

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)**

Институт машиностроения и автомобильного транспорта
Кафедра «Автотранспортная и техносферная безопасность»

**Методические указания к практическим занятиям
по дисциплине «Системы защиты техносферы»
для студентов ВлГУ,
обучающихся по направлению **20. 03.01 Техносферная безопасность****

составитель Туманова Н.И.

Владимир – 2016г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА СИСТЕМ ЗАЩИТЫ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ

1. Воздушные завесы

11. Конструктивные требования

Воздушные завесы устраивают в отапливаемых зданиях для обеспечения требуемой температуры воздуха в рабочей (обслуживаемой) зоне и на постоянных рабочих местах, расположенных вблизи ворот, дверей и технологических проемов. Воздушные или воздушно-тепловые завесы (воздушные завесы с подогревом воздуха) могут быть шибберного или смешивающего типа.

Завесы шибберного типа в результате частичного перекрытия проема воздушной струей (шибберующего действия воздушной струи) существенно сокращают прорыв наружного воздуха через открытый проем. Значение коэффициента расхода воздуха через проем при работе завесы становится меньше. В помещение поступает смесь подогретого и холодного наружного воздуха. При этом температура смеси должна быть равна нормативной.

Завесы смешивающего типа не создают дополнительного сопротивления на пути врывающегося наружного воздуха, а осуществляют эффективное смешение его с нагретым воздухом завесы в пределах тамбура.

Воздушные и воздушно-тепловые завесы следует предусматривать [2]:

а) у постоянно открытых проемов в наружных стенах помещений, а также у ворот и проемов в наружных стенах, не имеющих тамбуров и открывающихся более пяти раз или менее чем на 40 мин в смену в районах с расчетной температурой наружного воздуха минус 15°С и ниже (параметры Б)

б) у наружных дверей вестибюлей общественных и административно-бытовых зданий - в зависимости от расчетной температуры наружного воздуха (параметры Б) и числа людей, проходящих через двери в течение 1 ч при температуре °С:

минус 15 — минус 25 400 чел. и более;

минус 26 — минус 40 250 чел. и более;

ниже 45 100 чел. и более;

в) при обосновании - у наружных дверей зданий, если к вестибюлю примыкают помещения без тамбура, оборудованные системами кондиционирования;

г) у наружных дверей, ворот и проемов помещений с мокрым режимом;

д) при обосновании - у проемов во внутренних стенах и перегородках производственных помещений для предотвращения протекания воздуха из одного помещения и другое;

е) при обосновании - у ворот, дверей и проемов помещений с кондиционированием или по специальным технологическим требованиям.

Теплоту, подаваемую воздушными завесами периодического действия, не следует учитывать в воздушном и тепловом балансах здания.

Температуру воздуха, подаваемого воздушно-тепловыми завесами, следует принимать не выше 50°C у наружных дверей и не выше 70°C у наружных ворот и проемов.

Расчетную температуру смеси воздуха, поступающего в помещение через наружные двери, ворота и проемы, следует принимать, °С и не менее:

14 - для производственных помещений при легкой работе;

12 - для производственных помещений при работе средней тяжести и для вестибюлей и административно-бытовых зданий;

8 - для производственных помещений при тяжелой работе;

5 - для производственных помещений при тяжелой работе и отсутствии постоянных рабочих мест на расстоянии 3 м и менее от наружных стен и 6 м и менее - от дверей, ворот и проемов.

Воздушные и воздушно-тепловые завесы у наружных проемов, ворот и дверей следует рассчитывать с учетом ветрового давления. Расход воздуха следует определять, принимая температуру наружного воздуха и скорость ветра при параметрах Б, но не более 5 м/сек. Если скорость ветра при параметрах Б меньше, чем при параметрах А, то воздухонагреватели следует проверять на параметры А. Скорость выпуска воздуха из щелей или отверстий воздушных или воздушно-тепловых завес следует принимать, м/сек не более:

8 - у наружных дверей;

25 - у ворот и технологических проемов.

Завесы шибберного типа, как правило, проектируют с двусторонним выпуском (двусторонние завесы) и komponуют из двух самостоятельных агрегатов, состоящих из радиальных или осевых вентиляторов, калориферов, если завеса воздушно-тепловая, и воздухораспределительных коробов (рис. 3.1), которые устанавливаются с каждой стороны открываемого проема.

Воздухораспределительные короба завес располагают с внутренней стороны проема на расстоянии не более $0,1 \cdot F_{пр}^{1/2}$ (где $F_{пр}$ - площадь открываемого проема, оборудованного завесой).

Воздушная струя должна направляться под углом 30° к плоскости проема. Высота воздуховыпускной щели принимается равной высоте открытого проема. Допускается устройство нижних или боковых односторонних завес. Завесы с нижней подачей воздуха рекомендуется применять при ширине проема, значительно большей, чем высота. Они более надежно предохраняют нижнюю зону помещений от прорыва холодного воздуха.

Для уменьшения потерь тепла с частью струи завесы, уходящей наружу рекомендуется (особенно при односторонних завесах) устраивать тамбур. Длина тамбура должна быть не меньше ширины ворот, а ширина - на 1 м больше ширины ворот. Забор воздуха на завесу, как правило, производится под потолком вестибюля.

Основное оборудование воздушных и воздушно-тепловых завес размещать у наружных ворот, дверей.

Для помещений со взрывоопасными производствами должны применяться вентиляторы в искрозащищенном исполнении, а температура теплоносителя для калориферов, через которые проходит рециркуляционный воздух, не должна превышать 80 % значения температуры самовоспламенения газов, паров или пыли. При отсутствии соответствующего искрозащищенного оборудования на завесу в помещениях с категориями А, Б допускается забирать наружный воздух или воздух из соседних помещений категорий В, Г и Д, если в нем нет горючей пыли.

При проектировании следует принимать завесы заводского изготовления согласно таблице 3.5.

