

РЕГУЛЯТОРЫ ПЕРЕМЕННОГО РАСХОДА VAV. ТЕХНИЧЕСКИЙ ОБЗОР РЫНКА

Конструкция и базовые принципы работы

Как и многие другие элементы воздухораспределительной сети, регуляторы переменного расхода воздуха (далее регуляторы VAV — Variable Air Volume) устанавливаются непосредственно в воздуховоды стандартного сечения, в которых требуется регулировать расход воздуха (рис. 1). Конструкция регулятора достаточно простая [1]. В круглом или прямоугольном корпусе размещается заслонка, которая регулирует расход воздуха, проходящий через регулятор. Положение заслонки устанавливается с помощью сервопривода, подключенного к управляющему контроллеру. Для постоянного измерения расхода воздуха, проходящего через регулятор, используется измерительное устройство, сигнал которого также подключается к управляющему контроллеру. В результате расход воздуха регулируется при помощи контура управления с обратной связью по принципу «измерение — сравнение — корректировка».

В управляющем контроллере задаются проектные значения минимального и максимального расхода воздуха V_{\min} и V_{\max} в м³/ч. Чтобы установить требуемый расход воздуха через регулятор VAV, используется пропорциональный управляющий сигнал 0–10 В (или команда по сетевому протоколу, например ModBus, LonWorks, KNX и т. п.). При этом сигналу 0 В будет соответствовать минимальный

расход V_{\min} , а сигналу 10 В максимальный расход V_{\max} .

Назначение и применение регуляторов VAV

Регуляторы переменного расхода воздуха VAV применяются для решения различных задач в системах вентиляции и кондиционирования воздуха. В ряде случаев применение регуляторов VAV позволяет получить более удобное, комфортное, надежное, функциональное решение по сравнению с альтернативными вариантами, а в некоторых случаях регуляторы VAV являются просто незаменимым оборудованием.



Рис. 1. Регулятор переменного расхода воздуха VAV

Поддержание постоянного расхода

Самой простой задачей, которую позволяют решать регуляторы VAV, является поддержание постоянного расхода в воздуховоде независимо от изменения давления на отдельных участках сети. Примером такого применения могут быть системы, в которых часть помещений обслуживается только в дневное время, а часть поме-

щений нуждается в круглосуточной вентиляции, а также системы с местными отсосами периодического действия. Еще один пример чистые помещения со сверхвысокоэффективными фильтрами, расположенными в конечных воздухораспределительных устройствах. Сопротивление такого фильтра в начале эксплуатации составляет около 100 Па, а при замене может достигать 450–500 Па, что приводит к существенной разбалансировке воздушной сети, которая может быть скомпенсирована регуляторами VAV. В качестве примера можно привести офисное здание, которое сдается в аренду разным арендаторам поэтажно. Установка клапанов VAV на поэтажных ответвлениях позволяет арендаторам проводить ремонт офисов и модернизацию системы вентиляции, не оказывая влияния на работу вентиляции на других этажах, что очень важно в современных условиях.

В принципе все три рассмотренные выше задачи могут быть решены за счет использования регуляторов постоянного расхода CAV [2], но применение регуляторов VAV позволяет получить ряд преимуществ и новых функций.

Прежде всего это более высокая точность регулирования (порядка 5% у регуляторов VAV по сравнению с 10% у регуляторов CAV). Далее, возможность динамического контроля работы вентиляции. Регулятор постоянно измеряет расход воздуха, который проходит через него, и выдает обратный сигнал, соответствующий фактическому

расходу воздуха, что дает возможность надежно контролировать реальный объем воздуха, который поступает в помещения или удаляется из них. Еще одна возможность, которую предоставляет регулятор VAV, — полное перекрытие воздуховода посредством простого проводного управления, это также штатная функция регулятора. И наконец, использование регуляторов VAV позволяет согласованно управлять объемами приточного и вытяжного воздуха. В этом случае сигнал фактического расхода воздуха приточного регулятора подключается к регулятору, установленному на вытяжном воздухе.

Регулирование расхода воздуха при различных режимах работы оборудования и различных режимах эксплуатации объекта

Эта задача актуальна на производственных объектах, особенно для высокотехнологичной промышленности, где затраты на подготовку воздуха значительны. Современные системы вентиляции и кондиционирования воздуха, обеспечивающие необходимые по гигиеническим и технологическим требованиям параметры воздушной среды, потребляют значительное количество теплоты, холода и электроэнергии. Эти затраты существенно влияют на себестоимость выпускаемой продукции, делая ее менее конкурентной и снижая общий объем прибыли. Оптимизация систем позволяет значительно сократить эксплуатационные расходы. Важную роль при этом играют системы кондиционирования воздуха с переменным расходом. Применение таких систем наиболее целесообразно на объектах с переменной нагрузкой — тепловой, влажностной и газовой.

