых сравнительно небольших помещениях.

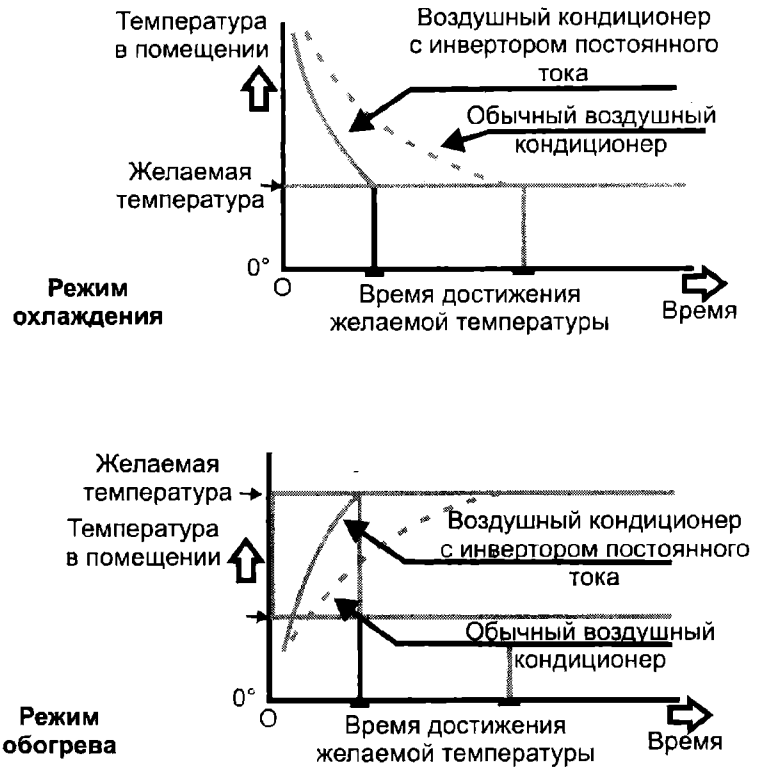



*Рис. 24. Воздушный кондиционер с инвертором постоянного тока*

Подобные СКВ являются более экономичным вариантом, чем использование отдельных систем для каждой зоны или каждого помещения. Однако многозональные СКВ не позволяют поддерживать заданные параметры влажности и температуры с такой же высокой степенью точности, как это возможно при использовании автономных СКВ (кондиционеров сплит-систем и т. п.).

Работа прямоточных систем кондиционирования полностью осуществляется на наружном воздухе, который подвергается обработке в кондиционере, а затем подается в помещение.

Работа рециркуляционных систем кондиционирования, напротив, производится без притока или с частичной подачей (до 40%) наружного воздуха или на рециркуляционном воздухе (от 60 до 100%), который забирается из помещения и после обработки в кондиционере снова подается в то же самое помещение.

Центральные системы кондиционирования с качественным регулированием параметров воздуха представляют собой так называемые одноканальные системы, в которых весь обработанный воздух выходит из кондиционера по одному каналу и далее подается в одно или несколько помещений. В таких системах регулирующий сигнал от терморегулятора, который установлен в обслуживаемом помещении, поступает непосредственно на центральный кондиционер.

Системы кондиционирования с количественным регулированием осуществляют подачу в одно или несколько помещений холодного и подогретого воздуха по двум параллельным каналам. В каждом помещении температура воздуха регулируется комнатным терморегулятором, который оказывает воздействие на местные смесители (воздушные клапаны), в результате чего меняется соотношение расхода холодного и подогретого воздуха. Следует отметить, что двухканальные системы обладают рядом преимуществ, в частности, в обслуживаемых помещениях не требуется наличия теплообменников и трубопроводов тепло- и холодоносителя, и существует возможность совместной работы с системой отопления, что имеет особенно большое значение для существующих зданий, в которых системы отопления при устройстве

двухканальных систем могут быть сохранены. Однако двухканальные системы применяются крайне редко из-за сложности регулирования. Также к числу недостатков подобных систем относятся повышенные затраты на теплоизоляцию параллельных воздуховодов, которые необходимо подводить к каждому обслуживаемому помещению.

Одноканальные и двухканальные системы кондиционирования бывают прямоточными либо рециркуляционными.

По степени обеспечения метеорологических условий системы СКВ подразделяются на три класса:

- системы кондиционирования первого класса обеспечивают требуемые для технологического процесса параметры в соответствии с нормативными документами;
- системы кондиционирования второго класса обеспечивают оптимальные санитарно-гигиенические нормы или требуемые технологические нормы;
- системы кондиционирования третьего класса обеспечивают допустимые нормы в тех случаях, когда они не могут быть обеспечены вентиляцией в теплое время года без применения искусственного охлаждения воздуха.

В зависимости от давления, которое создается вентиляторами центральных кондиционеров, системы кондиционирования бывают низкого давления (до 100 кг/м$^2$), среднего давления (от 100 до 300 кг/м$^2$) и высокого давления (выше 300 кг/м$^2$).

Можно выделить следующие типы кондиционеров:

- сплит-системы (настенные, напольно-потолочные, колонного типа, кассетного типа, многозональные с изменяемым расходом хладагента);

- напольные кондиционеры и кондиционеры сплит-системы с приточной вентиляцией;
- кондиционеры с чиллерами (водоохлаждающими машинами) и фанкойлами (теплообменниками со встроенными вентиляторами и управляющей автоматикой);
- крышные кондиционеры;
- шкафные кондиционеры;
- прецизионные кондиционеры;
- центральные кондиционеры.

В зависимости от производительности кондиционеры обычно подразделяют на:

- бытовые кондиционеры, относящиеся к категории RAC (Room Air Condition) и предназначенные для небольших помещений; к бытовым кондиционерам относят моно- и сплит-системы производительностью до 6–8 кВт;
- полупромышленные кондиционеры, относящиеся к классу PAC (Packaged Air Condition) и предназначенные для помещений площадью от 60–80 м$^2$ до 200–300 м$^2$; к полупромышленным кондиционерам обычно относят все сплит-системы канального, кассетного, напольно-потолочного и настенного типа мощностью более 6 кВт, а иногда и более 8 кВт;
- промышленные кондиционеры (Unitary) для помещений большой площади (зданий или целого ряда помещений) — системы мощностью свыше 20–25 кВт.

Помимо этого, бытовые и полупромышленные системы кондиционирования воздуха по конструктивному исполнению можно подразделить на моноблоки и сплит-системы.

К числу бытовых и полупромышленных моноблоков относят оконные и мобильные (напольные) кондиционеры.

Промышленные кондиционеры можно подразделить на следующие виды: мультизональные системы кондиционирования, чиллеры и фанкойлы, центральные кондиционеры, крышные кондиционеры (руфтопы), системы специального кондиционирования, прецизионные кондиционеры.

У оконных кондиционеров оба теплообменника (конденсатор и испаритель) и компрессор находятся в одном компактном блоке. Хладагент движется по герметичному контуру. Такой кондиционер обычно устанавливается в окно, откуда происходит соответствующее название; однако устройство можно поместить в любой проем, который подходит по размерам, например можно выпилить отверстие нужного размера в тонкой стене. Монтаж подобного устройства достаточно прост. Стоимость оконных кондиционеров относительно невысока. К числу недостатков данного типа устройств относится повышенный уровень шума, уменьшение уровня освещенности при установке кондиционера в окне, иногда — недостаточно высокие эстетические характеристики и др.

Мобильный (напольный) кондиционер — устройство, состоящее из одного блока. От конденсатора кондиционера теплый воздух удаляется из помещения в специальное отверстие или форточку на улицу, обычно с помощью гофрированного воздуховода диаметром до 200 мм. Такие устройства характеризуются повышенным уровнем шума. Производительность напольных кондиционеров невысока, так как вытяжной воздуховод обычно не снабжен теплоизоляцией, и через приоткрытую форточку свободно проникает теплый воздух с улицы.

Иногда в мобильных кондиционерах мощностью более 3–4 кВт применяется стационарный выносной конденсатор; в подобных случаях кондиционер перестает быть моноблоком, оставаясь мобильным, потому что он соединяется с конденсатором гибкими соединительными шлангами с защелками. Следует отметить, что стоимость мобильных кондиционеров существенно выше, чем оконных.

Сплит-системами в обиходе обычно называют настенные кондиционеры; подобное определение не вполне точное, так как сплит-системой является любой кондиционер, который состоит из двух блоков — внутреннего и внешнего. Название этих систем кондиционирования происходит от английского слова split, означающего «раздельный».

Внутренний блок устанавливается в помещении, а внешний (наружный), обычно монтируется снаружи здания, в редких случаях может выноситься в другое помещение.

Уровень шума сплит-систем существенно ниже, чем у моноблоков, так как компрессор располагается во внешнем блоке. Между собой блоки соединяются электрическим кабелем управления и электропитания, а также медными трубами, по которым циркулирует фреон.

Охлаждение воздуха в сплит-системах основано на испарении фреона в теплообменнике внутреннего блока кондиционера (испарителе) и конденсации фреона в теплообменнике наружного (внешнего) блока — конденсаторе. Внутренних блоков может быть два и более в подобном случае речь идет о мульти сплит-системе.

По типу внутреннего блока различают сплит-системы: настенные, кассетные, канальные, универсальные (напольно-потолочные, настенно-потолочные, пото-

лочные, угловые кондиционеры), колонные. Также сплит-системы могут быть обычными и инверторными.

В обычных кондиционерах при постоянно работающем внутреннем блоке компрессор включается, если температура поступающего во внутренний блок воздуха превышает заданное с пульта управления значение. Когда температура воздуха, поступающего на внутренний блок, достигает заданного значения, компрессор автоматически отключается. Таким образом, кондиционер либо охлаждает воздух, либо не охлаждает. Кондиционирование воздуха происходит, когда компрессор работает. Температура воздуха, охлаждаемого внутренним блоком, мало зависит от значения, заданного на пульте управления — главное, чтобы оно было меньше температуры в помещении — а определяется только отрезком времени, которое требуется кондиционеру, чтобы войти в режим, а также зависит от температуры воздуха в помещении.

Таким образом, будет ли задано на пульте управления значение +18°С или +27°С, при температуре в помещении +30°С эффект от работы кондиционера будет одинаков. Если кондиционер находится в исправном состоянии, разница между температурой воздуха, забираемого во внутренний блок кондиционера, и температурой охлажденного воздуха, должна составлять не менее 10°С.

На практике эта разница может составлять до 20°С и более, в зависимости от типа и модели кондиционера, особенностей монтажа и настройки.

Название инверторных сплит-систем связано со словом «инвертор» — преобразователь. В таких устройствах переменный ток преобразуется в постоянный, компрессор работает от постоянного тока. Управление инверторными сплит-системами происходит по более сложным схемам, поэтому компрессор в подобном

устройстве работает с переменной производительностью. Кондиционирование осуществляется постоянно, но с разной интенсивностью. Когда разница между заданными параметрами и реальной температурой большая, компрессор включается на полную мощность; когда температура воздуха в помещении приближается к заданному значению, мощность автоматически понижается.

Применение инверторных сплит-систем позволяет существенно снизить расход электроэнергии. Устройства этого типа характеризуются относительно невысоким уровнем шума, что достигается благодаря использованию двигателя постоянного тока и тому обстоятельству, что компрессор значительную часть времени работает при минимальных оборотах. Кроме того, инверторные кондиционеры создают более комфортную обстановку, без резких перепадов температуры.

Однако следует отметить, что инверторные сплит-системы малой мощности значительно дороже аналогичных по мощности обычных кондиционеров. Интересно, что по мере увеличения мощности устройств разница в цене уменьшается, а на кондиционеры мощностью 7–8 кВт стоимость почти одинакова.

Необходимо иметь в виду, что конструкция инверторных сплит-систем значительно сложнее, чем обычных кондиционеров. Ввиду этого специалисты не рекомендуют приобретать инверторные сплит-системы категории эконом-класса. Также нужно учитывать, что инверторный кондиционер более требователен к условиям эксплуатации, поэтому не рекомендуется экономить на техническом обслуживании подобного оборудования. Ремонт инверторных кондиционеров также более дорогостоящий, чем обычных кондиционеров.

# Выбор систем кондиционирования

Выбор системы кондиционирования, которая подходит для того или иного помещения, является весьма ответственным мероприятием. Проблема здесь может заключаться в том, что, с одной стороны, выбор соответствующего оборудования достаточно обширен, а, с другой стороны, обычный покупатель далеко не всегда четко представляет, на что именно, помимо внешнего вида и стоимости, следуют обратить внимание, как соотнести особенности своего помещения с возможностями, предоставляемыми той или иной моделью кондиционера.

Дело в том, что если технические параметры системы не соответствуют задачам, которые необходимо решать в данном помещении, в итоге желаемый климатический режим так и не будет создан. Поэтому, во избежание ошибок, оптимальным вариантом будет обратиться за квалифицированной помощью к профессионалам.

Однако это не означает, что невозможно определить хотя бы приблизительно нужные параметры самостоятельно. Более того, это рекомендуется сделать, чтобы разговор со специалистами был конкретным.

В частности, в фирме, занимающейся продажей и установкой кондиционеров, может и не оказаться определенной модели оборудования, поэтому стоит предварительно выяснить, какие модели, каких фирм являются наиболее приемлемыми вариантами.

В первую очередь нужно определить, какой тип кондиционера подойдет для данного помещения. Для городских квартир, как правило, в наибольшей степени подходят сплит-системы.

В тех случаях, когда необходимо кондиционировать воздух в нескольких соседних помещениях, а также

имеются какие-либо ограничения, касающиеся размещения внешних блоков систем кондиционирования на наружной части зданий, применяются мульти сплит-системы.

Сплит-системаподойдет и для небольшого офисного или торгового помещения; при наличии подвесного потолка в подобных помещениях можно устанавливать кассетные кондиционеры.

Для кондиционирования помещений с большой площадью (элитных квартир, коттеджей, офисов, ресторанов и др.) рекомендуется использовать полупромышленные кондиционеры — потолочные, канальные, кассетные или колонные мощностью 5–25 кВт.

Если установить кондиционер нужно на некоторое время (например, на летний сезон на даче), вариантом решения выступают мобильные кондиционеры.

Выбирая оборудование, предназначенное для кондиционирования воздуха, необходимо обратить внимание на такой параметр, как мощность, ведь именно от ее показателей зависит — справится ли система кондиционирования с поставленными перед ней задачами. Мощность кондиционера должна соотноситься с размерами помещения, конфигурацией и ориентацией окон, особенностями устройства дверей, количеством людей, бытовой и компьютерной техники и др.

Чтобы приблизительно определить необходимую мощность кондиционера, можно опираться на следующее: при стандартной высоте потолков на 1 м2 площади требуется 100 Вт, плюс по 100 Вт на каждого человека и по 300 Вт на каждый компьютер. Если в помещении имеется холодильник или телевизор, нужно добавить половину их потребляемой мощности. Если в помещении часто открываются окна и двери, нужно добавить к полученному результату еще 20%.

Например, для помещения площадью 25 м², где за двумя компьютерами постоянно работают два человека, необходим кондиционер мощностью (100 × 20 + + 2 × 300 + 2 × 100) = 2800Вт.

Однако следует иметь в виду, что подобные подсчеты весьма приблизительны и неточны, поэтому предпочтительно все же обратиться к специалистам. Ведь если расчет будет недостаточно грамотным, кондиционеру, возможно, придется работать на пределе возможностей или слишком часто останавливаться-включаться, что в итоге отрицательно повлияет как на качество работы оборудования, так и на длительность его эксплуатации.

Также следует отметить, что не нужно пугаться больших значений мощности кондиционеров: реально потребляемая из электросети мощность меньше раза в три. Просто воздух в значительной степени охлаждается за счет более холодного приточного воздуха, поступающего с улицы, поэтому кондиционеры зачастую можно просто включать в обычную розетку. Однако предварительно все же необходимо проконсультироваться с электриком, как правильно в условиях конкретного помещения осуществлять питание кондиционера. Может потребоваться провести отдельную электропроводку и установить отдельный автомат на щитке.

Кроме мощности, нужно обратить внимание на функции, которыми снабжена та или иная модель кондиционера. Как правило, кондиционеры, независимо от класса модели, имеют стандартный перечень функций. Однако более простые модели кондиционеров способны работать только на охлаждение, а более дорогостоящее оборудование, помимо этого, может еще и нагревать воздух. Сразу следует оговориться, что кондиционеры не имеют никаких нагревательных эле-

ментов; нагревание воздуха осуществляется за счет переноса тепла с улицы аналогично тому, как летом воздух охлаждается вследствие переноса тепла наружу. Большинство кондиционеров, снабженных функцией обогрева воздуха, запрещено использовать при температуре воздуха ниже −5 °С, т. е. пользоваться зимой кондиционером нельзя. С целью обогрева помещения в зимнее время следует применять специальные обогреватели.

К числу стандартных функций кондиционеров относятся: режим вентиляции, режим осушения воздуха, очистка воздуха, автоматическое поддержание температурного режима, регулировка направления потока воздуха, ночной режим.

При режиме вентиляции работает только внутренний вентилятор, а забора приточного воздуха не осуществляется. Использование этого режима позволяет равномернее распределять тепло в помещении, например, зимой, чтобы распределить теплый воздух, который исходит от батарей отопления.

Режим осушения воздуха позволяет в незначительных пределах изменить температуру воздуха в помещении — не более чем на 1 °С. Следует отметить, что любой кондиционер в ходе работы уменьшает влажность воздуха, так как образующаяся влага удаляется через дренажные трубки. Однако увлажнять воздух кондиционеры не способны; для этого нужно применять специальные устройства — увлажнители.

Очистка воздуха в помещении осуществляется благодаря тому, что все кондиционеры оснащены фильтрами. Различия могут заключаться в наличии дополнительных фильтров тонкой очистки. Производители снабжают кондиционеры и различными оригинальными методами очистки воздуха. Например, Samsung применяет фильтры с катехином (веществом, содержа-

щимся в зеленом чае), LG — плазменную систему очистки воздуха. Однако кондиционер, снабженный даже самыми мощными фильтрами, по эффективности очистки все же уступает специализированным очистителям воздуха.

Очистные фильтры следует либо периодически менять, либо мыть хотя бы 2 раза год. Конкретные рекомендации должны быть подробно изложены в инструкции, которая прилагается к кондиционеру. Производить регулярную чистку либо замену фильтров нужно обязательно, иначе люди, находящиеся в помещении, будут вынуждены с воздухом вдыхать и скопившуюся в устройстве пыль. Автоматическое поддержание температурного режима заключается в том, что все кондиционеры способны автоматически поддерживать заданную температуру с точностью до градуса, выбирать режим работы вентиляторов, а кондиционеры, снабженные дополнительной функцией нагрева воздуха — еще и выбирать режимы нагрева или охлаждения.

Регулировка направления воздушного потока, поступающего из кондиционера, осуществляется при помощи специальных жалюзи. Теплый воздух обычно направляется вниз, а холодный — вдоль потолка.

Ночной режим — это специальный режим, при котором работа вентилятора минимальна, а температура воздуха за несколько часов плавно снижается на 2–3 °С, после чего кондиционер выключается. Вышеописанный температурный режим является оптимальным для сна.

Кроме вышеперечисленных стандартных функций различные фирмы-производители нередко снабжают кондиционеры дополнительными возможностями, которые выделяют их из ряда аналогичных изделий. В частности, кондиционеры могут снабжаться систе-

мами ионизации воздуха (например, система BIOnizer в моделях Samsung). Ионизаторы придают атмосфере в помещении особую свежесть, напоминающую лесной воздух. Однако необходимо помнить, что в помещении, где курят либо много пыли, пользоваться ионизаторами воздуха нельзя.

Специалисты советуют отдавать предпочтение кондиционерам с дистанционным управлением, которые программируются на автоматическое включение и отключение. Использование подобных устройств позволяет автоматически охладить воздух в помещении к моменту прибытия людей или выключить кондиционер ночью, когда становится прохладно. Еще одна полезная функция — электронный контроль температуры воздуха в помещении.

Однако в системах кондиционирования имеются функции, о которых потребитель даже не всегда осведомлен, между тем как они играют большую роль в работе оборудования, во многом определяя такие ее характеристики, как качество и продолжительность эксплуатационного срока устройства. К числу таких функций относятся, в первую очередь, различного рода защиты кондиционера от неправильного использования и системы оптимизации работы. Разобраться в особенностях подобных функций проще с помощью опытных специалистов, чем самостоятельно.

Выбирая кондиционер, нужно обращать внимание на торговую марку и страну-производителя. Наиболее высококачественной традиционно считается техника, произведенная японскими фирмами. Следует отметить, что в настоящее время значительные объемы продукции знаменитых японских брендов — таких, как Daikin, Hitachi, General, Panasonic, Sanyo, Mitsubishi, Sharp, Toshiba, Akai — изготавливаются отнюдь не в Японии. Однако это не означает, что качест-

во продукции ниже, чем произведенной на «исторической родине», ведь организация производства и последующий контроль осуществляются японскими специалистами, выпуск продукции ведется на японском же оборудовании. Как показывает практика, кондиционер японских торговых марок может без проблем прослужить 10–20 лет.

Кондиционеры, изготовленные корейскими фирмами, стоят значительно дешевле японских; при этом качество корейского оборудования, как правило, достаточно неплохое. В России весьма популярна бытовая техника, в том числе и кондиционеры, таких корейских фирм, как LG и Samsung. Традиционно считается, что надежность корейской техники значительно ниже, чем японской. Однако корейские производители постоянно работают над повышением качества продукции, и сейчас уже можно говорить о том, что они достигли в этом заметных успехов.

В России также осуществляется выпуск кондиционеров. Однако назвать эту продукцию «отечественной» безо всяких оговорок сложно, так как производится она на основе готовых блоков, чаще всего изготовленных в Китае. Стоимость таких кондиционеров соответствует ценам на китайские модели. Качество китайских кондиционеров, вопреки обычно настороженному отношению к китайской технике, иногда даже приближается к японскому, оставляя позади корейских конкурентов. Продолжительность службы китайских кондиционеров, в среднем, составляет 8–12 лет.

Подводя итог, следует отметить, что неоспоримым преимуществом японских кондиционеров при их высокой стоимости является больший ресурс службы, что может даже способствовать экономии средств. В то же время объем некачественной продукции даже у по-

средственных производителей обычно не превышает несколько процентов.

Однако специалисты советуют остерегаться приобретать технику у неофициальных, так называемых «серых» импортеров, которые могут предложить вам «фирменное» оборудование, собранное на полуподпольном производстве.

По внешнему виду подобная продукция может практически не отличаться от «прототипа», однако по качеству и долговечности подделки существенно уступают брендам.

Кроме того, подобное оборудование зачастую оказывается не приспособленным к работе в российских условиях, в частности, при низких температурах. Иногда такая техника даже отключается, когда температура воздуха чуть ниже +10–15 °С.

Другая опасность, которая таится в приобретении техники у «серых» импортеров — то, что они вполне могут предложить технику, отбракованную на фирменных заводах.

Чтобы избежать подобных неприятностей, следует обратиться к крупному поставщику или его дилеру. Фирмы, которые берут на себя обязательства по качеству предоставляемых услуг, создали собственную ассоциацию — АПИК (Ассоциация Предприятий Индустрии Климата). Стать членом этой организации может только фирма, имеющая год безупречной работы. Таким образом, солидные поставщики дорожат своим имиджем, основанным на доверии потребителей.

Нужно иметь в виду, что на продолжительность службы и эксплуатационные характеристики кондиционера может повлиять качество его установки. Неправильный монтаж приведет к тому, что кондиционер рано или поздно сломается, не выработав своего ресурса полностью, а исправлять недочеты установки

будет или сложно и дорого, или же практически невозможно.

Приобретая кондиционер, нужно выяснить, производит ли фирма-продавец установку, и если да, то какова стоимость соответствующих работ. Расходы на установку могут составлять существенный процент от стоимости оборудования, в среднем 100–300$, в зависимости от мощности кондиционера и сложности монтажа. Установкой кондиционера занимаются и работающие частным образом мастера, однако в данном вопросе следует быть осторожными. У подобных специалистов обязательно должен иметься в наличии комплект соответствующего инструмента. Так, трубы для подвода воздуха должны сгибаться при помощи специального трубогиба; если же сгибать «об колено», это приведет к сужению воздушного канала. Другой нюанс: опилки после распиливания трубы ножовкой могут попасть в механизм кондиционера (и впоследствии привести к нарушению его работы), если не была произведена специальная продувка воздушных каналов.

Если же кондиционер приобретается в специализированной климатической фирме, с одной стороны, стоимость, скорее всего, будет выше, но иногда в нее включена и установка, так что даже может получиться экономия. До покупки следует пригласить мастера-монтажника, чтобы он составил смету на монтажные работы и дал советы, касающиеся конкретного помещения. Покупая кондиционер, нужно заранее выяснить, какова продолжительность гарантийного срока, как осуществляется сервисное обслуживание. Нужно проследить, чтобы гарантийный талон был заполнен правильно, об установке была сделана соответствующая отметка. Отсчет гарантийного срока начинается с момента монтажа оборудования.

Выбирая кондиционер, нужно выяснить, осуществляет ли он приточную вентиляцию; в противном случае, придется открывать окна для проветривания комнаты, что снижает эффективность работы кондиционера и приводит к расходам электроэнергии.

Приобретать и устанавливать кондиционер лучше всего или до начала сезона (до конца мая), когда специалисты-монтажники не перегружены работой и имеют достаточно времени, чтобы качественно выполнить необходимые работы, или осенью, когда устраиваются значительные распродажи кондиционеров. В сезон кондиционер будет стоить дороже, а что касается установки, то, возможно, придется какое-то время дожидаться своей очереди.

Главное же, о чем следует помнить, выбирая кондиционер — то, что его основной функцией является поддержание заданной температуры в определенном помещении. Если оборудование не способно выполнить эту задачу, дополнительные функции не имеют смысла.

А теперь рассмотрим основные нюансы, связанные с выбором и монтажом различных типов кондиционеров.

Оконный кондиционер нельзя загораживать плотными шторами или жалюзи, так как в подобном случае комфортные условия будут создаваться не в помещении, а в пространстве между окном и занавесями. При выборе оконного кондиционера следует выбирать такой, ширина которого меньше ширины окна. Если в помещении установлены витражи или стеклопакеты в рамах из ПВХ или алюминия, монтаж оконного кондиционера может оказаться очень дорогостоящим, кроме того, устройство не сможет организовать правильную вытяжку. Устанавливая оконный кондицио-

нер, следует иметь в виду, что мебель для сидения, рабочие места и т. п. не должны располагаться на расстоянии ближе 1,5–2 м от него в направлении выброса холодного/нагретого воздуха.

При выборе и монтаже сплит-систем также существуют свои особенности. Если планируется ремонт, систему кондиционирования предпочтительно приобрести и установить до проведения отделочных работ, так как в подобном случае необходимые межблочные коммуникации можно спрятать в стену. Следует отметить, что установка сплит-систем на стадии ремонта помещения стоит в 1,3–1,5 раза дешевле, чем в помещении с уже выполненной отделкой.

