

# Регуляторы расхода воздуха VAV – основа системы кондиционирования с переменным расходом воздуха

В. А. Волков, канд. техн. наук, технический директор ООО «ТРОКС РУС»

Основной системой с переменным расходом воздуха (рис. 1) является приточно-вытяжной центральный кондиционер (3), который подготавливает воздух и по сети воздуховодов (1) подает его в обслуживаемые помещения. Но самым главным элементом данной системы являются регуляторы расхода VAV (2), которые позволяют управлять фактическими расходами подаваемого воздуха. В результате все изменения тепловой нагрузки помещений компенсируются путем изменения объемов приточного и вытяжного воздуха из центрального кондиционера при его постоянной температуре.

Представленный пример похож на хорошо известную систему центрального кондиционирования воздуха. Такая система в настоящее время не очень популярна по причинам отсутствия гибкости при индивидуальном регулировании по потребностям и при изменении нагрузки в течение дня, больших сечений воздуховодов, сложной балансировки сети, жестких требований по воздухораспределению и затруднениях при поэтапном вводе или перепланировке объекта.

Однако применение регуляторов расхода воздуха VAV позволяет получить на базе традиционной системы центрального кондиционирования принципиально новую, удобную и энергоэффективную систему вентиляции и кондиционирования VAV.

Регуляторы расхода VAV устанавливаются на приточных и вытяжных воздуховодах, обслуживающих отдельное помещение или зону здания. Это позволяет поддерживать необходимый расход воздуха по фактической потребности.

На первый взгляд, кажется, что задача регулятора состоит в том, чтобы просто перекрывать с помощью заслонки сечение воздуховода и тем самым изменять расход воздуха, подаваемого в помещение.

Поэтому достаточно было бы подавать сигнал на управление заслонкой, например, от датчика температуры в комнате непосредственно к сервоприводу, уменьшая или увеличивая расход

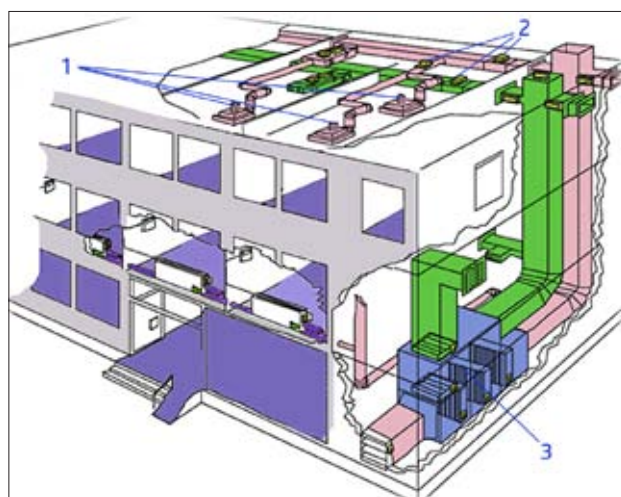


Рис. 1. Система вентиляции и кондиционирования здания с переменным расходом воздуха

подаваемого воздуха. Однако в этом случае, даже при неизменном положении заслонки расход воздуха будет меняться при любом изменении давления  $P_m$  в подающем воздуховоде. Поэтому если в системе будет хотя бы две заслонки, то при закрытии или открытии одной из них будет меняться давление  $P_m$  и, соответственно, расход воздуха через вторую заслонку. Далее расход воздуха через вторую заслонку окажется избыточным или недостаточным для поддержания заданной температуры и сервопривод начнет изменять положение второй заслонки, что в свою очередь опять приведет к колебаниям давления  $P_m$  и изменению расхода теперь уже через первую заслонку (рис. 2). Процесс поочередного поворота заслонок может продолжаться бесконечно долго, пока сервопривод не выйдет из строя. При этом в реальных системах мы имеем дело не с двумя, а с несколькими десятками регуляторов и воздуховодов.

Такая ситуация обусловлена тем, что обычная заслонка с сервоприводом не может осуществлять

