

ПОХОДЫ К ПОИСКУ ОПТИМАЛЬНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ ДЛЯ ВЫБОРА СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ОФИСНЫХ ЗДАНИЙ

TRIPS TO THE SELECTION OF THE OPTIMAL TECHNICAL SOLUTION FOR THE SELECTION OF AIR CONDITIONING SYSTEMS OF OFFICE BUILDINGS

Alhatim Ali

Summary. the air conditioning System of office buildings is a technical solution that provides control of temperature, humidity, air movement, clean air necessary to achieve thermal comfort. However, for the successful operation of such a system in each particular office building, it is necessary to choose the appropriate technical solution, which is based on the definition of a number of parameters. The purpose of this article is to develop approaches to select the optimal technical solution for the air conditioning system of office buildings.

Keywords: air conditioning system, optimization criteria, technical solution, office building, control parameters.

Алхатем Али

*Аспирант, Российский университет дружбы народов,
г. Москва
alialhatem@mail.ru*

Аннотация. Система кондиционирования воздуха офисных зданий представляет собой техническое решение, обеспечивающее контроль температуры, влажности, движения воздуха, чистоту воздуха, необходимые для теплового комфорта человека. Однако для успешного функционирования такой системы в каждом конкретном офисном здании необходим выбор соответствующего технического решения, в основе которого будет лежать определение ряда параметров. Целью настоящей статьи является выработка подходов, позволяющих выбрать оптимальное техническое решение для системы кондиционирования офисных зданий.

Ключевые слова: система кондиционирования, критерии оптимизации, техническое решение, офисные здания, параметры контроля.

Технический анализ инженерных требований и необходимых условий обеспечения комфорта пользователей системы кондиционирования, а также энергетических и экологических потребностей позволил выявить отдельные параметры, оказывающие существенное влияние на выбор оптимального технического решения системы кондиционирования офисных зданий. Системы кондиционирования воздуха могут быть классифицированы в соответствии со средствами, посредством которых осуществляется управляемое охлаждение в кондиционированном пространстве. Кроме того, в основе выбора системы кондиционирования воздуха лежат особенности используемого в системе оборудования. При выборе подходящей системы кондиционирования воздуха для конкретного применения необходимо учитывать и системные ограничения: нагрузку на охлаждение, требования к зонированию, отопление и вентиляцию, а также архитектурные ограничения: размеры и внешний вид тепловых устройств, приемлемый уровень шума, пространство, доступное для размещения оборудования и его расположение относительно кондиционированного пространства, приемлемость компонентов, выходящих в кондиционированное пространство. Кроме того, имеют место и финансовые ограничения: капитальные затраты, эксплуатационные расходы и затраты на техническое обслуживание.

Одним из самых важных параметров при выборе соответствующей системы кондиционирования является расчет охлаждающей нагрузки. Расчеты охлаждающей нагрузки могут использоваться для достижения одной или нескольких из следующих целей:

- ◆ предоставление информации для выбора оборудования, размеров системы и дизайна системы кондиционирования;
- ◆ предоставление данных для оценки оптимальных возможностей снижения нагрузки;
- ◆ проведения анализа частичных нагрузок, необходимых для проектирования, эксплуатации и контроля системы.

Рассмотрим основные компоненты охлаждающей нагрузки.

Общая охлаждающая нагрузка здания состоит из тепла, передаваемого через оболочку здания (стены, крыша, пол, окна, двери и т.д.) и тепла, генерируемого лицами, находящимися в здании, оборудованием и освещением. Нагрузка из-за теплопередачи через оболочку называется внешней нагрузкой, тогда как все остальные нагрузки являются внутренними. Процент внешней и внутренней нагрузки варьируется в зависимости от типа здания, климата на месте и конструкции здания. Общая охлажда-

дающая нагрузка в любом здании состоит как из чувствительных, так и из скрытых компонентов нагрузки. Разумная нагрузка влияет на температуру сухой колбы, в то время как скрытая нагрузка влияет на содержание влаги в кондиционированном пространстве.

Офисные здания могут иметь как внешние, так и внутренние нагрузки. В зданиях с внешней нагрузкой охлаждающая нагрузка на здание в основном обусловлена теплопередачей между окружающей средой и внутренним кондиционированным пространством. Поскольку условия окружающей среды в различные дни сильно разнятся, нагрузка на охлаждение здания с внешней нагрузкой в связи с этим сильно варьируется. В зданиях с внутренней нагрузкой охлаждающая нагрузка в основном обусловлена внутренними источниками тепла, такими, как офисные работники, излучения света или тепловые излучения приборов и офисной техники. Если говорить в общем, то тепловыделение за счет внутренних источников тепла может оставаться довольно постоянным, поскольку теплообмен с переменным окружением намного меньше по сравнению с внутренним теплом. Очевидно, что с точки зрения энергоэффективности и экономичности стратегия проектирования системы для офисного здания с внешней нагрузкой должна отличаться от здания с внутренней нагрузкой. Следовательно, предварительные знания о нагрузке здания имеют принципиальное значение для эффективного проектирования системы.

