

УДК 613.646; 613.5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

Коротков Артемий Александрович

студент

korotkov-artemiy@mail.ru

Криволапов Иван Павлович

кандидат технических наук, доцент

ivan0068@bk.ru

Щербаков Сергей Юрьевич

кандидат технических наук, доцент

scherbakov78@yandex.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация: в статье представлены факторы, влияющие на производительность системы кондиционирования, организация его правильного подбора и основные расчетные формулы для систем кондиционирования воздуха.

Ключевые слова: система кондиционирования воздуха, производительность кондиционера, теплопритоки, мощность.

Современные системы кондиционирования очень разнообразны по техническим характеристикам и вариантностью исполнения. Общим является назначение: создавать и поддерживать необходимые параметры воздуха (основные из которых: температура, скорость движения, относительная влажность) [1-3].

Однако для осуществления этих функций необходимо оптимизировать мощность системы кондиционирования, недостаток которой приводит к снижению ресурса устройства, а избыток к повышенному энергопотреблению, помимо этого важное значение имеет ремонтпригодность и возможность обслуживания кондиционера, что напрямую влияет на срок его службы [2, 4].

На первом этапе одним из важнейших параметров при расчете кондиционера является определение необходимого воздухообмена для всего помещения:

$$L = nL_1 \quad (1)$$

где n - число работающих в помещении; L_1 - расход воздуха на одного работающего, м³/ч.

Определение воздухообмена является одной из главных задач, возникающих при устройстве систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Воздухообмен в рабочем помещении должен быть организован таким образом, чтобы заданные метеорологические условия и чистота воздуха достигались при минимальном расходе воздуха [4, 5]. Для правильного решения этих вопросов необходимо знать закономерности развития и взаимодействия приточных, вытяжных и конвективных струй в помещении, так как они определяют характер движения воздуха по помещению, формируют поля температур и поля концентрации вредных веществ [5].

Кратность воздухообмена k (час⁻¹) показывает, сколько раз в час меняется воздух в помещении (принимается по СП 60.13330.2012 Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» (утв. приказом Министерства регионального развития РФ от 30 июня 2012 г. N 279) [3]:

$$L = kV \quad (2)$$

где L - объем воздуха, подаваемого или удаляемого из помещения, $\text{м}^3/\text{ч}$; V - объем вентилируемого помещения, м^3 . Величина k обычно составляет значения от 1 до 10.

При расчетах необходимо иметь ввиду, что существуют понятия полезной производительности и полной производительности кондиционера, полезной производительности кондиционера, называется параметр, представляющий собой количество воздуха L , подаваемого в обслуживаемые помещения, а полной производительностью — количество воздуха, подаваемое вентилятором кондиционера [1, 2, 6]:

$$L_n = KL \text{ м}^3 / \text{час} \quad (3)$$

где K - коэффициент, учитывающий непроизводительные потери воздуха в сетях, $K=1,0$, если кондиционер установлен внутри обслуживаемого помещения; 1,1 при установке вне обслуживаемого помещения и соединения с ним стальными, асбестоцементными или винипластовыми воздуховодами длиной до 50 м; 1,15, если сети выполнены из строительных материалов при длине до 50 м или из упомянутых выше материалов при длине более 50 м. Применение воздуховодов из плит (гипсоволокнистых, шлакобетонных и др.) не рекомендуется из-за недостаточной их плотности [2, 7, 8].

Полезная производительность кондиционера L в $\text{м}^3/\text{час}$ принимается равной большей из величин L_1 , L_2 или L_3 , причем L_1 определяется исходя из максимальных избытков явного тепла $Q_{явн}$ в ккал/ч и рабочей разности температур Δt_p ; L_2 - определяется исходя из количества газовых и других вредностей Z в Г/час, выделяющихся в помещении, и ассимиляционной способности воздуха Δz в Г/м³ по отношению к этим вредностям; L_3 - определяется из расчета компенсации местной вытяжки из помещения, равной L_4 $\text{м}^3/\text{час}$, и создания в нем повышенного давления по отношению к наружному воздуху и соседним помещениям, для чего расходуется L_5 $\text{м}^3/\text{час}$ воздуха, необходимый для создания повышенного давления, препятствующего входу наружного воздуха или воздуха из соседних помещений, равен сумме расходов воздуха через неплотности дверей, окон и других ограждений, а всего:

$$L_3 = L_4 + L_5 \quad (4)$$

Количество газовых вредностей Z определяется по расчету или по опытным данным, а ассимиляционная способность:

$$\Delta z = z_1 - z_2 \quad (5)$$

исходя из предельно допустимой концентрации z_1 , ядовитых газов, паров и пыли в воздухе производственных помещений и концентрации тех же веществ z_2 в наружном воздухе.