Таблица 3.5

Двусторонние воздушно-тепловые завесы

Шифр завесы	Производительность		Ширина щели, мм	Размеры проема ворот, м		Относительная площадь
	по воздуху G, Кг/ч	по теплу Q,Вт		ширина	высота	
ЗТ.В2-25.01.УЗ	30000	180000	100	3	3	15
ЗТ.В2-28.01.УЗ.	33600	200000	100	3,6	3,6	18
А5	11300	73700	70	2	2,4	17
				2,4		17
А5-01	18500	173300	70	3	3	21
				3,6		26
ЗВТ1.00.000 ЗВТ2.00.000	28800	232600	90	3	3	17
				3,6		20
ЗВТ1.00.000-01 ЗВТ2.00.000-01	40800	511700	100	3,6.	3	18
ЗВТ1.00.000-02 ЗВТ2.00.000-02	28800	232 600	75	3,6	3,6	24
				4,2		28
ЗВТ1.00.000-03 ЗВТ2.00.000-03	40800	511700	90	3,6	3,6	20
				4,2		23
ЗВТ3-1 ЗВТ6-1	39000	368200	150	3,6	4,2	12
ЗВТ3-2 ЗВТ6-2	41400	423100	150	3,6	4,2	12
ЗВТ3-3 ЗВТ6-3	43700	481600	150	3,6	3,2	12
ЗВТ3-4 ЗВТ6-4	44100	383400	150	4,2	4,2	14
ЗВТ3-5 ЗВТ6-5	52400	522200	150	4,2	4,2	14
ЗВТ4-1 ЗВТ7-1	55200	619100	150	4,2	4,8	14
ЗВТ4-2 ЗВТ7-2	56400	498800	150	4,2	4,8	14
ЗВТ5-1 ЗВТ8-1	63000	628100	150	4,2	4,8	14
ЗВТ5-2 ЗВТ8-2	67800	746300	150	4,2	4,8	14
ЗВТ5-3 ЗВТ8-3	76900	686500	150	4,8	5,4	16
ЗВТ5-4 ЗВТ8-4	85800	959400	150	4,8	5,4	16
ЗВТ5-5 ЗВТ8-5	91200	1122180	150	4,8	5,4	16

Примечание: В таблице приведена суммарная производительность завес (двух установок, располагаемых с обеих сторон проема ворот) при теплоносителе -перегретой воде с параметрами 150-170 °С и температуре поступающего в вентилятор воздуха, равной 14°С.

Условные обозначения: $F_{пр}$ - площадь открываемого проема, оборудованного завесой; $F_{щ}$ - суммарная площадь выпускных щелей.

1.2. Расчет воздушных завес

1. Завесы шиберного типа

Общий расход воздуха, подаваемого завесой шиберного типа, определяют по формуле:

$$G = 5100 \cdot q \cdot \mu_{пр} \cdot F_{пр} \cdot (\Delta P \cdot \rho_{см})^{1/2}, \quad (3.1)$$

где:

q - отношение расхода воздуха, подаваемого завесой, к расходу воздуха, проходящего в помещение через проем при работе завесы;

- коэффициент расхода проема при работе завесы (табл. 3.6);

$F_{пр}$ - площадь открываемого проема, оборудованного завесой, м²;

ΔP - разность давлений воздуха с двух сторон наружного ограждения на уровне проема;

$\rho_{см}$ - плотность воздуха при температуре $t_{см}$, равной нормативной

$$\rho_{см} = 353 / (273 + t_{см}).$$

Таблица 3.6

Коэффициенты расхода проемов $\mu_{пр}$ для завес шиберного типа

Тип завесы	Относительная площадь	Значения $\mu_{пр}$ при относительном расходе воздуха, подаваемого завесой, q					
		0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Боковая	10	0,42	0,38	0,35	0,33	0,31	0,29
		0,36	0,32	0,31	0,28	0,26	0,25
	20	0,35	0,32	0,3	0,29	0,3	0,29
		0,3	0,27	0,26	0,25	0,25	0,25
	30	0,31	0,29	0,29	0,3	0,29	0,3
		0,27	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
	40	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,3
		0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Нижняя	10	0,5	0,45	0,4	0,37	0,34	0,31
		0,42	0,38	0,36	0,32	0,3	0,27
	20	0,4	0,35	0,3	0,28	0,25	0,23
		0,34	0,3	0,28	0,25	0,23	0,21
	30	0,35	0,3	0,27	0,24	0,22	0,2
		0,31	0,26	0,24	0,21	0,2	0,18
	40	0,31	0,27	0,24	0,21	0,2	0,18
		0,27,	0,24	0,21	0,19	0,17	0,15

Примечания: 1. Первыми приведены значения $\mu_{пр}$ для раздвижного проема, а вторыми - для распашного.

2. Значения относительного расхода q и относительной площади F принимают исходя из технико-экономических соображений. В первом приближении рекомендуется принимать $q = 0,6 \div 0,7$; $F = 20 \div 30$.

Разность давлений ΔP определяют расчетом в результате решения уравнений воздушных балансов помещений с учетом ветрового давления для холодного периода года.

Для ориентировочных расчетов, если нет полных исходных данных, значение ΔP можно определять по формуле:

$$\Delta P = \Delta P_r + k_1 \cdot \Delta P_3 \quad (3.2)$$

где:

k_1 - поправочный коэффициент на ветровое давление, учитывающий степень герметичности зданий (табл. 3.7).

Таблица 3.7

Поправки коэффициента K_1 на ветровое давление

Задание	K_1
Без аэрационных проемов	0,2
С аэрационными проемами, закрытыми в холодный период года	0,5
То же, открытыми в холодный период года	0,8

$$\Delta P_1 = 9,8 \cdot h_{\text{расч}} \cdot (\rho_n - \rho_v) \quad (3.2a)$$

$$\Delta P_v = c \cdot v_v^2 \cdot \rho_n / 2$$

где:

$h_{\text{расч}}$ - расчетная высота, т. е. расстояние по вертикали от центра проема, оборудованного завесой, до уровня нулевых давлений, где давления снаружи и внутри здания равны (высота нейтральной зоны), м;

ρ_n - плотность воздуха, кг/м^3 при температуре наружного воздуха (параметры Б);

ρ_v - то же, при средней по высоте помещений температуре внутреннего воздуха t_v .

v_v - расчетная скорость ветра, значение которой принимается при параметрах Б для холодного периода года;

c - расчетный аэродинамический коэффициент, значение которого следует принимать по СНиП 2.01.07-85.

Расчетную высоту $h_{\text{расч}}$ ориентировочно можно принимать:

а) для зданий без аэрационных проемов и фонарей:

$$h_{\text{расч}} = 0,5 \cdot h_{\text{пр}}$$

где:

$h_{\text{пр}}$ - высота открываемого проема, оборудованного завесой;

б) для зданий с аэрационными проемами, закрытыми в холодный период года:

$$h_{\text{расч}} = h_1 + h_2 / (0,25 - (L_{\text{п}} / L_v)^2 + 1)$$

где:

h_1 - расстояние от центра проема, оборудованного завесой, до центра приточных проемов, м;

h_2 - расстояние между центрами приточных и вытяжных проемов, м;

$L_{\text{п}}$ - длина открываемых в теплый период года притворов приточных проемов, м;

L_v - то же, вытяжных проемов, м (для зданий со светоаэрационными или зенитными фонарями, закрытыми в холодный период года).

