

КАЧЕСТВО ВОЗДУХА И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

Тарасенко Ю.А.

Компания ООО "Сименс"

Системы приточно-вытяжной вентиляции и кондиционирования воздуха, помимо поддержания температурного или температурно-влажностного комфорта, должны обеспечивать необходимое качество воздуха. Оно характеризуется в первую очередь степенью концентрации в воздухе углекислого газа CO₂. Кроме того, на качество воздуха влияет наличие запахов, содержание летучих органических соединений, табачного дыма, пыли, вредных примесей, тополиного пуха, пыльцы цветов и т.д. Воздушный комфорт человека в закрытом помещении определяется качественной характеристикой комнатного воздуха, которая во многом зависит от количества поступающего свежего атмосферного воздуха и его чистоты. Рекомендуемый объем свежего воздуха, который необходимо подавать в помещения, установлен на основании количества углекислоты, выделяемой человеком при дыхании в единицу времени. Эта величина зависит от нескольких переменных: температуры воздуха, возраста человека, его двигательной активности. В условиях комфортного кондиционирования, когда газовый состав воздуха изменяется главным образом в результате жизнедеятельности людей, содержание в нем CO₂ служит критерием его санитарного состояния.

Классификация качества воздуха в соответствии с ГОСТ 30494-2011 представлена в таблице 1.

Класс	Качество воздуха в помещении		Содержание CO ₂ см ³ /м ³
	😊	☹️	
1	Высокое	-	400 и менее
2	Среднее	-	400-600
3	-	Допустимое	600-1000
4	-	Низкое	1000 и более
Жилые и общественные здания			

Таблица 1.

Избыток и недостаток CO₂ во вдыхаемом воздухе одинаково вредно отражается на состоянии организма. При недостатке CO₂, когда его допустимая концентрация <0,03%, нарушается работа многих органов, а при избытке >1,5%, ощущаются наркотическое действие, головные боли и т.п. Установлено, что работоспособность и основные физиологические функции организма значительно не изменяются, если во вдыхаемом воздухе содержание CO₂ составляет 0,04-0,5%. При анализе причин ощущения несвежести воздуха в закрытых помещениях, как правило, решается вопрос: каким должен быть воздухообмен, чтобы был обеспечен оптимальный газовый состав воздуха. Подача наружного воздуха регламентируется санитарными нормами для помещений разного назначения. Они могут варьироваться от 20 до 60 м³ в час на одного человека. В спортивных залах, например, они могут устанавливаться: 80 м³ на каждого спортсмена и 20 м³ на каждого зрителя. При расчетах обычно исходят из того, что в помещении будет находиться максимальное количество людей. В реальности же количество людей может постоянно меняться в течение дня. Да и в разные дни оно бывает разным. Это относится к спортзалам, кинотеатрам, торговым центрам, аудиториям и другим общественным местам. Практически зал может быть заполнен наполовину, треть, четверть. И двигательная активность людей тоже не остаётся

постоянной. Поэтому максимальная подача свежего воздуха, без учёта реальной потребности неразумна. Было бы куда разумней регулировать величину воздухообмена в помещении, в зависимости от фактической необходимости в конкретное время для оптимального поддержания воздушного комфорта. Наиболее эффективным решением является установка в обслуживаемом помещении датчика CO₂. Он является индикатором наличия людей в помещении и интенсивности их занятий. Метод измерения основан на инфракрасной абсорбции. Датчики CO₂ изготавливаются различных модификаций: комнатного и канального исполнения, с дисплеем и без него (см. рис 1).



Рис. 1

В период времени, соответствующий максимальному количеству людей, вентиляционная система должна работать с максимальной нагрузкой. По мере же уменьшения количества людей, уменьшается концентрация в воздухе выдыхаемого углекислого газа, потребность в воздухообмене снижается, и датчик CO₂ сообщает системе о необходимости снижения подачи воздуха, вплоть до полной остановки вентсистемы, если другие показатели комфортных условий, например температуры, соответствуют норме (см. рис 2).