Внешний блок сплит-систем нуждается в хорошей вентиляции, от которой зависит эффективность работы устройства. Ввиду этого, если внешний блок выносится в соседнее помещение, а не наружную сторону здания, это не только создает крайне неблагоприятные условия в соседнем помещении, но и провоцирует избыточную нагрузку на систему. Лучше поместить внешний блок на неостекленном балконе или лоджии — здесь устройство будет защищено от попадания сосулек и других предметов, проникновения атмосферных осадков, здесь кондиционер будет легче обслуживать.

Так как обычно кондиционер удаляет из воздуха в среднем 1–2 л воды в час, нужно предварительно обсудить с поставщиком оборудования, куда предполагается вывести дренажный трубопровод. Наилучшим вариантом является отвод влаги в канализацию, но это не всегда возможно — тогда трубопровод нужно выводить на улицу. В подобном случае необходимо организовать подогрев дренажного трубопровода, что позволит не опасаться замерзания отводимой влаги при отрицательных температурах. Нельзя соглашаться на то, что-

бы конденсат стекал в емкость, устанавливаемую в помещении — это ухудшит облик интерьера и приведет к тому, что на полу часто будут лужи.

Ряд моментов, на которые следует обратить внимание, существует и при выборе мобильных кондиционеров. В мобильных кондиционерах компрессор находится внутри устройства и, следовательно, после установки оказывается внутри помещения. Уровень шума, производимого компрессорами мобильных кондиционеров в процессе работы, близок к аналогичным показателям для внешних блоков сплит-систем.

Зачастую производители весьма неохотно указывают точные характеристики этого параметра, поэтому при выборе кондиционера рекомендуется протестировать устройство на максимальной скорости вентилятора. Необходимо заранее выяснить, каков объем конденсатосборника (у мобильных моноблоков); если он окажется слишком маленьким, в процессе эксплуатации устройства придется через каждые 2–3 ч сливать воду. Также следует обратить внимание на размеры и вес устройства, так как именно они определяют мобильность, являющуюся основным достоинством рассматриваемого типа кондиционеров.

Условно кондиционеры подразделяются на три класса: премиум, средний и эконом. Оборудование класса премиум характеризуется наивысшим качеством комплектующих, наибольшей продолжительностью службы, наличием дополнительных функций.

Также в качестве основания для классификации кондиционеров может служить степень их надежности. Кондиционеры первой категории надежности — это оборудование, произведенное фирмами Daikin, Mitsubishi, Fujitsu, Toshiba.

Это самые известные мировые производители климатической техники. Выпускаемые ими модели кон-

дицонеров характеризуются очень высокой степенью надежности.

Кондиционеры фирмы Daikin относятся к числу элитного оборудования и, согласно рейтингам, занимают первое место среди аналогичных устройств. Эти кондиционеры снабжены максимально возможным количеством дополнительных функций. Климатическое оборудование Daikin характеризуется современным и компактным дизайном. Следует отметить такие особенности этих кондиционеров, как датчик наличия движения, низкий уровень шума, комфортное воздухораспределение, объемный воздушный поток, функция самодиагностики, экономичный инвертор, максимальное расстояние между блоками и др.; у настенных моделей имеется обтекаемая лицевая панель. Помимо климатического оборудования, фирма Daikin производит хладагенты, смазочные материалы, различные электронные и цифровые устройства.

Mitsubishi Heavy — весьма популярная торговая марка. Кондиционеры Mitsubishi по своим эксплуатационным характеристикам практически не уступают более дорогостоящему оборудованию. Одними из самых востребованных на рынке в настоящее время кондиционеров являются инверторные модели от фирмы Mitsubishi Heavy. Кондиционеры Mitsubishi характеризуются высокими показателями эффективности и экономичности, достигнутыми благодаря использованию мощных компрессоров и др. передовых технологий. Обычно кондиционеры Mitsubishi снабжены фильтрующими элементами, резервным выключателем, съемной лицевой панелью, ионизатором воздуха, таймером, «спящим» режимом, вертикальным и горизонтальным качанием заслонок и др.

Кондиционеры компании Fujitsu General характеризуются высокой надежностью и неприхотливостью,

отличным качеством сборки и простотой в эксплуатации. Компания Fujitsu General Limited является одним из мировых лидеров в производстве сложной техники, в числе которой плазменные мониторы, бытовые кондиционеры, портативные компьютеры, аудио-видеокомплектующие. Кондиционеры Fujitsu совмещают высокую мощность с небольшими размерами и современным дизайном, снабжены удобной системой управления, высоконапорными вентиляторами и др. Особенно популярны кондиционеры мощностью 5–8 кВт и кондиционеры с инверторным управлением.

Еще одна легко узнаваемая марка — Toshiba. Эта компания уже в 70-х гг. XX в. заняла достойное место на мировом рынке. Toshiba создала разветвленную сеть своих заводов по всему земному шару, наладила выпуск огромного ассортимента высококачественной продукции. Кондиционеры Toshiba характеризуются высокой надежностью и повышенной производительностью. В настоящее время значительный объем кондиционеров Toshiba производится в Таиланде; часть инверторных бытовых кондиционеров выпускается в Японии. Качество и безопасность для здоровья техники Toshiba, в том числе и кондиционеров, подтверждены соответствующими сертификатами.

Категория второй степени надежности является наиболее обширной. Наиболее востребованными среди них, согласно исследованиям, являются McQuay и Hyundai. Кондиционеры, произведенные этими фирмами, характеризуются высокой надежностью и достойным качеством комплектующих, сборки и дизайна и др.

Американская фирма McQuay, основанная в 1933 г., с самого начала своей деятельности занималась поставками оборудования для систем кондиционирования, отопления и вентиляции, его сервисным обслу-

живанием, а также производством радиаторов и теплообменников. Основное производство McQuay находится в Малайзии. Это отличает кондиционеры McQuay от аналогичного оборудования второй категории надежности, которое в основном производится в Китае.

Все кондиционеры McQuay оснащены встроенным ионизатором и трехступенчатой системой фильтрации, благодаря чему осуществляется эффективная очистка воздуха от пыли и посторонних запахов, а также происходит улучшение микроклимата в помещении.

Корейская фирма Hyundai, помимо кондиционеров, выпускает автомобили, комплектующие для компьютеров, холодильники и др. Кондиционеры Hyundai снабжены комплексом усовершенствований, направленных на увеличение надежности кондиционера, удобства монтажа и обслуживания.

Из кондиционеров третьей категории надежности наиболее известным является оборудование компании LG. Сборка кондиционеров осуществляется в Корее, Китае, Турции. Кроме кондиционеров, компания LG производит разнообразную бытовую технику и мобильные телефоны.

## Хладагенты, используемые в системах кондиционирования воздуха

Хладагентом выступает вещество, движущееся в замкнутом герметичном контуре кондиционера. Кондиционирование воздуха происходит благодаря испарению и конденсации хладагента внутри устройства. Испаряясь, хладагент поглощает тепло, тем самым способствуя понижению температуры воздуха

в помещении; при конденсации хладагент, наоборот, отдает тепловую энергию.

В настоящее время в системах кондиционирования воздуха в качестве хладагентов широко применяются содержащие хлор вещества, наиболее распространенным из которых является дифторхлорметан, иначе фреон R-22 (HCFC). Установлено, что это соединение относится к числу веществ, способствующих разрушению озонового слоя Земли.

В соответствии с «Программой ООН по окружающей среде» в 1987 г. был принят Монреальский «Протокол по веществам, разрушающим озоновый слой». Согласно этому документу, производство и применение хлорфторуглеродных хладагентов, разрушающих озоновый слой, должно быть сначала существенно ограничено, а затем полностью прекращено. В СССР Монреальский протокол был принят осенью 1988 г., а в 1991 г. Россия подтвердила преемственность соответствующих обязательств.

Наиболее опасными для озонового слоя Земли признаны фреоны R-11 и R-12, производство которых в настоящее время полностью прекращено. «Озоноопасность» R-22 составляет всего 5% от «озоноопасности» R-12; однако то, что в составе R-22 присутствует хлор, уже является фактором «озоноопасности».

Оценка озоноразрушающей активности хладагентов соотносится с величиной озоноразрушающего потенциала, который может принимать значения от 0 (для озонобезопасных хладагентов) до 13. Озоноразрушающий потенциал R-12 равен 1; R-22–0,05.

Чтобы реализовать предписания Монреальского протокола, необходимо перейти на использование альтернативных хладагентов, которые не оказывают на озоновый слой разрушающего воздействия. Учеными был разработан ряд новых хладагентов, которые по

термодинамическим и теплофизическим свойствам аналогичны наиболее распространенным традиционным хладагентам. Так, вместо «озоноопасного» R-12 в торговых и бытовых холодильниках применяется изомер тетрафторэтана или R-134a. Для использования в системах кондиционирования этот хладагент недостаточно подходит по своим термодинамическим свойствам. В качестве замены фреона R-22 предлагаются R-407C и R-410A (HFC). Озоноразрушающий потенциал новых хладагентов равен 0. Установлено, что возможно произвести замену хладагента в уже существующем оборудовании систем кондиционирования воздуха, однако это достаточно сложно. Новые хладагенты, в отличие от традиционных, представляют собой смеси различных фреонов, поэтому они менее удобны в эксплуатации.

Основными причинами, которые препятствуют широкому распространению новых хладагентов: более высокая стоимость, по сравнению с R-22; более высокое давление в системе (при температуре конденсации +43 °С у R-22 оно составляет около 16 атм, а у R-410A около 26 атм); невозможность дозаправки кондиционера в случае утечки фреона — остатки хладагента придется слить и заменить новым, так как составляющие улетучиваются неравномерно и оптимальный состав меняется; более сложная система хранения, транспортировки, заправки и монтажа; необходимость замены применявшихся в компрессорах минеральных масел на новые синтетические масла.

Новый хладагент R-407C плохо смешивается с минеральным маслом, которое традиционно используется с хладагентом R-22, особенно при низких температурах, и образует с ним расслаивающуюся двухфазную смесь, что приводит к неудовлетворительной смазке компрессора и быстрому износу его трущихся частей.

Также плохо растворимое в хладагенте масло, характеризующееся высокой вязкостью при низких температурах, забивает капиллярные трубки, тем самым нарушая нормальную циркуляцию хладагента.

Ввиду этого хладагент R407C применяется в сочетании со специальным полиэфирным маслом с эквивалентной вязкостью, которое растворяется в данном хладагенте. Одним из недостатков такого масла является высокая способность к поглощению влаги. Из-за этой особенности при хранении, транспортировке и заправке должны исключаться возможности попадания в масло капельной влаги и продолжительный контакт с влажным воздухом. Также нужны специальные меры по предотвращению проникновения влаги в систему в процессе производства кондиционера и при его монтаже.

Помимо замены масла в компрессоре при переводе системы кондиционирования с хладагента R-22 на R-407C требуется произвести замену влагопоглотительного материала (адсорбента) в фильтре-осушителе и прокладок на аналоги, изготовленные из материалов, совместимых с новым хладагентом. Осуществлять замену масла в компрессоре нужно до замены хладагента. Остаточное содержание минерального масла в полиэфирном масле не должно превышать 1–5% по массе.

Хладагент R-407C представляет собой неазеотропную смесь 23% R-32 (дифторметана), 25% R-125 (пентафторэтана) и 52% R-134a (изомера тетрафторэтана). Присутствие в смеси каждого из составляющих способствует придание ей необходимых свойств. Так, R-32 способствует повышению производительности, R-125 устраняет такое свойство, как горючесть, R-134a определяет рабочее давление в контуре хладагента. Как

и R-22, R-407C характеризуется малой токсичностью, химической стабильностью и негорючестью.

Особенностью неазеотропных смесей является то, что они не имеют постоянной температуры насыщения при постоянном абсолютном давлении. В системе, функционирующей на основе хладагента R-407C, рабочее давление несколько выше, чем при использовании R-22. Ввиду этого температура хладагента на входе в испаритель ниже, чем на выходе из него, а в конденсаторе на входе температура выше, чем на выходе. В результате замена R-22 на R-407C приводит к некоторому снижению холодильного эффекта.

***Сравнительные данные по термодинамическим и теплофизическим свойствам хладагентов R-22 и R-407C***

| Температура, °C | R22, бар | R407C, бар |
|---|---|---|
| -40 | 1,05 | 1,568 |
| -20 | 2,448 | 3,297 |
| 0 | 4,976 | 6,203 |
| 20 | 9,1 | 10,737 |
| 40 | 15,335 | 17,247 |
| 60 | 24,265 | 26,23 |
| 80 | 36,622 | 38,279 |

R-410A разрабатывался в качестве альтернативы для хладагентов R-13B1 и R-22. Холодопроизводительность R-410A почти на 50% выше, чем у R22, а рабочее давление превышает соответствующий показатель R-22 почти на 40%. Следует отметить, что затраты по переводу климатического оборудования на R-410A будут выше, чем на R-407C.

Так как рабочее давление R-410A выше, чем R-22, скорость движения хладагента при использовании

R-410A будет превосходить аналогичный показатель R-22. Хладагент R-410A состоит из двух компонентов (50% R-32, 50% R-125), благодаря чему обслуживание работающего на нем оборудования осуществлять будет проще, чем работающего на 3-компонентных хладагентах.

***Сравнительная характеристика хладагентов R-22 и R-410A***

| Характеристика хладагента | R-410A | R-22 |
|---|---|---|
| Состав, %-е содержание компонентов | R32–50, R125–50 | R22 100 |
| Температура кипения, °С | -51,4 | -40,8 |
| Давление насыщенного пара при 25 °С, МПа | 1,56 | 0,94 |
| Плотность пара, кг/мі | 64 | 44,4 |
| Воспламеняемость | нет | нет |
| Коэффициент разрушения озона | 0 | 0,055 |
| Коэффициент парникового эффекта | 1730 | 1700 |
| Тип масла, применяемого для смазки трубок | синтетическое | минеральное |

При проектировании новых систем кондиционирования воздуха предпочтительно сразу использовать оборудование, функционирующее на основе хладагента R-407C. Такие системы кондиционирования уже выпускаются ведущими фирмами-производителями климатического оборудования.

Холодильные масла, о которых упоминалось выше, применяются для смазки трущихся деталей компрессора с целью уменьшения силы трения и замедления износа трущихся друг о друга деталей. Также наличие смазки способствует отводу части теплоты, удалению

мелких частиц и повышению герметичности. Масло находится в постоянном контакте с хладагентом и в определенной степени циркулирует вместе с ним, поэтому столь важно при выборе масла учитывать совместимость хладагентов с различными маслами, минеральными или синтетическими.

Следует отметить, что синтетические масла характеризуются лучшими смазывающими свойствами качества, более высокой степенью термической стабильности и стойкости свойств в смеси с хладагентами, более низкими температурами застывания и меньшей агрессивностью по отношению к конструкционным материалам.

Холодильное масло должно свободно циркулировать по системе, не скапливаясь в испарителе и оставаясь жидким при низких температурах. Оно должно быть достаточно вязким, чтобы смазывать трущиеся элементы компрессора, а также герметизировать при относительно высоких температурах. Также холодильное масло должно иметь низкую температуру застывания и хлопьеобразования, минимальные значения кислотного числа, показателя преломления, цвета, температуры критической точки, токсичности, агрессивности к конструкционным материалам, концентрации пара хладагента в растворе.

При заправке кондиционера хладагентом необходимо выполнять следующие требования:

- первичная заправка либо дозаправка холодильных установок хладагентом осуществляется по жидкой фазе хладагента, если иное не предусмотрено производителем данного оборудования. При дозаправке нужно использовать капиллярную трубку или другое устройство — это делается с целью предупреждения проникновения жидкого хладагента во всасывающую полость компрессора;

- перед заправкой холодильной установки хладагентом нужно удостовериться, что в баллоне содержится соответствующий хладагент. Это проверяется по величине давления паров хладагента при температуре баллона, равной температуре окружающего воздуха. Нужно, чтобы до проверки баллон находился в данном помещении не менее 6 ч. Зависимость давления хладагента от температуры окружающего воздуха проверяют по таблице насыщенных паров;
- запрещено наполнять холодильную установку хладагентом, не имеющим документации, которая подтверждает его качество;
- колпачковую гайку на вентиле баллона следует открывать только в защитных очках, выходное отверстие вентиля баллона должно быть направлено в сторону от человека;
- при заполнении холодильной установки хладагентом нужно использовать осушительный патрон;
- чтобы присоединить баллон к холодильной системе, можно пользоваться отожженными медными трубами или маслобензостойкими шлангами, которые испытаны давлением на прочность и плотность;
- нельзя оставлять баллоны с хладагентом присоединенными к холодильной установке, если не осуществляется ее наполнение или удаление из нее хладагента;
- дозаправка установок хладагентом должна производиться в соответствии с инструкцией производителя только после выявления и устранения причин утечки хладагента;

- хранение баллонов с хладагентом должно осуществляться на специальных складах. Нельзя держать баллоны с хладагентом вблизи источников тепла (печей, отопительных устройств, паровых труб и т. п.), токоведущих кабелей и проводов.
- для наполнения хладагентом из холодильных систем следует использовать только баллоны с непросроченной датой технического освидетельствования. Объем заполнения не должен превышать допустимых значений, которые указанны в «Правилах устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением». Проверку заполнения баллонов производят путем взвешивания.

Движение хладагента в компрессорах кондиционеров, или компрессионный цикл охлаждения, происходит следующим образом. Выходя из испарителя, хладагент представляет собой пар при низкой температуре и низком давлении. Когда хладагент всасывается компрессором, давление возрастает примерно до 20 атм, а температура — до +70–90 °С. Затем горячий пар хладагента поступает в конденсатор, где охлаждается и конденсируется. Для охлаждения паров хладагента применяется вода или воздух. В конденсаторе хладагент из пара должен полностью преобразоваться в жидкое состояние, поэтому температура жидкости, выходящей из конденсатора, на 4–6 °С ниже температуры конденсации при данном давлении. Хладагент, выходящий из конденсатора, представляет собой жидкость под высоким давлением. Жидкий хладагент при высоком давлении и высокой температуре поступает в регулятор потока, где давление резко снижается, и происходит частичное испарение. На входе испарителя хладагент представляет собой смесь пара и жидкости;

в испарителе хладагент должен полностью перейти в парообразное состояние, поэтому на выходе из испарителя температура пара на 5–8 °С выше температуры кипения при данном давлении. Это нужно для того, чтобы в компрессор не проникали даже мельчайшие капли жидкого хладагента — иначе может произойти повреждение компрессора. Из испарителя выходит образовавшийся в нем пар, и цикл повторяется снова.

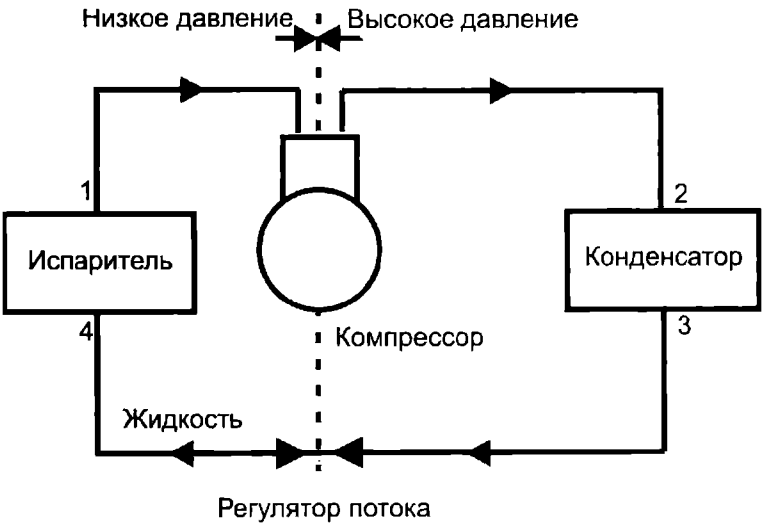



*Рис. 25. Компрессионный цикл охлаждения: 1) компрессор; 2) испаритель; 3) конденсатор; 4) регулятор потока*

Таким образом, одно и то же количество хладагента постоянно циркулирует в холодильной машине; меняются параметры температуры и давления и, соответственно, агрегатное состояние хладагента.

Цикл имеет два уровня давления: на стороне высокого давления находится конденсатор — здесь проис-

ходит конденсация хладагента; на стороне низкого давления находится испаритель — здесь хладагент из жидкого состояния переходит в парообразное. Между областями высокого и низкого давлений можно провести границу, которая проходит через две точки — нагнетательный клапан на выходе из компрессора и выход из регулятора потока.

С целью дозирования жидкого хладагента, перетекающего от конденсатора к испарителю, применяются в холодильных системах специальные устройства — регуляторы потока, в качестве которых могут использоваться капиллярные трубки или терморегулирующие вентили.

Капиллярная трубка диаметром около 1 мм является наиболее простым вариантом регулятора потока, который применяется в сплит-системах небольшой мощности. К преимуществам капиллярных трубок относятся невысокая стоимость, простота и надежность в эксплуатации. Но капиллярные трубки имеют и ряд недостатков.

Так как поступление хладагента через капиллярную трубку зависит только от перепада давлений на концах трубки, при непостоянных параметрах давления нагнетания компрессора и нагрузки испарителя поступление хладагента по капиллярной трубке может быть недостаточным либо избыточным. При уменьшении тепловой нагрузки на испаритель жидкий хладагент превратится в пар не полностью, что может привести к повреждению компрессора (это явление носит название гидравлического удара).

При понижении температуры воздуха в помещении может упасть давление конденсации, в результате чего уменьшится поток хладагента, и заполнение конденсатора будет недостаточным, а в итоге снизится холодопроизводительность устройства.

Терморегулирующие вентили применяются в мощных установках кондиционирования воздуха, где регулируют подачу хладагента от конденсатора к испарителю таким образом, чтобы при изменении условий работы давление испарения и перегрев в испарителе оставались постоянными.

Можно выделить два типа терморегулирующих вентилей: с внутренним уравниванием, применяемый в устройствах малой и средней мощности, и с внешним уравниванием, предназначенный для устройств большой мощности.

Положение клапана определяет скорость перетекания хладагента через терморегулирующий вентиль с внутренним уравниванием; в свою очередь, положе-

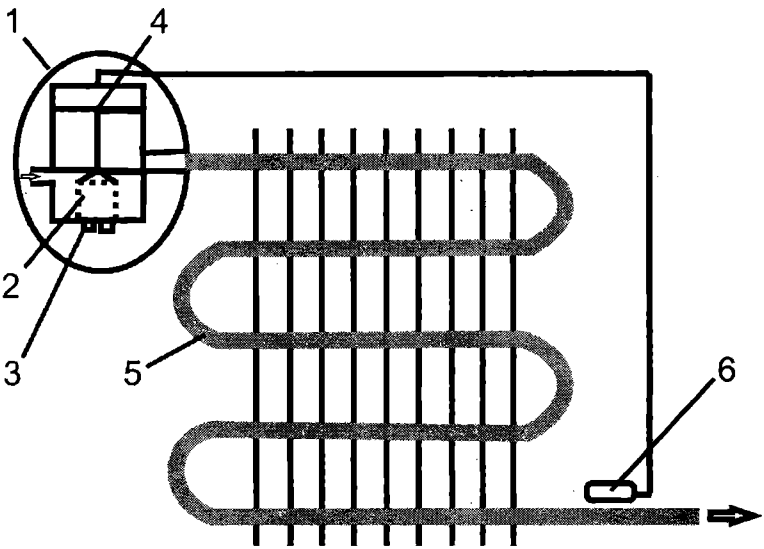



*Рис. 26. Терморегулирующий вентиль с внутренним уравниванием: 1) терморегулирующий вентиль; 2) пружина; 3) регулировочный винт; 4) мембрана; 5) испаритель; 6) термобаллон*

ние клапана зависит от соотношения сил, которые оказывают воздействие на мембрану регулятора. Так, давление испарения и сила натяжения пружины направлены на закрытие клапана, а давление термобаллона, определяемое перегревом хладагента в испарителе — на открытие клапана.

При понижении температуры воздуха в помещении кипение хладагента ослабляется, уменьшается перегрев, в результате чего температура термобаллона снижается; понижение давления в термобаллоне оказывает воздействие на мембрану регулятора, способствуя уменьшению подачи хладагента в испаритель. Это приводит к восстановлению равновесия в системе. Аналогичным образом регулятор потока

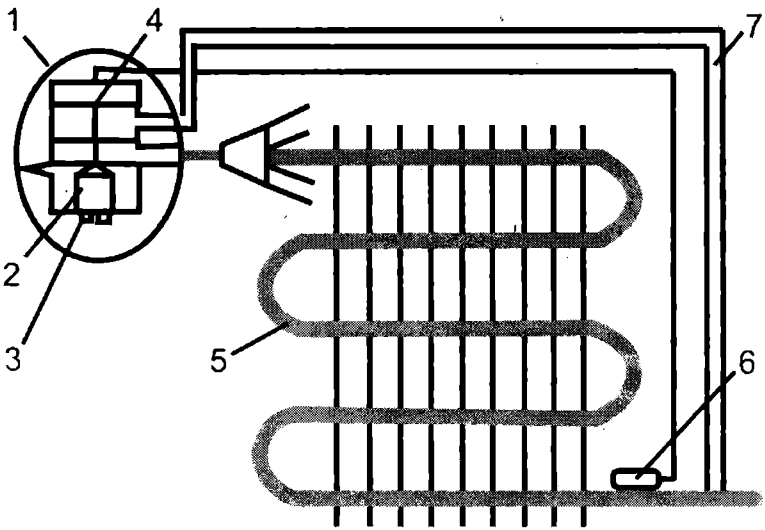



*Рис. 27. Терморегулирующий вентиль с внешним уравниванием: 1) терморегулирующий вентиль; 2) пружина; 3) регулировочный винт; 4) мембрана; 5) испаритель; 6) термобаллон; 7) управляющая линия*

работает при повышении температуры воздуха в помещении.

В больших холодильных установках применяются терморегулирующие вентили с внешним регулированием, которые представляют собой более совершенную систему регулировки, позволяющую поддерживать на точно заданном уровне давление испарения при изменениях гидравлического сопротивления испарителя.

## Оконные кондиционеры

Оконные кондиционеры относятся к числу моноблоков, которые состоят из двух отсеков — воздухоохлаждающего и компрессорно-конденсаторного. Монтируют оконные кондиционеры в нижней части окон или проемах стен таким образом, чтобы компрессорно-конденсаторный отсек выходил на наружную сторону здания, а воздухоохлаждающий был направлен в обслуживаемое помещение.

В качестве основных преимуществ оконных кондиционеров обычно приводятся относительно невысокая стоимость, простота монтажа, обслуживания и ремонта. Установить оконный кондиционер относительно несложно собственными силами без привлечения специалистов, а позволить себе приобрести такое устройство могут даже те, кто располагает весьма ограниченными средствами. Еще одно достоинство оконных кондиционеров — достаточно длительный срок эксплуатации, такие устройства нечасто нуждаются в ремонте и, как правило, после многолетней эксплуатации.

