

системе вентиляции возникают из-за того, что для обеспечения требуемого расхода воздуха приходится устанавливать дополнительные элементы регулирования воздуха (заслонки, шиберы и т.д.), что увеличивает общее энергопотребление системы вентиляции.

Снизить затраты можно за счет установки отдельных вентиляторов на каждую из веток системы. На рынке представлено большое количество вентиляционного оборудования, обеспечивающего необходимые расходы воздуха, с низким энергопотреблением, что дает хорошие возможности энергосбережения в системах приточно-вытяжной вентиляции.

### **Литература**

1. Караджи В. Г., Московко Ю. Г. Некоторые особенности эффективного использования вентиляционно-отопительного оборудования. Руководство — М., 2004
2. John Dieckmann Improving humidity control with energy recovery // ASHRAE Journal, August. 2008. pp. 38- 45
3. Иванов О.П., Тихомиров С.А. Анализ сроков окупаемости пластинчатого и роторного теплоутилизаторов // Холодильная техника и кондиционирование. 2007. № 1. С. 1-5.

### **Пути повышение эффективности приточной системы вентиляции**

Шумилина К.Н.

Научный руководитель: ст. преподаватель. Климович С.В.

В последнее время энергосбережение (рациональное использование энергетических ресурсов) стало одной из ключевых проблем экономики. Как правило, предлагаемые решения направлены на повышение теплоснабжения. Данные вопросы актуальны и должны обеспечить устранение неоправданных потерь энергии, вызванных изношенностью основных фондов и бесхозяйственностью.

Вместе с тем, ключевыми вопросами в деле эффективного использования энергии являются проблемы потребляющих систем – отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (СКВ). Здесь имеются большие возможности для разработки рациональных схем и технических решений систем, обеспечивающих устранение или минимизацию зон, участков, помещений и зданий в целом с избыточным, во времени и пространстве, нагревом, охлаждением и вентилированием. Данное направление наиболее перспективно для энергосбережения.

Минимально необходимый расход энергии на отопление и вентиляцию помещений будет тогда, когда в любой момент времени в заданной точке или зоне помещения подача тепла и свежего воздуха соответствует минимально необходимым значениям, необходимым для обеспечения потребительские свойств – требуемых параметров микроклимата и чистоту воздуха.

Одной из основных составляющих современных систем СКВ является средства КИП и А. Они реализуют функции регулирования и управления, которые обеспечивают поддержание требуемого микроклимата в обслуживаемом помещении, здании и дают возможность обеспечить энергоэффективную и надежную работу оборудования СКВ. Диапазон функций управления, выполняемых системами автоматики по количеству и сложности реализации довольно широк: от простого включения – выключения до централизованного управления климатическим параметрами зоны, помещения, здания .

Основные функции управления СКВ, реализуются на уровне отдельных установок с помощью систем автоматического управления (САУ). САУ – это объект управления (управляемый технологический процесс) и контрольно измерительные и управляющие устройства, работа которых обеспечивает автоматическое протекание процесса в соответствии с заданными параметрами. Для СКВ объектом технологического процесса является воздух в обслуживаемом помещении с заданными параметрами (температура, влажность, газовый состав и так далее), сырьем же наружный и удаляемый воздух, теплоносители, электроэнергия и т.д.

Каждая САУ разрабатывается исходя из заданных технологических параметров подготовки требуемого входного воздуха и сложности СКВ.

На рынке вентиляционного оборудования в достаточной номенклатуре представлены приточные вентиляционные установки (ПВУ), роль которых могут выполнять тепловые завесы, тепловентиляторы, тепловые пушки. Данные системы вентиляции являются достойной альтернативой стандартным системам кондиционирования (СК). В отличие от СК, они не могут быстро охладить воздух, но они способны насытить его кислородом, что не может кондиционер. В настоящее время ПВУ востребованы на рынке климат систем, большой выбор мощного оборудования, рассчитанного на обслуживание зданий, так и компактного включая моноблочные системы, способные обслуживать небольшую квартиру или коттедж. Моноблочные ПВУ совершили настоящий переворот в системах вентиляции, ведь из громоздких и шумных устройств, приточные установки превратились в тихие компактные.