Усредненные значения $h_{\text{расч}}$ приведены в табл. 3.8.

в) для зданий с аэрационными проемами, открытыми в холодный период года:

$$h_{\text{расч}} = h_1 + h_{\text{п}}$$

где:

$h_{\text{п}}$ - расстояние от центра открытых приточных аэрационных проемов до уровня нулевого давления.

Таблица 3.8

Усредненные значения $h_{\text{расч}}$ для одноэтажных производственных зданий

Высота здания, м	Значения $h_{\text{расч}}$ при размерах проема ворот, м				
	3x3	3,6x3	3,6x3,6	4,2x4,2	4,8x5,4
7,2	5,6	5,4	4,8	4,1	2,7
	2,9	2,5	2	2,1	2,7
8,4	6,4	6,1	5,6	4,8	2
	3,4	2,9	2,4	2,1	2,7
10,8	7,8	7,6	7	6,1	4
	4,4	3,8	3,2	2,8	2,7
15,6	10,9	10,5	9,8	8,7	6,2
	6,2	5,5	4,8	3,8	2,7

Примечание: Первыми приведены значения $h_{\text{расч}}$ для зданий со светоаэрационными фонарями, вторыми - для зданий с зенитными фонарями.

Требуемая температура воздуха завесы t_3 определяется на основании уравнения теплового баланса по формуле:

$$t_3 = t_{\text{н}} + (t_{\text{см}} - t_{\text{в}})/(q \cdot (1-Q)), \quad (3.3)$$

где:

Q - отношение теплоты, теряемой с воздухом, уходящим через открытый проем наружу, к тепловой мощности завесы (рис. 3.2).

Для боковых завес значение t_3 может быть определено с помощью номограммы, приведенной на рис. 3.3.

Тепловая мощность калориферов воздушно-тепловой завесы:

$$Q_3 = A \cdot G_3 \cdot (t_3 - t_{\text{нач}}), \quad (3.4)$$

где:

$A = 0,28$ - коэффициент;

$t_{\text{нач}}$ - температура воздуха, забираемого для завесы, °С (на уровне всасывающего отверстия вентилятора $t_{\text{нач}}$ принимается равной температуре смеси воздуха, поступающего в помещение; из верхней зоны - равной температуре воздуха в верхней зоне; снаружи - равной температуре наружного воздуха для холодного периода года, соответствующей параметрам Б).

Если в результате расчета t окажется меньше t , то следует использовать завесы без калориферных секций.

Для экономии тепловой энергии целесообразно использовать комбинированные воздушно-тепловые завесы (КВТЗ), подающие часть воздуха без подогрева.

КВТЗ состоят из двух пар вертикальных воздухораспределительных коробов (стояков), установленных внутри помещения (рис. 3.4).

Наружная пара стояков, расположенная ближе к воротам, подает недогретый воздух, а внутренняя пара - нагретый до 70°С, что позволяет снизить тепловые потери струи воздушной завесы.

Расчет КВТЗ ведется в следующем порядке:

Задается относительный расход воздуха и относительная площадь щелей наружной пары стояков воздушной завесы q_n и F_n . Рекомендуется принимать $q_n = 0,8$; $F_n = 15$ (рис. 3.2).

Затем вычисляется относительный расход воздуха через "внутреннюю" завесу по формуле:

$$q = (t_{cm} - t_n) \cdot [(1 - q_n \cdot (1 - Q)) / (70 - t_n)]$$

Рассчитывается относительная площадь воздуховыпускных щелей "внутренней" завесы:

$$F_3 = 0,84 \cdot F_n \cdot q_n / q_v$$

Определяется общая относительная площадь воздуховыпускных щелей и общий относительный расход КВТЗ:

$$F = F_v \cdot F_n \cdot (F_v + F_n)$$

$$q = q_v + q_n$$

По полученным значениям F и q по табл. 3.6 находится $m_{пр}$ и рассчитывается общий расход воздуха G , подаваемого КВТЗ по формуле (3.1).

После этого определяется расход воздуха через наружную и внутреннюю завесу соответственно:

$$G_n = G_3 \cdot q_n / q$$

$$G_v = G_3 \cdot q_v / q$$

Тепловая мощность калориферов КВТЗ рассчитывается по формуле (3.4) при $G_3 = G_v$ и $t_3 = 70^\circ\text{C}$.

Пример 1.

Рассчитать боковую двустороннюю завесу и подобрать типовое решение, если завеса должна быть устроена у раздвижных ворот, размером $F_{пр} = 3,6 \times 3,6 = 12,96 \text{ м}^2$ в одноэтажном производственном здании высотой 8,4 м, имеющем зенитные фонари.

Расчетная температура наружного воздуха $t = -20^\circ\text{C}$;

$\rho_n = 1,39 \text{ кг/м}^3$. Температура воздуха в помещении $t = 18^\circ\text{C}$;

$\rho_c = 1,21 \text{ кг/м}^3$. При работе завесы температура смеси воздуха $t_{cm} = 14^\circ\text{C}$;

$\rho_{cm} = 1,23 \text{ кг/м}^3$. Расчетная скорость ветра $V_B = 5,5 \text{ м/сек}$.

Расчетный аэродинамический коэффициент $e = 0,8$.

Поправочный коэффициент $K_1 = 0,2$ (см. табл. 3.7).

Решение.

Принимаем, согласно табл. 3.6, значение $q = 0,65$. В этом случае и при $F = 20-30$ для раздвижных ворот находим $\mu = 0,3$.

По табл. 3.8 при принятых размерах ворот и высоте здания $h_{расч} = 2,4 \text{ м}$.

Расчетная разность давлений по (3.2), (3.2а) составит:

$$\Delta P = 9,8 \cdot 2,4 \cdot (1,39 - 1,21) + 0,2 \cdot 0,8 \cdot 5,5^2 \cdot 1,39 / 2 = 7,64 \text{ Па.}$$

Общий расход воздуха завесы по формуле (1):

$$G = 5100 \cdot 0,65 \cdot 0,3 \cdot 12,96 \cdot (7,64 \cdot 1,23)^{1/2} = 39500 \text{ кг/ч.}$$

Принимаем к установке по табл. 3.5 завесы типа ЗВТ1.00.000-03 суммарной производительностью по воздуху $G_v = 40800$ кг/ч. Для принятого по табл. 3.5 решения получим $F = 20$ и из формулы (3.1) вычислим:

$$q = 40800 / [5100 \cdot 0,03 \cdot 12,96 \cdot (7,64 \cdot 1,23)^{1/2}] = 0,67$$

Требуемую температуру воздуха, подаваемого завесой, находим по формуле (3.3):

$$t_3 = -20 + [(14 + 20) / 0,67 \cdot (1 - 0,1)] = 36^\circ\text{C}$$

Требуемую суммарную тепловую мощность калориферов завесы вычисляем по формуле (3.4):

$$Q = 0,28 \cdot 40800 \cdot (36,4 - 14) = 255900 \text{ Вт}$$

Поскольку суммарная тепловая мощность принятой типовой конструкции, согласно табл. 3.5, составляет 511700 Вт, т. е. вдвое больше требуемой, то в данном случае целесообразно в одном из агрегатов завесы не устанавливать калориферную секцию или принять однорядную установку калориферов.

