



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Теплогазоснабжение и вентиляция»

Методические указания
к курсовому и дипломному проектированию

**«Аэродинамический расчет
воздуховодов систем
общеобменной вентиляции,
воздушного отопления и
кондиционирования»**

Для обучающихся по направлению подготовки
08.03.01 «Строительство», профиль
подготовки «Теплогазоснабжение и
вентиляция»

Авторы
Глазунова Е.К., Скорик Т.А.

Ростов-на-Дону, 2018

Аннотация

Методические указания к курсовому и дипломному проектированию «Аэродинамический расчет воздухопроводов систем общеобменной вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования», для студентов направления 08.03.01 «Теплогазоснабжение и вентиляция».

Приведены нормативные требования к воздуховодам, применяемым в системах общеобменной вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования. Даны справочные материалы по номенклатуре выпускаемых воздухопроводов, приведена методика их расчета.

Авторы

к.т.н., доцент кафедры
«Теплогазоснабжение и вентиляция»
Глазунова Е.К.

к.т.н., доцент кафедры
«Теплогазоснабжение и вентиляция»
Скорик Т.А.



Оглавление

1 Воздуховоды	5
1.1 Воздуховоды круглого сечения	7
1.2 Воздуховоды прямоугольного сечения	13
2 Расчет воздуховодов систем вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования	28
Литература	32
ПРИЛОЖЕНИЕ РАСЧЕТ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВОЗДУХОВОДОВ КРУГЛОГО СЕЧЕНИЯ	33



Методические указания предназначены для выполнения курсовых и дипломных проектов по вентиляции общественных и промышленных зданий. В них приводятся рекомендации по конструированию сети воздухопроводов и их аэродинамическому расчету.

Воздуховоды, используемые в системах вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования должны соответствовать нормативным требованиям. Выбор материала для проектирования воздуховода должен производиться в каждом конкретном случае с учетом характеристики транспортируемой среды.

Сеть воздухопроводов систем вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования комплектуется из унифицированных деталей (прямые участки, отводы, переходы, заглушки) и узлов ответвлений унифицированных деталей, номенклатура которых приводится в нормах ВСН 353-86.

Все эти данные приводятся в настоящих методических указаниях. Изложена методика расчета вентиляционных систем методом удельных потерь давления и приведен материал, необходимый для этого расчета: таблицы для расчета воздухопроводов, местные сопротивления отдельных узлов и деталей.

1 ВОЗДУХОВОДЫ

Воздуховоды следует проектировать из материалов, указанных в табл. 1.

Таблица 1 – Изделия и материалы для воздуховодов

Характеристика транспортируемой среды	Изделия и материалы
1	2
Воздух с температурой не более 80°С при относительной влажности не более 60 %	Бетонные, железобетонные и гипсовые вентиляционные блоки; асбестоцементные трубы и короба; гипсокартонные, гипсобетонные и арболитовые короба; сталь – тонколистовая оцинкованная, кровельная, листовая, рулонная холоднокатаная; стеклоткань, бумага и картон; другие материалы, отвечающие требованиям указанной среды
То же, при относительной влажности более 60 %	Бетонные и железобетонные вентиляционные блоки; асбестоцементные трубы и короба; сталь тонколистовая, оцинкованная листовая; алюминий листовой; пластмассовые трубы и плиты; стеклоткань; бумага и картон с соответствующей пропиткой; другие материалы, отвечающие требованиям указанной среды
Воздушная смесь с химически активными газами, парами и пылью	Керамические и асбестоцементные трубы и короба; пластмассовые трубы и короба; блоки из кислотоупорного бетона и пластобетона; стеклоткань; металлопласт; сталь листовая; бумага и картон с соответствующими транспортируемой среде защитными покрытиями и пропиткой; другие материалы, отвечающие требованиям указанной среды

Примечания: 1. Воздуховоды из асбестоцементных конструкций не допускается применять в системах приточной вентиляции.

2. Воздуховоды должны иметь покрытие, стойкое к транспортируемой и окружающей среде.

В соответствии с рекомендациями СП 60. 13330. 2012 необходимо принимать воздуховоды круглого сечения; при технико-экономическом обосновании допускаются воздуховоды прямоугольного сечения.