Основа любой ПВУ – это блок с вентилятором, нагнетающим с улицы свежий воздух. В процессе его работы создается избыточное давление, которое способствует вытеснению отработанного воздуха из помещения через клапаны, зазоры и щели. ПВУ должна входить в помещение в месте, где находятся основные потребители кислорода, люди. Не допускается ввод вентиляции в санузлах, кладовых, подсобных помещениях, кухнях. При строительстве зданий, для удаления отработанного воздуха, устраиваются специальные скрытые в стенах шахты и каналы – для более эффективного воздухообмена в помещениях, чем при использовании оконных и дверных проемов.

Повышенным спросом на рынке вентсистем пользуются приточно-вытяжные системы (ПВВС), в которых кроме нагнетающих вентиляторов используются и вытяжные, помогающие удалить загрязненный воздух. ПВВС в качестве основных узлов имеет калорифер, вентиляторы, систему фильтрации и автоматику для управления и контроля. Конструкции электрокалориферов в большинстве своём основаны на обдуве воздушным потоком трубчатых электронагревателей, при этом осуществляется принудительный конвективный теплообмен между движущимся воздухом и поверхностью нагревателя. В процессе работы трубчатых электронагревателей возникают необратимые изменения через 2000-3000 часов непрерывной работы: образуется нагар на поверхности нихромовой спирали и, как следствие этого, – неравномерный нагрев поверхности. Режим регулирования выходной температуры воздуха в ПВВС в основном осуществляется посредством постоянного включения – отключения, и перегорание спирали нагревателя происходит, как правило, в момент включения. При использовании фазовых (плановых) регуляторов мощности, возникает проблема подавления радиочастотных помех, создаваемых данными регуляторами.

Количество тепла  $Q$ , в ПВВС переданное воздушному потоку, определяется уравнением теплопередачи:

$$Q = a \Delta t F \eta, \quad (1)$$

где  $a$  – коэффициент теплопередачи;  $\Delta t$  – средний температурный напор (средняя разница температур между теплоносителями);  $F$  – поверхность теплообмена;  $\eta \leq 1$  – коэффициент, учитывающий тепловые потери.

Как видно из формулы (1), зависимость температурного режима носит линейный характер. Из классического представления, если при температуре окружающего воздуха  $+20^\circ\text{C}$  на выходе температура  $+130^\circ\text{C}$ ,

то при температуре  $-20^{\circ}\text{C}$  мы должны получить температуру  $+90^{\circ}\text{C}$ . При реальных измерениях прямой (линейной) зависимости нет.

Применительно к задаче решаемой ПВВС зависимости для расчета значения коэффициента эффективности воздухообмена  $K_t$  необходимого для расчета расхода приточного воздуха в помещениях берутся из нормативных документов. Для помещений с тепловыделениями с помощью  $K_t$  устанавливается связь между температурой приточного воздуха, воздуха в обслуживаемой, рабочей зоне и удаляемого:

$$K_t = (t_y - t_{пр}) / (t_{рз} - t_{пр}), \quad (2)$$

$$K_t = (1 + ((k(a_{л, f_{л}}) + (a_m f_m) / (c_p G_{пр}))) / ((\varphi(1 - \psi) + \beta \psi + ((k(a_{л, f_{л}}) + (a_m f_m)) / (c_p G_{пр}))) \quad (3)$$

где  $t_y$ ,  $t_{пр}$ ,  $t_{рз}$  – температура воздуха удаляемого, приточного и в рабочей, обслуживаемой зоне помещения соответственно;

$K = (t_y - t_{рз}) / (t_y - t_{пр})$  – температурный симплекс ( $t$  – температура поверхности в соответствующей зоне);  $a_{л}$ ,  $f_{л}$ ,  $a_m$ ,  $f_m$  – коэффициенты и площади поверхности лучистого и турбулентного теплообмена соответственно;  $y$ ,  $f$  и  $b$  – доля конвективного тепла источников, доля лучистого тепла источников, направленная в рабочую, обслуживаемую зону, доля конвективного тепла источников, ассимилируемая воздухом в рабочей зоне;  $c_p$  и  $G_{пр}$  – теплоемкость и расход приточного воздуха соответственно.

Формула (3) является универсальной; она пригодна для различных схем организации воздухообмена в помещениях: для схемы перемешивающей вентиляции ( $MV$ ) и схемы вытесняющей вентиляции ( $DV$ ). Формула (3) имеет определенный физический смысл: первое слагаемое знаменателя показывает долю теплоты источников тепловыделений, непосредственно влияющую на температуру воздуха в обслуживаемой зоне помещения, второе характеризует лучистый теплообмен в помещении и третье – турбулентный теплообмен.

