

Лекция 8. Балансы вредностей в помещении. Определение воздухообмена

Исходными для определения воздухообмена являются величины тепловой, влажностной и газовой нагрузки на систему вентиляции, а определяющим — распределение температуры и концентрации вредностей в объеме помещения. В значительной мере это относится к температуре и концентрации вредностей в уходящем воздухе.

В помещении может иметь место сочетание разных схем вентиляционного процесса. Одна из типовых схем организации воздухообмена, представлена на рисунке 1. Схема включает общеобменный приток в вытяжку в верхней зоне и местный отсос из рабочей зоны.

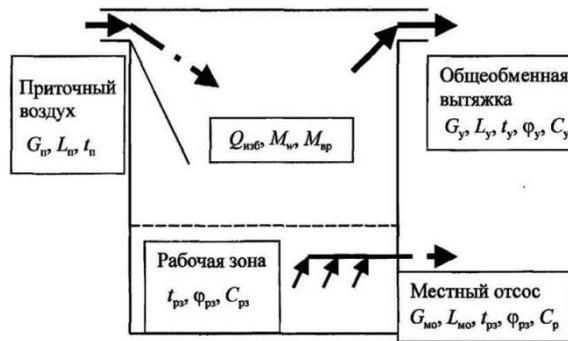


Рисунок 1 - К составлению балансовых уравнений воздухообмена в помещении

Воздухообмен, т.е. производительность по воздуху общеобменных систем вентиляции и (или) кондиционирования, определяется из уравнений баланса по теплоте, влаге и газовым вредностям.

Баланс по явной теплоте имеет вид:

$$G_{\text{п}} c_{\text{в}} t_{\text{п}} + 3,6 Q_{\text{я}}^{\text{изб}} = G_{\text{мо}} c_{\text{в}} t_{\text{рз}} + G_{\text{у}} c_{\text{в}} t_{\text{у}}. \quad (1)$$

Уравнение баланса по явной теплоте можно дополнить уравнением баланса по воздуху:

$$G_{\text{п}} = G_{\text{у}} + G_{\text{мо}}. \quad (2)$$

В балансовых уравнениях две неизвестных: $G_{\text{п}}$, $G_{\text{у}}$. Расход воздуха в местном отсосе $G_{\text{мо}}$ в кг/ч определяется заранее:

$$G_{\text{мо}} = 3600 \rho A_{\text{мо}} V_{\text{мо}}, \text{ кг/ч.} \quad (3)$$

где $A_{\text{мо}}$ - площадь рабочего проема местного отсоса, м^2 ;

$V_{\text{мо}}$ - скорость воздуха в проеме, зависит от вида местного отсоса и удаляемой вредности в местном отсосе, м/с.

Совместное решение уравнений (1) и (2) позволяет определить искомую величину $G_{\text{у}}$, кг/ч, с учетом уравнения (3):

$$G_{\text{у}} = \frac{3,6 Q_{\text{я}}^{\text{изб}} - G_{\text{мо}} c_{\text{в}} (t_{\text{рз}} - t_{\text{п}})}{c(t_{\text{у}} - t_{\text{п}})}. \quad (4)$$

Аналогично находят величины расхода воздуха из уравнений баланса влаги и полной теплоты. Разница состоит лишь в том, что в уравнение баланса влаги входят соответствующие значения влагосодержания воздуха d в г/кг, а в уравнение баланса по полной теплоте — соответствующие значения теплосодержания воздуха I в кДж/кг:

$$G_{\text{п}} d_{\text{п}} + M_{\text{в}} \cdot 10^3 = G_{\text{мо}} d_{\text{мо}} + G_{\text{у}} d_{\text{у}}; \quad (5)$$

$$G_{\text{п}} I_{\text{п}} + 3,6 Q_{\text{п}}^{\text{изб}} = G_{\text{мо}} I_{\text{мо}} + G_{\text{у}} I_{\text{у}}. \quad (6)$$