В настоящее время при проектировании систем вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования следует руководствоваться Ведомственными строительными нормами ВСН 353-86 «Проектирование и применение воздуховодов из унифицированных деталей».

Нормы устанавливают:

- размеры поперечных сечений воздухопроводов;
- номенклатуру и основные размеры унифицированных деталей;
- схемы образования узлов ответвлений (тройников и крестовин) из унифицированных деталей;
- коэффициенты сопротивления отводов и узлов ответвления.

Таблица 2 – Наружные размеры поперечного сечения металлических воздухопроводов (по ГОСТ 24751-81) и требования к толщине металла

1. Поперечное сечение (диаметр, высота или ширина по наружному измерению) металлических воздухопроводов необходимо принимать следующих размеров, мм:

50	56	63	71	80	90	100	112	125	140	160	180
200	224	250	280	315	355	400	450	500	560	630	710
800	900	1000	1120	1250	1400	1600	1800	2000	2240	2500	2800
3150	3350	3550	4000	4500	5000	5600	6300	7100	8000	9000	10000

2. Толщину листовой стали для воздухопроводов, по которым перемещается воздух температурой не выше 80°C, следует принимать, мм, не более:

а) для воздухопроводов круглого сечения диаметром, мм:

до 200 включ.	0,5
от 250 до 450	0,6
500 800	0,7
900 1250	1,0
1400 1600	1,2
1800 2000	1,4

б) для воздухопроводов прямоугольного сечения размером большей стороны, мм:

до 250 включ.	0,5
от 300 1000	0,7
1250 2000	0,9

в) для воздухопроводов прямоугольного сечения, имеющих одну из сторон свыше 2000 мм и воздухопроводов сечением 2000x2000 мм, толщину стали следует обосновывать расчетом.

3. Для сварных воздухопроводов толщина стали определяется по условиям производства сварных работ.

4. Для воздухопроводов, по которым предусматривается перемещение воздуха температурой более 80°C или воздуха с механическими примесями или абразивной пылью, толщину стали следует обосновывать расчетом.

1.1 Воздуховоды круглого сечения

Нормируемые наружные диаметры воздухопроводов круглого сечения следующие: 100, 125, 160, 200, 250, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000, 1120, 1250, 1400, 1600, 1800 и 2000 мм.

Сеть воздухопроводов необходимо компоновать из унифицированных деталей (прямые участки, отводы, переходы и заглушки) и узлов ответвлений из унифицированных деталей.

Прямые участки следует применять длиной 2500, 3000, 4000, 5000 6000 мм.

Отводы круглого сечения под углом 90° состоят из одного звена и двух стаканов, под углом 45° из двух стаканов (рис.1).