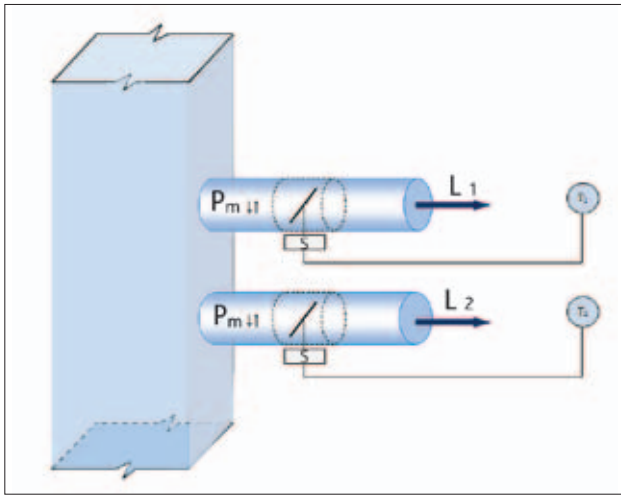


Рис. 2. Пример неправильного использования заслонок для поддержания температуры воздуха в помещении:  
 $S$  – сервопривод;  $T$  – регулятор температуры в помещении;  $L_n$  – расход воздуха

контроль фактического расхода воздуха, проходящего через воздуховод, и балансировка такой системы невозможна. Поэтому в системах, где расход воздуха на каждую зону должен постоянно изменяться, независимо от расходов воздуха в других зонах, необходимо использовать блоки регуляторов расхода воздуха VAV (рис. 3).

Стандартный блок регулятора расхода VAV имеет помимо привода и регулирующей заслонки еще и контроллер. Принципиальный момент в том, что сервопривод управляется через контроллер, а не непосредственно по датчику температуры. Основная функция контроллера – измерение фактического расхода воздуха и сравнение его с требуемой величиной. Требуемая величина расхода определяется управляющим сигналом 0–10 В или 2–10 В. Этот сигнал может формироваться установленными в помещениях регуляторами температуры, датчиками  $CO_2$ , центральной системой управления или другими системами автоматизации.

Управление температурой реализуется по каскадному принципу. Первичная контролируемая величина – температура в комнате. Комнатный температурный контроллер сравнивает значение фактической температуры воздуха с заданным значением и формирует сигнал, соответствующий требуемому значению расхода в % от максимальной величины.

Этот сигнал не управляет непосредственно заслонкой, а изменяет значение уставки расхода в контроллере контура контроля расхода воздуха. Контроллер проводит постоянное измерение фактического расхода воздуха через блок регулятора

расхода VAV и, сравнивая эти два значения, генерирует сигнал на изменение положения заслонки.

Поэтому каждый блок регулятора расхода VAV должен иметь встроенное устройство для измерения расхода воздуха.

Такое решение позволяет обеспечить поддержание требуемого расхода воздуха независимо от колебаний давления в воздуховоде (которые могут происходить из-за работы других регуляторов), поскольку осуществляется постоянное измерение фактического расхода и поддержание его в заданном диапазоне в соответствии с управляющим сигналом.

Точность измерения имеет принципиальное значение при регулировании расхода воздуха. Поэтому к измерительному элементу регулятора расхода VAV предъявляются повышенные требования.

Воздушный поток формирует динамический напор, который называется скоростным давлением и может быть измерен с помощью трубки Пито. Динамическое давление пропорционально квадрату скорости и позволяет рассчитать расход воздуха, если известно сечение воздуховода.

Для обеспечения равномерного поля скоростей требуется значительный прямой участок воздуховода, однако это редко когда возможно на практике. Блоки регулирования расхода VAV часто устанавливают после поворота воздуховода. В этом случае скоростной профиль будет также иметь сильно неравномерный характер. Поэтому если производить измерение расхода после поворота только в одной точке потока, это будет очень неточно и не позволит получить приемлемый результат, потому что для выравнивания потока потребуются прямой участок длиной порядка восьми диаметров воздуховода. Однако использование измерительной решетки с достаточным количеством точек измерения дает возможность обеспечить значительно более высокую точность измерения.

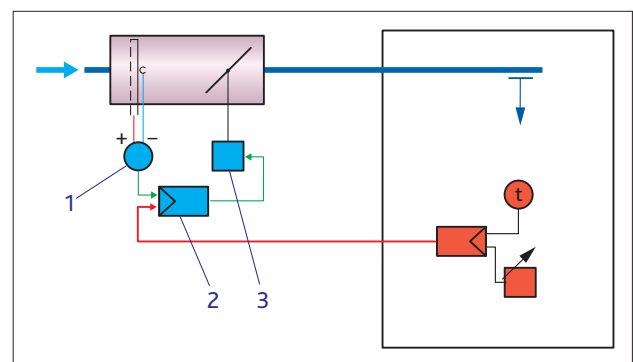


Рис. 3. Пример использования блоков регуляторов расхода воздуха VAV:  
 1 – Датчик перепада давления; 2 – Контроллер расхода воздуха; 3 – Привод

Измеритель дифференциального давления, разработанный компанией TROX, позволяет получить точный результат и производить регуляторы расхода самых компактных размеров. Даже для самых маленьких поперечных сечений регуляторов датчик состоит не менее чем из двух трубок с отверстиями, расположенными в направлении потока и против потока. Это обеспечивает необходимое усреднение измеряемой величины. Такой измеритель позволяет получить требуемую точность измерения практически для любых вариантов монтажа регулятора в набегающем потоке.

