

Л и т е р а т у р а

1. СНиП II 34-76. Нормы проектирования. Тепловые сети. — М., 1974. — 56 с. 2. Ш м и д т В.А. Теплоснабжение городов. — М., 1976. — 288 с. 3. З и н г е р Н.М., М и р к и н а А.И. Выбор оптимального режима отпуска тепла от ТЭЦ. — Электрические станции, 1971, № 5. — 335 с. 4. С е н к о в Ф.В. Регулирование отпуска тепла в закрытых системах теплоснабжения. — М., 1973. — 60 с.

УДК 697.957

В.П. Пылюшенко, *ст. преп.*
(БПИ)

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СТРУЙ

Методика расчета воздухораспределительных устройств в системах вентиляции, кондиционирования воздуха и воздушного отопления является важной инженерной задачей [1]. В основу существующего метода расчета положены разработки Г.Н. Абрамовича по теории турбулентных воздушных струй [2].

В.Н. Талиев [3] рассматривает теорию Г.Н. Абрамовича в несколько упрощенном виде применительно к затопленным струям. Расчетные уравнения для основного участка круглой и плоской затопленной изотермической струи соответственно будут

$$\frac{v_x}{v_0} = \frac{12,4 \sqrt{\beta_0} k_0}{\bar{x} - \bar{x}_0}; \quad (1)$$

$$\frac{v_x}{v_0} = \frac{3,8 \sqrt{\beta_0} k_0}{\sqrt{\bar{x} - \bar{x}_0}}, \quad (2)$$

где $v_0 = k_0 v$; $\bar{x} = x/R_0$; $\bar{x} = x/b_0$; $\bar{x}_0 = x_0/R_0$; $\bar{x}_0 = x_0/b_0$; v_x — скорость на оси струи; v_0 — средняя скорость на выходе из отверстия; v — скорость на оси насадка; x — расстояние от насадка до рассматриваемого сечения; R_0, b_0 — радиус круглого отверстия и полуширина щели для плоской струи; β_0 — поправочный коэффициент на количество движения; K_0 — коэффициент поля скоростей; x_0 — расстояние от полюса основного участка струи до среза насадка.

И.А. Шепелев [4] принимает в своих исследованиях поле скоростей на основном участке по Г. Рейхарду, что соответствует струе бесконечной толщины.

В работе [5] уравнение для осевой скорости на основном участке круглой струи, предложенное И.А. Шепелевым, приведено к виду, практически не отличающемуся от формулы (2):

$$\frac{v_x}{v_0} = \frac{12,2 K_0 \sqrt{\beta_0}}{x} \quad (3)$$

Для плоской струи такое уравнение имеет вид

$$\frac{v_x}{v_0} = \frac{3,85 K_0 \sqrt{\beta_0}}{\sqrt{x}} \quad (4)$$

В работах [1], [6] широко применены выражения, в которых имеется одна экспериментальная константа (m), характеризующая интенсивность затухания скорости по оси потока. Эти выражения соответственно для осесимметричной и плоской струи имеют следующий вид:

$$\frac{v_x}{v_0} = m \frac{\sqrt{F_0}}{x}; \quad (5)$$

$$\frac{v_x}{v_0} = m \frac{\sqrt{2b_0}}{\sqrt{x}} \quad (6)$$

Для осесимметричной струи

$$m = 7,0 \sqrt{\beta_0} / \left(1 - \frac{x_0}{x}\right) = \sqrt{\beta_0} / \pi \operatorname{tg} \alpha K \sqrt{\beta_0} \left(1 - \frac{x_0}{x}\right), \quad (7)$$

где K , β – коэффициент поля скоростей и поправочный коэффициент на количество движения в рассчитываемом сечении струи.

Анализ выражений (1)–(6) показывает, что их основой является теория, разработанная Г.Н. Абрамовичем для изотермических струй с неравномерным начальным полем скоростей. Формулы И.А.Шепелева отличаются лишь незначительным изменением числовых коэффициентов и тем, что в них отсутствует полюсное расстояние. Как следует из выражения (7), коэффициент m не является величиной постоянной по длине струи. Значение m , близкое к постоянному, наблюдается на определенном удалении от насадка, где $x_0/x \ll 1$.

Экспериментальная проверка формул (1)–(6) [4] показала, что пренебрегать величиной полюсного расстояния нельзя, так как это приводит к значительной ошибке, особенно в начальной области основного участка струи.

Согласно СНиП II–33–75, подачу приточного воздуха в помещения с избытком явного тепла, а также в помещения, в которых тепловыделения сопровождаются поступлениями влаги и вредных веществ, следует предусматривать в рабочую зону, принимая ее высоту до 6 м.