Кроме того, в системе оконного кондиционера находится относительно небольшое количество фреона,

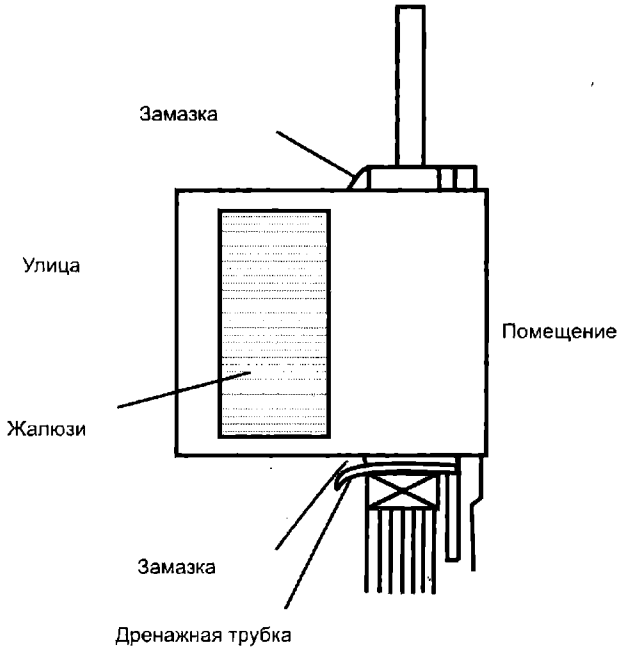



*Рис. 28. Схематическое изображение оконного кондиционера*

т. е. к числу достоинств таких устройств можно отнести относительную экологичность. Оконные кондиционеры легко не только монтировать, но и демонтировать, если это необходимо.

Такие устройства можно перевозить с места на место, поэтому их нередко приобретают те, кто снимает квартиру или летом живет на даче.

Существенными недостатками оконных кондиционеров являются высокий уровень шума, ограничения в выборе места для установки, загромождение устройством пространства окна и, как следствие, ухудшение освещенности помещения. Следует отметить, что в качестве решения проблемы шума можно произвести ус-

тановку кондиционера на резиновые виброопоры; многие же современные модели работают почти бесшумно.

Первый оконный кондиционер появился в 30-х гг. XX в. В настоящее время установка оконного кондиционера выступает в качестве простого и наиболее экономичного варианта решения проблемы микроклимата в помещениях. Этот тип климатического оборудования по-прежнему занимает существенную часть рынка соответствующих товаров, несмотря на то, что возрастает популярность сплит-систем.

Интересно, что популярность тех или иных типов климатического оборудования имеет достаточно выраженную локализацию. Так, в Европе отдается предпочтение сплит-системам — они занимают около 70–75% рынка, а в странах Юго-Восточной Азии и Латинской Америки преобладают оконные кондиционеры — от 1/2 до 4/5 общего количества установленных. Конечно, на первый взгляд может показаться, что здесь дело в значительной разнице доходов: а так как оконные кондиционеры намного дешевле, поэтому их охотнее покупают в странах, где основная масса населения имеет весьма скромный достаток. Однако оконные кондиционеры крайне популярны и в США, где уровень доходов населения достаточно высок. В конце 40-х гг. XX в. оконные кондиционеры начали вытеснять применявшиеся ранее системы центрального кондиционирования.

Использование оконного кондиционера, позволяющего осуществлять независимое охлаждение небольших помещений, превосходно вписывалось в индивидуалистические устремления, характерные для Америки; завоевав признание в США, оконные кондиционеры быстро нашли широкое применение в других странах мира. Лишь в начале 70-х гг. XX в. позиции

оконных кондиционеров начали активно теснить сплит-системы, появившиеся в начале 60-х гг.

В настоящее время, невзирая на уже упоминавшиеся недостатки оконных кондиционеров и многочисленные высказывания относительно морального устаревания этого вида оборудования, ведущие мировые производители сохраняют его в ассортименте своей продукции, в том числе и те, для кого производство кондиционеров является лишь небольшим сегментом деятельности. Например, оконные кондиционеры выпускают такие корпорации, как General Electric, занимающий видное место среди предприятий, выпускающих разнообразную продукцию мирного и военного назначения, Westinghouse Electric Company — один из лидеров американской оборонной промышленности, чьи реакторы функционируют на 1/3 атомных электростанций США, Tadiran — один из ведущих производителей израильской военной промышленности. Естественно, что подобные компании ведут активную работу в направлении совершенствования оконных кондиционеров.

Так как одна сторона оконного кондиционера находится на улице, корпус изготавливается из коррозионно-устойчивых материалов и нередко делается съемным, что в значительной мере служит упрощению монтажа и обслуживания устройства. Так, при наличии съемного корпуса в ходе установки в окно или проем в стене сначала помещают корпус, а затем монтируют и само устройство. На время ремонта, сервисного обслуживания и очистки устройство извлекают из корпуса.

Размеры оконных кондиционеров, в основном, находятся в пределах от 452×313×325 мм (модель AW05E0LE от Samsung Electronics) или 350×510×490 мм (модель LWH-056 °CL от LG) до 428×710×877 мм (мо-

дель ALH22R от Fujitsu). Самые маленькие оконные кондиционеры весят около 20 кг, самые большие — около 80–90 кг. Разброс мощности оконных кондиционеров не слишком велик — обычно в пределах 1,4–6,5 кВт при расходе воздуха 200–1000 м$^3$/ч. Этого достаточно, чтобы охлаждать воздух в помещениях площадью 15–70 м$^2$. Уровень шума оконных кондиционеров обычно лежит в пределах между 40 и 50 дБ, однако у некоторых моделей может превышать 50 дБ.

Оконные кондиционеры способны не только охлаждать воздух; более дорогостоящие современные модели, снабженные пультом дистанционного управления, могут работать в режиме нагрева и очистки. Устройство подает в помещение мощный воздушный поток, который направляется в разные стороны, а затем равномерно распределяется по всему помещению. Иногда в режиме обогрева применяются электрические тэны (например, в моделях фирмы Westinghouse); в подобных случаях воздух в помещении можно нагревать при любой отрицательной температуре на улице. Однако в остальных случаях при температурах ниже — 10 °С использовать оконный кондиционер в качестве обогревателя не следует.

В зависимости от особенностей конструкции в оконных кондиционерах может предусматриваться возможность подачи в помещение свежего приточного воздуха, объем которого обычно составляет около 10% от суммарной производительности по воздуху.

Большую роль в работе кондиционера играет теплообменник, который может существенно страдать от коррозии, вызываемой насыщенным морской солью или техногенными примесями воздухом, а также ветром и пылью. Чтобы продлить срок службы теплообменник, необходимо применять специальные меры для защиты его поверхности. Фирмы-производители

используют с этой целью особое покрытие: например, Panasonic — голубое напыление Blue Fin, LG — золотое Gold Fin.

Другой существенный элемент конструкции кондиционера — фильтр. Ввиду быстрого загрязнения фильтры следует периодически (хотя бы раз в неделю) извлекать из устройства, чтобы почистить их. Например, в оконных кондиционерах Panasonic извлечение фильтра может производиться как снизу, так и сверху, что удобно, если кондиционер установлен близко к потолку или, наоборот, к полу. Производители могут снабжать кондиционеры антибактериальными фильтрами или, как, например, Samsung Electronics, использовать электростатические фильтры, которые особенно эффективно улавливают мелкую пыль.

Раньше управление оконными кондиционерами осуществлялось аналогично управлению радиоприемниками, т. е. посредством поворота специальной ручки. Современные модели нередко оснащаются пультом дистанционного управления, благодаря чему существенно облегчается их монтаж и эксплуатация, ведь кондиционер с дистанционным управлением можно установить в любом подходящем месте, а не только там, где он оказывается «под рукой». Дистанционное управление позволяет задавать температуру воздуха в помещении в определенных пределах (например, в моделях от LG возможно задавать температуру от 16 до 30° с шагом в 1°).

Также существует возможность выбора скорости вентилятора: например, у моделей от LG три скорости — низкая, средняя, высокая, от White-Westinghouse — две при режиме охлаждения и одна при нагреве, по две у моделей от Hitachi и Samsung.

Оконные кондиционеры могут снабжаться таймером, с помощью которого работа устройства програм-

мируется на несколько часов вперед. Например, можно установить режим усиленной циркуляции, который обеспечивается за счет непрерывного и бесшумного покачивания жалюзи, в результате чего направление воздушного потока меняется из стороны в сторону, и воздух, холодный или нагретый, распределяется по всему помещению.

Если требуется усиленное воздействие в одном или нескольких направлениях, покачивание жалюзи можно остановить, и направление воздушного потока в горизонтальной и вертикальной плоскостях отрегулируется передними жалюзи.

В больших оконных кондиционерах можно задавать сразу четыре направления, у моделей небольшого размера предусмотрено только два направления (вправо и влево), однако при обслуживании небольших по площади помещений этого обычно бывает вполне достаточно.

У разных производителей режим усиленной циркуляции может называться по-разному: «Air Swing» — в моделях от Panasonic, «Auto Swing» — в моделях от LG, «Power Sweep» — в моделях от White-Westinghouse.

Немаловажную роль играет функция повторного запуска, которая действует при сбое электропитания: после возобновления подачи электроэнергии работа кондиционера продолжается в прежнем режиме, но не сразу, а с задержкой на несколько минут, чтобы не допустить пиковых нагрузок в сети.

Чтобы оконный кондиционер работал долго и без проблем, рекомендуется придерживаться следующих правил его эксплуатации:

- не загораживать кондиционер плотными шторами или жалюзи, так как в подобном случае охлаждение или обогрев воздуха будет распространяться не на все пространство помещения, а лишь на пространство между занавесями и окном;

- при монтаже располагать кондиционер таким образом, чтобы заборные жалюзи остались снаружи;
- устанавливать оконный кондиционер нужно под небольшим наклоном в 1–2° — подобное положение способствует более эффективному удалению конденсата, образующегося в процессе работы устройства.
- не следует устанавливать кондиционер в зонах постоянного воздействия солнечной радиации, тепловых потоков, нагревательных приборов и источников загрязнения;
- помещение, в котором установлен кондиционер, не должно часто или постоянно быть открытым;
- если зимой в помещении жарко, лучше отрегулировать отопление и проветрить помещение, чем включать кондиционер на полную мощность;
- не следует располагать рабочие места непосредственно в зоне действия воздушного потока кондиционера, так как это может стать причиной простудных заболеваний, в том числе и достаточно серьезных;
- не следует задавать крайние значения температуры, так как это не приведет к немедленному проявлению желаемого эффекта — климатическое оборудование работает по принципу постепенного создания необходимого температурного режима; уровень охлаждения в теплое время года следует устанавливать ниже температуры наружного воздуха не более чем на 7 °С;
- периодически кондиционер следует чистить; для этого нужно вынуть фильтры, помыть их, протереть и вернуть на место;
- время от времени необходимо чистить корпус кондиционера: устройство нужно предваритель-

но выключить, затем протереть влажной мягкой тканью, не разбирая кондиционер на составляющие детали;

- если в работе кондиционера наблюдаются какие-либо неполадки, следует обратиться к специалисту по ремонту подобной техники.

## Мобильные кондиционеры

Мобильный (передвижной, напольный) кондиционер представляется собой моноблок, практически не требующий монтажа и имеющий возможность передвижения по полу. Такие устройства снабжены гибким пластиковым гофрированным шлангом-воздуховодом диаметром 100–180 мм и длиной 1–2 м, через который отработанный нагретый воздух удаляется через окно наружу. Ввиду этой особенности, расположение устройства зависит от длины шланга. Воздух, охлаждаемый мобильным кондиционером, подается в помещение через жалюзи, имеющиеся на корпусе. Мобильные моноблоки можно перемещать из одного помещения в другое, в летний период вывозить на дачу, а также использовать в магазинах и офисах. Они превосходно подходят для эксплуатации в помещениях небольшой или средней площади. Для облегчения транспортировки в пределах помещения устройства оснащаются подвижными колесиками. Высота такого кондиционера составляет около 80 см, а вес — в пределах 35–40 кг. Кроме функции охлаждения подобные устройства снабжаются также функцией обогрева.

Как и другие виды оборудования, мобильные кондиционеры имеют не только достоинства, но и недостатки, к числу которых относятся сравнительно невысокая производительность, значительный уровень

шума и необходимость периодически сливать образующийся конденсат из специального поддона для его сбора.

В настоящее время на российском рынке представлен весьма широкий выбор мобильных кондиционеров различных производителей: AEG, Jax, Ballu, Bork, Polaris, Polar Bear и др. Цены различаются не слишком сильно.

Мобильный кондиционер устроен следующим образом. Прибор имеет два воздухозаборных отверстия и два выпускных. В нижней части задней стенки устройства происходит забор воздуха из помещения для охлаждения конденсатора (горячего теплообменника). В конденсаторе воздух нагревается и затем удаляется через гибкий воздуховод. Таким образом, лишнее тепло выводится на улицу либо в соседнее помещение.

В верхней части задней стенки кондиционера находятся второе воздухозаборное отверстие и рамка с фильтром грубой очистки, улавливающим крупные частицы пыли. Воздух, забираемый через второе воздухозаборное отверстие, поступает в испаритель (холодный теплообменник), где охлаждается, а затем подается в помещение через диффузор с направляющими жалюзи.

Установка мобильного кондиционера не потребует больших расходов. Установить подобный прибор по силам практически каждому, так как в данном случае нет необходимости в сложных навыках. Монтаж устройства заключается в выведение гибкого шланга на улицу через оконный проем или отверстие в стене. Следует иметь в виду, что мобильные кондиционеры, как правило, обладают относительно небольшой мощностью — обычно в пределах 2–4 кВт.

Кроме классических моноблочных кондиционеров выпускаются модели, состоящие из нескольких бло-

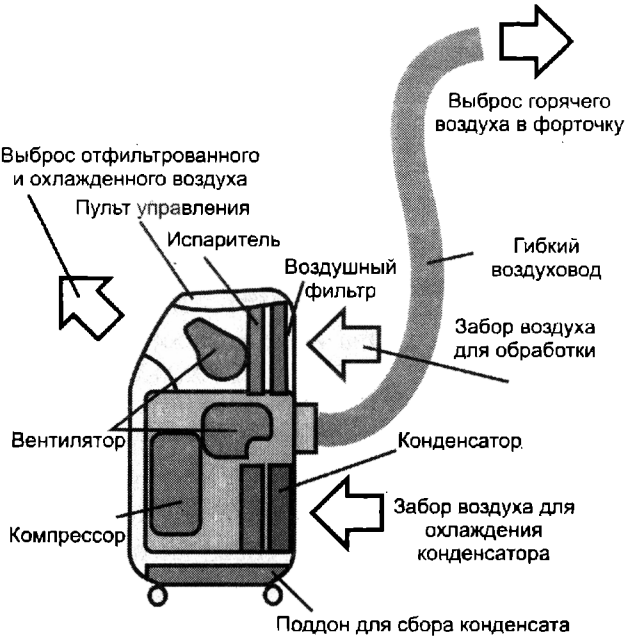



*Рис. 29. Устройство мобильного (напольного) кондиционера*

ков, что позволяет значительно увеличить мощность системы. В данном случае речь идет фактически о мобильных сплит-системах, которые, в отличие от обычных сплит-систем, легко монтируются и демонтируются. Мобильные сплит-системы устроены следующим образом: их внутренний и внешний блоки соединены между собой гибким шлангом, в котором находятся фреоновые трубки и электрические коммуникации. Работают мобильные сплит-системы практически так же, как обычные: нагрев воздуха в них осуществляется в режиме теплового насоса. В классических мобильных моноблоках применяется электрический нагрев.

Мощность мобильных сплит-систем больше, чем у мобильных моноблоков, и превышает 3–4 кВт. При

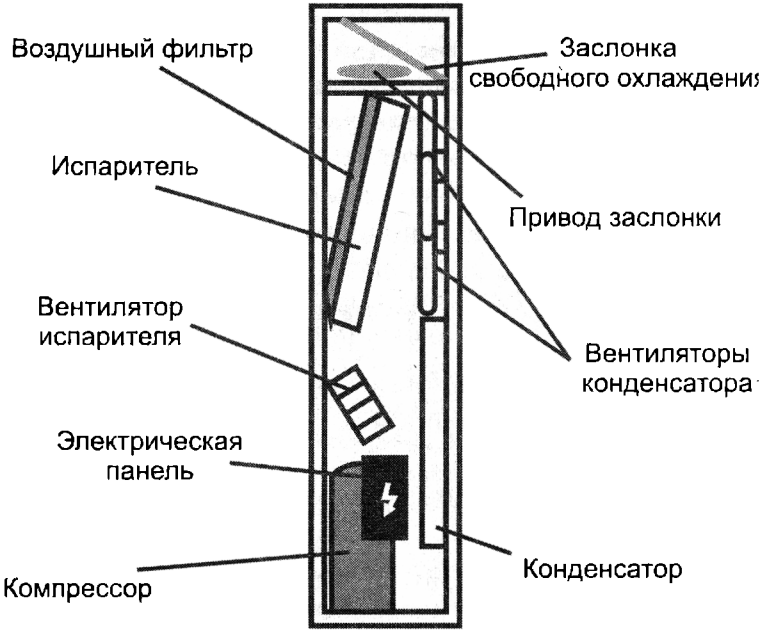



*Рис. 30. Основные блоки моноблочного кондиционера*

такой мощности выводить горячий воздух через гибкий воздуховод становится сложнее, поэтому к основному блоку и присоединяют небольшой наружный блок со встроенным вентилятором. Наружный блок устанавливается за окном. Естественно, что установка мобильных сплит-систем оказывается несколько сложнее, чем классических моноблочных мобильных кондиционеров. Зато мобильные сплит-системы самостоятельно производят выведение конденсата. В тех же случаях, когда приобретается модель мобильного кондиционера, в которой автоматический отвод конденсирующейся влаги не предусмотрен, необходимо заранее уточнить объем емкости для сбора конденсата. Ведь чем меньше конденсатосборник мобильного кон-

диционера, тем чаще придется сливать образующийся конденсат, иначе устройство автоматически отключится. К числу достоинств наиболее высококачественных и технологически усовершенствованных мобильных кондиционеров относят:

- высокую степень надежности;
- современный дизайн корпуса;
- относительно небольшие габариты конструкции;
- наличие системы автоматизированного удаление конденсата;
- наличие дистанционного пульта управления;
- возможности функционального программирования;
- функции и режимы, аналогичные имеющимся у сплит-систем;
- наличие опции противопылевой фильтрации;
- наличие автоматической регулировки направления потока воздуха в двух направлениях;
- наличие нескольких режимов автономной работы.

## Сплит-системы

Сплит-системой называют кондиционер, состоящий из внешнего блока (компрессорно-конденсаторного агрегата) и одного или нескольких внутренних блоков (испарительных).

Во внутреннем блоке сплит-систем находятся только внутренний теплообменник и роторный вентилятор, который при работе практически не производит шума. Все элементы, которые могут производить шум, помещены во внешний блок. Подобная конструкция позволяет получить почти бесшумный кондиционер;

кроме того, внутренний блок характеризуется небольшими размерами и почти незаметен в интерьере. Низкий уровень шума сплит-систем — обычно около 24–26 дБ — обеспечивает ощущение комфорта во время пребывания в помещении, даже когда система работает на полную мощность.

Внешний блок состоит из компрессора и ряда механизмов для осуществления подачи, фильтрации, отопления и ряда других функций, конкретный перечень которых определяется типом сплит-системы. Обычно внешние блоки крепятся на наружных стенах зданий с помощью специальных кронштейнов. Однако существуют и другие варианты размещения внешнего блока. Он может устанавливаться на крыше, чердаке, техническом этаже, в подвале, вентиляционной камере или на лестничной площадке — иными словами, в таком месте, где в конденсатор может поступать воздух более низкой температуры.

Внутренний блок, который устанавливается непосредственно в обслуживаемом помещении, служит для охлаждения или нагревания воздуха, его фильтрации и обеспечения движения воздуха в помещении. Внешний и внутренний блоки соединяются посредством двух медных трубок, обернутых термоизолирующим материалом — термофлексом. Эти трубки, а также пластиковая трубка для слива дренажа и электрический кабель образуют фреоновую трассу или коммуникации. Обычно коммуникации протягивают по стене либо размещают за подвесным потолком, закрывая декоративным коробом.

Во внешней стене здания проделывается отверстие диаметром около 40–60 мм — оно нужно для выхода коммуникаций из помещения. Когда укладка коммуникаций завершена, отверстие заливают специальным герметиком.

Внутренние блоки весьма разнообразны по своим конструктивным особенностям и дизайнерскому оформлению, ввиду чего возможно подобрать кондиционер под конкретный интерьер и с учетом пожеланий потребителя. Сплит-системы способны решить почти любые задачи по кондиционированию помещений площадью 15–140 м$^2$.

В современных сплит-системах, помимо охлаждения воздуха, предусматривается и возможность его нагрева, благодаря чему сплит-системы можно использовать в климатических зонах, для которых характерны достаточно низкие температуры. Продолжительность эксплуатации сплит-систем в значительной степени зависит от качества монтажа.

Как уже отмечалось выше, сплит-системы могут иметь разное количество внутренних блоков. В зависимости от этого их можно подразделить на моносплит-системы, которые имеют один внешний и один внутренний блок, и мультисплит-системы, состоящие из одного внешнего блока и нескольких (до 7) внутренних. Наиболее распространенным из этих двух типов являются моносплит-системы, которые обслуживают одно помещение. Мультисплит-системы обслуживают сразу несколько помещений.

Чаще всего сплит-системы подразделяют на следующие типы: настенные (мощностью 1,5–5 кВт), напольно-потолочные (мощностью 4–9 кВт), колонные (мощностью 5–14,5 кВт), кассетные (мощностью 5–14 кВт) и многозональные с изменяемым расходом хладагента.

Из этих типов в бытовых целях чаще применяются настенные кондиционеры, а все остальные в большинстве случаев выступают в качестве полупромышленных и промышленных систем кондиционирования воздуха.

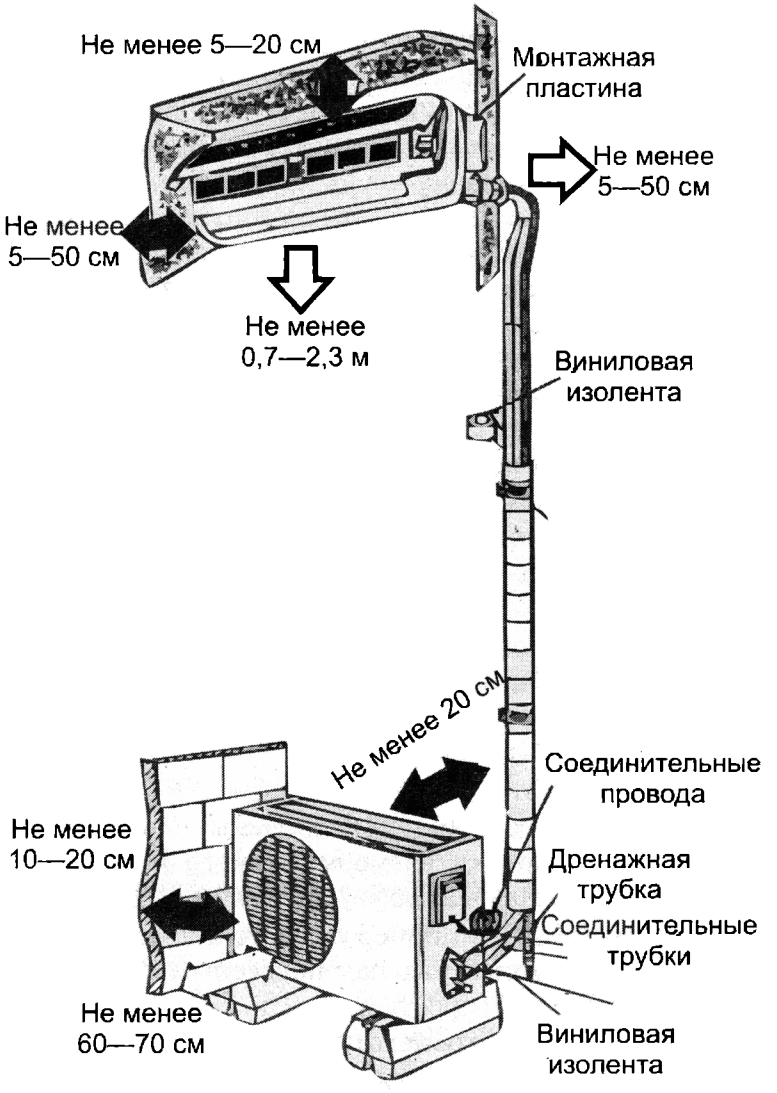



*Рис. 31. Устройство сплит-системы*

К достоинствам сплит-систем относят бесшумность их работы, незаметность внутреннего блока в интерьере, наличие электронного управления и возможности различного размещения внутренних блоков.

Однако сплит-системы, хотя в настоящее время и считаются наиболее совершенным типом кондиционера, все же не лишены ряда недостатков, к числу которых можно отнести высокую стоимость, необходимость квалифицированного дорогостоящего монтажа и отсутствие притока свежего воздуха в помещение. Лишь очень мощные сплит-системы настенно-потолочного типа могут организовать приток небольшого количества свежего воздуха (до 10%).

При выборе места для сплит-систем необходимо учитывать следующее:

- так как внешний блок выделяет тепло, его нельзя устанавливать в закрытых помещениях небольшого объема — там отсутствует необходимая вентиляция;
- внешний блок нужно монтировать на капитальную стену или капитальные перекрытия, если производится установка на крышу, кровля не должна быть мягкой;
- настенно-потолочные внутренние блоки монтируются на ровный участок стены или потолка либо перегородки, размеры которого больше размеров устанавливаемого устройства;
- кассетные кондиционеры для установки нуждаются в пространстве над подвесным потолком; размеры этого пространства должны превосходить размеры устройства;
- шланг для слива конденсата нужно укладывать с уклоном к месту слива не менее 1–2°, поэтому коммуникации по стене необходимо прокладывать под углом.

Сплит-системы — это высокотехнологичные устройства, которые помимо основных функций, стандартных для всех кондиционеров, имеют ряд дополнительных функций, таких, как дистанционное управление, фильтры различной степени очистки воздуха от газов, дыма, пыли и т. д., таймер и возможность задавать температуру в помещении. Обычно пульты сплит-систем снабжены дисплеем, на котором отображаются полная информация о производительности системы и заданные параметры микроклимата.

К числу конструктивных преимуществ сплит-систем можно отнести наличие декоративных панелей, позволяющих скрывать внутренние блоки. Устройства, снабженные декоративной панелью, не только не портят интерьер, но иногда даже служат его украшением.

Сплит-система работает следующим образом. Под воздействием тепла комнатного воздуха фреон сначала испаряется во внутреннем блоке. Так как система герметична, фреон, перешедший в газообразное состояние, испытывает возрастающее давление. Затем он поступает во внешний блок, где давление возрастает еще больше, благодаря чему повышается температура конденсации газа и увеличивается коэффициент полезного действия устройства в целом. Во внешнем блоке происходит конденсация фреон, который отдает тепловую энергию окружающей среде. Затем фреон снова поступает во внутренний блок, теперь уже в виде жидкости, и цикл повторяется.

В сплит-системах, способных не только охлаждать, но и нагревать воздух, газообразный хладагент может перемещаться в обратном направлении — при переключения системы на обогрев фреон будет испаряться в наружном блоке, а конденсироваться — во внутреннем.

