

УТОЧНЕНИЕ РАСЧЁТА РАСХОДА ПРИТОЧНОГО ВОЗДУХА ОБЩЕОБМЕННЫМИ СИСТЕМАМИ ВЕНТИЛЯЦИИ

Доц. Липко В.И., проф. Луговский С.И. (ПГУ)

В практике проектирования систем промышленной вентиляции часто допускается ничем неоправданное завышение расхода приточного воздуха, что ощутимо завышает капитальные и эксплуатационные затраты на вентиляцию, а также вызывает повышенный расход тепловой и электрической энергии.

Повышенная энергоёмкость вентиляции происходит вследствие того, что расход приточного воздуха для общеобменных систем вентиляции и кондиционирования воздуха рекомендуется определять по формулам, приведенным в СНиП /1, с. 57-58/, без указания на необходимость учёта полезной работы местных отсосов. В обобщённом виде эти формулы можно представить так

$$L = L_{мо} + L_{вр} - L_{рз}^{MO} \quad (1)$$

где L - проектируемое количество приточного воздуха, $м^3/ч$; $L_{мо}$ - расход воздуха, удаляемого из рабочей зоны помещения системами местных отсосов и на технологические нужды, $м^3/ч$; $L_{вр}$ - расход приточного воздуха, затрачиваемого на ассимиляцию и удаление суммарного количества вредных выделений в помещение, $м^3/ч$; $L_{рз}$ - величина уменьшения расхода приточного воздуха за счёт частичного удаления вредных выделений из рабочей зоны имеющей расчётные параметры, системами местных отсосов, $м^3/ч$.

В учебниках, монографиях и справочниках приводятся общеизвестные расчётные методы для определения общего количества теплоизбытков, избытков влаги, массы пыли и вредных газовых веществ, выделяющихся от различных источников при разнообразных технологических процессах. Однако нигде не указывается какая часть вредных выделений удаляется системами местных отсосов, а какая их часть попадает непосредственно в рабочую зону и должна быть подставлена в расчётные формулы.

Таким образом получается, что без учёта локализации и выноса вредных выделений местными отсосами, содержание всех четырёх расчётных формул СНиП не может соответствовать тем физическим процессам, которые в дейст-

вительности происходят в производственном помещении при совместной работе общеобменной приточной системы и местных отсосов. В формулах обычно не учитывается то, что местные отсосы предназначены исключительно для улавливания и удаления вредностей непосредственно от источников их выделения с таким расчётом, чтобы как можно меньше их попадало во внутрь помещения.

При проектировании вентиляции обычно принимается в расчёт общее завышенное количество вредных выделений без учёта полезной работы местных отсосов. В итоге искусственно завышается расход приточного воздуха в среднем на 20-30 % и больше.

В целях уточнения расчётов необходимо ввести понятие о коэффициенте эффективности местного отсоса, представляющего собой отношение [2]

$$\eta_{MO} = \frac{\Phi_y}{\Phi_o}, \quad (2)$$

где Φ_y - количество вредного выделения удаляемого местным отсосом от данного источника; Φ_o - общее количество вредного выделения данного источника по заданной технологии, рассчитываемое по общеизвестным методикам.

Следовательно, из-за конструктивного и аэродинамического несовершенства местного отсоса непосредственно в рабочую зону попадает от данного источника следующее количество вредных выделений:

$$\Phi_{pз} = \Phi_o - \Phi_y. \quad (3)$$

Тогда суммарное количество вредных выделений в рабочую зону помещения от всех источников определяется из выражения

$$\Phi_c = \sum_{i=1}^n \Phi_{o,i} (1 - \eta_{MO,i}) + \sum_{j=1}^m \Phi_{o,j}, \quad (4)$$

где n - число источников местных выделений, оборудованных местными отсосами; m - число источников вредных выделений, не имеющих местных отсосов.

При правильной организации вентиляции второе слагаемое в формуле (4) должно быть равно нулю, так как все без исключения источники вредных выделений должны быть оснащены местными отсосами.

С учётом работы местных отсосов вентиляционный воздух фактически ассимилирует избытки явной и полной теплоты, влаги или разбавляет пыль и вредные газовые вещества в количестве Φ_0 , поэтому в расчётные формулы необходимо подставлять эту величину.

С учётом выражения (4), применительно к каждому виду вредного выделения, расчётные формулы СНиП можно представить в следующем виде, $\text{м}^3/\text{ч}$:

а) по избыткам явной теплоты

$$L = L_{\text{MO}} + \frac{3,6 \left[\sum_{i=1}^n Q_{o,i}^{\text{я}} (1 - \eta_{\text{MO},i}) + \sum_{j=1}^m Q_{o,j}^{\text{я}} \right] - c L_{\text{MO}} (t_{\text{p3}} - t_{\text{n}})}{c (t_{\text{y}} - t_{\text{n}})}; \quad (5)$$

б) по избыткам полной теплоты

$$L = L_{\text{MO}} + \frac{3,6 \left[\sum_{i=1}^n Q_{o,i}^{\text{п}} (1 - \eta_{\text{MO},i}) + \sum_{j=1}^m Q_{o,j}^{\text{п}} \right] - 1,2 L_{\text{MO}} (J_{\text{p3}} - J_{\text{n}})}{1,2 (J_{\text{y}} - J_{\text{n}})}; \quad (6)$$

