

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИТОЧНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

Р.Н. ШУМИЛОВ канд. техн. наук, проф.

Уральский государственный технический университет

Под эффективной подразумевается вентиляция, обеспечивающая требуемые параметры воздуха в рабочей зоне помещения при минимальном воздухообмене. Известно, что эффективность приточной вентиляции в конкретных условиях зависит от схемы организации воздухообмена и схемы воздухораспределения, включающей способ подачи воздуха и тип воздухораспределителя [1, 2]. В указанных работах приводятся решения и рекомендации по выбору коэффициентов воздухообмена, но недостаточно уделено внимание взаимосвязи схемы развития струи и схемы организации воздухообмена.

Проанализируем, как изменяется концентрация вредного вещества (КВВ) в воздухе рабочей зоны в зависимости от способа организации воздухообмена и схемы развития струи. Рассмотрим случай, когда приточный воздух поступает в рабочую зону сверху, например, при подаче его вертикальными и наклонными струями или горизонтальными настилающимися на потолок струями. Для упрощения не будем принимать во внимание влияние на распространение вредных веществ пристенных конвективных потоков. Возможные схемы циркуляции воздуха и распространения с ним вредного вещества приведены на рис. 1.

В первом случае (рис. 1а) схема организации воздухообмена "сверху вверх", и расстояние от воздухораспределителя до второго критического сечения струи x_2 по [1, 3] больше расстояния до верхнего уровня рабочей зоны x . Поэтому приточная струя развивается на участке от воздухораспределителя до входа в рабочую зону с подмешиванием окружающего воздуха. Совместное решение уравнений (1) и (2), приведенное в таблице, относительно КВВ в рабочей зоне $S_{из}$ свидетельствует, что КВВ в воздухе рабочей зоны не зависит

от расхода воздуха в приточной струе на входе в рабочую зону L_x и весь приточный воздух участвует в разбавлении вредных выделений.

Рассмотрим вариант развития приточной струи при той же схеме организации воздухообмена, но при расположении второго критического сечения струи выше верхнего уровня рабочей зоны (рис. 1б). До второго критического сечения струя развивается с подмешиванием окружающего воздуха, расход воздуха в струе увеличивается до L_2 , а КВВ в ней изменяется от S_m до S_2 . После второго критического сечения происходит отсоединение воздуха от струи со средней КВВ S_2 . Отсоединяющийся воздух смешивается с воздухом, покидающим рабочую зону. Смесь удаляется вытяжной вентиляцией и идет на подпитку приточной струи. Из решения приведенных в таблице уравнений (3)-(5) видно, что с уменьшением расхода воздуха в струе на входе в рабочую зону L_x концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны увеличивается. Это объясняется тем, что часть свежего воздуха не достигает рабочей зоны. При этом КВВ в удаляемом воздухе согласно уравнению (5) не изменяется.

В том случае, когда удаление загрязненного воздуха производится из объема рабочей зоны (рис. 1в), решение уравнений (6)-(8) такое же, как и для схемы 1а.

Выполненный анализ позволяет сделать следующие выводы. При схеме организации воздухообмена "сверху вверх" необходимо предусматривать воздухораспределение, при котором второе критическое сечение струи располагается не выше верхнего уровня рабочей зоны. В противном случае необходима организация воздухообмена по схеме "сверху вниз". В свете выявленных закономерностей следует избегать удаления воздуха вытяжными системами из объема приточной струи на участке до входа ее в рабочую зону, так как при этом часть свежего воздуха не поступает в рабочую зону. Представляется целесообразным использовать эти правила и при других видах вредных выделений в помещении.

1. Гримитлин М.И. Распределение воздуха в помещениях. С.-Пб.: ГУМП, 1994. 315 с.
2. Позин Г.М., Гримитлин М.И. Эффективность организации воздухообмена при сосредоточенной подаче воздуха // Изв. вузов. Строительство и архитектура, 1977, № 7. С. 119-133.
3. Шумилов Р.Н. Особенности проектирования подачи приточного воздуха в рабочую зону // Материалы 5 съезда АВОК. М.: АВОК 1996. С. 204-209.