Системы вентиляции «по потребностям»

Это обычные системы вентиляции, в основном для частных жи-

лых домов, офисных общественных и административно-бытовых зданий, которые автоматически регулируют воздухообмены в обслуживаемых помещениях в зависимости от показаний датчиков концентрации углекислого газа или датчиков качества воздуха (VOC). В последнее десятилетие применение таких систем стало новым трендом в европейских странах. Во многом этому способствуют внедрение концепции «умный дом» и появление более простых и надежных комплексных систем автоматики с использованием сетевых протоколов передачи данных, например ModBus, внедрение plug&play-технологий для всех исполнительных элементов и датчиков. Кроме того, применение таких систем поддерживается многочисленными европейскими директивами по энергосбережению и реальным снижением затрат в процессе эксплуатации, что немаловажно для частных и коммерческих пользователей.

Воздушные системы центрального кондиционирования с переменным расходом воздуха

Кондиционирование воздуха в помещениях и поддержание постоянной температуры за счет управления объемами приточно-

го охлажденного воздуха — вот основная задача, для решения которой разрабатывались регуляторы расхода воздуха [3]. Регулятор переменного расхода VAV, установленный на притоке, изменяет расход подаваемого в помещение воздуха по датчику температуры. Таким образом, при изменении тепловой нагрузки от солнечной радиации и внутренних теплопритоков обеспечивается постоянный контроль температуры воздуха в каждом отдельном помещении, обслуживаемом центральной системой кондиционирования (рис. 2).

Воздушные системы центрального кондиционирования с регуляторами VAV обладают большим потенциалом для энергосбережения за счет возможности использования потенциала наружного воздуха и применения высокоэффективных рекуператоров тепла, поэтому они являются основным решением для создания комфортного микроклимата в помещениях во многих странах мира.

Контроль перепада давления в помещениях

Контроль перепада давления с помощью системы вентиляции является одним из методов обеспечения чистоты помещения и защиты от утечек опасных загрязнений. Для обеспечения перепада

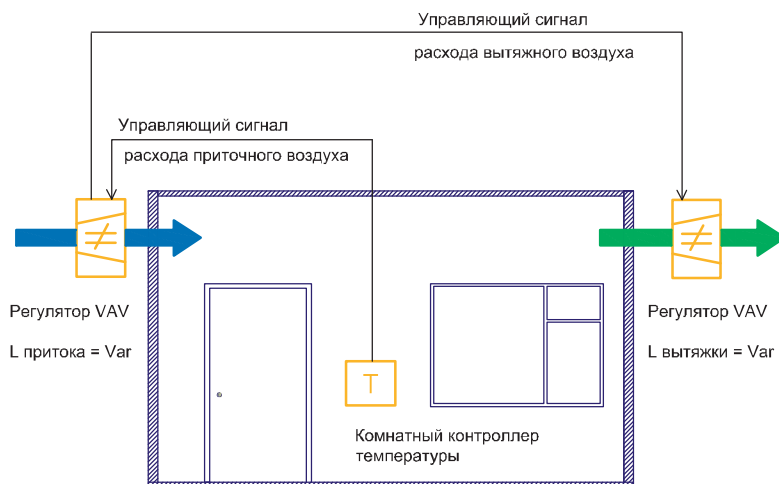


Рис. 2. Регулирование температуры в помещении за счет изменения расхода воздуха

давления в помещениях с помощью системы вентиляции применяются различные технические решения [4], среди которых наиболее надежные и удобные решения построены на основе регуляторов переменного расхода воздуха VAV.

Регуляторы создают и контролируют дисбаланс приточного и вытяжного воздуха, чтобы не допустить проникновения загрязнений в помещения снаружи или, наоборот, избежать опасных утечек загрязненного воздуха.

Принципы измерения расхода

Чтобы иметь возможность регулировать расход воздуха, его необходимо измерять. Для измерения расхода в регуляторах VAV используют два способа. Первый — это измерения давления посредством трубки Пито или аналогичных устройств, расчет динамического давления потока и определение расхода по известной площади сечения воздуховода. И второй способ — измерение расхода с помощью ультразвука.

Измерение динамического давления потока

Конструкция приемников давления:

- измерительный зонд по принципу трубки Пито.