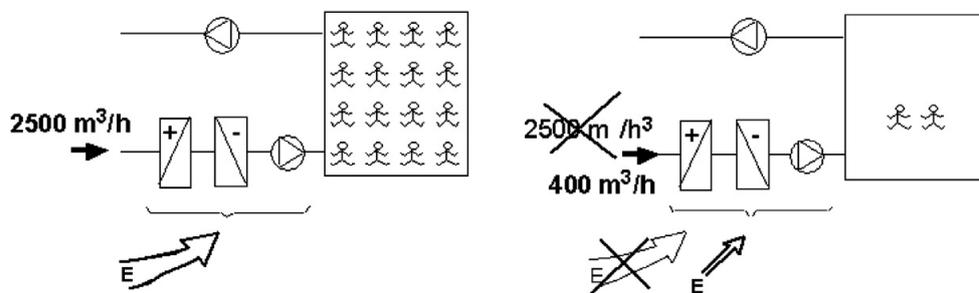


Рис. 2

Цель этого способа регулирования – поддержание с наименьшими усилиями необходимого качества воздуха в течение всего рабочего времени. Это позволяет сэкономить большое количество тепловой и электрической энергии, затрачиваемой на подготовку и распределение воздуха. При этом, однако, надо помнить, что рациональное потребление энергии совсем не означает экономию любой ценой! Нельзя экономить энергию бездумно. Затраты на энергопотребление, какими бы высокими они ни были, не идут ни в какое сравнение с ценой здоровья людей и с производительностью их труда. Поддерживая необходимое качество воздуха, надо помнить и о другом показателе комфорта – температуре. Пока контроллер с помощью датчика CO₂ регулируют количество подаваемого свежего воздуха, другой датчик контролирует температуру и следит за тем, чтобы с уменьшением воздухообмена она не вышла за пределы комфортной зоны. Если такая угроза возникает, контроллер немедленно реагирует и даёт команду на увеличение воздухообмена. Датчик CO₂ может быть смонтирован в общем корпусе с датчиком летучих органических соединений или с датчиками температуры и относительной влажности.

Компания «Сименс» приобрела хороший опыт успешного внедрения метода управления вентсистемами с изменяемым воздухообменом по фактической потребности в Цюрихском университете при автоматизации приточно-вытяжных установок, обслуживающих 76 помещений (лекционные залы, аудитории, лаборатории) общей площадью 15 000 м² с воздухообменом 385000

м³/ч. Швейцарские санитарные нормы допускают концентрацию CO₂ в помещениях, равную 0,1% - 0,15%. На данном объекте вентиляционные системы поддерживают эту концентрацию, что соответствует 1000 - 1500 мл/м³ (1000 - 1500 ppm). Она отличается от концентрации CO₂ наружного воздуха всего на 0,06 - 0,07%. Для этого необходимо, чтобы скорость подачи наружного воздуха находилась в диапазоне 12 – 30 м³ на человека в час. Для контроля CO₂ в помещениях используются датчики с диапазоном измерения: 0...2000 ppm.

Сначала регулирование воздухообмена осуществлялось способом последовательного 2х-ступенчатого включения/выключения пары вентиляторов на каждой установке или одного вентилятора, но с двухскоростным электроприводом (см. рис 3).

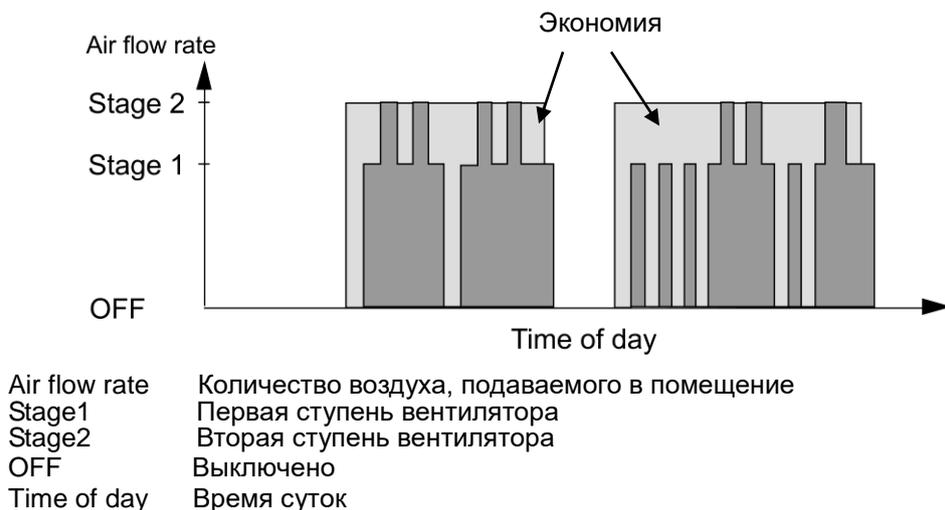


Рис. 3

Функциональная схема приточно-вытяжной установки представлена на рис. 4.