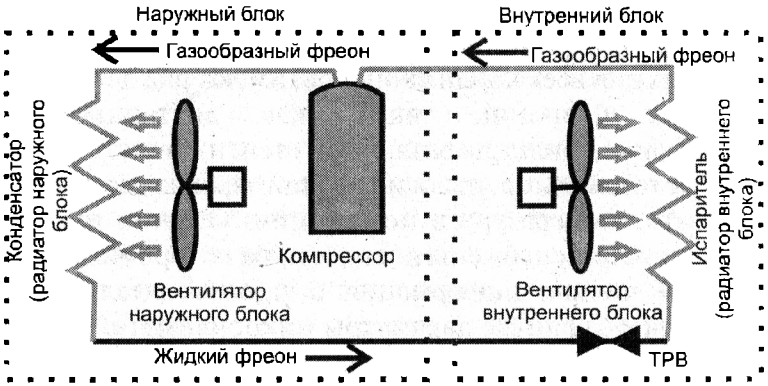



*Рис. 32. Принцип работы сплит-системы*

Как уже отмечалось, сплит-система может иметь несколько внутренних блоков, и в подобном случае речь будет идти о мультисплит-системе. Мультисплит-системы применяются в офисных и торговых, а также больших жилых помещениях. Благодаря малому количеству внешних блоков практически не искажается внешний облик здания. Кроме того, внешний блок можно объединять с несколькими внутренними блоками разного типа (напольным, потолочным, кассетным и т. д.), что позволяет существенно экономить средства, особенно если внутренние блоки устанавливаются на небольшом расстоянии друг от друга.

Устройство и принцип работы мультисплит-системы такие же, как у классической сплит-системы. Внешний и внутренние блоки соединяются фреоновыми трассами из медных трубок для подачи хладагента, дренажного трубопровода и электрических кабелей питания и управления. Основная проблема при установке мультисплит-систем заключается в необходимости прокладки длинных трасс, соединяющих внешний

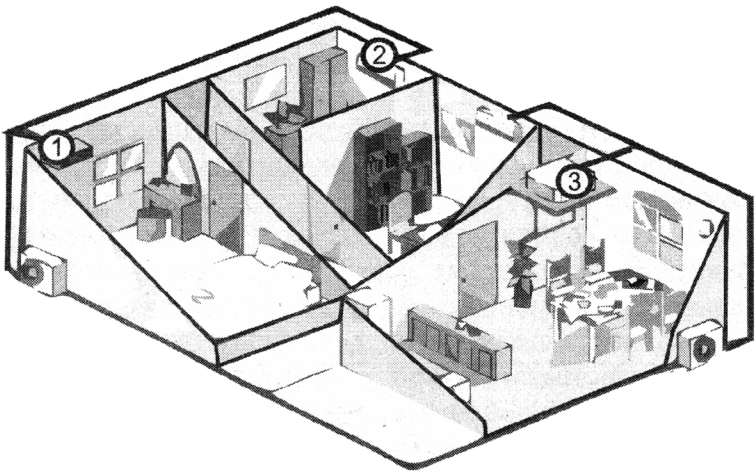



*Рис. 33. Пример расположения блоков мульти-сплит-системы*

и внутренние блоки. Классические сплит-системы всегда устанавливаются так, чтобы добиться наименьшей протяженности трассы. Ввиду этого же правила в ряде случаев выбор мультисплит-систем оправдан особенностями помещений, например, когда помещения не имеют стен, выходящих на улицу, на внешней стене здания мало места или по каким-либо иным причинам нецелесообразно устанавливать на фасаде большое количество внешних блоков, а также требуется снизить уровень шума, создаваемого внешними блоками. Так как в мультисплит-системах используется только один внешний блок для нескольких помещений, можно предположить, что стоимость таких систем ниже, чем классических моносплит-систем. Однако на практике стоимость моно- и мультисплит-систем зачастую оказывается приблизительно на одном уровне. Кроме того, далеко не всегда мультисплит-система представляет собой оптимальный вариант кондиционирования воздуха в нескольких помещениях. При вы-

боре климатического оборудования нужно учитывать индивидуальные особенности — как сплит-системы, так и данного помещения.

Первым мультисплит-системам был присущ один существенный недостаток, а именно, все внутренние блоки работали параллельно, т. е. задать желаемый режим было возможно лишь для всей системы сразу. Ввиду этого мультисплит-системы не применялись для сложных помещений, где условия в разных комнатах должны иметь заметные различия. В настоящее время в большинстве мультисплит-систем предусмотрены возможности индивидуального режима для каждого из внутренних блоков, что позволяет формировать оптимальный микроклимат в каждом из обслуживаемых системой помещений.

Существуют мультисплит-системы двух типов — фиксированные и наборные. Фиксированные мультисплит-системы производители поставляют полностью укомплектованными, внешние блоки обычно одинаковые. Этот вариант удобен, если все помещения, которые будут обслуживаться системой, имеют значительное сходство по размерам, уровню отопления и теплоизоляции.

Между тем растет популярность наборных мультисплит-системы, которые более удобны, если предполагается обслуживание существенно различающихся помещений. В подобном случае подбираются внутренние блоки, которые по своим функциональным характеристикам в наибольшей степени подходят для каждого помещения. Могут использоваться блоки разного типа, обычно настенные и напольно-потолочные, но иногда применяются кассетные или канальные блоки. При подборе внутренних блоков имеется одно ограничение — их суммарная мощность должна быть соотносимой с возможностями внешнего блока. Мощность

рассчитывается по сложной дифференцированной шкале, причем учитывается не столько номинальная мощность блоков, сколько их холодопроизводительность, а также мощность, которая расходуется на другие функции внутренних блоков (осушение/увлажнение воздуха, нагрев, вентилирование и т. д.). Подобные расчеты лучше поручить специалистам.

Конструкция мультисплит-систем определяет особенности их эксплуатации. В случае поломки внешнего блока перестает работать вся система. С целью минимизации этого недостатка внешние блоки мультисплит-систем изготавливаются с более высокими характеристиками износостойкости и их надежности, чем внешние блоки моносплит-систем. Зато использование одного внешнего блока, даже более мощного, позволяет экономить электроэнергию, так как мультисплит-системы потребляют на 10–15% меньше электричества, чем соответствующее количество моносплит-систем.

## Настенные кондиционеры

Настенные кондиционеры являются наиболее распространенным типом сплит-систем. Внутренний блок таких систем монтируется на стене обслуживаемого помещения. Они подходят для большинства помещений, легко вписываются в различные интерьеры, снабжены значительным набором функций, просты в обслуживании и стоят дешевле, чем сплит-системы других типов.

В нижней части внутреннего блока располагаются горизонтальные и вертикальные воздухораздающие жалюзи. Горизонтальные жалюзи можно зафиксировать в определенном положении либо задать программу, согласно которой они будут совершать плавные ко-

лебания. Управление жалюзи осуществляется с помощью пульта дистанционного управления. Вертикальные жалюзи предоставляют возможность отклонить поток воздуха в сторону. Чаще всего вертикальные жалюзи устанавливаются вручную.

За лицевой панелью, которая одновременно является и воздухозаборной решеткой, находится фильтр грубой очистки воздуха, предназначенный для длительного срока эксплуатации. Некоторые модели настенных кондиционеров дополнительно снабжаются дезодорирующими, плазменными фильтрами, фильтрами тонкой очистки воздуха от пыли, пыльцы растений, табачного дыма и др.

Внутренний блок чаще всего устанавливают в верхней части стены вблизи от окна, а внешний — непосредственно под окном: подобное расположение позволяет сократить расстояние между блоками. Длина коммуникаций, посредством которых соединяются внешний и внутренний блоки, обычно не превышает 7 м.

При выборе настенного кондиционера следует учитывать ряд моментов. В первую очередь, рекомендуется обращать внимание на мощность устройства, ведь кондиционер с недостаточной мощностью не сможет эффективно охладить либо нагреть воздух в помещении, а кондиционер с мощностью выше необходимой способствует перерасходу электроэнергии, а также быстрее выйдет из строя из-за более частого включения/выключения.

Нередко при выборе настенного кондиционера потребители ориентируются по площади помещения, где предполагается установить прибор: при высоте потолков до 3 м расчетная мощность охлаждения принимается за 1 кВт на 10 м$^2$ площади. Однако необходимо учитывать и ряд других показателей, в частности, ко-

личество окон или общую площадь застекленных стен, количество единиц компьютерной техники в помещении и количество человек, находящихся в этом помещении достаточно продолжительное время. При наличии застекленных стен и окон, выходящих на южную сторону, к необходимой мощности охлаждения нужно добавить еще 15–20%; 0,3 кВт добавляют на каждую единицу офисной техники и 0,1 кВт — на каждого человека.

Все настенные кондиционеры снабжены примерно одинаковым набором основных функций: дистанционное управление, таймер, ночной режим работы, режимы вентиляции, осушения и очистки воздуха и т. д. Во многих настенных кондиционерах осуществляется инверторное управление компрессором. Переменный ток в инверторной электрической цепи преобразуется в постоянный, а затем — наоборот; благодаря этому изменяются его частота и напряжение, и, как следствие, можно легко менять скорость компрессора. Использование инверторных настенных кондиционеров позволяет экономить до 30% электроэнергии, по сравнению с обычными настенными сплит-системами. После достижения необходимой температуры воздуха такие устройства не останавливаются, а продолжают работать на пониженной мощности. Благодаря этой особенности инверторные кондиционеры в меньшей степени подвержены износу, потому что, в основном, изнашивание элементов устройства происходит при запуске системы.

Пульты дистанционного управления современных кондиционеров снабжены дисплеем, с помощью которого удобно задавать желаемую температуру воздуха в помещении, устанавливать таймер автоматического выключения/включения в точно заданное время, регулировать направление и скорость воздушного потока.

Многие модели современных настенных кондиционеров снабжены специальной функцией, благодаря которой осуществляется сканирование заданной области с целью поддержания заданной температуры. Сканирование производится инфракрасным датчиком; с него сигнал поступает на автоматическую систему управления, которая разворачивает жалюзи в соответствующую сторону и направляет туда поток обработанного воздуха. Далее воздух равномерно распределяется по помещению.

Желаемая температура охлаждения или нагрева воздуха в современных настенных кондиционерах выставляется автоматически на основе данных относительно

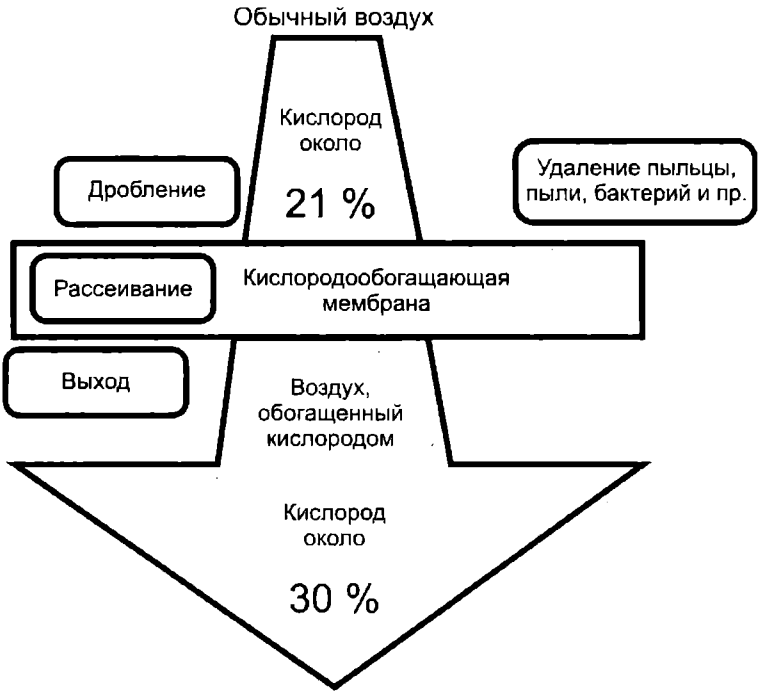



*Рис. 34. Кондиционер с системой обогащения воздуха кислородом*

параметров окружающей среды. Однако пользователь имеет возможность задать те параметры, при которых он чувствует себя наиболее комфортно. Кондиционер способен «запоминать» подобные пожелания и в дальнейшем воспроизводить параметры, заданные пользователем.

Настенные кондиционеры подойдут практически для любого помещения — квартире, загородного дома, офиса, магазина. Мощность подобных устройств находится в пределах 2–8 кВт — этого достаточно для охлаждения помещений площадью 10–70 м$^2$. Как правило, мощность настенных кондиционеров, используемых в быту, невелика — 1,5–5 кВт. Этого достаточно для поддержания микроклимата в небольшом помещении. Соответственно, стоимость бытовых настенных кондиционеров существенно ниже, чем у более мощных устройств, которые используются для кондиционирования воздуха в больших помещениях.

Достоинствами настенных кондиционеров являются бесшумность, компактность, наличие не только режима охлаждения воздуха, но и его нагрева, возможность увлажнения воздуха в случае необходимости,

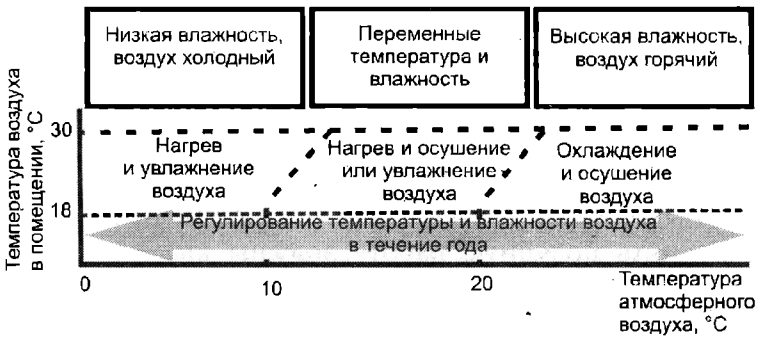



*Рис. 35. Кондиционеры с увлажнением воздуха*

равномерное распределение воздух по помещению без образования сквозняков, а также использование в устройствах большого количества фильтров, обеспечивающих дополнительную очистку воздуха (ионные, плазменные, электростатические, химические, антибактериальные, противодымные и др.).

## Канальные кондиционеры

Канальные кондиционеры — это разновидность сплит-системы полупромышленного типа, состоящая из внешнего и канального внутреннего блоков. Такие устройства, предназначенные для скрытого монтажа, распределяют воздух по системе воздуховодов. Во внутреннем блоке устанавливается вентилятор, который подбирается с учетом индивидуальных особенностей конкретной вентиляционной сети, ввиду чего рекомендуется поручить подбор канального кондиционера опытным специалистам, чтобы избежать ошибок относительно параметров холодопроизводительности системы, а также расхода и напора вентилятора.

Сфера применения канальных кондиционеров достаточно широка — подобные устройства могут с успехом обслуживать жилые, офисные, торговые, административные и др. помещения.

Канальные кондиционеры устанавливаются, если нежелательно искажать облик интерьера, ведь воздуховоды, а также внутренний блок размещают за подвесным потолком. Следует отметить, что монтаж канальных кондиционеров достаточно сложен, поэтому выполнять подобную работу должны квалифицированные специалисты.

При использовании канальных кондиционеров имеет значение не только мощность устройства, выражающаяся в способности охладить помещение опреде-

ленной площади, но и способность прокачивать воздух по разветвленной сети воздуховодов. Если канальный кондиционер подобран правильно, при его работе не возникает лишнего шума, нередко при завышенной скорости движения воздуха в воздуховодах. При установке канальных кондиционеров обычно предусматривается возможность обслуживания внутреннего блока без разборки потолочных панелей. Чаще всего с этой целью устраиваются специальные люки.

В зависимости от силы напора канальные кондиционеры можно подразделить на низконапорные (канальные кондиционеры гостиничного типа) — с напором до 40 Па, средненапорные — с напором до 100 Па и высоконапорные — с напором до 250 Па. Кондиционеры с различной силой напора, соответственно, применяются в помещениях с различной площадью и высотой потолков. Низконапорные кондиционеры предназначаются для очень коротких и не разветвленных воздуховодов, либо монтируются в фальш-антресоли, как это нередко и делается в гостиничных помещениях — в таком случае воздуховодов нет вообще, воздух поступает снизу антресоли через декоративную решетку с фильтром, обрабатывается в блоке и подается через воздухораспределяющую решетку на торце антресоли. При подобном размещении устройства упрощаются монтаж и обслуживание кондиционера, не требуется сооружать сервисные люки. Средненапорные кондиционеры используют при небольшой протяженности воздуховодов, например, в квартирах или офисных помещениях относительно небольшой площади. Высоконапорные кондиционеры применяются для обслуживания больших помещений.

Внутренний блок канального кондиционера имеет вид металлического ящика с отверстиями, предназначенными для забора и выброса воздуха, штуцерами

фреоновых коммуникаций и выходом дренажной трубы. Внутренний блок кондиционера небольшой мощности имеет форму параллелепипеда высотой до 250–400 мм. Обычно мощность полупромышленных канальных кондиционеров составляет 12–25 кВт. Этого вполне достаточно для обслуживания небольшого офиса или 4–5-комнатной квартиры.

Размеры внутренних блоков кондиционеров большой мощности таковы, что их уже не разместить за панелями подвесного потолка, кроме того, подобные устройства характеризуются значительным уровнем шума.

Ввиду этих особенностей внутренние блоки мощных (промышленных) канальных кондиционеров устанавливают в подсобных помещениях. Канальные кондиционеры промышленного типа мощностью свыше 25–30 кВт нередко используются в качестве центральных кондиционеров, которые обрабатывают не только рециркуляционный, но и приточный, свежий воздух.

Конструкция внешних блоков канальных кондиционеров является типичной для сплит-систем. Зачастую фирмы-производители выпускают полупромышленные кондиционеры (канальные, кассетные, напольно-потолочные), снабженные стандартным для всех типов внешним блоком.

Как и у всех сплит-систем, внешний блок канальных кондиционеров монтируется на внешней стене здания. От внутреннего блока, который крепится к потолку, расходится система воздуховодов. Воздуховоды и диффузоры (устройства, через которые подается воздух) также можно скрыть, если расстояние между собственно потолком помещения и подвесными панелями составляет 20–30 см. Если уменьшать высоту потолка крайне нежелательно, воздуховоды можно за-

делать в стены. Диффузоры в этом случае размещают на стене.

Внешний и внутренний блоки канальных кондиционеров нередко располагаются на довольно существенном расстоянии друг от друга; также иногда блоки устанавливаются со значительным перепадом высот, в частности, внешний блок монтируется снаружи помещения на уровне земли либо технического этажа, крыши, а внутренний может устанавливаться на любом этаже. Таким образом, особенностью канальных кондиционеров является большая максимально возможная длина коммуникаций.

Как уже отмечалось, внутренний блок канальных кондиционеров обычно размещают за подвесным потолком, полностью скрывающим устройство, и охлажденный воздух распределяется благодаря системе теплоизолированных воздуховодов, также размещаемых за панелями подвесного потолка. Особенности подобной конструкции позволяют устройству обслуживать сразу несколько помещений. Интересно, что в конструкции канальных кондиционеров, в отличие от других сплит-систем, заложена возможность обеспечения притока свежего воздуха в необходимом для полноценной вентиляции обслуживаемых помещений количестве.

Иными словами, канальный кондиционер способен решить задачи не только кондиционирования, но вентиляции квартиры, коттеджа или офиса. Однако для эффективного использования оборудования необходимо предварительно произвести расчет воздухообмена, подобрать устройство по мощности охлаждения и статическому давлению, а также предусмотреть возможности установки электрического или водяного калорифера для подогрева приточного воздуха в холодное время года.

Канальные кондиционеры обеспечивают движение обработанного (очищенного, охлажденного/подогретого) воздуха в помещениях и подачу его в локальные зоны. Следует отметить, что движение воздуха имеет огромное значение для нормального самочувствия человека. Известно, что человеческое тело, как и большинство живых организмов, обладает способностью выделять тепло; в жаркую погоду выделение тепла происходит особенно интенсивно, и вокруг человеческого тела образуется невидимая тепловая оболочка, которая при определенных условиях может стать причиной перегрева.

Чтобы этого не произошло, необходимо разредить тепловую оболочку посредством обдувания тела прохладным воздухом. С этой задачей превосходно справляются канальные кондиционеры, создающие движение воздуха в помещении благодаря притоку свежего воздуха и вытяжке отработанного.

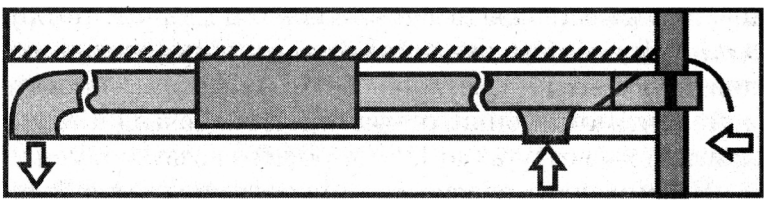


*Рис. 36. Приток свежего воздуха в канальном кондиционере*

Итак, к числу преимуществ канальных кондиционеров можно отнести:

- равномерное распределение обработанного (очищенного, охлажденного/нагретого) воздуха по всему помещению или нескольким помещениям;

- обеспечение притока свежего воздуха и его увлажнения, что особенно важно в помещениях, где установлены стеклопакеты и отсутствует система приточной вентиляции;
- быстрое охлаждение/нагрев воздуха во всем помещении;
- компактность внутреннего блока и воздуховодов, благодаря чему интерьер не загромождается (обычно видны только воздушные решетки);
- обеспечение высокого уровня стабильности параметров воздушной среды в помещении;
- большое количество вариантов конфигурации канальных сплит-систем.

При использовании канальных кондиционеров воздух в помещении постоянно остается свежим, что днем способствует нормальному самочувствию и настроению, а также высокой работоспособности, а в ночное время — полноценному сну.

Несмотря на многочисленные достоинства, канальные кондиционеры имеют и некоторые недостатки, в частности, отсутствие возможности подержания индивидуальных параметров воздуха в каждом из обслуживаемых помещений, относительно небольшой объем приточного воздуха (до 15% от общего воздухообмена), и невозможность обеспечения притока воздуха в сильные морозы, так как холодный наружный воздух может привести к обмерзанию испарителя.

Однако в современных канальных кондиционерах возможность регуляции количества приточного воздуха уже предусмотрена. При необходимости приточный воздух подогревается самим кондиционером, а в сильные морозы включаются еще и дополнительные электрообогреватели. В ряде моделей канальных кондиционеров электрообогреватели уже входят в комплект,

в других предусматривается дополнительная установка подобного оборудования. В воздуховоды можно дополнительно установить фильтры тонкой очистки воздуха либо бесфильтровые системы очистки, а также системы канального пароувлажнения.

В настоящее время ряд специализированных фирм предлагает установку особых климатических систем, функционирующих на базе канальных сплит-систем. В качестве примера можно привести типовой проект подобной системы.

Внутренний блок, высота которого составляет 30 см, установлен в коридоре за подвесным потолком. Внешний блок размещен на наружной стене лоджии, где удобно осуществлять техническое обслуживание устройства. Блоки соединены между собой медными трубками, по которым перемещается хладагент, и электрическими кабелями. Кроме того, на лоджии под потолком установлены фильтр наружного воздуха, вентилятор и нагреватель, в зимнее время осуществляющий нагрев приточного воздуха до температуры +18 °С.

Трассы подачи и обратного забора воздуха изготовлены из тепло- и шумоизолированных воздуховодов. Во всех помещениях имеются подающие и вытяжные решетки, позволяющие регулировать количество приточного/вытяжного воздуха и направление воздушного потока в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Таким образом, в соответствии с данным проектом, потолочное пространство используется достаточно экономно, несмотря на то, что высота потолков в помещении составляет 3,1 м. Потолок опущен только в коридоре на 30 см — здесь установлен внутренний блок кондиционера, и в маленьком межкомнатном коридоре на 16 см (диаметр воздуховода), а также не-

сколько опущен потолок в виде балок по краям кухни и санузлов. Примечательно, что в жилых помещениях удалось обойтись без уменьшения исходного уровня потолка. В гардеробной, где размещены управляющие демпфера и происходит пересечение воздуховодов, потолки опущены больше всего.

Органами управления подобной климатической установки являются:

- настенный пульт управления кондиционером;
- регулятор вентилятора, предназначенный для регуляции количества приточного воздуха;
- электронный тепловой регулятор и канальный датчик, позволяющие автоматически поддерживать температуру приточного воздуха в холодное время года;
- настенный или дистанционный пульт с термостатом для управляющих демпферов, обеспечивающих автоматическое поддержание индивидуальных параметров температуры воздуха в каждом помещении.

Охлаждение и нагрев воздуха в рассматриваемой климатической системе осуществляются с помощью канального кондиционера. По трассе подачи обработанный воздух подается во все жилые помещения и кухню, а по трассе обратного забора возвращается во внутренний блок. На кухню воздух подается, но не забирается обратно, чтобы запахи оттуда не распространялись по квартире. Во всех помещениях подающие и вытяжные решетки расположены как можно дальше друг от друга — это сделано во избежание коротких замыканий воздушных потоков. Подача прошедшего соответствующую обработку воздуха в кабинет, спальню и детскую производится посредством управляющих демпферов, на пультах управления которых выставляется необходимая температура воздуха. Когда темпера-

тура в помещении достигает заданного уровня, датчик термостатического температурного контроля направляет команду на мотор электропривода, и демпфер закрывается; когда температура удаляется от заданной величины, поступает команда на открытие демпфера. Управляющие демпфера регулируют поступление воздуха только в три комнаты.

Приток воздуха в гостиную не регулируется, так как она служит своего рода «тепловой кладовой» для остальных помещений. В гостиной находится общий пульт управления климатической системой. Когда во всех остальных комнатах температура воздуха достигает заданного уровня, все управляющие демпфера закрываются, и весь приточный воздух направляется в гостиную: кондиционер работает только на это помещение.

Когда температура воздуха в гостиной тоже достигнет заданного значения, кондиционер автоматически выключается. Рассматриваемая климатическая установка включает и систему приточной вентиляции. Приточный воздух проходит через фильтр (может использоваться фильтр степени очистки от EU3 до EU7), а затем через воздуховод поступает на воздухозаборную сторону внутреннего блока кондиционера, где приточный воздух смешивается с отработанным воздухом жилых помещений.

Далее воздушная смесь проходит соответствующую обработку (охлаждается/нагревается) и распределяется по помещениям. Большинство кондиционеров, используемых в быту, способны работать на обогрев при температуре наружного воздуха до — 10–15 °С, а когда она опускается ниже этого предела, обогрев наружного воздуха осуществляется только за счет нагревателя; вентилятор внутреннего блока распределяет нагретый воздух по всем помещениям. Внешний блок, в котором

располагаются компрессор и конденсатор, в это время не работает.

Зимой обычно остро встает проблема пониженной влажности воздуха. С целью обеспечения комфортного уровня влажности (50–60%) на выходе из внутреннего блока можно установить секцию пароувлажнения с линейным пароraспределителем. Что касается самого пароувлажнителя, то его можно установить в санузле на расстоянии до 4 м от секции пароувлажнения.