Самым простым и дешевым способом измерения динамического давления является приемник давления (измерительный зонд), сделанный по принципу трубки Пито. Данное устройство измеряет полное давление потока с помощью отверстий в зонде, расположенных навстречу потоку, и статическое давление с помощью отверстий после потока (рис. 3). Разница давлений и будет динамическое давление, по которому можно определить расход воздуха.

Для обеспечения приемлемой точности регулирования с использованием измерительного зонда требуются достаточно высокая скорость потока (3–5 м/с) и равномерная скорость по всему сечению, что

в идеале требует до 5 эквивалентных диаметров прямого воздуховода перед регулятором VAV для стабилизации потока. Кроме того, зонд создает дополнительное сопротивление, генерирует шум и может быть подвержен загрязнению в процессе эксплуатации.



Рис. 3. Приемник давления регулятора VAV (Systemair)

Несмотря на то что для измерения расхода этот вариант остается самым дешевым, простым и распространенным, производители регуляторов VAV постоянно разрабатывают альтернативные решения, позволяющие надежно измерять расход воздуха при скоростях движения менее 2 м/с.

Приемник давления типа «сопло»

Альтернативным вариантом измерения перепада давления является создание дополнительного сопротивления на пути движения воздуха. Так, на регуляторах VAV для круглых каналов серии LVC компании Trox для измерения перепада давления используется пластиковое сопло Вентури (рис. 4).

Такое решение позволяет работать при скоростях от 0,6 до 6 м/с, а длина корпуса регулятора всего 310 мм. Однако данная продукция выпускается всего в четырех типоразмерах — от 125 до 250 мм, при этом точность регулирования составляет от 5 до 12% в зависимости от расхода воздуха. Но однозначным плюсом регуляторов с соплом Вентури является отсутствие требования по наличию прямого участка перед регулятором для стабилизации потока. Именно по этой причине специ-

альные регуляторы переменного расхода для вытяжных лабораторных шкафов также делают с измерительным соплом, что дает возможность смонтировать регулятор непосредственно на вытяжной патрубке.



Рис. 4. Сопло Вентури для измерения перепада давления

Приемник давления, вмонтированный в заслонку

Еще одним новаторским решением, появившимся на мировом рынке буквально в последний год, является приемник давления, устанавливаемый непосредственно на регулируемую заслонку.

Сразу две компании выпустили регуляторы данного типа — Systemair (серия Optima-LV-R) и Trox (серия TVE). Причем по техническим характеристикам и особенностям конструкции новинки получились достаточно непохожими друг на друга.

У регуляторов Systemair приемник давления традиционно соединяется с контроллером посредством пластиковых трубок, в то время как у Trox соединительные каналы интегрированы в патентованную конструкцию регулирующей заслонки (рис. 5).

Серия регуляторов Optima-LV-R включает типоразмеры от 100 до 400 мм, в то время как TVE — только от 100 до 250 мм. Диапазон работы TVE значительно шире: от 0,5 до 13 м/с, а у Optima-LV-R — от 0,2 до 6 м/с. К сожалению, выполнить более подробное сравнение

регуляторов по имеющимся в каталогах открытым данным не представляется возможным.



Рис. 5. Регулирующая заслонка с интегрированным приемником давления

Динамический и статический преобразователи давления

Для преобразования полученного перепада давления в электрический сигнал используется преобразователь давления. Преобразователи давления бывают двух типов: динамические и статические.

При динамическом измерении минимальный поток воздуха по трубкам приемника давления проходит непосредственно через преобразователь перепада давления. В преобразователе расположен нагревательный элемент, который при увеличении скорости течения воздуха теряет большое количество тепла, благодаря чему формируется электрический сигнал, соответствующий расходу воздуха. Данный принцип измерения является экономичным решением для систем вентиляции офисных и гражданских зданий. По причине возможного загрязнения датчика данный метод измерения не следует применять для измерения воздуха, загрязненного пылью и (или) химическими веществами, например на промышленных объектах.

Мембранный преобразователь перепада давления работает по принципу измерения статического давления. Он состоит из цилиндра и мембраны, разделяющей две камеры, отрицатель-

ного и положительного давления. При равном давлении в камерах мембранная перегородка находится в центре. Под действием перепада давления мембранная перегородка смещается в сторону более низкого давления. Расстояние смещения соответствует перепаду давления. В статическом преобразователе давления поток воздуха не проходит через преобразователь. Это означает, что он не подвержен влиянию пыли и прочим загрязнениям. Конечно, химические вещества могут попасть на мембранную перегородку и в камеру через приемник давления, что может привести к реакциям. Однако этот риск значительно меньше, чем при динамическом измерении перепада давления. Поэтому такие преобразователи используются в лабораторных помещениях и при работе с воздухом, содержащим агрессивные и вредные вещества.