Для расчета тепловой нагрузки здания необходимо определить сумму теплового потока по следующему выражению:

Сумма теплового потока ($Q_{\text{общ}}$) = $Q_i + Q_s + Q_c + Q_v + Q_m + Q_e$, где:

Q_i = Внутренний приток тепла от людей, электрического света, силового оборудования и приборов.

Q_s = Мгновенный приток солнечного излучения от стеклянных окон и стен вестибюля, дверей, потолка и пола.

Q_c = Потери тепла от теплопроводности или потери тепла через ограждающие элементы, вызванные разницей температуры между внешней и внутренней средой.

Q_v = Приток или потеря тепла вентиляции из-за естественной или механической вентиляции и инфильтрации.

Q_m = Механический нагрев или охлаждение, производимые установкой на базе оборудования для кондиционирования воздуха.

Q_e = Передача тепла с крыши, стены, окон.

Если $Q_{\text{общ}} = 0$, тепловой баланс существует. Если $Q_{\text{общ}} > 0$, температура в помещении увеличивается. Если $Q_{\text{общ}}$

< 0 , температура в помещении снижается. За исключением Q_m , который довольно мал, чистая стоимость всех величин теплового потока в уравнении по расчету суммы теплового потока $Q_{\text{общ}}$ определяет требования к отоплению и охлаждению помещений.

Для расчета нагрузки на охлаждение конкретного помещения требуется подробная информация о здании, местоположении, месте и погодных данных, а также внутренняя информация о конструкции и графики работы. Наружные расчетные условия и желаемые внутренние условия являются отправной точкой для расчета нагрузки на систему кондиционирования, поэтому ниже мы рассмотрим отдельные параметры таких условий.

Важным параметром внутренних и наружных условий является в первую очередь параметры давления. Требования к наружному воздуху иногда определяются потребностями в повышении давления в здании. Большинство систем кондиционирования воздуха предназначены для поддержания немного более высокого давления, чем окружающее, положительного давления для предотвращения или уменьшения проникновения и необработанного воздуха, поступающего непосредственно в пространство. Для лабораторий, комнат отдыха или мастерских, где образуются токсичные, опасные или нежелательные газы или загрязняющие вещества, следует поддерживать немного более низкое давление, чем окружающее, отрицательное давление, чтобы предотвратить или уменьшить диффузию этих загрязняющих веществ в окружающую среду.

Для комфортных систем кондиционирования воздуха рекомендуемый перепад давления между внутренним и наружным воздухом составляет от 0,02 до 0,05 дюйма (WG). WG показывает давление в нижней части открытого водяного столба определенной дюйма высоты ($WG = 0,03612$ фунтов на кв.м).

Теперь рассмотрим, какие характеристики здания влияют на выбор оптимального технического решения для системы кондиционирования воздуха.

Для расчета теплового притока в помещении необходима следующая информация об оболочке здания:

- ◆ архитектурные планы, разрезы и фасады — для оценки размеров / площади / объема здания;
- ◆ ориентация здания (сервер, юг, запад, восток, сервера-запад и пр.), местоположение и прочие данные;
- ◆ внешнее / внутреннее затенение, коэффициент отражения от земли и т.д.;
- ◆ материалы конструкции для наружных стен, крыш, окон, дверей, внутренних стен, перегородок, потолка, изоляционных материалов, цвета

наружных стен и кровли выбирают и / или вычисляя значения коэффициента теплопроводности для стен, крыши, окон, дверей, перегородок, и т.д., проверяется, изолирована ли конструкция и / или подвержена сильному ветру;

- ♦ количество стекла, тип и затенение на окнах.

В качестве основной внутренней информации, необходимой для выбора технического решения офисного здания, являются графики работы сотрудников офиса, в которых отражается информация о режиме рабочего времени, освещении, оборудовании, приборах и процессах, которые влияют на внутренние нагрузки. Кроме того, определяется, будет ли оборудование для кондиционирования работать непрерывно или с перерывами (например, отключение во время определенных периодов, ночное отключение и отключение в выходные дни). Кроме того, необходим сбор следующей информации:

- ♦ требования к приборам, таким, как компьютеры, принтеры, факсы, кулеры для воды, холодильники, микроволновые печи, различные электрические панели, кабели и т.д.;
- ♦ информация о тепле, выделяемом оборудованием системы кондиционирования и вентиляции;
- ♦ информация о количестве сотрудников офисного здания, время заполнения здания и тип заполнения здания.