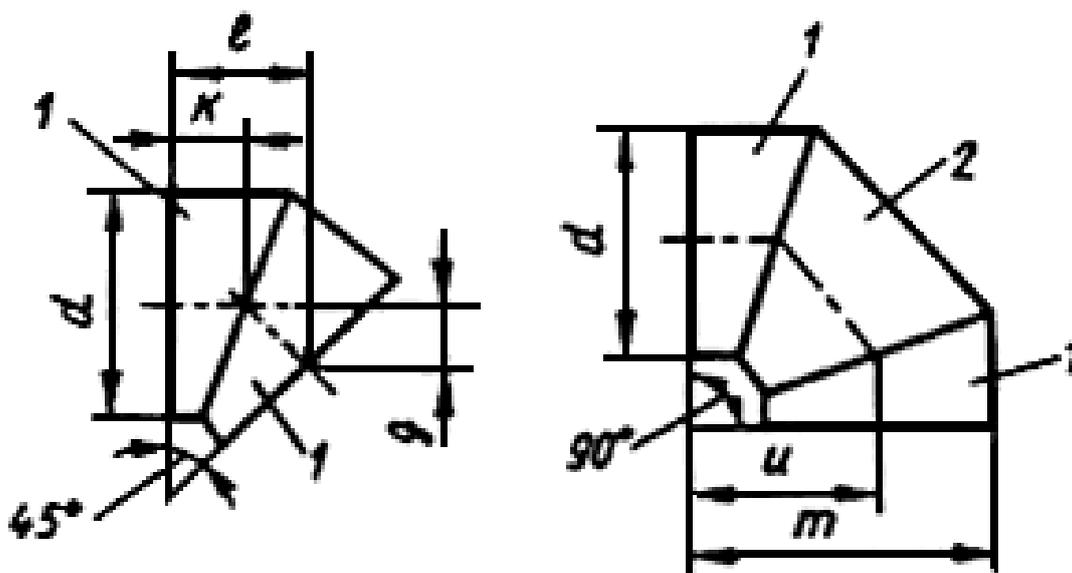


Рисунок 1 – Отводы круглого сечения: 1 – стакан; 2 – звено

Размеры отводов круглого сечения приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Размеры отводов круглого сечения

d, мм	Отвод с углом					d, мм	Отвод с углом				
	45°			90°			45°			90°	
	g, мм	k, мм	l, мм	m, мм	u, мм		g, мм	k, мм	l, мм	m, мм	u, мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
100	76	107	183	245	195	630	216	306	522	990	675
125	87	123	210	295	233	710	208	294	502	1065	710
160	102	144	246	365	285	800	234	331	565	1200	800
200	119	169	288	445	345	900	264	373	637	1350	900
250	141	200	341	545	420	1000	292	414	706	1500	1000
315	170	240	410	675	518	1120	328	465	793	1680	1120
355	136	192	328	578	400	1250	366	516	882	1875	1250
400	149	211	360	645	445	1400	410	580	990	2100	1400
450	164	232	396	720	495	1600	470	665	1135	2400	1600
500	178	252	430	795	545	1800	525	745	1270	2700	1800
560	195	277	472	885	605	2000	585	828	1413	3000	2000

Номенклатура и основные размеры переходов круглого сечения должны соответствовать указанным в таблице 4 и на рисунке 2

Таблица 4 – Размеры переходов круглого сечения

d, мм	d ₁ , мм										
	100	125	160	200	250	315	355	400	450	500	560
Длина l, мм											
125	300										
160		300									
200			300								
250			300	300							
315				300	300						
355					300	300					
400						300	300				
450						300	300	300			
500							300	300	300		
560								400	300	300	
630									400	300	300
710	400	300	300								
800		400	400	300							
900			600	400	300						
1000					400	300					
1120						400	300				
1250						600	600	300			
1400							800	600	300		
1600									600	400	
1800										800	400
2000											400

Номенклатура и основные размеры переходов с круглого сечения на прямоугольное должны соответствовать указанным в таблице 5 и на рисунке 3.

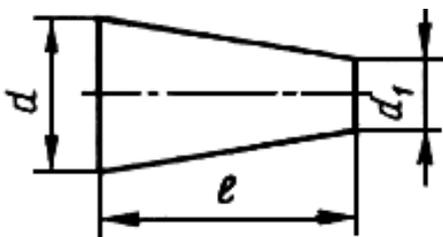


Рисунок 2 – Переход круглого сечения

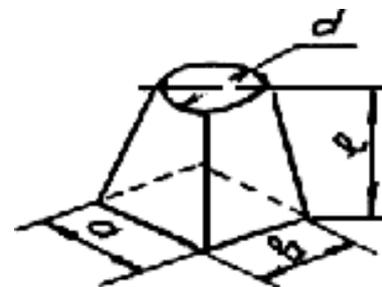


Рисунок 3– Переход с круглого на прямоугольное.

Таблица 5 – Размеры переходов с круглого сечения на прямоугольное

d, мм	а х в																
	100х 150	150х 150	150х 250	150х 300	250х 250	250х 400	250х 500	400х 400	400х 500	400х 600	400х 800	500х 500	500х 600	500х 800	500х 1000	600х 600	600х 800
	Длина l, мм																
100	300																
125	300																
160	300	300	300														
200		300	300	300	300												
250		300	300	300	300												
315				300	300	300	400										
355					300	300	300	300									
400						300	300	300	300								
450						400	300	300	300	400							
500							500	300	300	300	600	300	300	600			
560								300	300	300	500	300	300	500	800	300	
630									300	300	500	300	300	300	700	300	300