Ультразвуковые измерители расхода

Альтернативным способом измерения расхода воздуха является измерение с помощью ультразвуковых волн. Преимущество данного способа заключается в том, что устройство измерения устанавливается на воздуховод снаружи и не уменьшает поперечного сечения воздуховода, не создает дополнительные потери на трение, не генерирует шум и не может быть местом скопления загрязнений.

Ультразвуковая технология измерений расхода более сложная и дорогостоящая и еще находится в стадии развития. Буквально в этом году компания Lindab представила регуляторы VAV серии Ultralink, типоразмеры от 100 до 500 мм [5]. И, возможно, немного ранее компания FlaktGroup предложила рынку ультразвуковые регуляторы VAV серии Optivent Ultra, типоразмеры от 100 до 630 мм. Обе компании используют различную автоматику для своих контроллеров, поэтому в обоих случаях речь

идет о собственных исследованиях и разработках.

Существуют различные методы анализа движения воздушного потока с помощью ультразвука. В продукции FlaktGroup используется метод beam drift (перевод автора: метод дрейфа ультразвуковой волны). На корпусе регулятора размещаются источник ультразвуковых волн и два принимающих датчика. Когда движение воздуха отсутствует, звуковые волны распространяются от источника до двух датчиков без изменений и одновременно, так же как круги от упавшего камня равномерно расходятся по воде.

Если же воздух, в котором распространяется звуковая волна, начинает двигаться, то возникает сдвиг в движении волны между первым и вторым датчиками (рис. 6). При увеличении скорости воздушного потока увеличивается и сдвиг, который фиксируют датчики. В результате появляется возможность измерять скорость движения воздушного потока без установки каких-либо механических препятствий на пути движения воздуха.



Рис. 6. Ультразвуковой регулятор VAV (FlaktGroup)

Данный принцип измерения обеспечивает высокую точность и широкий рабочий диапазон. Так, для регуляторов Optivent Ultra рабочий диапазон составляет от 0,5 до 13 м/с. Что касается свободного пространства для стабилизации потока, то для достижения точности измерения <4% оно необходимо, в то время как без свободного пространства точность измерений

будет 6–10% в зависимости от скорости потока.

Для проведения ультразвукового измерения требуется определенное пространство, поэтому корпус ультразвукового регулятора VAV имеет большую длину по сравнению со стандартными регуляторами. Например, для диаметра 315 мм длина корпуса составит 813 мм, что в 2 раза больше, чем корпус традиционного регулятора. Вторым недостатком ультразвуковых регуляторов VAV может быть более высокая стоимость, однако она будет ниже по мере увеличения производства и отработки новых технологий.

Производители автоматики для регуляторов VAV

Производители вентиляционного оборудования не занимаются выпуском отдельных элементов автоматики, а приобретают управляющие контроллеры и сервоприводы для регуляторов VAV у специализированных компаний. Наиболее крупные производители предпочитают приобретать такую автоматику, как OEM-компоненты. В этом случае приводы и контроллеры будут окрашены в оригинальный цвет и иметь логотипы и маркировку производителя оборудования. Некоторые серии контроллеров появляются в результате совместной работы производителя регуляторов VAV и производителя автоматики и являются эксклюзивным продуктом. А вот калибровка и настройка параметров управляющих контроллеров выполняются каждым производителем регуляторов VAV самостоятельно, поэтому нельзя сказать, что два одинаковых контроллера, установленных на регуляторах VAV различных производителей, будут абсолютно идентичны.

На российском рынке можно встретить различные модели регуляторов VAV с автоматикой от четырех всемирно известных компаний.

Belimo. Наибольшее распространение у производителей регуляторов VAV получила продукция компании Belimo. Фирма BELIMO Automation, AG была создана в 1975 году в г. Ветсиконе, который располагается неподалеку от Цюриха (Швейцария). Создатели фирмы разработали и наладили производство специализированных электроприводов для воздушных заслонок, применяемых в системах вентиляции и кондиционирования воздуха, отличающихся принципиально новой конструкцией, основным достоинством которой прямая установка привода на вал заслонки. Уже более 40 лет фирма BELIMO является одним из основных поставщиков данных изделий, что объясняется высоким качеством исполнения, широкой номенклатурой и техническими достоинствами приводов и контроллеров.

Компания предлагает наиболее широкий ассортимент различных контроллеров и сервоприводов для регуляторов VAV, а также обеспечивает надежную послепродажную и сервисную поддержку своей продукции, в том числе предоставляемой как OEM.

Gruner. Основным альтернативным конкурентом является немецкий производитель Gruner, который также выпускает автоматику для регуляторов VAV.