Для измерения расхода воздуха измеритель дифференциального давления должен формировать электрический сигнал. Для получения электрического сигнала, пропорционального перепаду давления, может быть использовано два метода измерения: динамический и статический.

При динамическом принципе измерения дифференциального давления небольшой поток воздуха проходит в обход основного воздуховода непосредственно через датчик.

Внутри датчика расположен термоэлектрический элемент, который охлаждается потоком воздуха. Чем выше скорость потока, тем сильнее элемент охлаждается. Это дает возможность получить электрический сигнал, соответствующий расходу воздуха.

Поскольку поток воздуха, проходящий через датчик, пропорционален полному расходу воздуха в воздуховоде, получаемый сигнал должен быть откалиброван в соответствие с полным расходом. При этом датчик будет иметь линейную характеристику зависимости электрического сигнала от расхода.

Такой принцип измерения является надежным и экономичным решением для использования в системах общеобменной вентиляции офисных зданий. Однако из-за того что датчик может засориться, подобное решение не рекомендуется для сильно загрязненного воздуха или воздуха, содержащего химические включения.

Внутри статического датчика дифференциального давления установлена диафрагма, разделяющая его на две камеры – положительного, отрицательного давления. Если давление в камерах одинаковое, диафрагма находится в исходном положении. При наличии перепада давления диафрагма прогибается по направлению к камере с меньшим давлением. Это отклонение позволяет измерить дифференциальное давление. Поэтому зависимость между напряжением и расходом имеет квадратичную зависимость. При статическом принципе измерения воздушный поток не проходит через датчик. Этот датчик можно применять с запыленным и загрязненным воздухом. Однако следует помнить, что сильно агрессивные химические частицы все-таки могут разрушать мембрану.

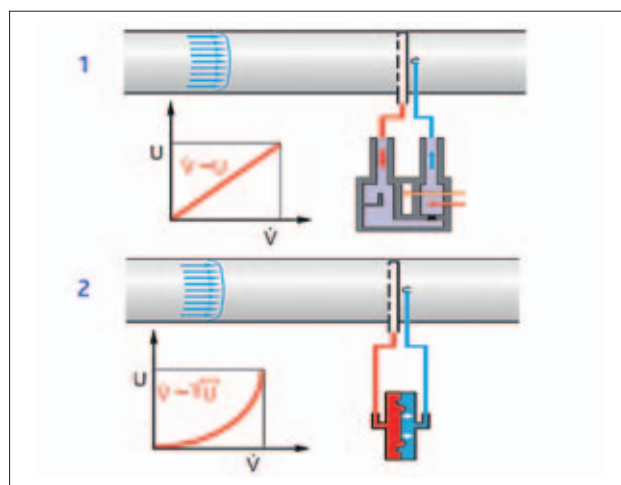


Рис. 4. Методы измерения давления: 1 – динамический; 2 – статический

Компания ТРОКС производит регуляторы расхода VAV для круглых и прямоугольных каналов как с динамическими, так и со статическими датчиками, при этом в зависимости от назначения применяются различные типы контроллеров и сервоприводов. Например, могут быть использованы привода с возвратной пружиной или высокоскоростные привода, а некоторые контроллеры имеют возможность подключения и управления по открытым сетевым протоколам.

Для подбора регулятора необходимо задать минимальный и максимальный расходы воздуха, назначение и применение регулятора, требования по допустимому уровню шума и параметры управляющего сигнала 0–10 В или 2–10 В. Выбор конкретного типа и маркировки регулятора можно выполнить с помощью программы подбора EPF, которая с этого года будет доступна и на русском языке, или обратится к техническим специалистам представительства компании TROX в России. ○

«ТРОКС РУС» – официальное представительство TROX GmbH, лидера по разработке и производству высококлассного оборудования для вентиляции и кондиционирования.

**TROX® TECHNIK**  
The art of handling air

Главный офис:  
121357, Москва, ул. Верейская,  
д. 29, к.154, оф. 14  
Тел. +7 495 221 51 61  
Факс +7 495 221 51 71  
E mail: info@trox.ru  
www.trox.ru

Филиал в Санкт-Петербурге:  
9-ая Линия В.О., д. 34а,  
БЦ «Магнус», офис 513  
Тел./факс +7 812 603-27-13