

Особенности проектирования систем с переменным расходом воздуха

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

При проектировании систем с переменным расходом воздуха (VAV) возникает ряд вопросов, связанных с особенностями данной схемы вентиляции и кондиционирования. И хотя VAV-система очень похожа на классическое центральное кондиционирование, подходы к решению этих вопросов могут существенно отличаться. В данной статье обозначены основные особенности, связанные с применением и проектированием VAV-систем, а также обозначены основные решения, применяемые в мировой практике.

Оценка целесообразности использования VAV-системы

На сегодняшний день система вентиляции и кондиционирования воздуха с переменным расходом (VAV) является наиболее энергоэффективной системой обеспечения микроклимата в помещениях. Эта система позволяет работать в режиме охлаждения за счет использования потенциала наружного воздуха более 80 %, а также максимально эффективно осуществлять рекуперацию тепла в центральных кондиционерах, обеспечивая минимальные затраты на подогрев воздуха. А современные тенденции строительного рынка, направленные на повышение теплового сопротивления ограждающих конструкций, делают VAV-систему еще более актуальной.

Однако вопрос целесообразности использования VAV-системы на каждом конкретном проекте требует отдельного обсуждения. Кроме очевидных преимуществ, применение VAV-системы предъявляет свои требования к архитектуре и планировочным решениям здания. Очевидной сложностью для использования VAV-системы, по сравнению с системами чиллер-фэнкойл или VRV, является необходимость применения больших воздуховодов. Поэтому данное решение не очень эффективно для небольших объектов, где нет возможности получить пространство под воздуховоды, а также для очень крупных и высотных объектов, где размеры воздуховодов окажутся критическими.

В то же время для зданий и отдельных зон с постоянными избытками тепла и неравномерной тепловой

нагрузкой, для зданий, требующих круглогодичного охлаждения (офисы, торговые и развлекательные центры, учебные заведения), преимущества системы с переменным расходом воздуха окажутся более весомыми и экономически привлекательными.

Ограничение тепловых нагрузок за счет архитектурных решений

В системах кондиционирования с переменным расходом воздуха снятие теплоизбытков осуществляется в основном за счет подачи в помещения значительных объемов холодного воздуха. В частности, для офисных помещений требуемая кратность воздухообмена может достигать порядка 7–12 1/ч. Подача таких объемов воздуха требует использование воздуховодов значительного сечения. Поэтому при проектировании VAV-систем особое значение следует уделять точности расчетов тепловых нагрузок, а также мероприятиям, направленным на снижение теплопоступлений (табл. 1).

Как показывает практика, тщательное обсуждение данного вопроса с архитектором и заказчиком позволяет снизить расчетные тепловые нагрузки на 15–20 %. В системах чиллер-фэнкойл этот результат привел бы только к снижению стоимости холодильного центра. Но для системы с переменным расходом воздуха снижение нагрузки означает уменьшение сечений воздуховодов, площадей под вентиляционные шахты и вентиляционные камеры. То есть напрямую влияет на решение о целесообразности использования данного решения.

Таблица 1
Ограничение теплопоступлений

Источники теплопоступлений	Методы ограничения
Инсоляция	<ul style="list-style-type: none"> Использование архитектурных затеняющих элементов Использование стекла с низким светопропусканием Использование внутренних жалюзи
Освещение	<ul style="list-style-type: none"> Использование энергосберегающих ламп. Нагрузка 10–15 Вт/м вместо 40–50 Вт/м
Теплопритоки	<ul style="list-style-type: none"> Использование стекла с низким коэффициентом теплопроводности Термоизоляция фасадов
Компьютеры и офисная техника	<ul style="list-style-type: none"> Использование портативных компьютеров ноутбуков, ЖК-мониторов Использование дополнительных местных систем охлаждения
Люди	<ul style="list-style-type: none"> Соблюдение норм размещения Оптимизация архитектурно-планировочных решений

Определение требуемого расхода воздуха

Существенным отличием по сравнению с классической системой центрального кондиционирования с постоянным расходом воздуха (CAV) является подход к определению требуемого расчетного расхода воздуха.

В результате неравномерности теплопритоков, обусловленной различной ориентацией обслуживаемых помещений по сторонам света, а также при различных режимах эксплуатации отдельных помещений тепловая нагрузка каждого помещения постоянно изменяется. При этом максимальные нагрузки в различных помещениях существенно не совпадают по времени.