Компания GRUNER AG была основана в 1953 году в городе Wehingen (Германия). Производство электроприводов для систем вентиляции, кондиционирования и отопления (HVAC) налажено с 1954 года. GRUNER производит как стандартные электроприводы, так и OEM-версии для таких известных брендов, как Danfoss, ESBE, Trox, Swegon.

В ассортименте данного производителя имеются все основные варианты электроприводов для регуляторов VAV с переменным расходом воздуха и регуляторов с переменным перепадом давления в помещениях и воздуховодах.

Sauter. Швейцарская группа компаний SAUTER рассматривается во многих частях мира как один из технологических лидеров в области автоматизации зданий и интегрированных систем управления зданиями (BMS). Головной офис, подразделения исследований и развития, а также производственные линии компании расположены в одном месте — в городе Базеле, в Швейцарии.

Несмотря на небольшой размер, компания прочно удерживает свои позиции, предоставляя уникальные и передовые решения, в частности контроллеры для регуляторов VAV, не имеющие аналогов и обладающие функционалом, недоступным для других производителей.

В то же время далеко не все заказчики нуждаются в самых передовых технических решениях, в результате доля регуляторов VAV, оборудованных автоматикой Sauter, значительно ниже, чем у конкурентов.

Siemens. Наиболее крупным из рассматриваемых OEM-производителей является концерн «Сименс АГ», который производит огромный спектр оборудования от простейших датчиков систем автоматизации до энергетических турбин и электропоездов. Эта компания является одним из ведущих игроков на рынках промышленной автоматизации и диспетчеризации зданий. Поэтому неудивительно, что некоторые крупные заказчики на своих новых объектах хотят видеть регуляторы VAV, оснащенные контроллерами и сервоприводами Siemens. И хотя OEM-рынок контроллеров для регуляторов VAV не является целевым для концерна, на российском рынке существует определенный спрос на регуляторы расхода с автоматикой SIEMENS.

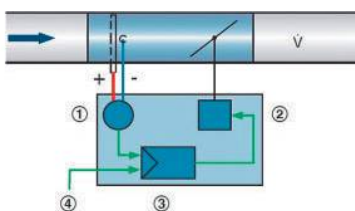
Типы контроллеров для регуляторов VAV

Все выпускаемые контроллеры по конструктиву и своим функ-

циональным возможностям можно разделить на несколько основных типов.

Контроллеры типа «Компактный»

Наиболее популярными и распространенными на сегодняшний день являются контроллеры, которые можно условно отнести к серии «Компактный». К этим контроллерам относятся, например, серия L(N)MV-D3 (Belimo), серия 227B (Gruner) и серия GLB.181 (Siemens) (рис. 7).



- ① Преобразователь перепада давления
- ② Сервопривод
- ③ Контроллер расхода воздуха
- ④ Сигнал требуемого значения



Рис. 7. Пример компоновки контроллера «Компактный» производства Siemens. Все элементы собраны в одном корпусе (из каталога «ТРОКС»)

«Компактный» контролер объединяет в одном корпусе все компоненты автоматики регулятора VAV: динамический преобразователь давления, сервопривод и сам контроллер.

Управление контроллером осуществляется аналоговым сигналом 0–10 В или 2–10 В, соответствующим требуемому значению расхода воздуха. Контроллер постоянно выдает обратный сигнал текущего значения расхода воздуха в формате 0–10 В. Существует возможность приоритетного переключения контроллера в режим минимального или максимального расхода воздуха, а также полного закрытия или открытия заслонки регулятора VAV.

Многие модели «компактных» контроллеров могут осуществлять прием и передачу данных не только посредством аналоговых сигналов, но и по протоколам MP-Bus, ModBus RTU, LonWorks, KNX.

Значения максимального и минимального расхода воздуха V_{\min} и V_{\max} для таких контроллеров задаются программно через компьютер или специальное сервисное устройство, что обеспечивает высокую точность установки параметров. Однако требуемые значения расходов воздуха должны быть указаны при заказе оборудования в соответствии с проектом. Некоторые модели контроллеров «Компактный» могут быть подключены и переконфигуриро-

ваны по технологии NFC с помощью мобильного телефона.

Контроллеры типа «Удобный»

Контроллеры типа «Удобный» представляют собой модификацию контроллеров типа «Компактный» с максимально простой системой управления.

Принципиальное отличие состоит в том, что установка значений минимального и максимального расхода V_{\min} и V_{\max} выполняется с помощью обычной отвертки, за счет установки потенциометров на корпусе контроллера в требуемые положения. Это значительно упрощает процесс заказа и пуска-наладки регуляторов, но вместе с тем снижает точность настройки и увеличивает вероятность ошибок при монтаже.