1.3. Завесы смешивающего типа

Расход воздуха для воздушно-тепловой завесы смешивающего типа определяется по формуле:

$$G_3 = 5100 \cdot k_2 \cdot m_{\text{вх}} \cdot F_{\text{вх}} \cdot (t_{\text{см}} - t_{\text{н}}) \cdot (\Delta P_{\rho_{\text{н}}})^{1/2} / (t_3 - t_{\text{см}}), \quad (3.5)$$

где:

k_2 - поправочный коэффициент для учета числа проходящих людей, места забора воздуха для завесы и типа вестибюля (табл. 3.9);

$m_{\text{вх}}$ - коэффициент расхода, зависящий от конструкции входа (табл. 3.10)

$F_{\text{вх}}$ - площадь одной открываемой створки наружных входных дверей, м^2 . Значение U принимают равным расходу воздуха, необходимого для приточной вентиляции, но не менее значения, определяемого по формуле (3.5).

Таблица 3.9

Поправочный коэффициент k_2 для завес смешивающего типа

Место забора воздуха и тип вестибюля	Двери	Значения k_2 , при числе людей n , проходящих через вход в здание за 1 ч													
		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400
Забор воздуха из вестибюля открытого	Одинарные	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,28	0,31	0,35	0,39	0,43	0,47	0,51	0,55	0,58
	Двойные или вращающиеся	0,04	0,08	0,11	0,15	0,19	0,21	0,26	0,3	0,34	0,38	0,41	0,44	0,48	0,51
	Тройные	0,03	0,06	0,08	0,11	0,14	0,16	0,2	0,25	0,28	0,32	0,35	0,38	0,41	0,44
То же, закрытого	Одинарные	0,05	0,09	0,14	0,18	0,22	0,23	0,27	0,32	0,35	0,39	0,43	0,46	0,49	0,52
	Двойные или вращающиеся	0,03	0,07	0,1	0,14	0,17	0,19	0,23	0,27	0,31	0,34	0,47	0,4	0,43	0,46
	Тройные	0,02	0,05	0,07	0,1	0,12	0,15	0,18	0,23	0,25	0,29	0,32	0,34	0,37	0,4
Забор воздуха снаружи или при вестибюле открытом	Одинарные	0,04	0,08	0,12	0,16	0,2	0,21	0,24	0,28	0,31	0,34	0,38	0,41	0,44	0,47
	Двойные или вращающиеся	0,03	0,06	0,09	0,12	0,15	0,17	0,21	0,24	0,27	0,30	0,33	0,35	0,38	0,41
	Тройные	0,02	0,04	0,07	0,09	0,11	0,13	0,16	0,2	0,23	0,26	0,28	0,3	0,33	0,35

То же, закрытом	Одинарные	0,04	0,07	0,11	0,14	0,17	0,18	0,22	0,25	0,28	0,31	0,34	0,35	0,38	0,4
	Двойные или вращающиеся	0,03	0,05	0,08	0,11	0,13	0,15	0,18	0,21	0,24	0,26	0,29	0,31	0,33	0,36
	Тройные	0,02	0,04	0,06	0,08	0,1	0,12	0,15	0,18	0,2	0,22	0,24	0,26	0,29	0,31

Значение ΔP определяют в результате расчета воздушного режима здания с учетом ветрового давления. При отсутствии полных исходных данных можно рассчитывать по формуле (2а), где значение $h_{расч}$ вычисляют с учетом ветрового давления в зависимости от этажности здания по формулам:

для зданий с числом этажей три и меньше:

$$h_{расч} = h_{дк} - 0,5 \cdot h_{дв}$$

для зданий с числом этажей больше трех:

$$h_{расч} = 0,5 \cdot (h_{л.к} + 2 \cdot h_{эт} - h_{дв}) \quad (3.6)$$

где:

$h_{л.к}$ - высота лестничной клетки от планировочной отметки земли, м;

$h_{дв}$ - высота створки входных дверей, м;

$h_{эт}$ - полная высота одного этажа, м.

Таблица 3.10

Коэффициент расхода $\mu_{вх}$

Конструкция входа	Коэффициент $\mu_{вх}$
Одинарные двери	0,6
Двойные двери с тамбуром, прямой проход	0,6
Тройные двери с тамбуром, прямой проход	0,6
Двойные двери с тамбуром, зигзагообразный проход	0,55
Тройные двери с тамбуром, зигзагообразный проход	0,4
Вращающиеся двери	0,1

Тепловую мощность калориферов воздушно-тепловой завесы определяют по формуле (3.4).

Пример 2.

Рассчитать воздушно-тепловую завесу для главного входа в административное здание при заборе воздуха из открытого вестибюля. Входные двери вращающиеся ($\mu_{вх}$ по табл. 3.10).

Исходные данные:

$$t_n = -25^\circ\text{C};$$

$$\rho_n = 1,42 \text{ кг/м}^3;$$

$$t_b = 16^\circ\text{C};$$

$$\rho_b = 1,22 \text{ кг/м}^3;$$

$$t_{см} = 12^\circ\text{C};$$

$$h_{л.к} = 60 \text{ м};$$

$$h_{дв} = -2,5 \text{ м};$$

$$h_{эт} = 3,3 \text{ м};$$

$$F_{вх} = 0,8 \cdot 2,5 = 2 \text{ м}^2;$$

$$n = 2500 \text{ чел/ч.}$$

Решение.

Находим значение $h_{расч}$ по формуле (3.6):

$$h_{расч} = 0,5 \cdot (60 + 2 \cdot 3,3 - 2,5) = 32,1 \text{ м.}$$

Определяем ΔP :

$$\Delta P = 9,8 \cdot h_{расч} \cdot (\rho_n - \rho_b) = 9,8 \cdot 32,1 \cdot (1,42 - 1,22) = 62,9 \text{ Па.}$$

Находим коэффициент K по табл.3.9, так как число людей, проходящих в здание, превышает 1500 чел/ч, то расчетное число людей одной створки составит $n = 2500/2 = 1250$ чел/ч.