В классической системе центрального кондиционирования общий объем воздуха обусловлен суммарной максимальной нагрузкой по каждому помещению. А для системы с переменным расходом воздуха он определяется максимальной суммой почасовых нагрузок для каждого помещения. Как правило, коэффициент неодновременности современных зданий составляет 0,7–0,8. Поэтому общий расход воздуха в системах с переменным расходом может быть на 70% ниже, чем в системах с центральным кондиционированием с постоянным расходом.

Таблица 2
Расход воздуха для CAV-системы и VAV-системы

Расход воздуха для системы CAV	Расход воздуха для системы VAV
$V_{CAV} \Rightarrow \sum Q_i^{MAX}$	$V_{VAV} \Rightarrow MAX \sum Q_i$
100 %	70–80 %

Такая ситуация делает экономически целесообразным выполнение динамического моделирования теплового режима здания, так как позволяет значительно снизить затраты на системы кондиционирования. При разработке VAV-системы инвестору особенно выгодно получить точные динамические данные для выполнения проекта, что полностью подтверждается существующей мировой практикой.

Выбор оптимальной схемы прокладки воздуховодов: круглое сечение, прямые участки, плавные переходы и т. д.

Особенности работы воздухораспределительной сети в VAV-системах заключаются в постоянном изменении скоростей на отдельных участках, изменении давления и, соответственно, неравномерности расходов.

В этих условиях наиболее эффективным решением является использование кольцевых поэтажных схем воздуховодов (рис. 1). Это дает возможность обеспечить более качественное выравнивание статического давления и изменить места подключения или добавить новые каналы. Кольцевая схема позволяет уменьшить сечение воздуховодов, при этом обеспечив допустимые акустические параметры.

Кроме того, в результате использования поэтажной кольцевой схемы воздушной сети появляется возможность поэтапной сдачи объекта. Если сравнивать эту систему с привычной системой чиллер-фанкойл, то вместо гребенки с холодной водой и патрубков для подключения вентиляции, в здании на каждом этаже будет центральный воздуховод – по сути, большая статическая камера, к которому арендаторы смогут подключить свои каналы с регуляторами VAV.

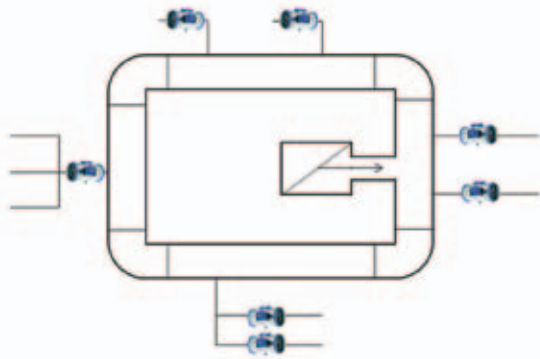


Рис. 1. Кольцевая схема воздуховодов

Подбор регуляторов расхода воздуха VAV, расстановка термистов на воздуховодах

При подборе конкретных регуляторов следует обратить внимание на такие вопросы, как диапазон расходов, места установки, сопротивление, уровень шума, исполнение датчика, тип контроллера, тип управляющего сигнала, режим работы, необходимость приоритетного управления, требования по подключению к BMS, использование сетевых протоколов и др. Для решения этих задач вы можете, к примеру, воспользоваться программой подбора оборудования Easy Product Finder, которую можно свободно скачать на сайте www.trox.de.

Выбор воздухораспределителей

Правильный выбор воздухораспределительных устройств – еще один важный момент при проектировании системы с переменным расходом воздуха. Обычные потолочные диффузоры и решетки тут не подойдут, потому что они не обеспечивают стабильное воздухораспределение при существенном изменении расхода воздуха. Несколько лучшую картину позволяют получить щелевые диффузоры. Они дают возможность обеспечить более широкий диапазон расходов. А использование вихревых воздухораспределителей позволяет добиться устойчивой работы в диапазоне от 30 до 100%. Однако самые лучшие характеристики для системы с переменным расходом предлагают воздухораспределители вытесняющей вентиляции, производительность которых может меняться от 0 до 100% (рис. 2).

Концепция регулирования и управления

Автоматизация системы с переменным расходом не представляет труда. Каждый регулятор имеет свой собственный готовый к работе контроллер, поэтому совершенно не требуется создавать

Потолочные ВРУ 65-100% dT до -10C		
Щелевые ВРУ 55-100% dT до -12C		
Вихревые ВРУ 32-100% dT до -12C		
Вытесняющая вентиляция 0-100% dT до -6C		

Рис. 2. Типы воздухораспределителей

какую-то глобальную систему управления всего здания со сложными сетевыми протоколами. Для каждой зоны может быть использован простой комнатный контроллер, позволяющий получить полный набор полезных функций, таких как переключение режимов, дежурное отопление, дополнительный датчик присутствия, ночной режим, быстрое проветривание, управление зональными догревателями и доводчиками и др.