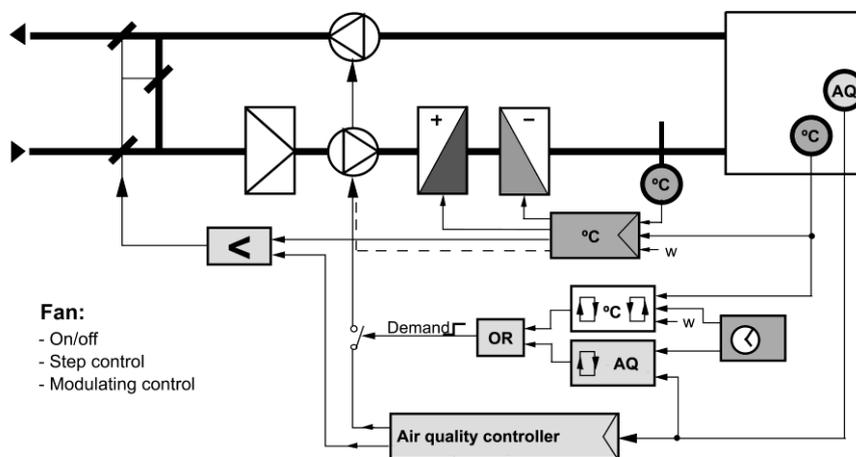


Рис. 4

При использовании метода последовательного включения 2х вентиляторов или при использовании вентиляторов с двухскоростным электроприводом (Step control) вентустановка, получая сигнал в соответствии с заданной временной программой, не включается, если датчик качества воздуха (AQ) не даст дополнительного разрешения контроллеру (Air quality controller) на включение. Вентиляция включится, когда фактическое качество воздуха снизится до значения “неудовлетворительное”, и выключится, когда повысится до значения “хорошее”. Величина этого диапазона влияет на количество включений и выключений системы, а также на количество сэкономленной энергии.

В результате внедрения метода ступенчатого регулирования воздухообмена по фактической потребности, время работы вентустановок сократилось более чем на 40% по сравнению с работой по стандартной временной программе (On/off). Соответственно, снизилось потребление энергии и затраты на обслуживание.

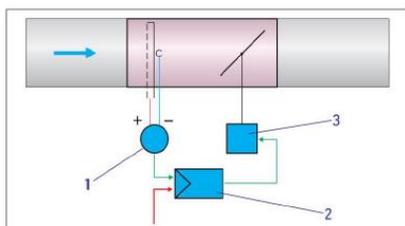
По мере того, как промышленность наладила выпуск частотных регуляторов, на данном объекте был внедрён метод плавного изменения частоты вращения электроприводов вентиляторов (modulating control) с помощью частотного регулирования (см. рис 5). Этот способ предпочтителен.



Рис. 5

Если одна приточно-вытяжная установка обеспечивает воздухообмен в двух и более помещениях, то на притоке и вытяжке каждого из этих помещений устанавливаются блоки регулирования расхода воздуха, так называемые VAV-box (см. рис 6). Они включают в себя следующие элементы управления:

1. датчик перепада давления, служащий фактически для измерения расхода;
2. контроллер расхода воздуха;
3. привод воздушной заслонки.



Контроллер и привод смонтированы в одном общем корпусе.



Рис. 6

Алгоритм управления блоками расхода воздуха выполняет с высокой точностью и скоростью регулирование строго дозированного воздухообмена в каждом помещении, в соответствии с реальной потребностью в текущий момент времени. Независимость расхода воздуха от давления в подающем воздуховоде, которое может меняться из-за работы других блоков регулирования, обеспечивается частотным регулированием приточного и вытяжного вентиляторов (см. рис 7).



Рис. 7

Национальные организации по стандартизации в 27 странах Европы приняли новый Европейский стандарт *EN 13779 "Вентиляция нежилых зданий"*, утверждённый Европейским Комитетом по Стандартизации 16 января 2004 года. Опыт использования в этих странах регулируемого воздухообмена для помещений с постоянно меняющимся количеством людей показывает, что этот метод позволяет сократить потребление энергии на 20 – 70%, а также уменьшить эксплуатационные расходы и поддерживать при этом хорошее качество воздуха. В России использование частотных регуляторов для управления воздухообменом и оптимального поддержания воздушного комфорта также приобретает в последние годы широкое распространение и постепенно становится неотъемлемой частью систем жизнеобеспечения современного здания.

Литература.

1. Planning manual of Siemens BT and EMPA (Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research) Duebendorf, Switzerland.
2. "Служба санитарии электромеханических установок" кантона Цюрих.
3. ГОСТ 30494-2011
4. Справочник проектировщика промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений. Вентиляция и кондиционирование воздуха (внутренние санитарно-технические устройства). Часть II.
5. VDMA standard 24 773, "Demand-controlled ventilation – Definitions, requirements and control strategies".