При заборе воздуха из открытого вестибюля, вращающихся дверях, в числе людей через одну створку, 1250 за 1 ч. получим $K_2 = 0,46$.

Определяем G_3 по формуле (3.5) с учетом того, что люди проходят одновременно через две створки и температура $t_3 = 50^\circ\text{C}$:

$$G_3 = 5100 \cdot 0,46 \cdot 0,1 \cdot 2 \cdot 2 \cdot (12 + 25) \cdot [62,9 \cdot 1,42]^{1/2} / (50 - 12) = 8630 \text{ кг/ч.}$$

Вычисляем Q_3 , по формуле (3.4):

$$Q_3 = 0,28 \cdot 8630 \cdot (50 - 12) = 91820 \text{ Вт}$$

1.3. Воздушное душирование

Если допустимые нормы (табл. 3.2) невозможно обеспечить по производственным или экономическим условиям, то следует предусмотреть воздушное душирование или кондиционирование воздуха на постоянных рабочих местах.

Постоянное рабочее место

Место, на котором работающий находится большую часть своего рабочего времени (более 50% или более 2 ч непрерывно). Если при этом работа осуществляется в различных пунктах рабочей зоны, постоянным рабочим местом считается вся рабочая зона.

Непостоянное рабочее место

Место, на котором рабочий находится меньшую часть (менее 50% или менее 2 ч непрерывно) своего рабочего времени.

Рабочая зона

Пространство, ограниченное по высоте 2 м над уровнем пола или площадки, на которых находятся места постоянного или непостоянного (временного) пребывания работающих.

Рабочее место

Место постоянного или временного пребывания работающих в процессе трудовой деятельности.

Воздушное душирование также применяется при тепловых облучениях и если технологическое оборудование, выделяющее вредные вещества, не имеет укрытий или местной вытяжной вентиляции. При душировании можно подавать или наружный воздух с обработкой его в приточных камерах (очисткой, охлаждением и нагреванием в холодный период года), или внутренний воздух. Для воздушного душирования следует предусматривать минимальную турбулизацию воздушной струи и позволяющие изменять направление струи в горизонтальной плоскости на угол 180° и в вертикальной плоскости на угол 30° . Воздушное душирование должно

обеспечивать на постоянных рабочих местах (СНиП 2.04.05-91) температуру и скорость воздуха в соответствии с требованиями табл. 3.11.

Душирование наружным воздухом рекомендуется применять также при интенсивности облучения 350 Вт/м^2 и более.

В табл. 6.2 [1] приведена интенсивность теплового облучения на рабочих местах для отдельных видов производств.

Душирующие воздухораспределители типа УДВ приведены в работе [1] на рис. 6.1-6.4, 6, 7 и в табл. 6.3 [1].

Таблица 3.11

Расчетные нормы температур и скорости движения воздуха при воздушном душировании

Категория работ	Температура воздуха вне струи, °С	Средняя на 1 м^2 скорость воздуха в душирующей струе на рабочем месте, м/сек	Температура смеси воздуха в душирующей струе, °С, на рабочем месте при поверхностной плотности лучистого теплового потока, Вт/м^2				
			140-350	700	1400	2100	2800
Легкая - I	Принимать по табл. 3.2	1	28	24	21	16	—
		2	—	28	26	24	20
		3	—	—	28	26	24
		3,5	—	—	—	27	25
Средней тяжести - II	То же	1	27	22	—	—	—
		2	28	24	21	16	—
		3	—	27	24	21	18
		3,5	—	28	25	22	19
Тяжелая - III	То же	2	25	19	16	—	—
		3	26	22	20	18	17
		3,5	—	23	22	20	19

Примечания: 1. При температуре воздуха вне струи, отличающейся от указанной в таблице, температуру смеси воздуха в душирующей струе на рабочем месте следует повышать или понижать на $0,4^\circ\text{C}$ на каждый градус разности от значения, приведенного в таблице, но принимать не ниже 16°C .

2. Поверхностную плотность лучистого теплового потока следует принимать равной средней за время облучения. При длительности воздействия лучистого теплового потока менее 15 или более 30 мин непрерывной работы температуру смеси воздуха в душирующей струе допускается принимать соответственно на 2°C выше или ниже значений, приведенных в таблице.

3. Для промежуточных значений поверхностной плотности лучистого теплового потока температуру смеси воздуха в душирующей струе следует определять интерполяцией.

1.4. Порядок расчета

Расчет ведется по предельным значениям параметров воздушной струи на постоянном рабочем месте.

Исходные данные:

- минимальная температура воздушной струи (табл. 3.11) при температуре воздуха в помещении выше нормируемой. Если в помещении температура ниже нормируемой, то температуру струи воздуха следует принимать по табл. 3.11 при тепловом облучении интенсивностью 350 Вт/м^2 и более или по ГОСТ 12.1.005-88 при открытых производственных процессах или СанПиН 2.2.4.548-96;

- скорость движения воздушной струи по табл. 3.11 или по ГОСТ 12.1.005-88 для открытых производственных процессов или СанПиН 2.2.4.548-96;

- минимальное расстояние от входного отверстия душирующего воздухораспределителя до рабочего места;

- интенсивность облучения, Вт/м²;

- тяжесть выполняемой работы.

При расчете определяется типоразмер душирующего воздухораспределителя, его площадь F_o , скорость выпуска воздуха V_o и расход воздуха L при $t_{\text{норм}} > t_o$:

$$F_o = [(t_{p.3} - t_{\text{норм}})/n \cdot (t_{p.3} - t_o)]^2$$
$$V_o = (V_{\text{норм}} \cdot x)/(m \cdot F_o^{1/2}) \geq V_{\text{норм}}$$

где:

$t_{p.3}$ - температура в рабочей зоне;

t_o - температура после адиабатической обработки подаваемого воздуха;

x - расстояние от воздухораспределителя до рабочего места;

m, n - коэффициенты воздухораспределителя (табл. 6.3 [1]).

При $t_{\text{норм}} < t_o$:

$$F_o = (x/n)^2,$$
$$V_o = V_{\text{норм}}$$

т. е. требуется искусственное охлаждение воздуха.

Величина t_o должна быть меньшей или равной нормируемой.