Структура вредных газообразных компонентов имеет особое значение при выборе системы кондиционирования и сопутствующий коммуникаций, которые должны быть устойчивы к агрессивным химическим веществам, обеспечивать герметичность и функционирование в любое время года [9, 10].

Определяющей величиной для полезной производительности кондиционера L в м³/час часто являются максимальные избытки явного тепла $Q_{явн}$ в ккал/час, которые рассчитываются способами, принятыми при расчете вентиляционных установок.

В этих случаях установочная мощность вентиляторов и насосов, а следовательно, и основные затраты на сооружение и эксплуатацию кондиционеров зависят от выбора рабочей разности температур:

$$\Delta t_p = t_n - t_0 \quad (6)$$

где t_n - температура в нижней зоне помещения; t_0 - температура подаваемого воздуха.

При проектировании следует ориентироваться на доведение Δt_p до максимума, который устанавливается построением на $I-d$ - диаграмме схемы процесса ассимиляции тепла и влаги в помещении, но выбранная величина Δt_p должна быть подтверждена расчетом распределения воздуха [1, 8].

В помещениях, имеющих неравномерную тепловую нагрузку по объему и большую высоту, например в зрительных залах, аудиториях, радиостудиях и в некоторых производственных помещениях, приходится считаться с неравносью

температур в различных зонах и наряду с рабочей разностью температур учитывать полную рабочую разность температур

$$\Delta t_{n.p.} = t_{в.з.} - t_0 \quad (7)$$

где $t_{в.з.}$ - температура в зоне помещения, из которой производится удаление воздуха; обычно это верхняя зона. Коэффициент неравномерности температур по высоте — опытная величина.

$$n = \frac{\Delta t_{np}}{\Delta t_p} \quad (8)$$

Ее следует вводить в расчет для помещений, имеющих высоту более 4 м, в том случае, если воздух подается в нижнюю или среднюю зону, а удаляется через верхнюю зону помещения.

На основании максимальных расчетных избытков явного тепла $Q_{явн}$ с помощью величин Δt_p и n определяется расход воздуха $L_1 = L$ в м³/час, потребный для их ассимиляции и являющийся полезной производительностью кондиционера:

а) если температура в обслуживаемой зоне помещения практически равна температуре удаляемого воздуха [1, 2, 9]:

$$L_1 = \frac{Q_{явн}}{0,24\gamma\Delta t_p} \quad (9)$$

где γ — объемный вес воздуха в кг/м³;

б) если температуры воздуха, удаляемого из обслуживаемой и верхней зон, различны и известен объем воздуха, который удаляется из нижней зоны помещения $L_{н.з.}$, в м³/час:

$$L_1 = L_{н.з.} \left[1 - \frac{1}{n} \right] + \frac{Q_{явн}}{0,24\gamma\Delta t_p} \quad (10)$$

в) если температуры воздуха, удаляемого из обслуживаемой и верхней зон, различны и известен объем воздуха, который удаляется из верхней зоны помещения $L_{в.з.}$, в м³/час

$$L_1 = \frac{Q_{явн}}{0,24\gamma\Delta t_p} - L_{в.з.} [1 - n] \quad (11)$$

Полезная производительность кондиционера L_1 может быть сокращена на холодный период года до величины $L_{1x} < L_1$, причем L_{1x} определяется на основе вышеприведенных выражений с заменой в них величины $Q_{явн}$ на $Q_{явнх}$ и Δt_p на Δt_{px} , соответствующие избыткам тепла и рабочей разности температур в холодный период года.

Также существует общепринятая методика, с помощью которой производятся приблизительный подсчет мощности охлаждения Q (в кВт).

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3, \quad (12)$$

где Q_1 – тепловые поступления от окон, стен, потолка и пола.

Если комната подвержена проникновению прямых солнечных лучей – окна должны быть завешены светлыми плотными занавесями или роллетами.