Избыточное количество воздуха в помещении, являющееся следствием функционирования системы приточной вентиляции, должно компенсироваться за счет вытяжной вентиляции. Например, для квартиры площадью 100 м$^2$ нужна приточная вентиляция на 300 м$^3$/ч. Учитывая, что в жилых помещениях следует предусматривать небольшой подпор воздуха (10–15%), в квартире площадью 100 м$^2$ устраивается вытяжная вентиляция примерно на 250–270 м$^3$/ч. С этой целью в квартире делается вытяжная вентиляция из обоих санузлов (обычно 70–100 м$^3$/ч на каждый санузел) и из кухни. На кухне обычно устраивают вытяжную вентиляцию через вытяжной навес с антижировым фильтром над плитой и непосредственно из самого помещения. Это способствует поддержанию оптимального воздушного баланса, а также препятствует распространению по квартире запахов из кухни.

На первый взгляд описанная климатическая установка на основе канального кондиционера производит впечатление сложной системы. Однако в эксплуатации она достаточно проста. Что касается обслуживания системы, то следует отметить, что требуется периодически чистить и менять фильтр на притоке и фильтр во внутреннем блоке. Также раз в год требуется проводить профилактическое техническое обслуживание кондиционера и системы приточной вентиляции.

С этой целью рекомендуется приглашать опытных специалистов из соответствующей сервисной организации, а еще лучше — из специализированного подразделения фирмы, которая разрабатывала и устанавливала климатическую систему для данного помещения.

## Кассетные кондиционеры

Кассетные кондиционеры представляют собой еще одну разновидность сплит-систем. Такие кондиционеры обычно встраиваются в подвесной потолок вместо одной из облицовочных плиток, как правило, в центре помещения.

При подобном размещении устройства видна только нижняя панель внутреннего блока; основная же часть блока, электрические провода и трубопроводы скрыты подвесным потолком, а дренаж выводится на улицу либо в канализацию.

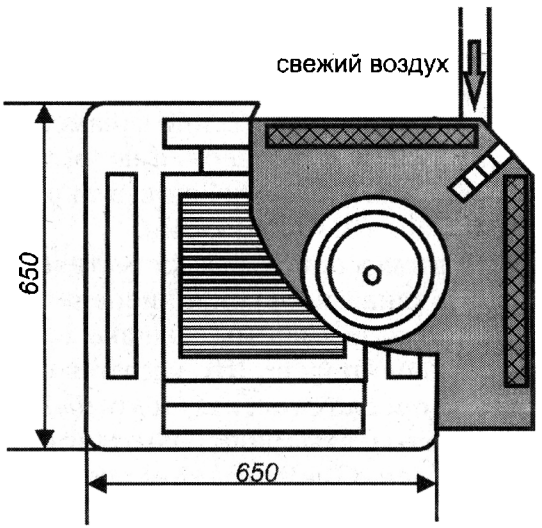



*Рис. 37. Кассетный кондиционер*

Фирмы-производители климатического оборудования стремятся сделать кассетные кондиционеры максимально компактными. Например, компания Daikin создала кассетную сплит-систему, размеры внутреннего блока которой составляют 600х600 мм, а высота — 250 мм. Также существуют модели кассетных кондиционеров, размеры внутреннего блока которых составляют 1200х600 мм.

Кассетные кондиционеры могут устанавливаться в помещениях как с низкими, так и с высокими потолками. Подобные устройства вписываются в любой интерьер и могут использоваться в больших помещениях различного назначения: барах, кафе, ресторанах, музеях, больших офисных холлах и т. д.

Так как кассетные кондиционеры являются разновидностью сплит-системы, они, соответственно, состоят из внешнего и внутреннего блоков. Внешний блок устанавливается на наружной стене здания, где обычно крепится к стене при помощи металлических кронштейнов. Во внешнем блоке находятся компрессор, осевой вентилятор и теплообменник-конденсатор. Основными элементами внутреннего блока являются вентилятор, испаритель и микропроцессорная система управления, которая обеспечивает защиту устройства от перегрузок и ошибочно заданных условий работы.

За воздухозаборной решеткой, расположенной в центре, находятся воздушные фильтры, а по бокам располагаются жалюзи, через которые подается обработанный воздух. Итак, воздух из помещения поступает во внутренний блок через закрытое защитной оребренной решеткой отверстие, находящееся в центре устройства. Затем воздух охлаждается или нагревается в соответствии с заданным режимом и снова подается в помещение. Поток обработанного воздуха выходит

через боковые регулируемые жалюзи и распространяется вдоль потолка одновременно в четырех направлениях, благодаря чему происходит равномерное распределение воздуха, исключающее возникновение сквозняков. Кассетные кондиционеры способны обеспечивать достаточно мощный воздухообмен, достигающий 1800 $м^3$/ч. Существуют модели кондиционеров, в которых распространение воздуха происходит в двух или одном направлении. Подобные устройства используются в помещениях сложной нестандартной формы. Также предусмотрена возможность распределения воздуха от внутреннего блока через дополнительные вентиляционные решетки.

Работа кассетных кондиционеров, как правило, сопровождается весьма незначительным уровнем шума: эти устройства являются одними из самых малошумных сплит-систем. Низкий уровень шума достигается благодаря использованию трехмерных турбовентиляторов, способных минимизировать шум до 41 дБ на высокой скорости. В кондиционерах предусмотрены три скорости вентилятора — высокая, средняя и низкая.

Кассетные кондиционеры снабжены встроенной панелью управления с инфракрасным пультом дистанционного управления либо настенной системой управления, что позволяет пользователю самостоятельно регулировать параметры микроклимата в помещении. Кассетные сплит-системы характеризуются достаточно широким диапазон мощности — 3–15 кВт, благодаря чему подобные устройства можно использовать в помещениях разной площади и планировки. В кассетных кондиционерах предусмотрен не только режим охлаждения, но также и нагрева воздуха, что существенно расширяет область применения устройств, учитывая, что они способны работать не только при поло-

жительных, но и при отрицательных температурах наружного воздуха. Кроме того, одновременно с охлаждением/нагревом воздуха может происходить и вентиляция помещения, предусмотрен также режим осушения воздуха.

В кассетных кондиционерах используются встроенные фильтры длительного срока службы, которые очищают воздух от вредных веществ, частиц пыли, тополиного пуха и др. Также кассетные сплит-системы снабжаются дренажной помпой для отвода конденсата.

Существуют модели кассетных кондиционеров инверторного типа, в которых выходная мощность охлаждения/нагрева регулируется автоматически. Это позволяет снизить уровень энергопотребления и продлить срок службы устройства.

Внутренние блоки кассетных кондиционеров могут функционировать в составе мультисистемы, что удобно, если она обслуживает несколько помещений, расположенных поблизости друг от друга.

Кассетные кондиционеры удобно обслуживать и ремонтировать, так как при выполнении соответствующих работ не требуется демонтировать все устройство полностью. Нижняя панель устройства легко снимается и моется. Кроме того, кассетные кондиционеры снабжаются специальными системами самодиагностики, которые позволяют легко выявить сбой в работе. Также в устройствах предусмотрен режим пробного пуска.

Основным отличием кассетных кондиционеров от аналогичных устройств других типов является, так называемый эффект «прилипания» холодного воздуха к потолку. Если заменить кассетный кондиционер на несколько настенных сплит-систем меньшей мощности, едва ли удастся создать равномерно комфортные

условия во всех частях помещения; кроме того, финансовые затраты будут выше.

В ходе монтажа кассетных кондиционеров можно выделить нескольких основных этапов: установка внешнего блока, разборка подвесного потолка и установка внутреннего блока, соединение внешнего и внутреннего блоков коммуникациями (фреоновой и электрической трассой), электрическое подключение устройства и сборка подвесного потолка.

## Напольно-подпотолочные кондиционеры

Напольно-подпотолочные (подвесные) кондиционеры, будучи еще одной разновидностью сплит-системой, состоят из внешнего и внутреннего блоков. Внешний блок, в котором находится компрессор, монтируется на наружной стене здания. Что касается внутреннего блока, то возможны два варианта его монтажа: консольный — блок устанавливается к стене либо потолочный — блок крепится к потолку. В отличие от канальных и кассетных сплит-систем, внутренние блоки напольно-подпотолочных кондиционеров не нуждаются в подвесных потолках. Более того, напольно-подпотолочные кондиционеры и не предназначены для скрытой установки. Мощность подобных устройств составляет 4–15 кВт. Глубина таких кондиционеров обычно находится в пределах 18–25 см.

Напольно-подпотолочные кондиционеры используются в тех случаях, когда недостаточно мощности обычной сплит-системы, нет возможности монтажа кассетного кондиционера, так как отсутствует подвесной потолок, или если необходимо кондиционировать помещение сильно вытянутой формы. Напольно-подпотолочные сплит-системы предназначаются для обслуживания помещений, где требуется обеспечить

поддержание постоянной температуры и высокого качества воздуха: жилых помещений небольшой и средней площади, бутиков, ресторанов, офисов и др.

Внутренний блок кондиционера подает мощную струю обработанного воздуха вдоль стены или потолка, обеспечивая его равномерное распределение в помещении. Этим напольно-подпотолочные сплит-системы выгодно отличаются от аналогичных по мощности настенных кондиционеров, которые способны направлять струю воздуха только горизонтально.

При использовании потолочного варианта монтажа поток воздуха распространяется горизонтально вдоль потолка (т. е. параллельно потолку), что может с успехом применяться в больших и средних помещениях, в том числе сложной формы. Особенности распространения воздушного потока при потолочном монтаже кондиционера позволяют избежать сквозняков и попадания прямого потока воздуха на людей. Потолочная установка подходит и для жилья, и для помещений коммерческого и др. назначения.

При использовании консольного варианта монтажа поток воздуха распространяется вертикально вверх (по стене), что подходит для небольших помещений с невысокими потолками.

Некоторые модели напольно-подпотолочных кондиционеров способны распределять воздух по четырем направлениям одновременно. Это осуществляется посредством изменения угла наклона жалюзи. Управление кондиционером производится с помощью инфракрасного пульта дистанционного управления либо пульта, встроенного в конструкцию внутреннего блока. Кондиционеры снабжены режимами охлаждения/нагревания и вентиляции воздуха. Многие модели снабжены режимом «слип», представляющим собой автоматический контроль поддержания заданных па-

раметров температуры воздуха в помещении. Внутренние блоки напольно-подпотолочных сплит-систем легко встраиваются практически в любой интерьер.

Итак, к достоинствам напольно-подпотолочных кондиционеров можно отнести:

- то, что для монтажа не требуется обязательного наличия подвесного потолка;
- возможность выбора варианта монтажа (на потолок или к стене);
- отсутствие шума;
- равномерное распределение воздуха по нескольким направлениям (от одного до четырех у разных моделей);
- современный эстетичный дизайн.

Однако напольно-подпотолочные сплит-системы имеют и ряд недостатков, в частности, не во всех моделях имеется функция распределения воздушного потока по разным направлениям, монтаж и демонтаж устройств достаточно сложен (по сравнению с оконными кондиционерами). Кроме того, следует иметь в виду, что стоимость напольно-подпотолочных кондиционеров относительно высока.

## Колонные кондиционеры

Колонные кондиционеры являются разновидностью сплит-систем (т. е. состоят из внешнего и внутреннего блоков) и применяются для обслуживания помещений большой площади. Внутренний блок устройства выполнен в виде колонны, с чем и связано название данного вида климатического оборудования. Такие внутренние блоки устанавливаются на пол в вертикальном положении, поэтому иногда колонные кондиционеры называются напольными.

Колонные кондиционеры обычно используются, когда нежелательно располагать климатическое оборудование на стенах или потолке, например, в музеях, театрах, зданиях, являющихся памятниками архитектуры и т. п., а также в холлах гостиных, ресторанах, конференц-залах, крупных торговых помещениях. Благодаря стильному дизайну устройства прекрасно вписываются практически в любые интерьеры. Однако ввиду особенностей колонных сплит-систем, прежде чем устанавливать подобное устройство, следует определить, подойдет ли оно для конкретного помещения.

Особенностями данного вида оборудования являются высокая мощность и значительные габариты. Некоторым современным моделям колонных кондиционеров присуща также возможность подсоединения к ним воздуховодов, что способствует улучшению воздухообмена в обслуживаемых помещениях.

Для установки колонных сплит-систем требуется относительно большая площадь, так как подобные устройства обладают высокой холодопроизводительностью, т. е. в процессе работы создается мощный поток воздуха, равномерно распространяющийся по всему помещению; ввиду этого не следует находиться в непосредственной близости от работающего кондиционера.

Автоматическая регуляция воздушного потока осуществляется за счет распределительной решетки, которой снабжен корпус устройства. Особенности конструкции воздушных заслонок позволяют распределять воздух в необходимом направлении, а также с определенной интенсивностью — для этого предусмотрена возможность автоматической регулировки положения вертикальных отражателей.

Наличие широкого выбора типов и моделей кондиционеров от известных производителей позволяет по-

добрать колонную сплит-систему с учетом всех особенностей конкретного помещения. Иногда (если позволяют форма и размер помещения) колонные кондиционеры устанавливаются по типу канальных сплит-систем — в подобном случае охлажденный/нагретый воздух распределяется по вентиляционным каналам. Нередко колонные кондиционеры оснащаются широкоэкранными жидкокристаллическими дисплеями, что позволяет существенно облегчить и упростить процесс управления климатической техникой.

Современные модели колонных кондиционеров снабжаются таким опциями, как автоматика управления или ручная регулировка, охлаждение и нагревание воздуха, осушение и увлажнение воздуха, вентиляция, в том числе обеспечение притока свежего воздуха, таймер.

Охлаждение или нагревание воздуха до комфортной температуры происходит в короткие сроки. Кондиционеры снабжены встроенными микропроцессорами, позволяющими автоматически регулировать скорость движения воздушных потоков в помещении. Благодаря наличию дисплеев кондиционеры очень удобны в эксплуатации: например, если пора чистить фильтр, об этом сигнализирует специальный индикатор. При возникновении сбоев в работе устройства автоматически срабатывает функция самодиагностики. В колонных кондиционерах, оснащенных жалюзи, предусмотрена возможность автоматической смены направления воздуха вправо-влево. Также могут регулироваться такие параметры, как интенсивность и скорость воздушных потоков.

В некоторых моделях колонных сплит-систем имеется встроенный электростатический фильтр, улавливающий мельчайшие частички пыли, бактерии и проч. Работа колонной сплит-системы может регулировать-

ся при помощи пульта дистанционного управления и посредством панели, расположенной на внутреннем блоке.

Не реже одного раза в месяц необходимо осуществлять техническое обслуживание кондиционера. Сезонное техническое обслуживание следует проводить регулярно один раз в 6 месяцев.

Также требуется производить ежеквартальное техобслуживание. Столь частая периодичность подобных работ связана с тем, что колонные кондиционеры обычно используются в общественных местах, где климатическая техника подвергается повышенным нагрузкам.

Периодически корпус кондиционера следует очищать от пыли и грязи — для этого достаточно протирать его сухой или влажной тканью. Также необходимо регулярно чистить или менять воздушный фильтр. Для того, чтобы почистить фильтр, нужно снять воздухозаборную решетку, вынуть фильтр и либо промыть, либо протереть его. Если он загрязнен очень сильно, можно промыть его теплой водой или очистить при помощи пылесоса. Затем фильтр следует просушить, после чего его устанавливают на место.

Следует помнить, что при уходе за любым кондиционером нельзя использовать сильные растворители, а также моющие средства, содержащие значительное количество кислот или щелочей.

Существует достаточно распространенное мнение, что кондиционеры способствуют развитию простудных заболеваний.

Однако если следовать рекомендациям специалистов, можно легко избежать переохлаждения и его неприятных последствий: просто не нужно находиться в течение длительного времени под прямым потоком охлажденного воздуха.

Также стоит отметить еще один нюанс, а именно — не следует оставлять различные предметы вблизи воздухораспределительной решетки внешнего блока, так как это может способствовать повышению уровня шума.

Монтаж и демонтаж, а также ремонт колонных сплит-систем следует поручить профессионалам, которые смогут правильно рассчитать, где лучше установить устройство и какие коммуникации понадобятся для подключения.

Таким образом, к достоинствам колонных кондиционеров можно отнести:

- возможность обслуживания помещений большой площади;
- современный стильный дизайн;
- то, что устройство не занимает стен и потолков;
- особую конструкцию, позволяющую избегать прямой подачи охлажденных потоков воздуха;
- относительно невысокую стоимость;
- удобство монтажа.

## Дополнительные функции кондиционера

Производители регулярно предлагают новые модели кондиционеров, оснащенные разнообразными техническими новшествами. Но, увы, многие владельцы кондиционеров, как показывает статистика, используют эти возможности только на 5–10%, не зная, в чем заключаются режимы и функции, имеющиеся у того или иного устройства. Таким образом, современные технические усовершенствования, позволяющие легко удовлетворить основные запросы потребителей (охлаждение, нагрев, вентиляция, осушение, увлажнение воздуха), нередко остаются невостребованными. А на-

прасно, ведь разнообразные функции современного климатического оборудования позволяют без особых усилий создать комфортную обстановку в помещении.

Рассмотрим наиболее распространенные функции, которыми могут быть снабжены современные кондиционеры.

Таймер сна «Sleep mode» (иногда его называют также «Econo mode») позволяет создать наиболее оптимальные условия для отдыха, одновременно экономя электроэнергию. После нажатия этой кнопки температура воздуха в помещении некоторое время постепенно снижается на 2 °С. При достижении заданного уровня температура в течение времени, установленного таймером, поддерживается с точностью +/-2 °С; затем кондиционер автоматически отключается. В режиме «Sleep mode» вентилятор внутреннего блока работает с минимальной скоростью для снижения уровня шума. Этот режим имеется практически во всех современных кондиционерах.

Нажатие кнопки «Swing» задает автоматическое движение воздухораспределительных жалюзи вверх-вниз, что способствует более равномерному распределению воздуха в помещении.

Кнопка «Air Flow Direction» позволяет зафиксировать воздушные заслонки в определенном положении. Кнопки управления жалюзи нередко снабжаются рисунком, иллюстрирующим сущность выполняемых операций. Функцией включения автоколебаний жалюзи оснащены практически все современные модели кондиционеров.

Обычно кондиционеры оснащаются одним 24-часовым таймером, посредством которого можно задать время включения и выключения устройства в заданном режиме. Однако некоторые модели кондиционеров могут иметь, например, таймер на 12 часов или два

таймера (один на включение, другой — на выключение). Эта функция имеется практически во всех современных кондиционерах.

Режим «Turbo» (также может обозначаться как «Jet Cool» или «Powerful») используется для скорейшего выхода на режим. При включении этой кнопки кондиционер начинает работать на 110–120% номинальной мощности, пока необходимая температура не будет достигнута. Следует отметить, что в подобном режиме кондиционер может работать не более 30 мин. В инверторных моделях этот режим выполняется автоматически. Этот режим присутствует во многих современных моделях климатического оборудования.

При включении кнопки «I Feel» точка измерения температуры переносится с внутреннего блока на пульт управления, т. е. устройство будет поддерживать заданную температуру в том месте, где находится пульт; направление воздушного потока при этом не меняется. Пользоваться функцией «I Feel» стоит лишь тогда, когда в помещении находится только один человек. Дело в том, что если пользователь, находящийся в дальнем углу, выставил +20 °С в режиме охлаждения, те, кто находится ближе к внутреннему блоку, окажутся в зоне еще более низких температур. Режим «I Feel» используется в кондиционерах Airwell, Ballu, Electra, Mitsubishi Electric, Panasonic, Tadiran.

Инфракрасный сенсор присутствия «Intelligent Eye» реагирует нам присутствие в помещении людей или животных. Если автоматика фиксирует легкое шевеление хотя бы раз в 20 мин, кондиционер продолжает работать в обычном режиме. Если в помещении никого нет, устройство самостоятельно переходит на экономичный режим, и температура поддерживается с меньшей точностью, +/-2 °С от заданного уровня, что позволяет экономить до 20–30% электроэнергии. Сенсор

«Intelligent Eye» используется в климатическом оборудовании компании Daikin. Сходным образом работает кондиционер Haier, снабженный сенсором «Smart Eye», только он при отсутствии людей в помещении отключается, а при выключении света в помещении автоматически переходит на экономичный режим. При включении света, с рассветом или при появлении людей в помещении такой кондиционер снова переходит на обычный режим работы. В 2003 г. аналогичный режим стал применяться и в кондиционерах Gree.

В кондиционерах DeLonghi и LG используется GSM-устройство, которое позволяет управлять кондиционером на расстоянии при помощи мобильного телефона.

Еще один дополнительный режим работы кондиционера — осушение воздуха, при котором излишняя влага удаляется из воздуха без его охлаждения или при незначительном охлаждении. Этот режим может оказаться достаточно полезным при повышенной влажности воздуха, например, в прохладную дождливую погоду.

Функция группового и централизованного управления может применяться для мощных полупромышленных кондиционеров (кассетных, канальных, колонных, напольно-потолочных). Это удобно, если в большом помещении установлено несколько устройств.

Ряд дополнительных функций в современных кондиционерах выполняется автоматически.

Функция «Auto Restart» служит для возобновления работы кондиционера в прежнем режиме после кратковременного отключения электроэнергии. Обычно в «памяти» кондиционера, снабженного этой функцией, параметры настройки сохраняются в течение 48 часов.

Функция «Hot Start» действует, когда кондиционер включён на обогрев при отрицательной температуре наружного воздуха. Первые несколько минут вентилятор внутреннего блока не включается, чтобы предотвратить подачу в помещение слишком холодного воздуха.

При наличии специального блока — инвертора — возможно осуществление инверторного управления мощностью кондиционера. Инвертор плавно регулирует частоту оборотов компрессора в зависимости от того, какая мощность необходима. В отличие от инверторных моделей, компрессор обычного кондиционера работает короткими включениями на полную мощность. Использование инверторов позволяет быстрее достигать заданного уровня температуры, который в дальнейшем поддерживается с более высокой точностью (колебания составляют всего +/–0,5 °С), чем в обычных кондиционерах (колебания +/–1 °С). Благодаря плавности работы инверторные компрессоры более долговечны и экономичны, чем обычные, кроме того, они используют более низкие пусковые токи, что особенно важно при наличии большого количества кондиционеров в зданиях со слабой проводкой. Так как кондиционеры инверторного типа большую часть времени работают на малой скорости вентилятора внутреннего блока, они производят меньше шума, чем обычные модели.

Функция фильтрации может включать тонкую очистку и дезодорацию воздуха, а также устранение запахов при включении. Очистка воздуха с помощью фильтров осуществляется во всех кондиционерах, однако эффективность фильтров различна. Обычно очистка считается тонкой, когда фильтр кондиционера удаляет из воздуха частицы размером до 0,01 мкм. Очистка воздуха от неприятных запахов производится с по-

мощью дополнительных дезодорирующих фильтров. При включении кондиционера его теплообменник сначала автоматически очищается, и лишь после этого кондиционер начинает работать. Если кондиционер долго не включали, на теплообменнике скапливаются пыль и другие загрязнения, из-за чего при включении устройства может появиться неприятный запах. Функция устранения запахов при включении призвана решить эту проблему.

Если температура наружного воздуха опускается ниже +5 °С, внешний блок кондиционера может покрыться льдом, что ухудшит теплообмен.

Во избежание этого при наличии риска обмерзания теплообменника периодически включается система автоматического размораживания.

В данном случае кондиционер в течение 5–10 мин функционирует в режиме охлаждения без включения вентилятора внутреннего блока, в результате чего теплообменник внешнего блока нагревается и оттаивает.

Некоторые кондиционеры снабжены дополнительным термостатом, который находится на пульте дистанционного управления. В подобном случае замер температуры производится в двух точках, а именно, на внутреннем блоке и на пульте дистанционного управления, что позволяет выбирать оптимальный режим работы кондиционера и точнее поддерживать заданную температуру.

Следует отметить и такой момент, как снижение уровня шума, ведь многие частные пользователи приобретают кондиционеры, чтобы обеспечить комфортные условия сна. Чтобы добиться более тихой работы кондиционеров, были произведены значительные изменения внутреннего блока. В частности, у настенных сплит-систем внутренние блоки стали заметно толще, чтобы получить место для размещения вентилятора

большего диаметра. В результате современные кондиционеры Daikin, Haier, Mitsubishi Electric, Mitsubishi Heavy, Panasonic характеризуются минимальным уровнем шума в 26 дБ (А), новейшие модели Toshiba и четырехпоточные кондиционеры Airwell и Electra — 25 дБ (А), Gree — 24 дБ (А), а инверторные модели Mitsubishi Electric — всего 22 дБ (А). Чтобы добиться таких результатов, во фреоновые трубопроводы были установлены шумоглушители, и кондиционеры стали работать практически бесшумно.

***Таблица уровней шума***

| **Уровень шума, дБ** | **Характеристика** | **Аналогия** |
|---|---|---|
| 160 | Невыносимый шум | Самолет при взлете |
| 90 | | Крик |
| 70 | Шум, который невозможно не замечать | Громкий разговор (5 м) |
| 60 | Шум, который не причиняет неудобств | Негромкий разговор (не более 3 м) |
| 50 | | |
| 45 | Практически не слышно | Разговор на расстоянии 10 м |
| 40 | | |
| 35 | Очень тихо | |
| 30 | | Шепот, различимый с расстояния 5 м |
| 25 | Неслышимый звук | Шелест крыльев бабочки |
| 20 | Тишина | Тихий сад |

# Техническое обслуживание систем вентиляции и кондиционирования

В процессе эксплуатации систем вентиляции и кондиционирования воздуха необходимо выполнение следующих работ:

- подготовка к работе в соответствии со временем года;
- подготовка к пуску в нужном режиме;
- включение и выключение;
- контроль работающего оборудования;
- устранение неисправностей или нарушений работы оборудования.

Подготовка систем к работе в зимний период включает:

- защиту помещения от проникновения наружного холодного воздуха через двери, вентиляционные и другие отверстия;
- проверку состояния утепленных клапанов в вентиляционных отверстиях и на воздуховодах, которые сообщаются с внешней средой, а также исправности систем управления ими;
- промывку и заправку масляных фильтров маслом с низкой температурой замерзания;
- проверку технического состояния калориферов и трубопроводов теплоносителя;
- очистку теплообменной поверхности калориферов от пыли и др. загрязнений;
- проведение пробного пуска калориферной установки непосредственно перед началом зимней эксплуатации;

- проверка и приведение в рабочее состояние системы защиты калориферных установок от замерзания при аварийном прекращении подачи теплоносителя или снижении его температуры.

Кроме вышеперечисленных мероприятий, являющихся общими для систем вентиляции и кондиционирования воздуха, при подготовке к зимней эксплуатации систем кондиционирования следует провести подготовку кондиционеров и входящих в их состав устройств (камер орошения, воздухонагревателей, систем теплоснабжения и др.). Необходимо проверить работу камер орошения в режиме адиабатного увлажнения воздуха. Воздухонагреватели и системы теплоснабжения подготавливают к зиме в соответствии с правилами проверки и подготовки калориферов.

Подготовка систем к работе в летний период включает:

- проверку исправности системы холодоснабжения (холодильных машин, насосов, трубопроводов и т. п.);
- опробование работы холодильных машин, камер орошения, воздухоохладителей.

В местностях с жарким климатом возможен перегрев помещений, поэтому нужно провести такие защитные мероприятия, как забеливание облучаемых солнцем поверхностей, устройство тентов и т. п.