Продолжение таблицы 5

d, мм	а х в											
	400x600	400x800	500x500	500x600	500x800	500x 1000	600x 600	600x 800	600x 1000	600x 1250	800x800	800x 1000
	Длина l, мм											
710	600	600	400	400	400	400	300	300	300	300	300	
800		800	600	600	600	600	300	300	400	800	300	400
900					800	800	500	500	500	700	300	300
1000						900	700	700	700	700	300	300
1120									900	900	600	600
1250										1200	850	850

Окончание табл. 5

d, мм	а х в											
	800x 1250	800x 1600	1000x 1000	1000x 1250	1000x 1600	1000x 2000	1250x 1250	1250x 1600	1250x 2000	1600x 1600	1600x 2000	
	Длина l, мм											
900	700	1300	300									
1000	500	1100	300	500								
1120	600	900	300	300	900	1650	300					
1250	850	700	500	500	700	1400	300	700				
1400	1100	1100	600	600	400	1100	300	400	1100	400		
1600		1500	1100	1100	1100	1500	700	700	800	400	800	
1800					1500	1800	100	1000	100	400	400	
2000							1400	1400	1400	800	800	

Узлы ответвления следует выполнять из прямых участков с одной или двумя врезками, переходов и заглушек по схемам, приведенным на рисунке 4