При выборе технического решения для системы кондиционирования нельзя не учитывать требования к качеству воздуха внутри помещений и наружного воздуха. По данным многочисленных исследований причинами жалоб работников офисов на качество воздуха в помещениях в зданиях являются недостаточная вентиляция наружного воздуха. Существуют три основных способа улучшения качества воздуха в помещении: устранить или уменьшить источник загрязнения воздуха, повысить эффективность фильтрации воздуха и увеличить вентиляцию (наружного) воздухопотребления.

Требования по объему кислорода в воздухе основаны на анализе биологических стоков человека. Считается, что критерии комфорта в отношении человека, вероятно, будут удовлетворены, если концентрации углекислого газа в помещении остаются в пределах 700ppm выше концентрации углекислого газа в наружном воздухе.

В качестве внешних показателей, влияющих на систему кондиционирования, можно назвать условия наружного проектирования, а также погодные данные в различные периоды (возьмем для исследования г. Сочи). При определении таких условий на открытом воздухе нецелесообразно выбирать годовые максимальные или годовые минимальные значения данных о погоде на улице. Данные о наружном проектировании обычно

определяются в соответствии со статистическим анализом данных о погоде, поэтому от 1 до 5% от общего возможного рабочего времени равняются или превышают проектные значения для наружного здания.

Рассмотрим данные, необходимые для расчета режима работы системы кондиционирования в летний период: рекомендуемая летняя конструкция и совпадающая температура влажного термометра, выбранные равными или превышающими 2,5% от общего количества часов в мае, июне, июле, августе и сентябре (для г. Сочи) при расчетных условиях: заданной широте, конструктивных условия с внешней стороны здания (34 °C), температура сухой колбы и внутренние расчетные условия: температура влажной колбы 25 °C, относительная влажность 50% из таблицы психометрических показателей; дневной диапазон 11 °C, вентиляционный воздух = 9,4 л/с на человека (офисные помещения). Обычно максимальная температура в г. Сочи 34 °C наблюдается в 2 часа дня, а минимальная температура 28 °C непосредственно перед восходом солнца. Суточный диапазон температуры сухой колбы около 9–10 °C, а среднесуточная температура сухой колбы составляет 34 °C. Аналогичным образом осуществляется подход к анализу температуры в зимнее время.

Теперь обратим внимание на данные о потерях тепла из-за инфильтрации и контролируемой естественной вентиляции. Потери тепла могут быть ощутимыми и скрытыми.

Ощутимая потеря тепла, Q_{sb} — это энергия, связанная с необходимостью повышения температуры проникающего или вентиляционного воздуха до температуры воздуха в помещении. Такая потеря тепла рассчитывается следующим образом:

$$Q_{sb} = V_p \cdot C_{pa} \cdot (T_i - T_o),$$

где V_p — объемный расход воздуха;
 C_{pa} — удельная теплоемкость воздуха при постоянном давлении;
 T_i — температура воздуха в помещении;
 T_o — температура наружного воздуха.

Скрытая потеря тепла, Q_{la} это количество энергии, связанное с чистой потерей влаги из пространства. Такая потеря тепла рассчитывается следующим образом:

$$Q_{la} = V_p \cdot (W_i - W_o) \cdot hfg, \text{ где}$$

V_p — объемный расход воздуха
 W_i — влажность воздуха в помещении
 W_o — коэффициент влажности наружного воздуха
 hfg — скрытая теплота испарения при температуре воздуха в помещении.

Подводя итог, отметим, что вышеприведенные показатели не являются исчерпывающими при выборе соответству-

ющего технического решения для системы кондиционирования воздуха офисных зданий, но являются основными. На основании указанных данных разрабатывается программное обеспечение для расчета общей холодильной

нагрузки на предполагаемую систему кондиционирования, что позволяет сделать ряд важных заключений относительно организации системы с учетом требований по минимизации установочных и эксплуатационных расходов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богословский В. Н., Новожилов В. И., Симаков Б. Д., Титов В. П. Отопление и вентиляция. Учебник для вузов. В 2-х ч. Ч. 2. Вентиляция. Под ред. В. Н. Богословского. М.: Стройиздат, 1976.
2. Кувшинов Ю. Я. Расчет годовых расходов энергии системами вентиляции и кондиционирования воздуха // АВОК. 2006. № 7. С. 20–28.
3. Мальцер. А. Опыт проектирования и эксплуатации систем вентиляции и кондиционирования воздуха зданий учебных центров // АВОК. 2007. № 3. С. 22–36.
4. Faber & Kell's (2008) Heating and Air-Conditioning of Buildings, 10th edition.

© Алхатем Али (alialhatem@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