К контроллерам типа «Удобный» относятся серии LMV-D3A (Belimo), серии 227VM-024 (Gruner) и их модификации (рис. 8).

Контроллеры типа «Универсальный»

Более сложными изделиями являются контроллеры типа «Универсальный», например, серии VRP-, VRD- (Belimo) и GUAC- (Gruner). Такие контроллеры используются для профессиональных решений на производственных объектах.

В этом случае контроллер смонтирован в отдельном корпусе, к которому подключаются сервопривод и преобразователь давления (рис. 9). Преобразователь давления может быть динамического или статического типа. При этом динамический преобразователь давления может быть встроенным в корпус контроллера, а статический преобразователь всегда поставляется отдельно.

Использование контроллеров типа «Универсальный» позволяет использовать различные типы сервоприводов, которые также устанавливаются отдельно. Это может быть высокоскоростной сервопривод. Время поворота таких приводов не превышает 10–15 секунд,



Рис. 8. Контроллер типа «Удобный» (Gruner)

и они используются в системах поддержания давления в чистых помещениях с высокой герметичностью. Сервоприводы с возвратной пружиной применяют на объектах, для которых важно обеспечить полное закрытие заслонки регулятора VAV в случае отсутствия электропитания. На объектах, где требуются особенно высокая точность и быстродействие, используют пневматические сервоприводы.



Рис. 9. Пример компоновки контроллера «Универсальный». Преобразователь давления, сервопривод и контроллер. Отдельные компоненты (из каталога «ТРОКС»)

Основы подбора регуляторов VAV

Стандартный модельный ряд основных производителей включает регуляторы VAV для круглых и прямоугольных каналов стандартных типоразмеров. Практически все производители выпускают базовое исполнение с простым корпусом из оцинкованной стали и исполнение со звукоизолирующим корпусом, также встречается исполнение корпуса из нержавеющей стали и из стали с порошковым покрытием. Некоторыми производителями выпускаются регуляторы VAV со встроенными шумоглушителями для частных домов и резиденций, регуляторы во взрывозащищенном исполнении и регуляторы из химически стойкого пластика.

Для подбора регулятора, как правило, достаточно знать проектные значения минимального и максимального расхода возду-

ха V_{\min} и V_{\max} и сечение воздуховода. При подборе требуется контролировать уровень шума, который будет генерироваться при работе регулятора VAV в воздуховоде и окружающее пространство, и принять решение об использовании регулятора в изолирующем корпусе и установке дополнительных шумоглушителей.

Но это еще не все. Далее необходимо определиться с типом управляющего контроллера («Удобный», «Компактный» или «Универсальный»), с требованиями по поддержанию сетевых протоколов, выбрать подходящий принцип измерения расхода (динамический, статический или ультразвуковой) и проверить тип сервопривода (со стандартной скоростью вращения, скоростной сервопривод, сервопривод с возвратной пружиной).

Исходные данные, необходимые для подбора, в основном есть в каталогах и программах подбора производителей оборудования. Там же приводятся требования по наличию прямого участка воздуховода перед регулятором, который необходимо предусмотреть в проекте для стабилизации потока воздуха и обеспечения приемлемой точности работы регулятора.

Общий обзор рынка. Основные производители регуляторов VAV

На российском рынке присутствует ограниченное количество европейских производителей вентиляционного оборудования и несколько отечественных компаний, которые начали осваивать производство данной продукции относительно недавно (табл. 1). В статье приводятся только общий обзор и сравнение основных моделей продукции по информации каталогов и сайтов производителей, находящихся в свободном доступе.

Systemair (1) — один из крупнейших производителей канальной вентиляции, имеет в своем ряду модели регуляторов расхода

серии Optima для круглых и прямоугольных каналов.

Данную серию отличает наиболее широкий ряд типоразмеров, а прямоугольные регуляторы выпускаются с шагом 50 мм как по ширине, так и по высоте, что достаточно важно при проектировании сложных объектов. В то же время стандартный ряд управляющих контроллеров достаточно ограничен. Отсутствуют регуляторы со статическими преобразователями давления и регуляторы контроля давления в помещениях. Для подбора оборудования доступна онлайн-программа подбора, которая позволяет получить все необходимые характеристики. Доступны 3D-модели для Autocad, Revit.