Таким образом, вопросы управления полностью решаются на локальном уровне и, конечно же, могут быть переведены на уровень BMS здания, в том числе по протоколу LON.

Оптимизация и согласование режимов работы вентиляторов центральных кондиционеров

В процессе работы системы регуляторы расхода воздуха перекрывают или приоткрывают сечения каналов с целью обеспечить требуемый в конкретный момент времени расход воздуха. При этом суммарный расход воздуха, подаваемый в помещения, постоянно изменяется. И центральный кондиционер, соответственно, должен иметь возможность также увеличивать или уменьшать расход подаваемого воздуха. Для этого вентилятор центрального кондиционера должен быть оборудован частотным регулятором. Но для управления производительностью вентилятора необходим управляющий сигнал.

С другой стороны, если требуемый суммарный расход воздуха в системе уменьшается, регуляторы расхода воздуха прикрываются и давление воздуха в сети воздуховодов увеличивается, точно так же при увеличении расхода воздуха давление в сети снижается. Поэтому если установить в воздуховод датчик давления, то появляется возможность получить сигнал для управления частотным регулятором вентилятора и регулировать производительность центрального кондиционера по фактической потребности.

Как правило, датчик давления рекомендуется устанавливать на расстоянии $\frac{2}{3}$ от общей протяженности вентиляционной сети. В некоторых случаях имеет смысл установить несколько датчиков на отдельных крупных магистралях.

Это простое техническое решение позволяет надежно осуществить совмещение режимов работы отдельных регуляторов расхода VAV и центрального кондиционера в единую энергоэффективную систему.

Холодильный центр для VAV-системы

В большинстве случаев охлаждение воздуха в VAV-системах требуется только при температурах наружного воздуха выше +14 °С, так как всегда существует возможность подавать прохладный уличный воздух непосредственно в помещения. Поэтому для VAV-системы требуется самая простая, дешевая и энергоэффективная холодильная машина, работающая на воде. Очень простой холодильный центр является важным преимуществом VAV-системы, делающим ее очень привлекательной как при первоначальных инвестициях, так и для дальнейшей эксплуатации.

Заключение

Помимо рассмотренных в статье вопросов, есть еще ряд моментов, которые требуют проработки при проектировании систем с переменным расходом воздуха: определение температуры приточного воздуха для режима охлаждения исходя из расчетной схемы; определение минимального возможного значения V_{min} , возможность использования технических решений с датчиками CO₂, зонирование обслуживаемых помещений и др.

Однако все эти вопросы хорошо изучены в мировой практике и их решение не представляет существенных затруднений для специалистов.

В частности, TROX занимается разработкой и совершенствованием VAV-систем уже более сорока лет, и накопленный опыт и знания позволяют компании решать задачи любой сложности.

В 2011 году компания TROX выпустила новый регулятор расхода воздуха VAV [1] типа LVC. Он имеет еще



Рис. 3. Новый регулятор расхода воздуха VAV серии LVC – TROX, 2011 год

более компактные размеры, более высокую точность регулирования и может быть использован при очень низких скоростях движения воздуха (от 0,6 м/с), что необходимо для создания энергоэффективных систем вентиляции в соответствии с новейшим энергетическим стандартом EnEV 2009.

Литература

1. Волков В. А. Регуляторы расхода воздуха VAV – основа системы кондиционирования с переменным расходом // АВОК. – 2011. – № 4. ○

ИННОВАЦИЯ

Вихревой диффузор AIRNAMIC® - трендовое решение на основе пластиковых технологий



Вихревой диффузор ТРОКС серии AIRNAMIC был создан в результате широкомасштабной исследовательской работы в области использования новых материалов

Преимущества

- Высокий уровень расхода воздуха при низком уровне шума благодаря направляющим лопаткам с 3D профилем
- Высочайший уровень комфорта благодаря низкой скорости подачи воздуха и перепаду температур в рабочей зоне



TROX® TECHNIK
The art of handling air

Москва, ул. Верейская д.29 корп. 154, офис 14,
тел.: +7 (495) 221-51-61, факс: +7 (495) 221-51-71, e-mail: info@trox.ru, www.trox.ru