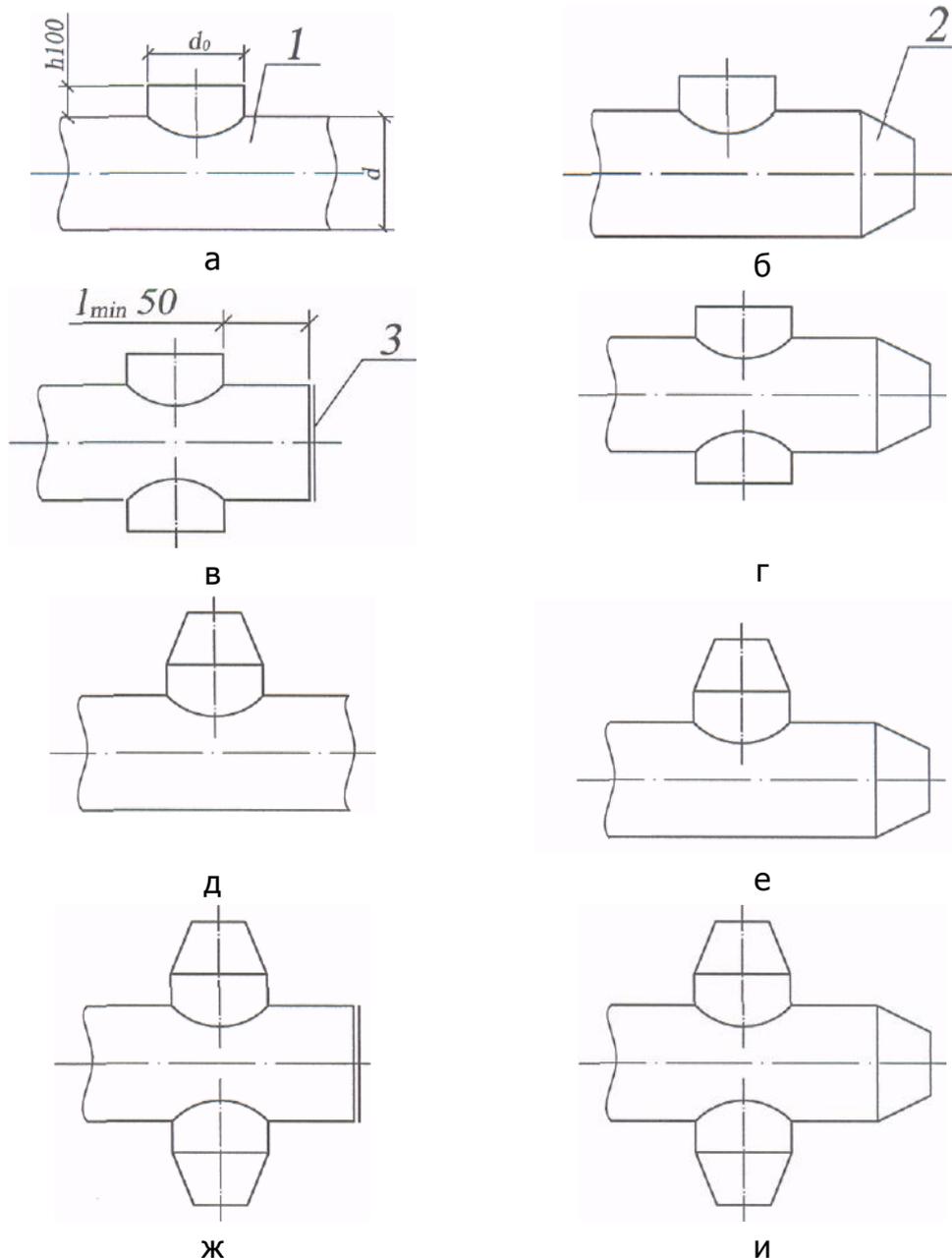


Рисунок 4 – Схемы образования узлов ответвлений круглого сечения:
1 – прямой участок с врезкой; 2 – переход; 3 – заглушка

Сочетание размеров сечений (диаметров) ствола и ответвления узлов ответвлений следует применять в соответствии с рисунком 4 и таблицей 6.

Таблица 6 – Сочетание размеров сечений ствола и ответвления узлов ответвлений

d, мм	d ₀ , мм														
	10 0	12 5	16 0	20 0	25 0	31 5	35 5	40 0	45 0	50 0	56 0	63 0	71 0	80 0	90 0
160	X	X													
200		X	X												
250			X	X											
315			X	X	X										
355			X	X	X										
400			X	X	X										
450				X	X	X									
500					X	X	X	X							
560					X	X	X	X	X						
630					X	X	X	X	X	X					
710						X	X	X	X	X	X				
800						X	X	X	X	X	X	X			
900						X	X	X	X	X	X	X	X		
1000							X	X	X	X	X	X	X		
1120							X	X	X	X	X	X	X	X	

Окончание таблицы 6

d, мм	d ₀ , мм												
	400	450	500	560	630	710	800	900	1000	1120	1250	1400	1600
1250	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
1400	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
1600			X	X	X	X	X	X	X	X	X		
1800				X	X	X	X	X	X	X	X	X	
2000					X	X	X	X	X	X	X	X	X

Коэффициенты сопротивления установлены для:

– отводов 90° – 0,35 ;

- отводов 45° – 0,23;
- узлов ответвлений в таблице 7, 10.

1.2 Воздуховоды прямоугольного сечения

Следует применять воздуховоды размерами наружных сечений:

100x150	150x150	150x150	150x300
250x250	250x300	250x400	250x500
400x400	400x500	400x600	400x800
500x500	500x600	500x800	500x1000
600x600	600x800	600x1000	600x1250
800x800	800x1000	800x1250	800x1600
1000x1000	1000x1250	1000x1600	1000x2000
1250x1250	1250x1600	1250x2000	1600x1600
1600x2000			

Таблица 7 – Коэффициенты сопротивления узлов ответвлений

Значения ξ узлов ответвления круглого сечения в режиме всасывания																										
f_n/f_c	$\frac{L_0}{L_c}$	Проход								Ответвление								Ответвление								
		 Значение ζ при f_0/f_c								 Значение ζ при f_0/f_c								 Значение ζ при f_0/f_c								
		0,65	0,6	0,5	0,4	0,3	0,25	0,2	0,1	0,65	0,6	0,5	0,4	0,3	0,25	0,2	0,1	0,65	0,6	0,5	0,4	0,3	0,25	0,2	0,1	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
1	0,05	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-4,8	0,73	-	-	-	-					
	0,1	-	-	-	0,15	0,2	0,2	0,2	0,2	-	-	-	-0,48	1,35	-0,17	0,73	1,42	-	-	-						
	0,2	-	0,2	0,2	0,25	0,3	0,3	0,35	0,45	-	1,35	-0,17	0,73	1,35	1,39	1,42	1,12	-	-4,1	-	2,9					
	0,3	0,35	0,35	0,4	0,45	0,5	0,6	0,6	0,9	0,47	0,73	1,11	1,39	1,42	1,39	1,29	1,23	-1,6	-1,3	-	0,8					
	0,4	0,55	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,1	-	1,32	1,3	1,39	1,42	1,35	1,26	1,12	-	-0,45	-0,3	-	0,1					
	0,5	0,75	0,8	1	1,15	1,5	-	-	-	1,35	1,4	1,42	1,38	1,24	-	-	-	0,05	0,1	0,2						
	0,6	1,2	1,3	1,6	2	-	-	-	1,41	1,42	1,39	1,29	-	-	-	-	0,25	0,3	0,4							