Trox (2). Для немецкой компании «ТРОКС» регуляторы VAV являются одним из ключевых продуктов. В результате компания выпускает самый широкий ассортимент регуляторов. Так, для круглых каналов существует целые три серии — LVC, TVE, TVR, и две серии — TVJ и TVT, — каждая из которых имеет свои уникальные преимущества и возможности. На регуляторы VAV ТРОКС устанавливаются практически все доступные типы управляющих контроллеров как с динамическими, так и со статическими преобразователями давления. Помимо стандартных выпускаются регуляторы с корпусом из нержавеющей стали и с порошковым покрытием, а также регуляторы из пластика для химических лабораторий и производств. В качестве небольших недостатков можно отметить достаточно крупный шаг прямоугольных регуляторов (100 мм). Для подбора регуляторов предлагается удобная программа, доступны 3D-модели оборудования, в том числе для программы MagiCAD.

Flackwoods (3). Кроме базовых моделей регуляторов в модельном ряду присутствуют регуляторы со встроенными шумоглушителями

Таблица 1
Производители регуляторов постоянного расхода воздуха. Модельный ряд

	Компания / Представитель	Сайт	Страна происхождения бренда	Ограничители расхода для круглых каналов	Регуляторы САУ для круглых каналов	Регуляторы САУ для прямоугольных каналов	Примечания
1	Systemair	www.systemair.com	Швеция	RDR	NOTUS-R	NOTUS-S	—
2	Halton	www.halton.com	Финляндия	—	RMS	*	* предлагаются VAV в режиме САУ
3	Hidria / Lindab	www.amp-nw.ru	Словения	—	MRP-1/3	MRP-2/4	-
4	Trox	www.trox.ru	Германия	VFL	RN/VFC	EN	VFC — для низких скоростей
5	«Арктика»	www.arktika.ru	Россия	CVD	*	*	* предлагаются VAV в режиме САУ
6	Airfix / Vent-art	www.ventart.ru	Франция	AIRFIX (HD)	—	—	«HD» — давление до 600Па
7	Madel / Vent-art	www.madel.com	Испания	SKP	SCS-C	SCS-R	—
8	SMAY / «Инпласт»	www.inplast.ru	Польша	KCR-R	VRS	VRRK	—
9	Mandik / ООО «Флюссо»	www.mandik.cz	Чехия	—	RPM-K	RPMC-K	модельный ряд аналогичен LTG
10	Frapol	www.frapol.com.pl	Польша	CAN-N/CAN-W	CAV-R	CAV-E	«CAN-W» давление до 600Па
11	Aldes	www.aldes.com	Франция	MR	—	—	OEM поставщик для ряда компаний
11	Flaktwoods	www.flaktgroup.com	Англия	—	ECSS	*	* предлагаются VAV в режиме САУ
12	Swegon	www.swegon.ru	Швеция	—	*	*	* предлагаются VAV в режиме САУ
13	Klima Oprema	www.klimaooprema.hr	Хорватия	KVR-R	RKP-C	RKP-P	модельный ряд аналогичен Systemair
14	LTG	www.ltg.de	Германия	—	VRW-2	VRX	модельный ряд аналогичен Mandik
15	Shako	www.schako.com	Швейцария	VOLKOM	VM-PRO	VM-PRO	

лями. Базовые модели регуляторов имеют стандартные среднерыночные характеристики. Возможно, компания рассчитывает на хорошие результаты с новой моделью регулятора с ультразвуковым измерителем расхода серии ULSA. В поддержку данного продукта выпущена содержательная брошюра с рекомендациями и типовыми решениями по применению оборудования в системах «вентиляции по потребностям». Доступны BIM-модели для программы MagiCAD и онлайн-программа подбора оборудования.

Swegon (4). В дополнение к своей основной продукции компания

Swegon предлагает только один простой модельный ряд регуляторов серии REACT, ориентированный на потребности скандинавского рынка оборудования. Основная ставка сделана на управляющие контроллеры типа «Удобный», но также доступны модели с контроллером «Универсальный» и сервоприводы с возвратной пружиной. Каталог продукции достаточно подробный и содержит всю необходимую для подбора оборудования техническую информацию.

«Вега» (5). Российская компания «Вега» освоила выпуск базовых моделей регуляторов VAV для

круглых и прямоугольных каналов серии PEI-SMART. Внешний вид регуляторов, приведенный в каталогах производителя, производит благоприятное впечатление. Регуляторы выпускаются в стандартном и коррозионностойком исполнении из нержавеющей стали. Используются управляющие контроллеры компании Velimo типа «Компактный» с динамическим преобразователем давления. Производитель заявляет достаточную точность измерений при скорости воздушного потока от 2 м/с, но конкретных данных по точности измерений в каталогах нет, в отличие от каталогов за-

рубежных производителей. Хотя уже приведены данные по требованиям к наличию прямого участка воздуховода перед регулятором и данные по шумовым характеристикам, однако только для одного значения перепада давления на регуляторах — 150 Па.