При газо- или пылевыведениях V_o рассчитывается по формуле:

$$V_o = (V_{\text{норм}} \cdot x)/(m \cdot F_o^{1/2}) \geq V_{\text{норм}},$$

а:

$$F_o = [(Z_{p.3} - \text{ПДК})/n \cdot (Z_{p.3} - Z_o)]^2$$

где:

$Z_{p.3}$ Z_o - соответственно концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны и в воздухе на выходе из воздухораспределителя;

ПДК - предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны (ГОСТ 12.1.005-88) - это концентрации, которые при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 ч или при другой продолжительности, но не более 41 ч в неделю, в течение всего рабочего стажа не могут вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Зона дыхания - пространство в радиусе до 50 см от лица работающего.

На рис. 6.9-6.14 в работе [1] приведены номограммы, построенные по данным формулам для типовых конструкций душирующих воздухораспределителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Часть 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Книга 1. М.: Стройиздат, 1992.
2. СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. М.: Стройиздат, 1992.
3. Титов В.П. и др. Курсовое и дипломное проектирование по вентиляции гражданских и промышленных зданий. М.: Стройиздат, 1985.
4. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. М.: Издательство стандартов, 1991.
5. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М.: Минздрав, 1997.

2. СНИЖЕНИЕ ЗАПЫЛЕННОСТИ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ (ПОРЯДОК РАСЧЕТА СИСТЕМ АСПИРАЦИИ)

Исходными данными для расчета являются:

- минералогический состав пыли;
- основные свойства пыли - плотность (насыпная и истинная), коагуляция, смачиваемость, слипаемость, абразивность, удельное электрическое сопротивление;
- свойства газового потока - температура, плотность, кинематическая или динамическая вязкость;
- начальная концентрация пыли в месте ее образования;
- дисперсный состав пыли, т. е. содержание фракций по "частным остаткам" или по "полным проходам".

Последовательность расчета:

1. По ГОСТ 12.2.043-80 выделяется пять основных классификационных групп аэрозолей:

I - очень крупнодисперсная пыль;

II - крупнодисперсная пыль (например, песок для строительных растворов по ГОСТ 8736-77); ,

III - среднедисперсная пыль (например, цемент);

IV - мелкодисперсная пыль (например, кварц молотый по ГОСТ 9077-82);

V - очень мелкодисперсная пыль.

Классификационная группа пыли определяется по номограмме (рис. 4.1). Для пользования номограммой следует иметь результаты ситового анализа пыли. Определяется дисперсный состав по "полным проходам". На номограмму наносятся точки, соответствующие содержанию первых пяти фракций, и, соединяя их, получим линию, указывающую на классификационную группу.

Таблица 4.1

Классификационная группа пыли по слипаемости	Характеристика классификационной группы	Характерные пыли
I	Не слипающаяся ≤ 60 Па	Шлаковая пыль; песок кварцевый
II	Слабослипающаяся 60-300 Па	Коксовая пыль; апатитовая сухая пыль; летучая зола при слоевом сжигании углей всех видов и при сжигании сланцев; магнезитовая пыль; доменная пыль (после первичных осадителей); шлаковая пыль
III	Среднеслипающаяся 300-600 Па	Летучая зола при пылевидном сжигании каменных углей без недожога; торфяная зола; влажная магнезитовая пыль; металлическая пыль; колчеданы; оксиды свинца, цинка и олова; сухой цемент; сажа; сухое молоко; мучная пыль; опилки
IV	Сильнослипающаяся > 600 Па	Гипсовая и алебастровая пыль; нитрофоска; двойной суперфосфат; цементная пыль, выделенная из влажного воздуха; волокнистая пыль (асбест, хлопок, шерсть и др.); все пыли с размером частиц < 10 мкм

Таблица 4.2

Класс пылеуловителя	Размер эффективно улавливаемых частиц пыли, мкм	Группа пыли по дисперсности	Эффективность пылеуловителей, %
1	Более 0,3-0,5	V	< 80
2	Более 2	IV	99,9-80
3	Более 4	III	92-45
4	Более 8	II	99,9-92
5	Более 20	I	29-80
		I	99,9-99
		I	99,9-95
		I	$> 99,9$
		I	> 99

Пример. Определить классификационную группу пыли, если по опытным данным она имеет следующий дисперсный состав:

Размер частиц, мкм.....	$<$	5	5-10	10-20	20-40	40-60	60
Содержание фракций по "частным остаткам" R(d), % по массе.....	10	16	24	22	12	16	

Решение: Рассчитываем дисперсный состав пыли по "полным проходам":

Размер частиц, мкм.....	< 5	< 10	< 20	< 40	< 60
Содержание фракций по "полным проходам" D(d), % по массе.....	10	26	50	72	84

Наносим точки, соответствующие содержанию первых пяти фракций по "полным проходам" на номограмму (рис. 4.1) и, соединив их, получим линию, расположенную в зоне III. Следовательно, данная пыль относится к III классификационной группе. Распределение дисперсности частиц за пределом интервала $5 < d < 60$ известно. Оно может сохранять линейный характер, например для области размеров < 5 мкм, но может быть усеченным,

как показано на рис. 1, для области размеров >60 мкм. При оценке дисперсности пыли эта область не учитывается.

В тех случаях, когда график фракционного состава аэрозоля, нанесенный на классификационную номограмму, пересекает границы зон, пыль относят к классификационной группе высшей из зон.

2. Все пыли IV и V групп дисперсности практически относятся к сильнослипающимся пылям, а пыли III группы - к среднеслипающимся. В табл. 4.1 дана характеристика пыли по слипаемости.

3. Частицы мельче 10 мкм, в особенности мельче 5 мкм, как правило становятся несмачиваемыми (гидрофобными) независимо от их состава.

4. В вентиляционной практике взрывоопасной пылью считаются аэрозоли, нижний концентрационный предел распространения пламени которых менее 65 г/м³. Пыли, у которых нижний предел более 65 г/м³, считаются горючими.

5. Используя технологическую карту производства, цеха, участка, составляется схема системы аспирации (рис. 4.2), стр. 243 [2]. Порядок расчета воздуховодов систем аспирации приведен в работе [2, стр. 236].

6. Подбирается тип пылевого вентилятора. Характеристики вентиляторов приведены на рис. 4.3 и в Справочнике [2, стр. 246] и [3, стр. 433]. Для этого определяется требуемый расход воздуха Q и потери давления в сети P.