Подготовка систем к пуску включает:

- проверку исходного положения выключателей, ключей и тумблеров на пультах управления;
- проверку исходного положения воздушных клапанов, шиберов, вентилей;
- проверку на предмет отсутствия посторонних предметов в камерах и на оборудовании, а также

проверку плотности закрытия камер, люков в кондиционерах и воздуховодах;

- проверку исправности передач от двигателей к вентиляторам и насосам.

Пуск систем вентиляции и кондиционирования осуществляется строго определенными лицами, которые обязаны соблюдать необходимые правила и последовательность включения отдельных устройств. Несоблюдение этих правил может стать причиной нарушения режима работы систем, порче оборудования и аварий.

Существует ряд основных правил, которых необходимо придерживаться при работе с системами вентиляции и кондиционирования воздуха:

- включение приточных и общеобменных вытяжных систем осуществляется за 10–15 мин до начала работы в производственном помещении; сначала включают вытяжные системы, затем приточные (в помещениях с подпором воздуха включения систем производится в обратном порядке);
- выключение приточных и общеобменных вытяжных установок осуществляется через 10–20 мин после завершения работ в помещении;
- включение местных вытяжных установок производится за 3–5 мин до начала работы технологического оборудования, а выключение — через 3–5 мин после окончания его работы.

Порядок включения и выключения систем указывается в инструкциях по эксплуатации. Иногда он может отклоняться от указанных выше правил.

Обычно включение центральной системы кондиционирования воздуха производится в следующем порядке:

- сначала проводится замер параметров наружного воздуха и воздуха в помещениях, а затем, в соответствии с моделью системы, определяется режим работы системы;
- осуществляется пуск или приведение в рабочее состояние оборудования, обеспечивающего работу системы в заданном режиме (холодильных машин, бойлеров системы теплоснабжения и т. п.);
- производится проверка состояния воздушных фильтров;
- производится проверка положения утепленного клапана (который в холодный период при неработающей системе должен быть закрыт);
- производится проверка подачи теплоносителя к воздухонагревателям и калориферам, холодоносителя — к воздухоохладителям, а также проверка параметров тепло- и холодоносителей;
- производится включение системы автоматического управления;
- производится включение насоса камеры орошения или поверхностного воздухоохладителя;
- производится включение вентиляторов;
- производится проверка соответствия работы системы заданному режиму.

Приточные системы вентиляции включаются в аналогичной последовательности, но с учетом имеющегося оборудования (калориферов, фильтров, клапанов и др.).

После включения системы вентиляции следует проверить, открыты ли проходные клапаны в воздуховодах, удостовериться в правильности работы фильтров, форсунок камеры орошения, проверить показания термометров на трубопроводах тепло- и холодоносите-

лей, работу вентилятора и соответствие показателей контрольно-измерительных приборов заданному режиму.

Выключение систем также производится в определенном порядке:

- выключают вентилятор;
- выключают насос камеры орошения и воздухоохладителя;
- выключают систему автоматического регулирования;
- выключают холодильное и другое оборудование.

После выключения систем следует убедиться в том, что:

- утепленные клапаны закрыты;
- самоочищающиеся фильтры остановлены;
- системы автоматической защиты водяных калориферов от замерзания выключены.

Если система автоматической защиты калориферов от замерзания отсутствует, для обеспечения постоянного минимального притока теплоносителя в калориферы следует открыть вентиль на обводных линиях у регулирующих клапанов. Паровые калориферы замерзают редко, поэтому их полностью выключают после полного слива конденсата.

При автоматическом включении и выключении систем вентиляции и кондиционирования по командным сигналам датчиков либо вместе с включением или выключением технологического оборудования необходима лишь подготовка систем и оборудования к работе.

Контроль работы систем необходим для проверки эффективности работы систем и исправности оборудования.

Контроль эффективности работы систем производится на основе измерения параметров воздуха (температуры, относительной влажности и подвижности воздуха), формирующихся в результате работы систем. Если выявлены какие-либо отклонения параметров воздуха от допускаемых значений, следует произвести проверку производительности системы по воздуху, распределения воздуха по помещениям, параметров приточного воздуха, выявить причины отклонений и устранить их.

Контроль исправности оборудования осуществляется с пульта управления по показаниям приборов дистанционного контроля и на месте. При осуществлении контроля работы систем необходимо:

- при контроле работы вентиляторов — произвести проверку правильности направления вращения рабочего колеса вентилятора, плавности хода рабочего колеса и наличия вибрации вентилятора, состояния смазки подшипников, надежности соединения вентилятора с электродвигателем, температуру корпуса электродвигателя и подшипников;
- при контроле работы воздухонагревательных установок и воздухоохладителей — произвести проверку количества обрабатываемого воздуха и его параметров, параметров тепло- или холодоносителя, состояния всех элементов системы регулирования; в особенности следует обратить внимание предотвращению замораживания воздухонагревателей;
- при контроле работы камер орошения центральных кондиционеров — осуществить проверку соответствия параметров обрабатываемого воздуха режиму работы систем, состояния форсунок и качества распыла воды, состояния и надежности работы всех элементов системы регулирования,

состояния фильтров, очищающих рециркуляционную воду;

- при контроле противопылевых фильтров — осуществить проверку герметичности всех соединений, аэродинамического сопротивления фильтров потоку воздуха и своевременно производить замену фильтрующих кассет.

Помимо этого в зависимости от особенностей конкретной системы может осуществляться контроль и других параметров.

Бесперебойность и эффективность работы систем вентиляции и кондиционирования воздуха определяется тем, насколько правильно организованы техническое обслуживание и ремонт оборудования. Техническое обслуживание и ремонт систем вентиляции и кондиционирования воздуха подразумевает их обслуживание в период между ремонтами, периодические плановые профилактические и ремонтные работы.

Техническое обслуживание систем вентиляции и кондиционирования воздуха носит профилактический характер, способствует правильной эксплуатации систем и заключается в регулярном наблюдении за их состоянием, устранении мелких неисправностей, смазке трущихся частей, своевременном регулировании работы систем, наблюдении за параметрами приточного воздуха и воздуха в помещениях.

Периодический плановый осмотр осуществляется в соответствии с графиком для проверки технического состояния системы и ее отдельных элементов, а также своевременного выявления дефектов, которые подлежат устранению при очередном ремонте. В ходе осмотра производятся частичная чистка оборудования и устранение незначительных дефектов, смазка трущихся

частей. Следует иметь в виду, что осмотр не должен становиться причиной простоя системы, поэтому он производится в период, когда система не работает.

Текущий и капитальный ремонты систем вентиляции и кондиционирования являются основными разновидностями планово-предупредительного ремонта.

Текущий ремонт производится в процессе эксплуатации систем с целью обеспечения их работоспособности. Такой ремонт заключается в замене и восстановлении отдельных изношенных частей, регулировке отдельных элементов и устранении небольших дефектов и повреждений, выявленных при осмотре. Задачей текущего ремонта является обеспечение нормальной работы систем до очередного планового ремонта. Как правило, текущий ремонт осуществляется без снятия оборудования с места установки.

Капитальный ремонт осуществляется с целью восстановления исправности оборудования и полного или почти полного восстановления ресурса устройства с заменой или восстановлением его частей, включая базовые, с необходимой регулировкой. В ходе капитального ремонта полностью разбираются все основные узлы системы, заменяются или восстанавливаются все изношенные детали и узлы. После капитального ремонта производится регулировка устройства, которое затем подвергается техническим испытаниям, а если потребуется, дополнительно испытаниям на эффективность.

# Цены на вентиляционное оборудование и системы кондиционирования воздуха

## Прайс-лист на вентиляторы

***Канальные вентиляторы для круглых каналов***

| Модель | Расход, $м^3/ч$ | Сила тока, А | Размеры, мм | Цена, $ |
|---|---|---|---|---|
| K 100 M | 195 | 0,11 | 201×192 | 113 |
| K 100 XL | 245 | 0,32 | 244×177 | 123 |
| K 125 M | 215 | 0,11 | 201×180 | 113 |
| K 125 XL | 320 | 0,34 | 244×175 | 123 |
| K 160 M | 450 | 0,33 | 284×190 | 125 |
| K 160 XL | 705 | 0,47 | 334×215 | 152 |
| K 200 M | 775 | 0,47 | 334×200 | 151 |
| K 200 L | 955 | 0,83 | 334×230 | 188 |
| K 250 M | 800 | 0,46 | 334×180 | 153 |
| K 250 L | 1005 | 0,84 | 334×210 | 188 |
| K 315 M | 1340 | 0,94 | 401×260 | 242 |
| haK 315 L | 1660 | 1,39 | 401×265 | 270 |

### *Вытяжные канальные вентиляторы, предназначенные для монтажа на стене*

| Модель | Расход, $м^3/ч$ | Сила тока, А | Размеры, мм | Цена, $ |
|---|---|---|---|---|
| K 100 M | 195 | 0,11 | 201×192 | 113 |
| K 100 XL | 245 | 0,32 | 244×177 | 123 |
| K 125 M | 215 | 0,11 | 201×180 | 113 |
| K 125 XL | 320 | 0,34 | 244×175 | 123 |
| K 160 M | 450 | 0,33 | 284×190 | 125 |
| K 160 XL | 705 | 0,47 | 334×215 | 152 |
| K 200 M | 775 | 0,47 | 334×200 | 151 |
| K 200 L | 955 | 0,83 | 334×230 | 188 |
| K 250 M | 800 | 0,46 | 334×180 | 153 |
| K 250 L | 1005 | 0,84 | 334×210 | 188 |
| K 315 M | 1340 | 0,94 | 401×260 | 242 |
| haK 315 L | 1660 | 1,39 | 401×265 | 270 |

### *Вытяжные канальные вентиляторы, предназначенные для монтажа на стене*

| Модель | Расход, $м^3/ч$ | Сила тока, А | Размеры, мм | Цена, $ |
|---|---|---|---|---|
| KV 100 M | 195 | 0,11 | 284×145 | 117 |
| KV 100 XL | 245 | 0,32 | 334×150 | 123 |
| KV 125 M | 215 | 0,11 | 284×150 | 117 |
| KV 125 XL | 320 | 0,34 | 334×145 | 123 |
| KV 160 M | 450 | 0,33 | 374×135 | 125 |
| KV 160 XL | 705 | 0,47 | 424×155 | 152 |
| KV 200 M | 775 | 0,47 | 424×150 | 151 |

| Модель | Расход, $м^3/ч$ | Сила тока, А | Размеры, мм | Цена, $ |
|---|---|---|---|---|
| KV 200 L | 955 | 0.83 | 424×180 | 188 |
| KV 250 M | 800 | 0,46 | 424×150 | 154 |
| KV 250 L | 1005 | 0,84 | 424×180 | 191 |
| KV 315 M | 1340 | 0,94 | 489×170 | 242 |
| KV 315 L | 1660 | 1,39 | 489×180 | 270 |

### *Канальные вентиляторы в изолированном корпусе*

| Модель | Расход, $м^3/ч$ | Сила тока, А | Размеры, мм | Цена, $ |
|---|---|---|---|---|
| KVKE 125 | 340 | 0,32 | 442×405×246 | 393 |
| KVKE 160 | 530 | 0,42 | 505×454×266 | 446 |
| KVKE 200 | 835 | 0,79 | 505×454×303 | 498 |
| 94689 KVKE 250 L | 1135 | 1.10 | 596×550×359 | 642 |
| KVKE 315 M | 1585 | 1,22 | 706×652×430 | 813 |
| KVKE 315 L | 2195 | 2.15 | 706×652×430 | 912 |

## *Канальные вентиляторы с диагональными рабочими колесами*

| Модель | Расход, $м^3/ч$ | Сила тока, А | Размеры, мм | Цена, $ |
|---|---|---|---|---|
| KD 315 XL1 | 2765 | 1,29 | 455×484 | 659 |
| KD 355 M1 | 3055 | 1,30 | 455×435 | 658 |
| KD 355 XL1 | 4080 | 2,00 | 503×516 | 1126 |
| 89 KD 355 XL3 | 4360 | 0,91 | 503×516 | 810 |
| KD 400 M1 | 4160 | 2,03 | 503×480 | 1126 |
| KD 400 M3 | 4470 | 0,93 | 503×480 | 1056 |
| KD 400 XL1 | 6155 | 4,30 | 560×602 | 1558 |
| KD 400 XL3 | 6400 | 1,61 | 560×602 | 1493 |
| KD 450 M1 | 6620 | 4,67 | 560×559 | 1567 |
| KD 450 M3 | 6640 | 1,62 | 560×559 | 1607 |
| KD 450 XL1 | 8460 | 6,20 | 717×742 | 2253 |
| KD 450 XL3 | 8150 | 2,20 | 717×742 | 2288 |
| KD 500 M1 | 8530 | 6,10 | 717×699 | 2274 |
| KD 500 M3 | 8440 | 2,23 | 717×699 | 2308 |

## *Канальные вентиляторы для прямоугольных каналов*

| Модель | Расход, $м^3/ч$ | Сила тока, А | Размеры, мм | Цена, $ |
|---|---|---|---|---|
| KE 40-20-4 | 925 | 1,00 | 440×502×240 | 427 |
| KE 50-25-4 | 1725 | 2,51 | 540×532×290 | 607 |
| KE 50-30-4 | 2170 | 3,40 | 540×562×340 | 789 |
| KE 60-30-4 | 2890 | 5,33 | 640×642×340 | 999 |
| KT 40-20-4 | 1325 | 0,52 | 440×502×240 | 433 |
| KT 50-25-4 | 1925 | 0,95 | 540×532×290 | 572 |
| KT 50-30-4 | 2345 | 1,41 | 540×562×340 | 649 |
| KT 60-30-4 | 3430 | 2,36 | 640×642×340 | 941 |
| KT 60-35-6 | 3790 | 1,81 | 640×717×390 | 974 |
| KT 60-35-4 | 4430 | 4,12 | 640×717×390 | 1148 |
| KT 70-40-4 | 5110 | 6,04 | 740×787×440 | 1774 |
| KT 80-50-6 | 7550 | 4,91 | 840×880×540 | 1936 |
| KT 80-50-4 | 6965 | 8,10 | 840×880×540 | 2640 |
| KT 100-50-6 | 8895 | 6,80 | 1040×980×540 | 2326 |

### *Канальные вентиляторы с выдвижной дверцей*

| Модель | Расход, м³/ч | Сила тока, А | Размеры, мм | Цена, $ |
|---|---|---|---|---|
| RS 40-20 L1 | 1365 | 0,96 | 440×502×240 | 463 |
| RS 50-25 | 1485 | 0,60 | 540×532×290 | 635 |
| RS 60-35 M1 | 3575 | 1,80 | 640×717×390 | 1196 |
| RS 60-35 M3 | 3390 | 0,54 | 640×717×390 | 1046 |
| RS 70-40 L3 | 5675 | 1,56 | 740×787×440 | 1275 |
| RS 80-50 L3 | 10005 | 3,13 | 840×882×541 | 2071 |
| RS 100-50 L3 | 13620 | 4,51 | 1040×982×541 | 2281 |

### *Центробежные вентиляторы с выдвижной дверцей*

| Модель | Расход, м³/ч | Сила тока, А | Размеры, мм | Цена, $ |
|---|---|---|---|---|
| CKS 355 1 | 2910 | 1,59 | 590×243×668 | 1132 |
| CKS 355 3 | 2845 | 0,48 | 590×243×668 | 982 |
| CKS 400 1 | 4450 | 2,64 | 658×266×748 | 1207 |
| CKS 400 3 | 4570 | 1,05 | 658×266×748 | 1069 |
| CKC 450 3 | 5945 | 1,52 | 734×294×837 | 1249 |

| Модель | Расход, $м^3/ч$ | Сила тока, А | Размеры, мм | Цена, $ |
|---|---|---|---|---|
| CKS 500 3 | 8780 | 2,76 | 810×317×926 | 1667 |
| CKS 560 3 | 11905 | 4,31 | 900×342×1033 | 2157 |

### *Крышные вентиляторы*

| Модель | Расход, $м^3/ч$ | Сила тока, А | Размеры, мм | Цена, $ |
|---|---|---|---|---|
| TFER 315 L | 1360 | 1,43 | 502×290 | 415 |
| TFE 315-4 | 1780 | 0,66 | 780×415 | 726 |
| TFE 355-4 | 2600 | 1,42 | 780×415 | 943 |
| TFE 400-4 | 3930 | 2,16 | 900×470 | 1056 |
| TFE 450-4 | 5100 | 3,30 | 900×470 | 1233 |
| TFD 450-6 | 3630 | 0,60 | 900×470 | 1153 |
| TFD 450-4 | 5140 | 1,30 | 900×470 | 1201 |
| TFD 500-6 | 4510 | 0,85 | 900×470 | 1304 |
| TFD 500-4 | 6950 | 2,19 | 900×470 | 1611 |
| TFD 560-6 | 7510 | 1,47 | 1200×600 | 2024 |
| TFD 630-6 | 9400 | 2,27 | 1200×600 | 2277 |

### *Цены на вентиляторы по видам*

| Наименование | Стоимость, руб. |
|---|---|
| Вентилятор низкого давления ВЦ 4-75 | 3512 |
| Вентилятор среднего давления ВЦ 14-46 | 3196 |
| Вентилятор высокого давления ВЦ 6-28 | 17927 |
| Вентилятор крышный ВКРМ | 5945 |
| Вентилятор пылевой ВЦП | 7346 |
| Вентилятор осевой ВО 12-300 | 1896 |

### *Цены на приточные установки Breezart с электрическим калорифером*

| Наименование | Производительность, $м^3/ч$ | Полное ятатическое давление, Па | Размеры, мм | Цена, руб. |
|---|---|---|---|---|
| Breezart 350 Lux | 400 | 400 | 430×230×660 | 56200 |
| | | | | 57100 |
| Breezart 500 Lux | 550 | 520 | | 57800 |
| | | | | 58600 |
| Breezart 1000 MC | 1000 | 420 | 464×315×1157 | 69600 |
| | | | | 70900 |
| | | | | 72000 |
| | | | | 73300 |

| Наименование | Производительность, м³/ч | Полное ятатическое давление, Па | Размеры, мм | Цена, руб. |
|---|---|---|---|---|
| Breezart 2000 MC | 2000 | 420 | 620×310×1120 | 91700 |
| | | | | 95400 |
| | | | | 102800 |
| Breezart 2500 MC | 2500 | 285 | 750×500×1600 | 108500 |
| | | | | 117800 |
| | | | | 120300 |
| Breezart 3500 MC | 3500 | 245 | 750×500×1600 | 117000 |
| | | | | 125600 |
| | | | | 134600 |
| Breezart 4500 Lux Inverter | 4500 | 950 | 670×670×1550 | 152400 |
| | | | | 161300 |

***Цены на приточные установки Breezart, оснащенные водяным калорифером***

| Наименование | Производительность, м³/ч | Мощность калорифера, кВт | Размеры, мм | Цена, руб. |
|---|---|---|---|---|
| Breezart 1000 Aqua | 1000 | 19 | 742×310×929 | 126400 |
| Breezart 2000 Aqua | 2000 | 36 | 840×360×975 | 151800 |
| Breezart 2500 Aqua | 2500 | 49 | 1070×500×1250 | 156200 |

| Наименование | Производительность, $м^3/ч$ | Мощность калорифера, кВт | Размеры, мм | Цена, руб. |
|---|---|---|---|---|
| Breezart 3500 Aqua | 3500 | 63 | 1070×500×1250 | 165400 |
| Breezart 4500 Aqua Inverter | 4500 | 96 | 1000×670×1550 | 197800 |
| Breezart 6000 Aqua Inverter | 6000 | 96 | 1000×670×1550 | 245500 |
| Breezart 8000 Aqua Inverter | 8000 | 164 | 1085×1040×1670 | 308800 |
| Breezart 10000 Aqua Inverter | 10000 | 192 | 1085×1040×1670 | 267800 |
| Breezart 12000 Aqua Inverter | 12000 | 218 | 1085×1040×1670 | 285200 |
| Breezart 16000 Aqua Inverter | 16000 | 255 | 1925×1335×1285 | 369500 |

### *Аксессуары для приточных установок Breezart*

| Наименование | Описание | Цена, руб. |
|---|---|---|
| Пульт Breezart 20 10 | Универсальный пульт с подсветкой дисплея, подходит для всех приточных установок Breezart, выпускаемых с 2010 г. | 2900 |

| Наименование | Описание | Цена, руб. |
|---|---|---|
| Пульт Zentec Zt-033 | Дополнительный пульт, подходит для всех приточных установок Breezart, выпускаемых с 2010 г., требуется контроллер с двумя портами | 3900 |
| Таймер Real-Time Clock | Дополнительный энергонезависимый таймер, при использовании которого часы в пульте управления при сбое питания не сбрасываются; подходит для пультов управления, выпускаемых с 2010 г. | 700 |
| Адаптер Breezart BS A-01 | Предназначен для подключения приточной установки к USB-порту компьютера для управления пультом управления с помощью специальной программы BSA, в комплекте с которой и поставляется; подходит для пультов управления, выпускаемых с 2010 г. | 6150 |

## *Фильтры класса EU4 для приточных установок Breezart*

| Наименование | Описание | Цена, руб. |
|---|---|---|
| EU4-500 Lux | Фильтр для Breezart 350/500 Lux | 380 |
| EU4-500 | Фильтр для приточных установок Breezart 350/500 устаревших серий (Комфорт, Стандарт) | 740 |
| EU4-1000 | Фильтр для приточных установок серии Breezart 1000 MC | 790 |
| EU4-1000 B | Фильтр для приточных установок устаревшей серии Breezart 1000B | 910 |

| | | |
|---|---|---|
| EU4-1000 Aqua | Фильтр для приточных установок серии Breezart 1000 Aqua | 540 |
| EU4-2000 | Фильтр для приточных установок серии Breezart 2000 MC | 910 |
| EU4-2000 B | Фильтр для приточных установок устаревшей серии Breezart 2000B | 910 |
| EU4-2000 Aqua | Фильтр для приточных установок серии Breezart 2000 Aqua | 680 |
| EU4-3500 | Фильтр для приточных установок серий: 2500/2500B/2500 Aqua, 3500/3500B/3500 Aqua | 1150 |

### *Дополнительные фильтры тонкой очистки*

| Наименование | Описание | Цена, руб. |
|---|---|---|
| Filter-Case-500 | Корпус для дополнительного фильтра тонкой очистки F7-Fine или F7-Carbon | 7100 |
| F7-Fine | Фильтр тонкой очистки класса F7 | 740 |
| F7-Carbon | Угольно-пылевой фильтр тонкой очистки класса F7 | 4250 |

### *Приточные установки VentMachine*

| **Наименование** | **Производительность, $м^3/ч$** | **Мощность калорифера, кВт** | **Описание** | **Цена, руб.** |
|---|---|---|---|---|
| Селенга | 140 | 1,2 | Пылевой фильтр EU9, угольный фильтр | 19700 |

| Наименование | Производительность, м³/ч | Мощность калорифера, кВт | Описание | Цена, руб. |
|---|---|---|---|---|
| Сфера | 120 | 2 | Пылевой фильтр EU4, фотокаталитический фильтр | 38000 |
| ВМ-200 | 200 | 2 | Пылевой фильтр EU7, фотокаталитический фильтр, угольный фильтр | 70000 |

### *Канальные приточные установки VentMachine*

| Наименование | Производительность, м³/ч | Мощность калорифера, кВт | Описание | Цена, руб. |
|---|---|---|---|---|
| ПВУ-350 | 350 | 3 | Пылевой фильтр EU7, фотокаталитический фильтр, угольный фильтр; возможно наружное размещение | 80500 |
| Колибри New-700 | 700 | 8 | Пылевой фильтр EU5 | 71900 |
| Колибри New-1000 | 1000 | 12 | Пылевой фильтр EU5 | 81900 |

## *Фильтры для систем вентиляции*

| Наименование | Производительность, м³/ч | Описание | Цена, руб. |
|---|---|---|---|
| Патрон фотокаталитический | 300 | Дополнительный фильтр (D315×600 мм) тонкой очистки для систем вентиляции, включающий фотокаталитический и угольные фильтры | 17300 |
| Фотокаталитический очиститель воздуха | 600 | Дополнительный фильтр (610×580×296 мм) тонкой очистки для систем вентиляции, включающий фотокаталитический и угольные фильтры | 39800 |

## *Монтаж и обслуживание систем кондиционирования*

| Вид работ | Стоимость, руб. |
|---|---|
| Стандартный монтаж кондиционера | 6490-9950 |
| Стандартный монтаж второй мультисплит-системы | 11180-11680 |
| Стандартный монтаж третьей мультисплит-системы | 15600-16100 |
| Стандартный монтаж четвертой мультисплит-системы | 20190 |
| Стандартная установка кассетной сплит-системы | 9380-13100 |
| Установка колонного кондиционера | 14400-19800 |

| Вид работ | Стоимость, руб. |
|---|---|
| Установка зимнего пуска | 2100 |
| Установка помпы (без дренажного шланга) | 1100 |
| Установка защиты внешнего блока (с кондиционером/без него) | 660/930 |
| Дополнительная трасса без короба/в коробе п/м | 600/900-800/1100 |
| Пробивка одного дополнительного отверстия в бетоне | 500 |
| Пробивка одного дополнительного отверстия в гипсокартоне | 300 |
| Штроба в кирпиче, п/м | 790 |
| Штроба в бетоне, п/м | 1060 |
| Штроба монолит (высокоармированный), п/м | 1590 |
| Штроба под электрокабель (кирпич/монолит), п/м | 400/660 |
| Дополнительный электрокабель (в коробе/без), п/м, сечением до 3×1,5 мм$^2$ | 130/70 |
| Дополнительный электрокабель (в коробе/без), п/м, сечением до 5×2,5 мм$^2$ | 170/120 |
| Высотные работы (сплит-система) | 4000-5000 |
| Высотные работы (потолочный, кассетный, канальный) | 4500-5000 |
| Высотные работы (мульти сплит-система) | 6000 |
| Высотные работы (вторая, третья мульти сплит-система) | 4500 |

| Вид работ | Стоимость, руб. |
|---|---|
| Разбор/сборка подвесного потолка, мI | 260 |
| Заправка кондиционера R22/R410A | 2500 |
| Техобслуживание кондиционера (без учета высотных работ) | 4000 |

### *Цены на настенные сплит-системы*

| Наименование | Площадь охлаждения помещения, м²I | Описание | Цена оборудования, руб. |
|---|---|---|---|
| LG G07LHK | до 20 | антикоррозийное покрытие Gold Fin, низкий уровень шума, режим охлаждения/нагрева, используемый хладагент – R22 | 13844 |
| LG S07LHU | до 23 | ионизатор, система Allergy Free Plasma Filter, антикоррозионное покрытие Gold Fin, автоматическая очистка, автоматическая смена режимов, охлаждение/нагрев, хладагент – R22 | 16885 |
| LG S07LHQ | до 20 | антиаллергенный фильтр, фильтр Plasma, тройной воздушный фильтр, функция самоочищения, функция форсированного охлаждения Jet Cool, охлаждение/нагрев, хладагент – R22 | 17475 |

| Наименование | Площадь охлаждения помещения, м²I | Описание | Цена оборудования, руб. |
|---|---|---|---|
| LG C07LHE, LG C07LHH | до 20 | низкий уровень шума, охлаждение/ нагрев, система NEO Plasma Plus, цифровой контроль воздухораспределения, R22, легко заменяемая панель | 20811 |
| Panasonic CS-PC7G KD | до 21 | охлаждение, R22, фильтр SUPER alleru-buster, сочетающий три эффекта – антиаллергенный, антивирусный и антибактериальный | 16974 |
| Daikin FTK20G/ RK20G | до 20 | обтекаемая поверхность лицевой панели, многоступенчатая очистка воздуха, экономичный режим, инвертор, охлаждение, R-410A | 43187 |
| Daikin FTXS20G /RKS20G | до 20 | многоступенчатая очистка воздуха, экономичный режим, пульт управления с недельным таймером, инвертор, охлаждение, R-410A | 57032 |
| Daikin FTX20G/ RX20G | до 20 | обтекаемая поверхность лицевой панели, многоступенчатая очистка воздуха, экономичный режим, инвертор, охлаждение/нагрев, R-410A | 46316 |

## *Цены на оконные кондиционеры*

| Наименование | Цена, руб. |
|---|---|
| General Climate GCW-07HR | 9725 |
| General Climate GCW-09HR | 12724 |
| General Climate GCW-07CR | 11664 |
| General Climate GCW-12HR | 14997 |
| LG W09LH | 8241 |
| LG W18LH | 18996 |
| LG W12LH | 12846 |
| LG W07LC | 5393 |
| LG W05LC | 4241 |
| LG W22LH | 21389 |
| Samsung AW05N0C | 6453 |
| Samsung AW18PHB | 21540 |
| Samsung AW07N0C | 8513 |
| Samsung AZ12PHA | 17117 |
| Samsung AZ09PHB | 16027 |

# Извлечения из СП 7.13130.2009 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Противопожарные требования»

6. Пожарная безопасность систем вентиляции и кондиционирования

6.1 Механическую приточную вентиляцию с подачей наружного воздуха для создания избыточного давления круглосуточно и круглогодично следует предусматривать в помещениях машинных отделений лифтов зданий категорий А и Б, а также в тамбур-шлюзах:

- помещений категорий А и Б;
- помещений с выделением вредных газов или паров 1 и 2 классов опасности.