в) по массе выделяющегося вредного вещества

$$L = L_{\text{MO}} + \frac{\sum_{i=1}^n m_{o,i} (1 - \eta_{\text{MO},i}) + \sum_{j=1}^m m_{o,j} - L_{\text{MO}} (q_{\text{p3}} - q_{\text{n}})}{q_{\text{y}} - q_{\text{n}}}; \quad (7)$$

г) по избыткам влаги

$$L = L_{\text{MO}} + \frac{\sum_{i=1}^n W_{o,i} (1 - \eta_{\text{MO},i}) + \sum_{j=1}^m W_{o,j} - 1,2 L_{\text{MO}} (d_{\text{p3}} - d_{\text{n}})}{1,2 (d_{\text{y}} - d_{\text{n}})}. \quad (8)$$

Здесь: $Q_{o,i}^{\text{я}}$; $Q_{o,i}^{\text{п}}$; $m_{o,i}$; $W_{o,i}$ - количества выделяющихся из данного источника соответственно избыточной явной и полной теплоты, вредного вещества и избыточной влаги, Вт, Вт, мг/ч, г/ч; c - теплоёмкость воздуха, равная $1,2 \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$; $t_{\text{p3}}, t_{\text{n}}, t_{\text{y}}$ - температура воздуха в рабочей зоне, приточного и удаляемого воздуха, $^\circ\text{C}$; $J_{\text{p3}}, J_{\text{n}}, J_{\text{y}}$ - удельная энтальпия соответственно воздуха рабочей зоны, приточного и удаляемого воздуха, $\text{кДж}/\text{кг}$; $q_{\text{p3}}, q_{\text{n}}, q_{\text{y}}$ - концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны помещения (принимается равной ПДК), в приточном и удаляемом воздухе, $\text{мг}/\text{м}^3$; $d_{\text{p3}}, d_{\text{n}}, d_{\text{y}}$ - влагосодержание воздуха в рабочей зоне, в приточном и удаляемом из помещения воздухе, г/кг.

В проводимой таблице в качестве примера показано помещение основного отделения кузнечного цеха, в котором температура воздуха в рабочей зоне 25 °С, приточного 21 °С. Температура удаляемого воздуха в зависимости от теплонапряжённости помещения: при учёте работы местных отсосов

$$t_y = t_{p3} + \beta \cdot (H - 2) = 25 + 0,5 \cdot (10 - 2) = 29^\circ \text{C};$$

без учёта работы местных отсосов

$$t_y = 25 + 1,4 \cdot (10 - 2) = 36^\circ \text{C};$$

где β – температурный градиент, °С/м; H - высота помещения, м.

Пользуясь данными таблицы производим расчёт количества приточного воздуха для этого помещения, м³/ч.

по формуле СНиП

$$L = 35528 + \frac{3,6 \cdot 1208204 - 12 \cdot 35528 \cdot (25 - 21)}{1,2 \cdot (36 - 21)} = 267695;$$

по уточнённой нами формуле

$$L = 35528 + \frac{3,6 \cdot 68704 - 12 \cdot 35528 \cdot (25 - 21)}{1,2 \cdot (29 - 21)} = 189778$$

Превышение количества приточного воздуха по формуле СНиП составляет, %

$$\Delta L = \frac{267695 - 189778}{189778} \cdot 100 = 29.$$

ВЫВОД

1. Для всех типов местных отсосов должны быть определены их коэффициенты эффективности на основе натурных исследований.
2. Расход приточного воздуха следует подсчитывать по той части количества вредных выделений от всех их источников, которая действительно попадает в помещение. Необходимо учитывать, что значительное их количество локализуется и удаляется местными отсосами.

Исходные данные для расчета расхода приточного воздуха для основного отделения кузнечного цеха

Название основного оборудования	Производительность по металлу, кг/ч	Количество единиц	Значение*, $\eta_{\text{пр}}$	Тепловыделения единиц оборудования, Вт		Суммарные тепловыделения в помещении, Вт		Количество воздуха, отсасываемого местными отсосами, м ³ /ч	
				печь, металл, горном	в помещении при работе местных отсосов	если не учитывать работу местных отсосов	при учете работы местных отсосов	от одной единицы оборудования	от всех единиц оборудования
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Печь на жидком топливе типа ПНН-15	300	2	0,6	104400	41760	208800	83520	3067	6134
Щелевая кузнечная печь на газообразном топливе типа ПНЩ-1	100	2	0,65	44312	15509	88624	31018	1667	3334
Очковая кузнечная печь на природном газе	80	2	0,45	29696	16333	59392	32666	1428	2856
Щелевая кузнечная печь с рекуператором и площадью пода 0,67 м ² [S1]	250	1	0,7	106720	32016	106720	32016	3204	3204
Кузнечный горн при одном огне		4	0,75	59639	14910	238556	59640	2083	8332
Кузнечный горн при двух огнях		4	0,6	119278	47711	477112	190844	2917	11668
Солнечная радиация							29000	29000	

ИТОГО:

1208204 458704 35528

* - по данным натурных замеров авторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование. - М.: АПП ЦИТП, 1992. - 64 с.
2. Луговский С.И., Дымчук Г.К. Снижение энергоёмкости промышленной вентиляции. Известия высших учебных заведений. Строительство и архитектура, N~ 9, 1991, с. 86-91.