В частном случае, при $G_{\text{мо}} = 0$, т.е. при наличии только общеобменного притока и общеобменной вытяжки, что характерно для основной части помещений в жилых и общественных зданиях, из (2) и (4) получаем:

$$G_{\text{п}} = G_{\text{y}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{я}}^{\text{изб}}}{c_{\text{в}} \cdot (t_{\text{y}} - t_{\text{п}})} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{п}}^{\text{изб}}}{I_{\text{y}} - I_{\text{п}}} = \frac{M_{\text{w}} \cdot 10^3}{d_{\text{y}} - d_{\text{п}}}. \quad (7)$$

Из последнего равенства $\frac{3,6 \cdot Q_{\text{п}}^{\text{изб}}}{I_{\text{y}} - I_{\text{п}}} = \frac{M_{\text{w}} \cdot 10^3}{d_{\text{y}} - d_{\text{п}}}$ по свойству пропорции следует $\frac{3,6 \cdot Q_{\text{п}}^{\text{изб}}}{M_{\text{w}}} = \frac{(I_{\text{y}} - I_{\text{п}}) \cdot 10^3}{d_{\text{y}} - d_{\text{п}}} = \frac{\Delta I}{\Delta d} \cdot 10^3$. Однако по определению $\frac{\Delta I}{\Delta d} \cdot 10^3 = \varepsilon$ - угловой коэффициент луча процесса изменения состояния воздуха на I-d - диаграмме. В данном случае речь идет конкретно о вентиляционном процессе, т.е. процессе изменения состояния воздуха в помещении. Следовательно:

$$\varepsilon_{\text{пом}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{п}}^{\text{изб}}}{M_{\text{w}}}. \quad (8)$$

Воздухообмен, $\text{м}^3/\text{ч}$, из условия ассимиляции газовой вредности определяется для каждой i-й вредности по формуле:

$$L_i = \frac{M_{\text{вр}i}}{C_{\text{y}} - C_{\text{п}}} \quad (9)$$

Концентрация вредности в уходящем воздухе равной предельно допустимой концентрации вредного вещества в воздухе рабочей зоны. В свою очередь, концентрация вредности в приточном воздухе не должна превышать 0,3 от ПДК рабочей зоны. Значения ПДК приводятся в ГОСТ.

При одновременном выделении в рабочую зону помещения нескольких вредностей, не обладающих однонаправленностью токсикологического воздействия на человека, в качестве расчетной величины принимается наибольшая из полученных по формуле (9).

Вещества однонаправленного действия близки по своему химическому составу, например различные кислоты, различные спирты, различные щелочи, различные ароматические углеводороды (толуол и ксилол, бензол и толуол) и т.д. При одновременном поступлении в рабочую зону помещения нескольких подобных веществ расчетный воздухообмен определяется суммированием величин, полученных по формуле (9) для каждого вещества.

В помещениях вспомогательного назначения воздухообмен принято рассчитывать по кратности. Кратность воздухообмена n показывает, сколько раз в течение часа вентиляционный воздух заменяет воздух в объеме помещения:

$$n = \frac{L}{V}, \quad (10)$$

где L - расход приточного воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$;

V - объем помещения, м^3 .

Кратность принимается со знаком «плюс», что означает приток воздуха, и со знаком «минус» — для вытяжки.

Одним из важных показателей воздухообмена в помещении служит санитарная норма, т.е. минимально допустимое количество наружного воздуха, которое необходимо подавать в помещение. Санитарная норма L_0 устанавливается для одного человека и равна при постоянном пребывании в помещении $60 \text{ м}^3/\text{ч}$ и при временном (менее 2 ч) пребывании — $20 \text{ м}^3/\text{ч}$, а при повышенных физических нагрузках — $80 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Результаты расчета воздухообмена по кратности и санитарной норме обычно записывают в таблицу.

Санитарная норма служит не только основным санитарногигиеническим показателем, но и представляется важным экономическим параметром, который определяет минимально неизбежные расходы на обеспечение микроклимата помещения. В идеале надо стремиться к доведению требуемого воздухообмена, который устанавливается из условия ассимиляции тепло-влагоизбытков, до минимально необходимого, т.е. до санитарной нормы. Это достигается использованием в здании возможно полного комплекса мер по снижению тепловой нагрузки и согласованной работой систем отопления-охлаждения и вентиляции.