Устройство общего тамбур-шлюза для двух и более помещений категорий А и Б не допускается.

6.2 Приточно-вытяжную или вытяжную механическую вентиляцию следует предусматривать для приямков глубиной 0,5 м и более, а также для смотровых каналов, требующих ежедневного обслуживания и расположенных в помещениях категорий А и Б или в помещениях, в которых выделяются вредные газы, пары или аэрозоли удельным весом более удельного веса воздуха.

6.3 В системах местных отсосов концентрация удаляемых горючих газов, паров, аэрозолей и пыли в воздухе не должна превышать 50% НКПР при температуре удаляемой смеси.

6.4 Системы вытяжной общеобменной вентиляции с механическим побуждением для помещений категорий А и Б следует предусматривать с одним резервным вентилятором (для каждой системы или для нескольких систем), обеспечивающим расход воздуха, необходи-

мый для поддержания в помещениях концентрации горючих газов, паров или пыли, не превышающей 10% НКПР газо-, паро- и пылевоздушных смесей.

Резервный вентилятор допускается не предусматривать:

а) если при остановке системы общеобменной вентиляции может быть остановлено связанное с ней технологическое оборудование и прекращено выделение горючих газов, паров и пыли;

б) если в помещении предусмотрена аварийная вентиляция с расходом воздуха не менее необходимого для обеспечения концентрации горючих газов, паров или пыли, не превышающей 10% НКПР газо-, паро- и пылевоздушных смесей.

Если резервный вентилятор в соответствии с подпунктами а) и б) не установлен, то следует предусматривать включение аварийной сигнализации.

Системы местных отсосов взрывоопасных смесей следует предусматривать с одним резервным вентилятором (в том числе для эжекторных установок) для каждой системы или для двух систем, если при остановке вентилятора не может быть остановлено технологическое оборудование и концентрация горючих газов, паров и пыли превысит 10% НКПР.

Резервный вентилятор допускается не предусматривать, если снижение концентрации горючих веществ в воздухе помещения до 10% НКПР может быть обеспечено предусмотренной системой аварийной вентиляции.

6.5 Системы вентиляции, кондиционирования и воздушного отопления следует предусматривать отдельными для разных пожарных отсеков, а также для групп помещений, размещенных в пределах одного пожарного отсека, согласно 6.6—6.8.

Помещения одной категории по взрывопожарной опасности, не разделенные противопожарными прегра-

дами, а также имеющие открытые проемы общей площадью более 1 м$^2$ в другие помещения, допускается рассматривать как одно помещение.

6.6 Системы вентиляции, кондиционирования и воздушного отопления (далее — вентиляция) рекомендуется предусматривать общими для следующих групп помещений, размещенных в пределах одного пожарного отсека:

а) жилых;

б) общественных, административно-бытовых и производственных категории Д (в любых сочетаниях);

в) производственных одной из категорий А или Б, размещенных не более чем на трех (раздельно или последовательно расположенных) этажах;

г) производственных одной из категорий В1, В2, В3, В4, Г, Д или складов категории В4;

д) складов и кладовых одной из категорий А, Б, В1, В2 или В3, размещенных не более чем на трех (раздельно или последовательно расположенных) этажах;

е) категорий А, Б, В1, В2, В3 и В4 в любых сочетаниях и складов категорий А, Б, В1, В2, В3 и В4 в любых сочетаниях общей площадью не более 1100 м$^2$, если помещения размещены в отдельном одноэтажном здании и имеют двери только непосредственно наружу;

ж) категорий В4, Г и Д и складов категорий В4 и Д (в любых сочетаниях) при условии установки нормально открытых клапанов на воздуховодах, обслуживающих помещения категории В4.

6.7 В пределах одного пожарного отсека допускается объединять в одну систему вентиляции следующие группы помещений, присоединяя к основной группе помещений помещения другой группы:

а) к жилым — административно-бытовые или общественные (с учетом требований соответствующих нормативных документов);

б) к общественным (кроме помещений с массовым пребыванием людей) — административно-бытовые или производственные категорий В4, Г и Д;

в) к производственным категорий В4, Г и Д — административно-бытовые и общественные (кроме помещений с массовым пребыванием людей).

Группы помещений по а), б), в) допускается объединять в одну систему при условии установки противопожарного нормально открытого клапана на сборном воздуховоде присоединяемой группы помещений другого назначения.

К основной группе помещений следует относить группы помещений, общая площадь которых больше общей площади присоединяемых помещений. Общая площадь присоединяемых помещений должна быть не более 200 м$^2$.

6.8 Для лабораторных помещений общие приточные системы допускается предусматривать для групп помещений, расположенных не более чем на 11 этажах (включая технические и подвальные), категорий В1 — В4, Г, Д и административно-бытовых в любых сочетаниях, а также с присоединением к ним не более двух (на разных этажах) кладовых категории А (каждая площадью не более 36 м$^2$) для хранения оперативного запаса исследуемых веществ. На воздуховодах этих кладовых следует устанавливать противопожарные нормально открытые клапаны во взрывозащищенном исполнении с пределом огнестойкости не менее EI 30.

6.9 Системы местных отсосов вредных веществ или взрывопожароопасных смесей следует предусматривать отдельными от системы общеобменной вентиляции.

К круглосуточно работающей системе общеобменной вытяжной вентиляции, оборудованной резервным вентилятором, допускается присоединять местные отсосы вредных веществ, если не требуется очистка воздуха от них.

Общую вытяжную систему общеобменной вентиляции и местных отсосов допускается предусматривать:

- для одного лабораторного помещения научно-исследовательского и производственного назначения категорий В1—В4, Г и Д, если в оборудовании, снабженном местными отсосами, не образуются взрывоопасные смеси;
- для кладовой категории А оперативного хранения исследуемых веществ.

6.10 Системы общеобменной вытяжной вентиляции для помещений категорий В1 — В4, Г, Д, удаляющие воздух из 5-метровой зоны вокруг оборудования, содержащего горючие вещества, которые могут образовывать в этой зоне взрывопожароопасные смеси, следует предусматривать отдельными от других систем этих помещений.

6.11 Системы местных отсосов от технологического оборудования следует предусматривать отдельными для веществ, соединение которых может образовать взрывоопасную смесь или создать более опасные и вредные вещества. В задании на проектирование должна быть указана возможность объединения местных отсосов горючих или вредных веществ в общие системы.

6.12 Системы местных отсосов горючих веществ, осаждающихся или конденсирующихся в воздуховодах или вентиляционном оборудовании, должны быть отдельными для каждого помещения, объединяя несколько единиц оборудования, шкафов в одном помещении, или для каждой единицы оборудования в одном помещении.

6.13 Системы подачи наружного воздуха в один тамбур-шлюз или группу тамбур-шлюзов помещений категорий А или Б, а также в машинные отделения лифтов зданий категорий А или Б следует предусматривать отдельными от систем другого назначения, с резервным вентилятором для каждой системы.

Подача воздуха в тамбур-шлюз одного помещения или в тамбур-шлюзы группы помещений категории А или Б и в тамбур-шлюз помещения для вентиляционного оборудования категории А или Б допускается от приточной системы, обслуживающей данные помещения, или от системы (без рециркуляции), обслуживающей помещения категорий В4 и Д, предусматривая резервный вентилятор на требуемый воздухообмен для тамбур-шлюзов и автоматическое отключение подачи воздуха в указанные помещения при возникновении пожара.

6.14 Для помещений категорий А и Б следует предусматривать системы вытяжной общеобменной вентиляции с механическим побуждением. Допускается предусматривать для указанных помещений системы с естественным побуждением, если взрывопожароопасные вещества легче воздуха, а работоспособность этих систем обеспечивается при безветрии в теплое время года.

6.15 Общие приемные устройства наружного воздуха не следует предусматривать для приточных систем общеобменной и противодымной вентиляции, обслуживающих разные пожарные отсеки. Расстояние по горизонтали между проемами для забора воздуха, расположенными в соседних пожарных отсеках, должно быть не менее 3 м.

6.16 Общие приемные устройства наружного воздуха допускается предусматривать для систем общеобменной вентиляции (кроме систем, обслуживающих помещения категорий А, Б и В1 и склады категорий А, Б, В1 и В2), обслуживающих разные пожарные отсеки, при условии установки противопожарных нормально открытых клапанов:

а) на воздуховодах приточных систем общеобменной вентиляции в местах пересечения ими ограждений

с нормируемыми пределами огнестойкости помещения для вентиляционного оборудования — если установки указанных систем размещаются в одном помещении;

б) перед клапанами наружного воздуха всех приточных установок — если эти установки размещаются в разных помещениях для вентиляционного оборудования.

6.17 В пределах одного пожарного отсека общие приемные устройства наружного воздуха не следует предусматривать:

а) для приточных систем, оборудование которых не допускается размещать в одном помещении для вентиляционного оборудования;

б) для приточных систем общеобменной вентиляции и систем противодымной вентиляции.

Допускается предусматривать общие приемные устройства наружного воздуха для приточных систем (кроме систем, обслуживающих помещения категорий А, Б и В1 и склады категорий А, Б, В1 и В2) и для подачи наружного воздуха системами приточной противодымной вентиляции при условии установки противопожарных нормально открытых клапанов на воздуховодах приточных систем общеобменной вентиляции в местах пересечения ими ограждений помещения для вентиляционного оборудования.

6.18 Требуемый по условиям обеспечения взрывопожарной безопасности расход приточного воздуха (наружного или смеси наружного и рециркуляционного) следует определять расчетом в соответствии с приложением В.

6.19 Расход воздуха, подаваемого в тамбур-шлюзы в соответствии с 6.1 и 6.13, следует принимать из расчета создания и поддержания в них при закрытых дверях избыточного давления не менее 20 Па (относительно смежного помещения категории А или Б). При этом

минимально допустимая величина расхода воздух должна быть не менее 250 $м^3$/ч на каждый тамбур-шлюз.

Расход воздуха, подаваемого в помещения машинных отделений лифтов в зданиях категорий А и Б, следует определять из расчета создания давления не менее чем на 20 Па выше давления в примыкающей части лифтовой шахты.

Разность давления воздуха в тамбур-шлюзах или в машинном отделении лифта и примыкающих к ним помещениях не должна превышать 50 Па.

6.20 Рециркуляция воздуха не допускается:

а) из помещений категорий А и Б (кроме воздушных и воздушно-тепловых завес у наружных ворот и дверей);

б) из лабораторных помещений научно-исследовательского и производственного назначения, в которых могут производиться работы с вредными или горючими газами, парами и аэрозолями;

в) из 5-метровых зон вокруг оборудования, расположенного в помещениях категорий В1 — В4, Г и Д, если в этих зонах могут образовываться взрывоопасные смеси из горючих газов, паров, аэрозолей с воздухом;

г) из систем местных отсосов вредных веществ и взрывоопасных смесей с воздухом;

д) из тамбур-шлюзов.

Рециркуляция воздуха допускается из систем местных отсосов пылевоздушных смесей (кроме взрывоопасных пылевоздушных смесей) после их очистки от пыли.

6.21 Для помещений категорий А и Б, а также для производственных помещений, в которых выделяются вредные вещества или резко выраженные неприятные запахи, следует предусматривать отрицательный дисбаланс.

Для помещений с кондиционированием рекомендуется предусматривать положительный дисбаланс, если

в них отсутствуют выделения вредных и взрывоопасных газов, паров и аэрозолей или резко выраженные неприятные запахи.

Расход воздуха для обеспечения дисбаланса в помещениях следует принимать:

а) при отсутствии тамбур-шлюза — из расчета создания разности давления не менее 10 Па по отношению к давлению в защищаемом помещении (при закрытых дверях), но не менее 100 $м^3$/ч на каждую дверь защищаемого помещения;

б) при наличии тамбур-шлюза — равным расходу, подаваемому в тамбур-шлюз.

6.22 В производственных помещениях с выделениями вредных или горючих газов или паров загрязненный воздух следует удалять из верхней зоны в объеме не менее однократного воздухообмена в 1 час, а в помещениях высотой более 6 м не менее 6 $м^3$/ч на 1 $м^2$ помещения.

6.23 Приемные отверстия для удаления воздуха системами общеобменной вытяжной вентиляции из верхней зоны помещения следует размещать:

а) не ниже 0,4 м от плоскости потолка или покрытия до верха отверстий — для удаления взрывоопасных смесей газов, паров и аэрозолей (кроме смеси водорода с воздухом);

б) не ниже 0,1 м от плоскости потолка или покрытия до верха отверстий в помещениях высотой 4 м и менее или не ниже 0,025 высоты помещения (но не более 0,4 м) в помещениях высотой более 4 м — для удаления смеси водорода с воздухом.

6.24 Аварийную вентиляцию для помещений, в которых возможно внезапное поступление большого количества вредных или горючих газов, паров или аэрозолей, следует предусматривать в соответствии с требованиями технологической части проекта, учитывая несовместимость по времени аварии технологического и вентиляционного оборудования.

Расход воздуха для аварийной вентиляции следует принимать по данным технологической части проекта.

6.25 Аварийная вентиляция в помещениях категорий А и Б должна быть с механическим побуждением.

Если температура, категория и группа взрывоопасной смеси горючих газов, паров и аэрозолей не соответствуют данным технических условий на взрывозащищенные вентиляторы, то системы вытяжной аварийной вентиляции следует предусматривать с эжекторами с учетом 6.30 для зданий любой этажности. Для одноэтажных зданий, в которые при аварии поступают горючие газы или пары плотностью меньше плотности воздуха, допускается принимать приточную вентиляцию с механическим побуждением согласно 6.31 для вытеснения газов и паров через аэрационные фонари, шахты и дефлекторы.

6.26 Аварийная вентиляция помещений категорий В1 — В4, Г и Д должна быть с механическим побуждением; допускается предусматривать аварийную вентиляцию с естественным побуждением при условии обеспечения требуемого расхода воздуха при расчетных параметрах в теплый период года в соответствии с [2].

6.27 Для аварийной вентиляции следует использовать:

а) основные системы общеобменной вентиляции с резервными вентиляторами, а также системы местных отсосов с резервными вентиляторами, обеспечивающие расход воздуха, необходимый для аварийной вентиляции;

б) системы, указанные в подпункте а), и дополнительно системы аварийной вентиляции на недостающий расход воздуха;

в) только системы аварийной вентиляции, если использование основных систем невозможно или нецелесообразно.

6.28 Для возмещения расхода воздуха, удаляемого аварийной вентиляцией, специальные приточные системы допускается не предусматривать, если обеспечивается приток наружного воздуха через автоматически открываемые проемы.

6.29 Вентиляторы, кондиционеры, приточные камеры, воздухонагреватели, теплоутилизаторы, пылеуловители, фильтры, клапаны, шумоглушители и др. (далее — оборудование) следует выбирать по расчетному расходу воздуха с учетом подсосов и потерь через неплотности:

- в оборудовании — по данным завода-изготовителя;
- в воздуховодах вытяжных систем до вентилятора и приточных систем после вентилятора — в соответствии с требованиями 6.60 (исключая участки воздуховодов систем общеобменной вентиляции, прокладываемые в пределах обслуживаемых ими помещений). Подсосы и утечки воздуха через неплотности противопожарных клапанов должны соответствовать требованиям 7.5.

6.30 Оборудование во взрывозащищенном исполнении следует предусматривать:

а) при его размещении непосредственно в помещениях категорий А и Б или в воздуховодах систем, обслуживающих эти помещения;

б) для систем общеобменной вентиляции, кондиционирования и воздушного отопления (в том числе с воздухо-воздушными теплоутилизаторами) и противодымной вентиляции помещений категорий А и Б;

в) для систем вытяжной вентиляции, указанных в 6.10;

г) для систем местных отсосов взрывоопасных смесей.

Если температура, категория и группа взрывоопасной смеси горючих газов, паров, аэрозолей, пыли с воз-

духом не соответствуют техническим условиям на взрывозащищенные вентиляторы, то следует предусматривать эжекторные установки. В системах с эжекторными установками следует предусматривать вентиляторы, воздуходувки или компрессоры в обычном исполнении, если они работают на наружном воздухе.

Оборудование в обычном исполнении следует предусматривать для систем местных отсосов, размещенных в помещениях категорий В1 — В4, Г и Д, удаляющих паро-, газовоздушные смеси, если в соответствии с нормами технологического проектирования исключена возможность образования указанной смеси взрывоопасной концентрации при нормальной работе или при аварии технологического оборудования.

6.31 Оборудование приточных систем вентиляции, кондиционирования и воздушного отопления для помещений категорий А и Б, а также воздухо-воздушные теплоутилизаторы для этих помещений с использованием теплоты воздуха из помещений других категорий (кроме категорий А, Б, В1 — В2), размещаемые в помещениях для вентиляционного оборудования, допускается принимать в обычном исполнении при условии установки взрывозащищенных обратных клапанов согласно 6.44.

6.32 Для очистки взрывоопасной пылевоздушной смеси от горючих веществ следует применять пылеуловители и фильтры (далее — пылеуловители):

а) при сухой очистке — во взрывозащищенном исполнении с устройствами для непрерывного удаления уловленной пыли;

б) при мокрой очистке (в том числе пенной) — во взрывозащищенном исполнении; при техническом обосновании допускается применять в обычном исполнении.

6.33 В помещениях, оборудованных газовыми приборами, на вытяжных системах следует применять решетки (а также клапаны у вентиляторов) с устройствами для регулирования расхода воздуха, исключающими возможность полного их закрытия.

6.34 Теплоутилизаторы и шумоглушители следует применять из негорючих материалов; для теплообменных (внутренних) поверхностей теплоутилизаторов допускается применять горючие материалы группы Г1.

6.35 Оборудование, кроме оборудования воздушных и воздушно-тепловых завес с рециркуляцией и без рециркуляции воздуха, не допускается размещать в обслуживаемых помещениях складов категорий А, Б, В1—В4.

В помещениях складов категорий В2, В3 и В4 допускается размещать оборудование при условии:

- соответствия электрооборудования степени защиты IP-54;
- оснащения помещений складов автоматической пожарной сигнализацией, отключающей при пожаре вентиляционное оборудование.

6.36 Оборудование с расходом 5 тыс. $м^3$/ч и менее допускается устанавливать с учетом требований 6.35 в подшивных потолках обслуживаемых помещений, а также в подшивных потолках коридоров при условии установки (кроме помещений в пределах одной квартиры) противопожарных нормально открытых клапанов в местах пересечения воздуховодами стены, разделяющей коридор и обслуживаемое помещение. Установка указанных клапанов не требуется в помещениях, для дверей которых предел огнестойкости не нормируется.

6.37 Оборудование систем помещений категорий А и Б, а также оборудование систем местных отсосов взрывоопасных смесей не допускается размещать в помещениях подвалов.

6.38 Оборудование систем аварийной вентиляции и местных отсосов допускается размещать в обслуживаемых ими помещениях.

6.39 Пылеуловители и фильтры (далее — пылеуловители) для сухой очистки взрывоопасной пылевоздушной смеси рекомендуется размещать перед вентиляторами.

6.40 Пылеуловители для сухой очистки взрывоопасной пылевоздушной смеси следует размещать вне производственных зданий открыто на расстоянии не менее 10 м от стен или в отдельных зданиях вместе с вентиляторами.

Пылеуловители для сухой очистки взрывоопасной пылевоздушной смеси без устройств для непрерывного удаления уловленной пыли при расходе воздуха 15 тыс. $м^3/ч$ и менее и массе пыли в бункерах и емкостях вместимостью 60 кг и менее, а также с устройством для непрерывного удаления уловленной пыли допускается размещать вместе с вентиляторами в отдельных помещениях для вентиляционного оборудования производственных зданий (кроме подвалов).

6.41 Пылеуловители для сухой очистки пожароопасной пылевоздушной смеси следует размещать:

а) вне зданий I и II степеней огнестойкости непосредственно у стен, если по всей высоте здания на расстоянии не менее 2 м по горизонтали от пылеуловителей отсутствуют оконные проемы или имеются неоткрывающиеся окна с двойными рамами в металлических переплетах с остеклением из армированного стекла или заполнением из стеклоблоков; при наличии открывающихся окон пылеуловители следует размещать на расстоянии не менее 10 м от стен здания;

б) вне зданий III и IV степеней огнестойкости на расстоянии не менее 10 м от стен;

в) внутри зданий в отдельных помещениях для вентиляционного оборудования вместе с вентилятором

и другими пылеуловителями пожароопасных пылевоздушных смесей; установка таких пылеуловителей допускается в помещениях подвалов при условии механизированного непрерывного удаления горючей пыли или при ручном удалении ее, если масса накапливаемой пыли в бункерах или других закрытых емкостях в подвальном помещении не превышает 200 кг, а также внутри производственных помещений (кроме помещений категорий А и Б) при расходе воздуха не более 15 тыс. $м^3$/ч, если пылеуловители сблокированы с технологическим оборудованием.

В производственных помещениях допускается установка фильтров для очистки пожароопасной пылевоздушной смеси от горючей пыли, если концентрация пыли в очищенном воздухе, поступающем непосредственно в помещение, где установлен фильтр, не превышает 30% ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

6.42 Пылеотстойные камеры для взрыво- и пожароопасной пылевоздушной смеси применять не допускается.

6.43 Пылеуловители для мокрой очистки пылевоздушной смеси следует размещать в отапливаемых помещениях вместе с вентиляторами или отдельно от них. Допускается размещать пылеуловители в неотапливаемых помещениях или вне зданий.

При размещении пылеуловителей (для сухой или мокрой очистки пылевоздушной смеси) в неотапливаемых помещениях или вне зданий необходимо предусматривать меры по защите от замерзания воды или конденсации влаги в пылеуловителях.

6.44 Оборудование систем приточной вентиляции, кондиционирования и воздушного отопления (далее — оборудование приточных систем), обслуживающих помещения категорий А и Б, не допускается размещать

в общем помещении для вентиляционного оборудования вместе с оборудованием вытяжных систем, а также приточно-вытяжных систем с рециркуляцией воздуха или воздухо-воздушными теплоутилизаторами.

На воздуховодах приточных систем (с оборудованием в обычном исполнении), обслуживающих помещения категорий А и Б, включая комнаты администрации, отдыха и обогрева работающих, расположенные в этих помещениях, следует предусматривать взрывозащищенные обратные клапаны в местах пересечения воздуховодами ограждений помещений для вентиляционного оборудования.

6.45 Оборудование приточных систем с рециркуляцией воздуха, обслуживающих помещения категорий В1 — В3, не допускается размещать в общих помещениях для вентиляционного оборудования вместе с оборудованием систем для помещений других категорий взрывопожарной опасности.

6.46 Оборудование вытяжных систем общеобменной вентиляции, обслуживающих помещения категорий А и Б, не следует размещать в общем помещении для вентиляционного оборудования вместе с оборудованием для других систем.

Оборудование вытяжных систем общеобменной вентиляции для помещений категорий А и Б допускается размещать в общем помещении для вентиляционного оборудования вместе с оборудованием систем местных отсосов взрывоопасных смесей без пылеуловителей или с мокрыми пылеуловителями, если в воздуховодах исключены отложения горючих веществ. Оборудование вытяжных систем из помещений категорий В1—В3 не следует размещать в общем помещении с оборудованием вытяжных систем из помещений категории Г.

6.47 Оборудование систем местных отсосов взрывоопасных смесей не следует размещать вместе с оборудо-

ванием других систем в общем помещении для вентиляционного оборудования, кроме случаев, указанных в 6.46.

6.48 Помещения для оборудования вытяжных систем следует относить:

а) к категории помещений, которые они обслуживают, если в них размещается оборудование систем общеобменной вентиляции производственных зданий;

б) к категории Д, если в них размещаются вентиляторы, воздуходувки и компрессоры, подающие наружный воздух в эжекторы, расположенные вне этих помещений;

в) к категории помещений, из которых забирается воздух вентиляторами, воздуходувками и компрессорами для подачи в эжекторы;

г) к категории А или Б, если в них размещается оборудование систем местных отсосов, удаляющих взрывоопасные смеси согласно 6.10. Помещения для оборудования систем местных отсосов взрывоопасных пылевоздушных смесей с пылеуловителями мокрой очистки, размещенными перед вентиляторами, допускается при обосновании относить к помещениям категории Д;

д) к категории Д, если в них размещается оборудование вытяжных систем общеобменной вентиляции жилых, общественных и административно-бытовых помещений.

Помещения для оборудования вытяжных систем, обслуживающих несколько помещений различных категорий по взрывопожарной и пожарной опасности, следует относить к более опасной категории.

6.49 Помещения для оборудования приточных систем следует относить:

а) к категории В1, если в них размещены установки (фильтры и др.) с маслом вместимостью 75 л и более в одной из установок;

б) к категориям В1—В4 или Г, если система работает с рециркуляцией воздуха из помещений соответственно категорий В1—В4 или Г, кроме случаев забора воздуха из помещений без выделений горючих газов и пыли или применения для очистки воздуха от пыли пенных или мокрых пылеуловителей;

в) к категориям В1—В4, если в помещении для вентиляционного оборудования размещаются вытяжные установки, обслуживающие помещения соответственно категорий В1—В4;

г) к категории помещений, теплота удаляемого воздуха из которых используется в воздухо-воздушных теплоутилизаторах, размещаемых в помещении для оборудования приточных систем;

д) к категории Г, если в них размещены газовые приборы;

е) к категории Д — в остальных случаях.