Для круглых регуляторов расхода доступно фланцевое исполнение, что соответствует специфическим требованиям локального рынка промышленной вентиляции. Клиентам предлагается уникальная опция, которой нет у иностранных производителей, — «защита от кражи электропривода». И что очень положительно для российского производителя для данной продукции доступны BIM-модели для программы REVIT.

«Арктика» (6). Еще один российский производитель начал производство базового модельного ряда регуляторов VAV для круглых и прямоугольных каналов КППК/КППП. Характеристики, приведенные в каталогах, достаточно краткие и соответствуют среднерыночным стандартам. Так, в каталоге есть подробная информация по подключению и функционированию управляющих контроллеров, но, к сожалению, полностью отсутствуют данные по точ-

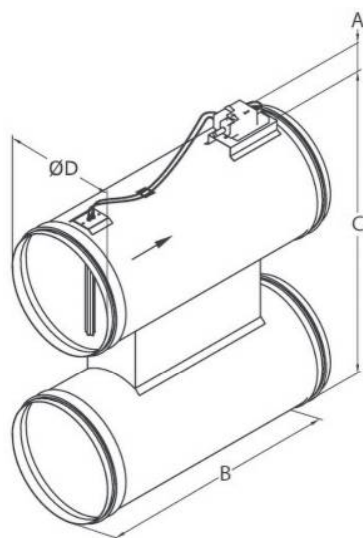


Рис. 10. Регулятор ДКПР («Арктика») с двумя воздушными каналами

ности регулирования и уровню шума, поэтому при подборе оборудования придется ориентироваться на аналогичную продукцию других компаний.

Примечательно, что у компании «Арктика» довольно редкий вариант регуляторов VAV серии ДКПР, который почти не встречается у конкурентов (рис. 10). Особенность регуляторов ДКРК заключается в том, что данные изделия обеспечивают поддержание заданного расхода воздуха одновременно в двух воздушных каналах с одинаковым режимом работы, работая по схеме «ведущий/ведомый»; при этом используется только один управляющий контроллер типа «Компактный» со встроенным сервоприводом, что положительно сказывается на стоимости оборудования. Два воздушных канала регулятора ДКРК могут использоваться как приточный и вытяжной каналы, а также как два приточных или два вытяжных канала.

Halton (7). Модельный ряд регуляторов этой компании достаточно разнообразен. В нем присутствуют как минимум три серии регуляторов для круглых каналов, но некоторая продукция ориентирована на конкретные страны: например, для серии HFV на сайте компании удалось найти каталог только на французском языке. Тем не менее по разнообразию управляющих контроллеров продукция практически сопоставима с аналогами Trox. В ассортименте также присутствуют измерители расхода и клапаны — регуляторы давления для помещений и воздухопроводов.

Заключение

Российский рынок регуляторов VAV относительно небольшой, но достаточно стабильный. Этому способствуют развитие отечественных фармацевтических компаний и локализация фармацевтических производств, а также реализация долгосрочных программ развития и модернизации объектов здраво-

охранения, для которых применение регуляторов VAV является необходимым.

Можно предположить, что появление регуляторов VAV российского производства позволит расширить рынок сбыта оборудования за счет новых объектов с государственным финансированием и объектов стратегического назначения. А в настоящее время медленный, но стабильный рост данного сегмента рынка связан не только с приобретением опыта проектирования, монтажа и пусконаладки, но и с приобретением опыта эксплуатации объектов с регуляторами расхода конечными пользователями. Как правило, такой опыт оказывается весьма положительным, и при строительстве новых объектов целесообразность применения регуляторов VAV уже не вызывает сомнений.

Использование регуляторов VAV в системах центрального кондиционирования с переменным воздухом для гражданских объектов не находит широкого применения в отечественной практике проектирования. Несмотря на то что эти системы могут быть более экономичными и обеспечивать более высокий уровень комфорта, в настоящее время предпочтение отдается привычным системам «чиллер — фэнкойлы» или мультизональным фреоновым системам.

Литература

1. Волков В. А. Регуляторы расхода воздуха VAV — основа системы кондиционирования с переменным расходом // АВОК. 2011. № 4.
2. Волков В. А. Регуляторы постоянного расхода CAV // Мир климата. 2019. № 115.
3. Волков В. А. Особенности проектирования систем с переменным расходом воздуха // АВОК. 2011. № 6.
4. Волков В. А. Контроль перепада давления в чистых помещениях // Мир климата. 2019. № 117.