6.1. Объем воздуха следует определять по формулам в табл. 11, 10 [1] и таблицам, приведенным в работе [7], как сумму, которая складывается из объема воздуха, вносимого в укрытие поступающим материалом (Q_з), и объема (Q_н), просасываемого через неплотности укрытия для предотвращения поступления пыли в помещение:

$$Q = Q_z + Q_n, \text{ м}^3/\text{ч}$$

Концентрация аэрозолей в выбросах уходящего воздуха при расходе воздуха более 15000 м³/ч:

$$C_{yx} = 100 \cdot R, \text{ мг/м}^3, \quad (4.1)$$

где:

R - коэффициент, принимаемый в зависимости от предельно допустимой концентрации (ПДК) аэрозолей в воздухе рабочей зоны производственных помещений, согласно ГОСТ 12.1.005 - 88, мг/м³:

ПДК	До 2	2-4	4-6	6-10
R	0,3	0,6	0,8	1,0

Концентрацию аэрозолей в выбросах объемом менее 15 тыс. м³ с учетом меньшего влияния на загрязнение атмосферы допускается принимать несколько большей по формуле

$$C_{yx} = (160 - 4 \cdot Q) \cdot R, \text{ мг/м}^3, \quad (4.2)$$

где:

Q - объем выброса, тыс. м³.

Концентрация, рассчитанная по данным формулам, проверяется на условие, что в результате рассеивания выброса в атмосфере концентрация аэрозолей с учетом фоновой загрязненности атмосферы не превышает:

а) в приземном слое атмосферы населенных пунктов - концентраций, указанных в СН 245-71 [6], но не более ПДК для населенных мест [8];

б) в воздухе, поступающем в производственные и вспомогательные здания и сооружения через приемные отверстия систем приточной вентиляции и через открывающиеся проемы - 30 % ПДК тех же аэрозолей, в рабочей зоне помещений - по ГОСТ 12.1.005-88. Валовой выброс каждого источника не должен превышать установленного для него ПДВ.

Если известно количество образующей пыли (M , мг/ч), то требуемую производительность вентилятора можно определить, как:

$$Q = M / (C_{\text{пр}} - C_{\text{ух}}),$$

где:

$C_{\text{пр}}$ - концентрация пыли в приточном воздухе, мг/м³;

$C_{\text{ух}}$ - концентрация пыли в уходящем воздухе.

6.2. Потери давления в сети определяются по формуле:

$$P = P_{\text{тр}} \cdot L + P_{\text{м}}, \text{ Па},$$

где:

$P_{\text{тр}}$ - удельная потеря давления на трение на 1 п. м. воздуховода, Па;

L - длина участка воздуховода, м;

$P_{\text{м}}$ - потеря давления на местные сопротивления, Па.

Расчетная таблица сети воздуховодов систем аспирации приведена в работе [2, стр. 244].

Удельную потерю давления на трение для круглых воздуховодов определяют по формуле:

$$P_{\text{тр}} = (\lambda/d) \cdot (V^2 \cdot \rho/2)$$

где:

λ - коэффициент сопротивления трения;

d - диаметр воздуховода, м;

V - скорость воздуха в воздуховоде, м/сек;

ρ - плотность воздуха, кг/м³;

$V^2 \cdot \rho/2$ - скоростное (динамическое) давление воздуха, Па.

Значения λ/d следует принимать по табл. 22.56 [2].

Для воздуховодов прямоугольного сечения за величину d принимают эквивалентный диаметр d_3 , таких круглых воздуховодов, которые при одинаковой скорости имеют те же потери давления на трение, что и прямоугольные воздуховоды:

$$d_3 = 2ab/(a + b), \text{ м},$$

где:

a и b - размеры стенок прямоугольного воздуховода, м.

Потери давления на местные сопротивления определяются по формуле:

$$P_{\text{м}} = e\zeta \cdot (V^2 \cdot \rho/2), \text{ Па},$$

где:

ζ - сумма коэффициентов местного сопротивления.

Коэффициенты местных сопротивлений приведены в таблицах гл. 22 [2].

Пример расчета потерь давления в сети воздухопроводов приведен в табл. 22.58 [2].

6.3. Для определения площади сечения воздухопроводов следует воспользоваться рекомендуемыми скоростями движения воздуха, которые приведены в табл. 22.57 [2].

Сечение воздухопроводов должно обеспечивать скорость движения воздуха не ниже допустимой для пыли данного вида:

$$V = 1,3 \cdot (\rho_m)^{1/3},$$

где:

ρ_m - объемная масса материала, кг/м³

При подъеме механических примесей на высоту следует учитывать формулы (22.16), (22.17) [2].

7. По расходу воздуха и величине потерь давления подбираем тип и номер требуемого вентилятора (рис. 4.3), пользуясь характеристикой пылевых вентиляторов, которые также приведены в приложениях Справочника [2].

8. Выбор и расчет пылеуловителей.

Пылеуловители, применяемые для очистки воздуха от аэрозольных частиц, делятся на 5 классов (табл. 4.2).

Пылеуловители 1 класса отличаются большим расходом энергии (высоконапорные пылеуловители Вентури), сложностью и дороговизной эксплуатации (многопольные электрофильтры, рукавные фильтры и пр.)

В табл. 4.2 указаны границы эффективности пылеуловителей каждого из классов на основе классификации аэрозолей по рис. 4.1. Первое из значений эффективности относится к нижней границе соответствующей зоны, вторые - к верхней. Эффективность рассчитана из условий отделения от воздуха только практически полностью (эффективно) улавливаемых частиц, размер которых указан в табл. 4.2. Действительная эффективность пылеуловителей больше за счет частичного улавливания частиц по размеру меньших, чем указано в табл. 4.2.

Номенклатура конкретных пылеуловителей, рекомендуемых для очистки аспирационного воздуха, приведена в табл. 4.3, пользуясь которой, по классификационной группе пыли по дисперсности (рис. 4.1) подбирается тип и вид пылеуловителя.

9. Рассчитываются потери давления в пылеуловителе. Они находятся, как составная часть скоростного давления, т. е.:

$$P_n = \zeta_n \cdot (\rho_g \cdot V^2 / 2),$$

где:

ζ_n - коэффициент местного сопротивления пылеуловителя;

ρ_g - плотность газового потока.

Для грубой оценки величины сопротивления (потерь давления) различных пылеуловителей можно воспользоваться данными, приведенными в табл. 4.3.

Детальный выбор типа пылеуловителя приводится в гл. 4 [1].

При определении потерь давления в циклоне $\zeta_n = \zeta_{ц}$, величина $\zeta_{ц}$ определяется по формуле:

$$\zeta_{ц} = k_1 k_2 \zeta_{о} + \Delta \zeta_{о}$$

где:

k_1 - коэффициент, зависящий от диаметра циклона (табл. 4.4);

k_2 - коэффициент на запыленность воздуха (табл. 4.5);

$\zeta_{о}$ - коэффициент местного сопротивления циклона $D=500$ мм (табл. 4.6);

$\Delta \zeta_{о}$ - коэффициент, зависящий от принятой компоновки группы циклонов (табл. 4.7); для одиночных циклонов $\Delta \zeta_{о} = 0$.