Q_3 - количество тепловых поступлений от бытовой техники: 0,3 кВт — от компьютера; 0,2 кВт — от телевизора.

Условно можно считать, что от других единиц бытовых приборов исходит энергия в виде тепла 30% от их потребляемой мощности.

Мощность приобретаемого кондиционера допустима рамках от -5 до +15% предполагаемой мощности Q .

Таким образом, при определении мощности системы кондиционирования необходимо учитывать ряд факторов:

1. тип и характеристики помещения, его расположение относительно сторон света (угол падения солнечного света и возможность нагрева помещения) и других помещений (например наличие крыши с металлическим покрытием требует увеличения мощности кондиционера на 10...20%);

2. кратность воздухообмена в помещении (согласно санитарным нормам либо технологическим процессам);

3. структура воздуха и наличие в нем химических веществ;

4. потенциальные теплопритоки от различных источников, расположенных в помещении.

Учет этих основных факторов позволит оптимизировать систему кондиционирования и обеспечить заданные параметры микроклимата в помещении.

Список литературы:

1. Миллер Ю.В. Методики определения минимального воздухообмена: традиционные и новые подходы // «АВОК». 2019. №2 URL: https://www.abok.ru/avok_press/content.php?0+2+2019 (дата обращения: 05.08.2020).

2. Фокин С.В. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха: устройство, монтаж и эксплуатация : учебное пособие / С.В. Фокин, О.Н. Шпортько. - 2-е изд., стер. - М. : КНОРУС, 2016. - 368 с.

3. Свод правил СП 60.13330.2012 «СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» (утв. приказом Министерства регионального развития РФ от 30 июня 2012 г. №279)

4. Determination of the air purification efficiency when using a biofilter / I.P. Krivolapov, A.Yu. Astapov, D.V. Akishin, A.A. Korotkov, S.Yu. Shcherbakov // Journal of Ecological Engineering. - 2019. - Т. 20. - № 11. - С. 232-239.

5. Стукалова Е.В. Расчет основных элементов системы вентиляции для оптимизации микроклимата на рабочем месте бандажника колесных пар / Е.В. Стукалова, И.П. Криволапов, С.Ю. Щербаков // В сборнике: Техногенная и природная безопасность. Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции. Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. – 2017. – С. 352-356.

6. Новикова В.С. Формирование требований к расчету и эксплуатации систем кондиционирования воздуха / В.С. Новикова, Е.В. Стукалова, И.П. Криволапов // В сборнике: Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК. Материалы международной научно-

практической конференции. Сборник научных трудов. Под общей редакцией В.А. Солопова. – 2017. – С. 157-160.

7. Криволапов И.П. Теоретические основы процесса диффузионного осаждения пылевых частиц / И.П. Криволапов, В.С. Новикова, О.С. Картечина, Н.Е. Крестинин // Наука и Образование. – 2019. – Т. 2. – № 2. – С. 213.

8. Щербаков С.Ю. Оценка уровня обеспеченности и повышение пожарной безопасности на складах хранения нефтепродуктов предприятий АПК / С.Ю. Щербаков, А.В. Аксеновский, И.П. Криволапов, В.Б. Куденко // В сборнике: СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ, ПОСВЯЩЕННЫЙ 85-ЛЕТИЮ МИЧУРИНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА. в 4 т.. Мичуринск. – 2016. – С. 110-114.

9. Криволапов И.П. Методика экспериментального исследования биологической фильтрации газовых выбросов / И.П. Криволапов // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2011. – № 2-2. – С. 44-48.

10. Криволапов И.П. Исследование эффективности очистки воздуха в животноводческих комплексах от аммиака и сероводорода / И.П. Криволапов, М.С. Колдин, С.Ю. Щербаков // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК - продукты здорового питания. – 2016. – № 3 (11). – С. 9-18.

UDC 613.646; 613.5

DETERMINING THE POWER OF AN AIR CONDITIONING SYSTEM

Artemiy Alexandrovich Korotkov

student

korotkov-artemiy@mail.ru

Ivan Pavlovich Krivolapov

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

ivan0068@bk.ru

Sergey Yurievich Scherbakov

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

scherbakov78@yandex.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. The article presents the factors that affect the performance of the air conditioning system, the organization of its correct selection and the main calculation formulas for air conditioning systems.

Key words: air conditioning system, the performance of the air conditioner, heat leakage, power.