Помещения для оборудования приточных систем с рециркуляцией, обслуживающих несколько помещений различных категорий по взрывоопасной и пожарной опасности, следует относить к более опасной категории.

6.50 В помещениях для оборудования вытяжных систем, обслуживающих помещения категорий А и Б, и систем, указанных в 6.10, а также в помещениях для оборудования систем местных отсосов взрывоопасных смесей не следует предусматривать места для тепловых пунктов, водяных насосов, выполнения ремонтных работ, регенерации масла и для других целей.

6.51 Помещения для вентиляционного оборудования следует, как правило, размещать в пределах пожарного отсека, в котором находятся обслуживаемые помещения.

Помещения для вентиляционного оборудования допускается размещать за пределами обслуживаемого по-

жарного отсека при условии установки нормально открытых противопожарных клапанов на воздуховодах, пересекающих ограждающие строительные конструкции с нормируемыми пределами огнестойкости помещений для вентиляционного оборудования в зданиях I и II степени огнестойкости.

В указанных помещениях для вентиляционного оборудования не следует размещать оборудование, обслуживающее помещения категорий А, Б и В1, склады категорий А, Б, В1 и В2, а также оборудование системы местных отсосов взрывоопасных смесей и систем по 6.10.

В помещении для вентиляционного оборудования допускается размещать оборудование (с учетом 6.45—6.47), обслуживающее помещения в разных пожарных отсеках, при условии установки противопожарных нормально открытых клапанов в местах пересечения воздуховодами всех систем ограждающих конструкций с нормируемыми пределами огнестойкости помещения для вентиляционного оборудования.

6.52 Помещения с пылеуловителями для сухой очистки взрывоопасных смесей не допускается размещать под помещениями с массовым (кроме аварийных ситуаций) пребыванием людей.

6.53 Через помещение для вентиляционного оборудования не допускается прокладывать трубопроводы:

а) с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями и газами;

б) канализационные с прочистками и ревизиями (кроме трубопроводов ливневой канализации и для сбора воды из вышележащих помещений для вентиляционного оборудования); допускается прокладка канализационных трубопроводов на хомутовых безраструбных соединениях.

6.54 На воздуховодах систем общеобменной вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования

(далее — системы вентиляции) необходимо предусматривать в целях предотвращения проникания в помещения продуктов горения (дыма) во время пожара следующие устройства:

а) противопожарные нормально открытые клапаны — на поэтажных сборных воздуховодах в местах присоединения их к вертикальному или горизонтальному коллектору для жилых, а также для общественных, административно-бытовых (кроме санузлов, умывальных, душевых, бань, кухонь) и производственных помещений категорий В4 и Г;

б) воздушные затворы — на поэтажных сборных воздуховодах в местах присоединения их к вертикальному или горизонтальному коллектору для помещений жилых, общественных и административно-бытовых и производственных помещений категории Г. Геометрические и конструктивные характеристики воздушных затворов должны обеспечивать предотвращение распространения продуктов горения при пожаре из коллекторов через поэтажные сборные воздуховоды в помещения различных этажей; длину вертикального участка воздуховода воздушного затвора следует принимать по расчету, но не менее 2 м.

Вертикальные коллекторы допускается присоединять к общему горизонтальному коллектору, размещаемому на чердаке или техническом этаже; в зданиях высотой более 28 м на вертикальных коллекторах в местах присоединения их к общему горизонтальному коллектору следует устанавливать противопожарные нормально открытые клапаны. Вертикальные коллекторы в зданиях лечебно-профилактического назначения применять не допускается.

К каждому горизонтальному коллектору следует присоединять не более пяти поэтажных сборных воздуховодов с последовательно расположенных этажей.

В многоэтажных (более 5 этажей) зданиях допускается присоединять:

а) к горизонтальному коллектору — более 5 поэтажных воздуховодов при условии установки противопожарных нормально открытых клапанов на каждом поэтажном (сверх пяти) воздуховоде;

б) группу горизонтальных коллекторов к общему коллектору, размещаемому на чердаке или техническом этаже, при условии установки противопожарных нормально открытых клапанов в местах присоединения их к общему коллектору;

в) допускается предусматривать объединение теплым чердаком воздуховодов общеобменной вытяжной вентиляции жилых, общественных (кроме зданий лечебно-профилактического назначения) и административно-бытовых зданий;

г) противопожарные нормально открытые клапаны — на воздуховодах, обслуживающих помещения, склады категорий А, Б, В1, В2 или В3, кладовые горючих материалов, сауны, а также на воздуховодах систем местных отсосов взрыво — и пожароопасных смесей и систем по 6.10 в местах пересечения воздуховодами противопожарной преграды обслуживаемого помещения;

д) противопожарный нормально открытый клапан — на каждом транзитном сборном воздуховоде, обслуживающем группу помещений (кроме складов) одной из категорий А, Б, В1, В2 или В3 общей площадью не более 300 м2 в пределах одного этажа с выходами в общий коридор.

6.55 Противопожарные нормально открытые клапаны, указанные в 6.54 а), б) и в), следует устанавливать в проемах ограждающих строительных конструкций с нормируемыми пределами огнестойкости или с любой стороны указанных конструкций, обеспечивая пре-

дел огнестойкости воздуховода на участке от поверхности ограждающей конструкции до заслонки клапана, равный нормируемому пределу огнестойкости этой конструкции.

Если по техническим причинам установить противопожарные клапаны или воздушные затворы невозможно, то объединять воздуховоды из разных помещений в одну систему не допускается. В этом случае для каждого помещения необходимо предусмотреть отдельные системы без противопожарных клапанов или воздушных затворов.

6.56 В противопожарных перегородках, отделяющих общественные, административно-бытовые или производственные помещения (кроме складов) категорий Г, Д и В4 от коридоров, допускается устройство отверстий для перетекания воздуха при условии защиты отверстий противопожарными нормально открытыми клапанами. Установка указанных клапанов не требуется в помещениях, для дверей которых предел огнестойкости не нормируется.

6.57 Воздуховоды с нормируемыми пределами огнестойкости (в том числе теплозащитные и огнезащитные покрытия в составе их конструкций) должны быть из негорючих материалов. При этом толщину листовой стали для воздуховодов следует принимать по расчету, но не менее 0,8 мм. Для уплотнения разъемных соединений таких конструкций (в том числе фланцевых) следует использовать негорючие материалы. Конструкции воздуховодов с нормируемыми пределами огнестойкости при температуре перемещаемого воздуха более 100 °С следует предусматривать с компенсаторами линейных тепловых расширений, а элементы креплений (подвески) таких воздуховодов — с пределами огнестойкости не менее нормируемых для воздуховодов (по установленным числовым значениям, но только по

признаку потери несущей способности). При этом фактические пределы огнестойкости различных конструкций воздуховодов следует определять в соответствии с ГОСТ Р 53299.

Строительные конструкции зданий из негорючих материалов с пределами огнестойкости не менее нормируемых для воздуховодов допускается использовать для перемещения воздуха, не содержащего легкоконденсирующиеся пары. При этом следует предусматривать герметизацию конструкций, гладкую отделку внутренних поверхностей (затирку или облицовку листовой сталью) и возможность очистки.

Не допускается строительное исполнение вентиляционных каналов систем противодымной вентиляции без применения внутренних сборных или облицовочных стальных конструкций.

6.58 Воздуховоды из негорючих материалов следует предусматривать:

а) для систем местных отсосов взрыво- и пожароопасных смесей, аварийных и транспортирующих воздух температурой 80 °С и выше;

б) для участков воздуховодов с нормируемыми пределами огнестойкости;

в) для транзитных участков или коллекторов систем вентиляции, жилых, общественных, административно-бытовых и производственных зданий;

г) для прокладки в пределах помещений для вентиляционного оборудования, а также в технических этажах, чердаках, подвалах и подпольях.

6.59 Воздуховоды из горючих материалов (с группой горючести не ниже Г1) допускается предусматривать в пределах обслуживаемых помещений, кроме воздуховодов, указанных в 6.58. Гибкие вставки у вентиляторов, кроме систем, указанных в 6.58 а) и б), могут быть из горючих материалов.

6.60 Воздуховоды систем вентиляции (в том числе коллекторы, шахты и другие вентиляционные каналы) следует предусматривать:

а) класса П (плотные) — для транзитных участков систем общеобменной вентиляции и воздушного отопления при статическом давлении у вентилятора более 600 Па, для транзитных участков систем местных отсосов, кондиционирования, воздуховодов любых систем с нормируемым пределом огнестойкости, дымоходов и дымовых труб, а также для транзитных участков воздуховодов систем, обслуживающих помещения категорий А и Б независимо от давления у вентилятора;

б) класса Н (нормальные) — в остальных случаях.

Общие потери и подсосы воздуха L, $м^3/ч$, через неплотности воздуховодов каждой системы не должны превышать расхода воздуха, рассчитанного по аппроксимационным зависимостям следующего вида:

$$L = L_{уд} \sum A; \qquad (1)$$

$$L_{уд} = \frac{a + cP^d}{b + P^d}, \qquad (2)$$

где $L_{уд}$ — удельные потери или подсосы, $м^3/ч$, на 1 $м^2$ развернутой площади воздуховодов;

$\sum A$ — общая развернутая площадь, $м^2$, всех воздуховодоводной системы вентиляции;

$a$, $b$, $c$, $d$ — числовые коэффициенты для воздуховодов класса Н, равные: $a$ = 20,25, $b$ = 1531,02, $c$ = = 119,84, $d$ = 0,73, для воздуховодов класса П; $a$ = = $-3{,}30 \cdot 10^9$, $b$ = $-3{,}61 \cdot 10^9$, $c$ = $-1{,}27 \cdot 10^9$, $d$ = 0,73.

6.61 Транзитные воздуховоды и коллекторы систем любого назначения в пределах одного пожарного отсека допускается проектировать:

а) из материалов горючих Г1 (кроме систем противодымной вентиляции) при условии прокладки каждого

воздуховода в отдельной шахте, кожухе или гильзе из негорючих материалов с пределом огнестойкости EI 30;

б) из негорючих материалов с пределом огнестойкости ниже нормируемого, но не менее EI 15 при условии прокладки транзитных воздуховодов и коллекторов (кроме воздуховодов и коллекторов для производственных помещений категорий А и Б, а также для складов категорий А, Б, В1, В2) в общих шахтах с ограждающими конструкциями, имеющими предел огнестойкости не менее EI 45, и установки противопожарных нормально открытых клапанов на каждом воздуховоде, пересекающемограждающие конструкции шахты;

в) из негорючих материалов с пределом огнестойкости ниже нормируемого, предусматривая при прокладке транзитных воздуховодов (кроме помещений и складов категорий А, Б, складов категорий В1, В2, а также жилых помещений) установку противопожарных нормально открытых клапанов при пересечении воздуховодами каждой противопожарной преграды с нормируемым пределом огнестойкости.

Предел огнестойкости воздуховодов и коллекторов (кроме транзитных), прокладываемых в помещениях для вентиляционного оборудования, а также воздуховодов и коллекторов, прокладываемых снаружи здания, не нормируется.

6.62 Транзитные воздуховоды, прокладываемые за пределами обслуживаемого пожарного отсека, после пересечения ими противопожарной преграды обслуживаемого пожарного отсека следует проектировать с пределом огнестойкости EI 150.

Указанные транзитные воздуховоды допускается проектировать с пределом огнестойкости ниже нормируемого, но не менее EI 30 при прокладке их в отдельной шахте с ограждающими конструкциями с пределом огнестойкости EI 150.

6.63 Транзитные воздуховоды и коллекторы систем любого назначения из разных пожарных отсеков допускается прокладывать в общих шахтах с ограждающими конструкциями из негорючих материалов с пределом огнестойкости не менее EI 150 при условии:

а) транзитные воздуховоды и коллекторы в пределах обслуживаемого пожарного отсека предусматриваются с пределом огнестойкости EI 30, поэтажные ответвления присоединяются к вертикальным коллекторам через противопожарные нормально открытые клапаны;

б) транзитные воздуховоды систем другого пожарного отсека предусматриваются с пределом огнестойкости EI 150;

в) транзитные воздуховоды систем другого пожарного отсека предусматриваются с пределом огнестойкости EI 60 при условии установки противопожарных нормально открытых клапанов на воздуховодах в местах пересечения ими каждой противопожарной преграды с нормируемым пределом огнестойкости REI 150 и более.

6.64 Транзитные воздуховоды систем, обслуживающих тамбур-шлюзы при помещениях категорий А и Б, а также систем местных отсосов взрывоопасных смесей следует проектировать:

а) в пределах одного пожарного отсека — с пределом огнестойкости EI 30;

б) за пределами обслуживаемого пожарного отсека — с пределом огнестойкости EI 150.

6.65 Противопожарные нормально открытые клапаны, устанавливаемые в проемах ограждающих строительных конструкций с нормируемым пределом огнестойкости и в воздуховодах, пересекающих эти конструкции, следует предусматривать с пределами огнестойкости:

- EI 90 — при нормируемом пределе огнестойкости противопожарной преграды REI 150 и более;

- EI 60 — при нормируемом пределе огнестойкости противопожарной преграды или ограждающих строительных конструкций REI 60;
- EI 30 — при нормируемом пределе огнестойкости ограждающих строительных конструкций REI 45 (EI 45);
- EI 15 — при нормируемом пределе огнестойкости ограждающих строительных конструкций REI 15 (EI 15).

В других случаях противопожарные нормально открытые клапаны следует предусматривать с пределами огнестойкости не менее нормируемых для воздуховодов, на которых они устанавливаются, но не менее EI 15.

Фактические пределы огнестойкости различных конструкций противопожарных клапанов следует определять в соответствии с ГОСТ Р 53301.

6.66 Не допускается прокладывать воздуховоды:

а) транзитные — через лестничные клетки, тамбур-шлюзы, лифтовые холлы (за исключением воздуховодов систем противодымной вентиляции, защищающих эти лестничные клетки, тамбур-шлюзы и лифтовые холлы), через помещения защитных сооружений гражданской обороны;

б) обслуживающие помещения категорий А и Б и систем местных отсосов взрывоопасных смесей — в подвалах и в подпольных каналах;

в) напорные участки воздуховодов систем местных отсосов взрывоопасных смесей, а также вредных веществ 1-го и 2-го классов опасности или неприятно пахнущих веществ — через другие помещения.

Допускается прокладывать указанные воздуховоды класса П сварными без разъемных соединений.

6.67 Места прохода транзитных воздуховодов через стены, перегородки и перекрытия зданий (в том числе в кожухах и шахтах) следует уплотнять негорючими ма-

териалами, обеспечивая нормируемый предел огнестойкости пересекаемой ограждающей конструкции, за исключением мест прохода воздуховодов через перекрытия (в пределах обслуживаемого отсека) в шахтах с транзитными воздуховодами, выполненными согласно 6.63 б) и 6.65 а), б), в).

6.68 Внутри воздуховодов, а также снаружи на расстоянии менее 100 мм от их стенок не допускается размещать газопроводы и трубопроводы с горючими веществами, кабели, электропроводку, токоотводы и канализационные трубопроводы; не допускается также пересечение воздуховодов этими коммуникациями. В шахтах с воздуховодами систем вентиляции не допускается прокладывать трубопроводы бытовой и производственной канализации.

7. Противодымная вентиляция

7.1 Системы приточно-вытяжной противодымной вентиляции зданий (далее — противодымной вентиляции) следует предусматривать для блокирования и (или) ограничения распространения продуктов горения в помещения зон безопасности, по путям эвакуации людей (населения и персонала зданий) и путям следования пожарных подразделений при выполнении работ по спасению людей, обнаружению и локализации очага пожара в здании.

Системы противодымной вентиляции должны быть автономными для каждого пожарного отсека, кроме систем приточной противодымной вентиляции, предназначенных для защиты лестничных клеток и лифтовых шахт, сообщающихся с различными пожарными отсеками. Системы приточной противо-дымной вентиляции должны применяться только в необходимом сочетании с системами вытяжной противодымной вентиляции. Обособленное применение систем приточной противодымной вентиляии без устройства соответст-

вующих систем вытяжной противодымной вентиляции не допускается.

7.2 Системы вытяжной противодымной вентиляции для удаления продуктов горения при пожаре следует предусматривать:

а) из коридоров и холлов жилых, общественных, административно-бытовых и многофункциональных зданий высотой более 28 м. Высота здания определяется разностью отметок поверхности проезда для пожарных автомашин и нижней отметки открывающегося окна (проема) в наружной стене верхнего этажа (не считая верхнего технического);

б) из коридоров (туннелей) подвальных и цокольных этажей жилых, общественных, административно-бытовых, производственных и многофункциональных зданий при выходах в эти коридоры из помещений, предназначенных для постоянного пребывания людей (независимо от количества людей в этих помещениях);

в) из коридоров длиной более 15 м без естественного освещения зданий с числом этажей два и более: производственных и складских категорий А, Б и В1—В4; общественных и многофункциональных;

г) из общих коридоров и холлов зданий различного назначения с незадымляемыми лестничными клетками;

д) из атриумов зданий высотой более 28 м, а также из атриумов высотой более 15 м и пассажей с дверными проемами или балконами, галереями, выходящими в пространство атриумов и пассажей;

е) из каждого производственного или складского помещения с постоянными рабочими местами без естественного освещения или с естественным освещением через окна и фонари, не имеющие механизированных (автоматически и дистанционно управляемых) приводов для открывания фрамуг в окнах (на уровне

2,2 м и выше от пола до низа фрамуг) и проемов в фонарях (в обоих случаях площадью, достаточной для удаления дыма при пожаре), если помещения отнесены к категориям А, Б; В1—В3 в зданиях I—IV степени огнестойкости, а также В4, Г или Д в зданиях IV степени огнестойкости;

ж) гардеробных площадью 200 м2 и более;

и) из каждого помещения без естественного освещения или с естественным освещением через окна или фонари, не имеющие механизированных (автоматически и дистанционно управляемых) приводов для открывания фрамуг окон и проемов в фонарях, в обоих случаях с площадью, достаточной для удаления дыма при пожаре:

- общественного, предназначенного для массового пребывания людей;
- площадью 50 м$^2$ и более с постоянными рабочими местами, предназначенного для хранения или использования горючих веществ и материалов, а также библиотек, книгохранилищ, архивов, складов бумаги;
- торговых залов магазинов;

к) из помещений для хранения автомобилей закрытых надземных и подземных автостоянок, а также из изолированных рамп этих автостоянок.

Допускается проектировать удаление продуктов горения через примыкающий коридор из помещений площадью до 200 м$^2$:

- производственных категорий В1 — В3, а также предназначенных для хранения или использования горючих веществ и материалов.

Для торговых залов магазинов без естественного освещения площадью не более 800 м$^2$ при расстоянии от наиболее удаленной части помещения до ближайшего эвакуационного выхода не более 25 м удаление продук-

тов горения допускается предусматривать через примыкающие коридоры, рекреации, атриумы.

7.5 При определении расхода удаляемых продуктов горения следует учитывать:

а) подсосы воздуха через неплотности каналов систем вытяжной противодымной вентиляции в соответствии с 6.60;

б) подсосы воздуха через неплотности закрытых противопожарных или дымовых клапанов по данным протоколов сертификационных испытаний, но не более чем по формуле

$$G_{da} = F_d (\Delta P_d IS_d)^{0,5}$$

где F — площадь проходного сечения клапана;

$\Delta P_d$ — перепад давления на закрытом клапане, Па;

$S_d$ — удельная характеристика сопротивления дымогазопроницанию клапана, $м^3/кг$.

Минимальная допустимая величина сопротивления дымогазопроницанию для клапана различного конструктивного исполнения не должна быть менее 1,6·103 $м^3/кг$.

7.6 Системы вытяжной противодымной вентиляции, предназначенные для защиты коридоров, следует проектировать отдельными от систем, предназначенных для защиты помещений. Не допускается устройство общих систем для защиты помещений различной функциональной пожарной опасности.

7.7 При удалении продуктов горения из коридоров дымоприемные устройства следует размещать на шахтах под потолком коридора, но не ниже верхнего уровня дверного проема. Допускается установка дымоприемных устройств на ответвлениях к дымовым шахтам. Длина коридора, обслуживаемого одним дымоприемным устройством, должна быть не более 45 м.

7.8 При удалении продуктов горения непосредственно из помещений площадью более 3000 м$^2$ их необходимо конструктивно или условно разделять на дымовые зоны каждая площадью не более 3000 м$^2$ с учетом возможности возникновения пожара в одной из зон. Площадь помещения, обслуживаемую одним дымоприемным устройством, следует принимать не более 1000 м$^2$.

7.9 Удаление продуктов горения непосредственно из помещений наземных одноэтажных зданий, как правило, следует предусматривать вытяжными системами с естественным побуждением через шахты с дымовыми клапанами, дымовые люки или открываемые незадуваемые фонари. Из примыкающей к окнам зоны шириной ≤ 15 м допускается удаление дыма через оконные фрамуги (створки), низ которых находится на уровне не менее чем 2,2 м от пола.

Конструкции дымовых люков, клапанов, фонарей и фрамуг должны обеспечивать условия непримерзания створок, незадуваемости, фиксации в открытом положении при срабатывании, иметь площадь проходного сечения, соответствующую расчетным режимам действия вытяжной противо-дымной вентиляции с естественным побуждением.

В многоэтажных зданиях следует предусматривать вытяжные системы с механическим побуждением.

7.10 Для систем вытяжной противодымной вентиляции следует предусматривать:

а) вентиляторы (радиальные, радиальные крышные и осевые) с пределами огнестойкости 0,5 ч/200 °С; 0,5 ч/300 °С; 1,0 ч/300 °С; 2,0 ч/400 °С; 1,0 ч/600 °С; 1,5 ч/600 °С в зависимости от расчетной температуры перемещаемых газов и в исполнении, соответствующем категории обслуживаемых помещений. Допускается присоединение мягких вставок из негорючих материалов. При этом удельные потери или подсосы газа на 1 м$^2$

развернутой площади мягких вставок не должны превышать 70 кг/ч при давлении (разряжении) 1000 Па и расчетной температуре перемещаемых вентилятором (газов). Фактические пределы огнестойкости указанных вентиляторов следует определять в соответствии с ГОСТ Р 53302;

б) воздуховоды и каналы согласно 6.58, 6.60 из негорючих материалов класса П с пределами огнестойкости не менее:

- EI 150 — для транзитных воздуховодов и шахт за пределами обслуживаемого пожарного отсека; при этом на транзитных участках воздуховодов и шахт, пересекающих противопожарные преграды пожарных отсеков, не следует устанавливать противопожарные нормально открытые клапаны;
- EI 60 — для воздуховодов и шахт в пределах обслуживаемого пожарного отсека при удалении продуктов горения из закрытых автостоянок;
- EI 45 — для вертикальных воздуховодов и шахт в пределах обслуживаемого пожарного отсека при удалении продуктов горения непосредственно из обслуживаемых помещений;
- EI 30 — в остальных случаях в пределах обслуживаемого пожарного отсека;
- в) нормально закрытые противопожарные клапаны с пределом огнестойкости не менее:
- EI 60 — для закрытых автостоянок;
- EI 45 — при удалении продуктов горения непосредственно из обслуживаемых помещений;
- EI 30 — для коридоров и холлов при установке клапанов на ответвлениях воздуховодов от дымовых вытяжных шахт;
- E 30 — для коридоров и холлов при установке дымовых клапанов непосредственно в проемах шахт;

г) выброс продуктов горения над покрытиями зданий и сооружений на расстоянии не менее 5 м от воздухозаборных устройств систем приточной противодымной вентиляции; выброс в атмосферу следует предусматривать на высоте не менее 2 м от кровли из горючих материалов; допускается выброс продуктов горения на меньшей высоте при защите кровли негорючими материалами на расстоянии не менее 2 м от края выбросного отверстия. Допускается выброс продуктов горения:

- через дымовые люки, клапаны и фонари в проемах покрытий зданий и дымовые фрамуги в ограждениях зданий, оснащенные управляемыми приводами, обеспечивающими их открытие при пожаре с учетом собственного веса и при эквивалентном ветровом давлении и снеговой нагрузке по [2], [3], но не менее:
- для снеговой нагрузки 60 кг/м$^2$;
- для ветрового давления 15 кг/м$^2$;
- через решетки на наружной стене (или через шахты у наружной стены) на фасаде без оконных проемов или на фасаде с окнами на расстоянии не менее 5 м по горизонтали и по вертикали от окон и не менее 2 м по высоте от уровня земли или при меньшем расстоянии от окон при обеспечении скорости выброса не менее 20 м/с;
- через отдельные шахты на расстоянии не менее 15 м от наружных стен с окнами или от воз-духозаборных устройств систем приточной общеобменной вентиляции других примыкающих зданий или систем приточной противодымной вентиляции данного здания;

д) выброс продуктов горения из шахт, отводящих дым из нижележащих этажей и подвалов, допускается предусматривать в аэрируемые пролеты плавильных, литейных, прокатных и других горячих цехов. При этом

устье шахт следует размещать на уровне не менее 6 м от пола аэрируемого пролета (на расстоянии не менее 3 м по вертикали и 1 м по горизонтали от строительных конструкций зданий) или на уровне не менее 3 м от пола при устройстве дренчерного орошения устья дымовых шахт. Дымовые клапаны на этих шахтах устанавливать не следует;

е) установку обратных клапанов у вентиляторов. Допускается не предусматривать установку обратных клапанов, если в обслуживаемом производственном помещении имеются избытки теплоты более 23 Вт/м$^3$ (при переходных условиях);

ж) допускается применение противодымных экранов из негорючих материалов стационарного исполнения или с опускающимися полотнами и приводами для их перемещения, имеющих высоту не менее расчетной толщины дымового слоя, образующегося при пожаре в защищаемом помещении, размещаемых по периметру проемов междуэтажных перекрытий или во внутренних поэтажных проемах изолированных рамп автостоянок.

Фактические пределы огнестойкости противодымных экранов следует определять в соответствии с ГОСТ Р 53305.

# Список литературы

1. Баркалов Б. В., Карпис Е. Е. Кондиционирование воздуха в промышленных, общественных и жилых зданиях. М., 1971. 272 с.

2. Беккер А. Системы вентиляции. М., 2005. 232 с.

3. Белова Е. М. Системы кондиционирования воздуха с чиллерами и фэнкойлами. М., 2006. 399 с.

4. Богословский В. Н. ред. Отопление и вентиляция. В 2-х частях. М., 1976. 439 с.

5. Волков О.Д. Проектирование вентиляции промышленного здания. М., 1989. 240 с.

6. Изельт П., Арндт У., Вильке М. Увлажнение воздуха: Системы и применение. М., 2007. 210 с.

7. Краснов Ю. С., Борисоглебская А. П., Антипов А. В. Системы вентиляции и кондиционирования. Рекомендации по проектированию, испытаниям, наладке. М., 2004. 373 с.

8. Левадный В. С., Самойлов В. С. Вентиляция и кондиционирование. М., 2009. 240 с.

# Содержание

Введение · · ·

**В книге рассказано о различных системах вентиляции и кондиционирования помещений. Издание рассчитано на людей, тяготеющих к комфорту. С помощью данной книги каждый сможет выбрать систему кондиционирования и вентиляции помещения по собственному вкусу, а также установить ее в жилище.**

ISBN 978-5-94832-355-8