10. Рассчитываются основные размеры выбранного пылеуловителя. Они определяются в зависимости от производительности выбранного вентилятора - (Q , м³/ч) и оптимальных скоростей для данного вида пылеуловителя:

Так, для циклонов оптимальный диаметр определяется по формуле:

$$D = 0,94 \cdot (Q^2 - \rho_g \cdot \zeta_{ц} / P_{ц})^{1/2},$$

где:

ζ - коэффициент местного сопротивления циклона;

$P_{ц}$ - потери давления в циклоне;

ρ_g - плотность газового потока.

Можно диаметр циклона также найти из площади сечения циклона (F), которая определяется как:

$$F = Q/V_o, \text{ м}^3$$

где:

V_o - скорость движения воздуха (табл. 4.6), м/с.

Зная диаметр циклона D , определяются основные размеры пылеуловителя:

$$D_{\text{вых}} = D \cdot 0,59,$$

где:

$D_{\text{вых}}$ - диаметр выхлопной трубы.

Размеры входного патрубка:

$$a \times b = D \cdot 0,26 \times D \cdot 1,11$$

$$\text{Общая высота } H = D \cdot 4,26$$

11. Определяется коэффициент очистки воздуха от пыли:

$$h = \Delta M / M_1 = M_1 - M_2 / M_1 = 1 - M_2 / M_1,$$

где:

M_1 и M_2 - соответственно, количество пыли, поступающей и выходящей из пылеотделителя;

ΔM - количество улавливаемой пыли.

Таблица 4.3

Тип	Вид	Класс пылеуловителя	Область целесообразного применения					Сопротивление, Па
			Классификационная группа аэрозолей по дисперсности					
			I	II	III	IV	V	
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Гравитационные	Пылеосаочные камеры (произвольной конструкции)	5	+	+	—	—	—	100-200
	Циклоны большой пропускной способности: одиночные циклоны ЦН-15, ЦН-24	5	+	+	—	—	—	600-750
Инерционные, циклоны	групповые -циклоны ЦН-15	5	+	+	—	—	—	600-750
	Циклоны высокой эффективности: одиночные циклоны СКЦН-34	4	—	+	+	—	—	1000-1200
	мокропленочные циклоны ЦВП	4	—	+	+	—	—	600-800
Скрубберы	ВТИ-ПСП скоростные промыватели СИОТ	3	—	+	+	—	—	900-1100
	Струйные, мокрые: ПВМ	3	—	—	+	+	—	1200-1950
	ПВМК, ПВМС, ПВМБ	2	—	—	+	+	—	2000-3000
	капельные, типа Вентури КМП	2	—	—	+	+	—	3000-4000
Тканевые	Рукавные пылеуловители СМЦ-101, СМЦ-166Б, ФВК (ГЧ-1БФМ), ФРКИ	2	—	—	+	+	—	1200-1250
	Сетчатые капроновые, металлические сетки для улавливания волокнистой пыли, Вентури, электрофильтры	5	+	—	—	—	—	150-300
Волокнистые	Уловители туманов кислот и щелочей ФВГ-Т	2	—	—	—	+	—	800-1000
	Уловители аэрозолей масел (ротационные)	2	—	—	—	+	—	800-1000
Электрические	Уловители туманов масел и маслянистых жидкостей УУП	2	—	—	—	+	+	50-100

Таблица 4.4

Поправочный коэффициент k_1

Диаметр циклона, мм	Значения коэффициента k_1 для циклонов марок		
	ЦН-11	ЦН-15, ЦН-15у, ЦН-24	СКД-ЦН-33, СК-ЦН-34, СК-ЦН-34М
150	0,94	0,85	1
200	0,95	0,90	1
300	0,96	0,93	1
450	0,99	1	1
500	1	1	1

Таблица 4.5

Поправочный коэффициент k_2

Марка циклона	Значения коэффициента k_2 при запыленности воздуха, г/м ³					
	0	10	20	40	80	120
ЦН-11	1	0,96	0,94	0,92	0,9	0,87
ЦН-15	1	0,93	0,92	0,91	0,9	0,87
ЦН-15у	1	0,93	0,92	0,91	0,89	0,88
ЦН-24	1	0,95	0,93	0,92	0,9	0,87
СКД-ЦН-33	1	0,81	0,785	0,78	0,77	0,76
СК-ЦН-34	1	0,98	0,947	0,93	0,915	0,91
СК-ЦН-34М	1	0,99	0,97	0,95	—	—

Таблица 4.6

Коэффициенты местных сопротивлений ζ циклонов диаметром 500 мм и оптимальные скорости движения воздуха

Марка циклона	воздуха, м/сек		Значения t , циклонов				при групповой установке ζ_0
			с выбросом в атмосферу		с улиткой на выхлопной трубе		
	v_0	$v_{вх}$	ζ_0	$\zeta_{вх}$	ζ_0	$\zeta_{вх}$	
ЦН-11	3,5	-	250	6,1	235	5,2	215
ЦН-15	3,5	-	163	7,8	150	6,7	140
ЦН-Г5у	3,5	-	170	8,2	158	7,5	148
ЦН-24	4,5	-	80	10,9	73	12,5	-
СДК-ЦН-33	2	-	600	20,3	500	31,3	-
СК-ЦН-34м	2	-	2000	-	-	30,3	-
СК-ЦН-34	1,7	-	1150	24,9	-	30,3	-
СИОТ	-	12-15	-	6	-	4,2	-
ЛИОТ	-	12-15	-	4,2	-	3,7	-
ВЦНИИОТ	-	12-15	-	10,5	-	10,4	-

Таблица 4.7

Коэффициент $\Delta\zeta_0$

Компоновка циклонов	Значение $\Delta\zeta_0$
Прямоугольная с отводом очищенного воздуха из общего коллектора	35
Прямоугольная, но с отводом очищенного воздуха через улиточные раскручиватели	28
Круговая	60

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник проектировщика. Часть 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Книга 1. М.: Стройиздат, 1992.
2. Справочник проектировщика. Часть 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Книга 2. М.: Стройиздат, 1992.
3. Справочник проектировщика. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Под общей редакцией И. Г. Староверова. М.: Стройиздат, 1969.
4. ГОСТ 12.2.43-80.
5. ГОСТ 12.01.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
6. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий. (СН 245-71), М.: Стройиздат, 1971.
7. Титов В.П. и др. Курсовое и дипломное проектирование по вентиляции гражданских и промышленных зданий. М.: Стройиздат, 1985.
8. СНиП 2.04.05-88. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. М.: Стройиздат, 1992.