В настоящее время при расчете воздухораспределителей не учитывается повышение концентрации вредных по высоте помещения. В то же время при определении воздухообмена оно учитывается. Проследим, какой получается концентрация вредных в струе в случае распространения ее в про-

Т а б л и ц а 1. Концентрация вредности в осесимметричной струе

Тип воздухоораспределителя	x/d_0							
	5	10	15	20	25	30	40	50
Поворотный патрубок типа ПП $m=6,6$	Концентрация вредности в струе в долях от ПДК при $\zeta=1,2$							
	0,87	1	1,05	1,09	1,11	1,12	1,14	1,15
	то же при $\zeta=1,3$							
ВДПМ-1а $K_{жс}=0,4$ $m=0,5$	0,93	1,07	1,14	1,17	1,19	1,21	1,23	1,24
	то же при $\zeta=1,4$							
	0,99	1,15	1,22	1,26	1,28	1,30	1,32	1,34
	то же при $\zeta=1,2$							
	1,09	1,14	1,16	1,17	1,18	1,18	1,19	1,19
	то же при $\zeta=1,3$							
	1,18	1,24	1,26	1,27	1,28	1,28	1,29	1,29
	то же при $\zeta=1,4$							
	1,27	1,33	1,35	1,36	1,37	1,38	1,38	1,39

Т а б л и ц а 2. Концентрация вредности в плоской струе

Тип воздухоораспределителя	x/b_0							
	5	10	15	20	25	30	40	50
Прямоугольное отверстие с направляющими лопатка- ми $m=2,5$	Концентрация вредности в струе в долях от ПДК при $\zeta=1,2$							
	0,5	0,69	0,78	0,84	0,88	0,91	0,95	0,97
	то же при $\zeta=1,3$							
ВПК (круглый) $m=0,5$	0,51	0,77	0,84	0,9	0,94	0,98	1,02	1,05
	то же при $\zeta=1,4$							
	0,53	0,78	0,9	0,96	1,01	1,04	1,09	1,12
	то же при $\zeta=1,2$							
	1,06	1,1	1,11	1,13	1,14	1,14	1,15	1,15
	то же при $\zeta=1,3$							
	1,14	1,19	1,2	1,22	1,23	1,23	1,24	1,25
	то же при $\zeta=1,4$							
	1,22	1,28	1,28	1,31	1,32	1,33	1,34	1,35

странстве с концентрацией вредностей выше ПДК (что имеет место в верхней зоне помещения). Для этой цели запишем уравнение баланса по вредностям для общеобменной вентиляции с учетом того, что максимальные концентрации вредностей в приточном воздухе не должны превышать 30% от предельно допустимой концентрации в воздухе рабочей зоны

$$L_0 \cdot 0,3 K_{p.з} + L_{\Pi} K_{окр} = L_x K, \quad (8)$$

или $0,3L_0 + \zeta L_{\Pi} = L_x \psi$; $\zeta = \frac{K_{окр}}{K_{p.з}}$; $\psi = \frac{K}{K_{p.з}}$; $L_{\Pi} = L_x - L_0$, где $K_{p.з}$ — предельно допустимая концентрация вредностей в рабочей зоне помещения; $K_{окр}$ — концентрация вредности в воздухе, окружающем струю; K — концентрация вредности в струе для рассматриваемого сечения; L_0, L_{Π}, L_x — соответственно количество воздуха, выходящего из насадка, подмешиваемого струей из помещения и в рассматриваемом сечении.

Для нахождения L_0, L_{Π}, L_x воспользуемся формулами, приведенными в [6].

$$\text{Для осесимметричной струи} \quad \frac{L_x}{L_0} = \frac{2}{m} \cdot \frac{x}{\sqrt{F_0}}. \quad (9)$$

$$\text{Для плоской струи} \quad \frac{L_x}{L_0} = \frac{\sqrt{2}}{m} \sqrt{\frac{x}{b_0}}. \quad (10)$$

Задаваясь концентрацией вредностей в эжектируемом воздухе, подсчитаем, каковы будут ее концентрации в струе на различных расстояниях от насадка. Данные расчета сведены в табл. 1, 2. Обозначения в таблицах приведены в соответствии с формулой (10).

Как следует из выражений (8)–(10), степень загрязнения струи зависит от типа воздухораспределителя, концентрации вредности в воздухе, окружающем струю, и расстояния до заданного сечения.

Согласно данным табл. 1 и 2, уже при x/d_0 (x/b_0) = 5–10 (начальный участок струи или начальная область основного участка) концентрация вредности в струе выше предельной, тогда как существующий метод расчета применим для сечений струи, значительно удаленных от воздухораспределителя.

Л и т е р а т у р а

1. Указания по расчету приточных воздухораспределительных устройств. Сер. АЗ–358. — М., 1968, с. 65. 2. А б р а м о в и ч Г.Н. Теория турбулентных струй. — М., 1960, с. 715. 3. Г а л и е в В.Н. Аэродинамика вентиляции. — М., 1979, с. 295. 4. Ш е п е л е в И.А. Приточные вентиляционные струи и воздушные фонтаны. — Изв. АСИА СССР, 1961, № 4, с. 45–48. 5. Г а л и е в В.Н., Т е р п и н я н А.М. Экспериментальная проверка различных формул осевой скорости свободной изотермической струи круглого сечения. — В сб.: Теория и расчет вентиляционных струй. Л., 1965, с. 56–67. 6. Г р и м и т л и н М.И., Т и м о ф е е в а О.Н. Вентиляция и отопление цехов машиностроительных заводов. — М., 1978, с. 271.