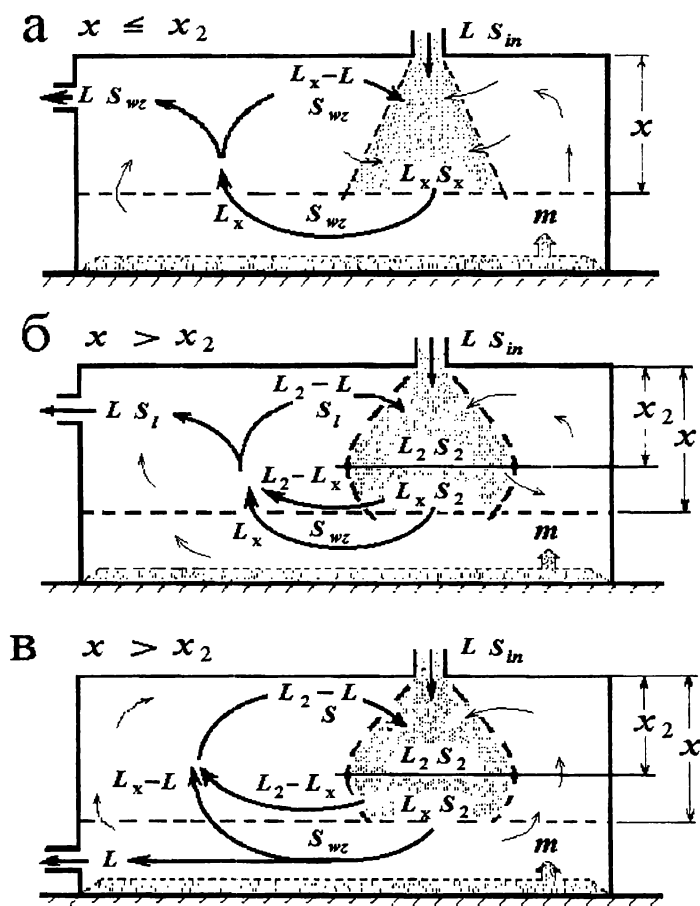


Рис. 1. Схемы циркуляции воздуха:

а, б - воздухообмен по схеме "сверху вверх"; в - "сверху вниз";
 m - расход вредного вещества, поступающего в помещение, мг/с ;
 L - расход воздуха, $\text{м}^3/\text{с}$; S - концентрация вредного вещества в воздухе, $\text{мг}/\text{м}^3$; x - расстояние от воздухоораспределителя до входа в рабочую зону по оси струи, м ; x_2 - то же, до второго критического сечения струи, м ; индексы: in - приточный воздух; l - удаляемый воздух; wz - воздух рабочей зоны; x - воздух в струе на входе в рабочую зону; 2 - воздух во втором критическом сечении струи

Системы уравнений газо-воздушного баланса

Таблица

Схема циркуляции воздуха (рис. 1)	Контрольный объем зоны помещения	Уравнения газо-воздушных балансов контрольных объемов	Решения уравнений относительно S_{wz}
а	Рабочая зона	$L_x S_x + m = L_x S_{wz}$ (1)	$S_{wz} = S_{in} + \frac{m}{L}$
	Струя на участке от воздухораспределителя до входа в рабочую зону	$LS_{in} + (L_x - L)S_{wz} = L_x S_x$ (2)	
б	Рабочая зона	$L_x S_2 + m = L_x S_{wz}$ (3)	$S_{wz} = S_{in} + m \left(\frac{1}{L} - \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_x} \right)$
	Струя на участке до второго критического сечения	$LS_{in} + (L_2 - L)S_1 = L_2 S_2$ (4)	
	Объем всего помещения	$LS_{in} + m = LS_1$ (5)	
в	Рабочая зона	$L_x S_2 + m = L_x S_{wz}$ (6)	$S_{wz} = S_{in} + \frac{m}{L}$
	Струя на участке до второго критического сечения	$LS_{in} + (L_2 - L)S = L_2 S_2$ (7)	
	Верхняя зона помещения вне струи	$(L_x - D)S_{we} + (L_2 - L_x)S_2 = (L_2 - D)S$ (8)	