Для случаев  $MV$  и  $DV$  значения  $a_m$  будут различны. Для  $MV$ , когда в помещении формируется единая зона циркуляции, турбулентный теплообмен определяется интенсивностью перемешивания воздуха приточными струями:

$$a_m = c_p (G_{смп} - G_{пр}) / f_m,$$

где  $G_{смп}$  – расход в приточной струе месте входа ее в рабочую, обслуживаемую, зону помещения.

Обозначим через  $m$  следующее соотношение:

$$m = (G_{\text{сmp}} - G_{\text{пр}}) / G_0.$$

Значение легко установить, зная схему организации воздухообмена в помещении и характеристики воздухораспределителей. Например, для схемы вентиляции с подачей приточного воздуха вертикальными струями значение  $m$  и  $a_m$  определяется следующим образом:

$$m = m(h - h_{\text{рз}}) / F_0^{1/2} - 1,$$

$$a_m = [c_p G_0 m (h - h_{\text{рз}}) / F_0^{1/2} - 1],$$

где  $m$  и  $F_0$  – кинематическая характеристика и площадь воздухораспределителя;  $h$  и  $h_{\text{рз}}$  – высота расположения воздухораспределителя и высота рабочей зоны.

Зависимость показывает, что для случаев  $MV$  практически значение  $K_t$  близко к 1 (в пределах точности исходных данных).

Для  $DV$ , когда в помещении формируется градиент температуры воздуха по высоте, турбулентный теплообмен определяется величиной градиента и числом  $R_i$ :

$$a_m = c_p r A_m (dT / dz) / (t_y - t_{\text{рз}}),$$

здесь  $A_m$  – коэффициент турбулентного обмена между зонами при градиенте температуры воздуха по высоте помещения:

$$A_m = A_0 [1 + 10/3 (R_i)]^{-3/2},$$

где  $A_0$  – коэффициент турбулентного обмена в отсутствии стратификации  $A_0 \sim 0,35$ .

Данная зависимость показывает, что для случаев  $DV$ , лучистый и турбулентный теплообмен между зонами в помещении существенно влияет на величину  $K_t$ , уменьшая его значение примерно в 1,5–2 раза для помещений небольшой высоты (3–5 м). Если не учитывать данное обстоятельство, то можно прийти к существенному завышению эффективности  $DV$ .

Следовательно обеспечение надежности и минимизация расходования энергии на отопление, вентиляцию и кондиционирование воздуха связаны в большинстве случаев с проведением мероприятий, требующих определенных материальных затрат. Невозможно решить задачу

обеспечения эффективности систем в отрыве от экономических факторов и реальных трудностей в их увязке с другими инженерными задачами. Экономический фактор, приведенные или замыкающие затраты, срок окупаемости должны обязательно учитываться при выборе технических решений систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха (ОВК)

Большие возможности экономии энергии могут быть реализованы в системах вентиляции промышленных зданий при организации их эксплуатации в режиме переменного расхода воздуха.

### **Литература**

1. СНБ 4.02.01-03 .Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – Введ. 01.01.05. – Мн.: Минстройархитектуры РБ, 2004.
2. Гордиенко А.С., Сидельник А.Б., Цибульник А.А., Микропроцессорные контроллеры для систем вентиляции и кондиционирования // С.О.К.-2007, № 4-5.
3. Стефанов Е.В. Вентиляция и кондиционирование воздуха// С. -Пб, Издательство «Авок Северо-Запад», 2005г. — 400 с.
4. Караджи В. Г., Московко Ю. Г. Оценка аэродинамической эффективности вентиляционных систем // АВОК. – 2008. – № 7
5. Вишневецкий Е. П. Рекуперация тепловой энергии в системах вентиляции и кондиционирования воздуха // URL: <https://www.c-k.ru/showtext/?id=845&from=online&params=num%3D11> - Дата доступа 17.04.2018

### **Локальные системы кондиционирования воздуха в офисных зданиях**

Самаль Ю. В.

Научный руководитель: ст. преподаватель Янцевич И.В.

Сплит-система в переводе с английского означает «кондиционер», однако на деле этот агрегат имеет несколько важных отличий от кондиционера. Эта установка, так же, как и кондиционер, отвечает за кондиционирование воздушных потоков, которое обеспечивается бесперебойной работой двух блоков — один зафиксирован за стенами квартиры или дома, на его фасаде, для уменьшения шума, исходящий из установки в процессе работы, другой блок, испаряющий, находится внутри помещения.