При определении расчетного воздухообмена систем кондиционирования воздуха исходной величиной является температура приточного воздуха. С точки зрения минимизации расхода приточного воздуха желательно принимать **минимально возможную температуру**. Ограничение минимального значения температуры воздуха связано с **воздухораспределением**.

Температура воздуха в струе на входе в рабочую зону не должна существенно отличаться от температуры рабочей зоны (рис. 3). Задача выбора воздухообмена усложняется еще и тем, что скорость воздуха в струе не может сильно превышать подвижность в рабочей зоне. Приведенные на рисунке 3 значения корректирующих величин k и Δt нормируются.

Таким образом, задача определения расхода воздуха становится неопределенной и должна решаться последовательным приближением и на основе расчета воздухораспределителей. Практическое решение задачи состоит в использовании рекомендованного значения температуры приточного воздуха.

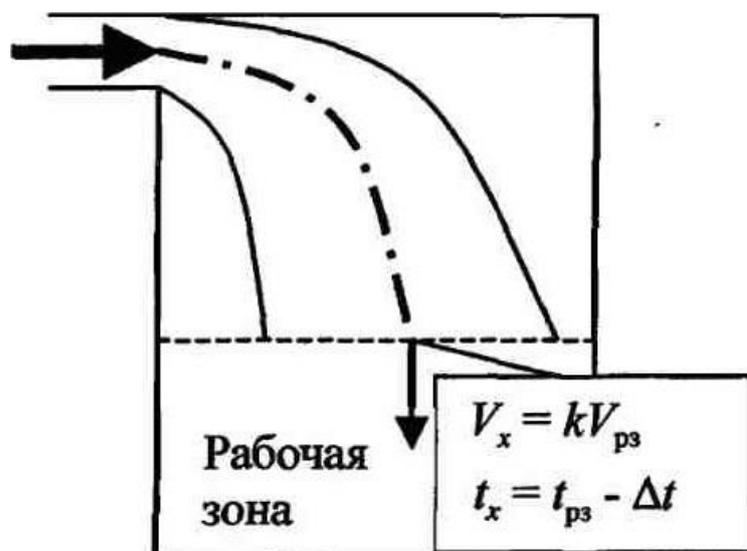


Рисунок 3 - К определению условий входа струи в рабочую зону

Воздухообмен обычно принято определять из рассмотрения расчетного теплого, холодного, а иногда и переходного периодов. Чаще всего за расчетный принимают расход воздуха для теплого периода года. Это представляется обоснованным, так как именно теплый период года наиболее напряженный с точки зрения обеспечения требуемых параметров приточного воздуха, что связано с охлаждением и осушкой наружного воздуха. Если расход воздуха остается неизменным в течение года, то для холодного периода года следует определить требуемую температуру приточного воздуха. Для этого надо составить баланс по явной теплоте в помещении для холодного периода года, например, подстановкой в уравнение (1) или (7) соответствующих значений температур и нагрузки на систему по явной теплоте.

Рассмотренный случай относится к так называемому качественному регулированию системы, когда расход воздуха остается неизменным, а меняется температура приточного

воздуха. Подобное регулирование осуществляется в течение всего годового цикла эксплуатации системы. С учетом энергосбережения более целесообразным представляется количественное регулирование, основанное на уменьшении воздухообмена. Возможность уменьшения расхода приточного воздуха возникает в годовом цикле по мере снижения холодильной нагрузки на систему при переходе от расчетного теплого периода к расчетному холодному.

Что касается температуры приточного воздуха, желательно, чтобы ее значение приближалось к температуре воздуха рабочей зоны, что соответствует равенству нулю тепловой нагрузки на систему. В этом случае система вентиляции или кондиционирования воздуха не выступает в роли системы отопления-охлаждения, а выполняет свое основное назначение. При этом воздухообмен может сократиться до минимально допустимого и не возникает никаких проблем с воздухораспределением. Поддержание нулевого значения тепловой нагрузки на систему возлагается на регулирование параллельной системы отопления. Однако это касается только холодного периода года, когда система отопления работает, и случая, когда отопительные приборы оборудованы автоматическими терморегуляторами.