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
0,8	0,1	-	-	-	-	0,2	0,25	0,25	0,3	-	-	-	-	-1,62	-0,26	0,68	1,34	-	-	-					
	0,2	-	-	0,3	0,3	0,3	0,35	0,4	0,55	-	-	-0,26	0,68	1,26	1,37	1,34	1,07	-	-	-2,5					
	0,3	0,35	0,35	0,4	0,4	0,5	0,55	0,6	1	0,33	0,68	1,03	1,33	1,34	1,35	1,25	0,76	-	-1,1	-0,6					
	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,7	1,19	1,26	1,37	1,34	1,32	1,25	1,07	-	1,35	-0,2	0					
	0,5	0,75	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5	1,8	3,1	1,32	1,37	1,34	1,34	1,24	1,07	0,91	-	0,35	0,4	0,3					
	0,6	1,1	1,2	1,4	1,8	2,3	2,7	3,3	6,1	1,35	1,34	1,34	1,25	1,07	0,94	0,76	-	0,1	-	0,5					
0,65	0,2	-	-	0,25	0,25	0,3	0,35	0,4	0,5	-	-	-0,97	0,32	1,12	1,32	1,39	1,09	0,35	-0,95						
	0,3	0,35	0,35	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,85	0,0	0,32	0,89	1,24	1,39	1,35	1,29	0,77	-	-0,05	-2,3					
	0,4	0,4	0,45	0,5	0,55	0,7	0,8	0,9	1,4	0,98	1,12	1,32	1,39	1,32	1,25	1,09		-1,2	0,25	-0,45					
	0,5	0,6	0,65	0,75	0,85	1,1	1,1	1,5	2,6	1,28	1,34	1,39	1,34	1,23	1,09	0,92	-	-0,2	-0,05	0,1					
	0,6	0,9	1,0	1,2	1,5	1,9	2,2	2,7	5,0	1,35	1,39	1,35	1,29	1,09	0,95	0,77	-	0,15	0,25	0,4					
	0,7	1,5	1,75	2,2	2,8	3,8	4,5	5,5	10,0	1,38	1,4	1,35	1,19	0,98	0,83	-	-	0,4	0,45	0,5					
																	-	0,5	0,6	0,65					

Окончание таблицы 7. Коэффициенты сопротивления узлов ответвления круглого сечения в режиме нагнетания

Коэффициент сопротивления ответвления								
$\frac{L_0}{L_c}$	f_0/f_c							
	0,65	0,6	0,5	0,4	0,3	0,25	0,2	0,1
0,05	-	-	-	-	29,5	19,8	12,0	2,5
0,1	-	-	19,8	12,0	6,2	4,1	2,5	0,7
0,2	7,5	6,2	4,1	2,5	1,3	0,95	0,7	0,5
0,3	3,0	2,5	1,7	1,1	0,7	0,6	0,55	0,45
0,4	1,65	1,4	0,95	0,7	0,6	0,55	0,55	-
0,5	1,05	0,9	0,7	0,6	0,55	0,55	0,45	-
0,6	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,45	-
0,7	0,65	0,6	0,55	0,5	0,5	0,45	-	-
0,8	0,55	0,55	0,5	0,55	-	-	-	-
0,9	0,5	0,5	0,5	-	-	-	-	-
0,95	0,5	0,5	-	-	-	-	-	-

Сеть воздухопроводов следует компоновать из унифицированных деталей (прямые участки, отводы, переходы, заглушки) и узлов ответвлений из унифицированных деталей.

Прямые участки следует применять длиной 2500 мм.

Отводы прямоугольного сечения принимают с углами равными 90° и 45° и радиусом шейки равным 150 мм (рисунок 5).

Номенклатура и основные размеры отводов приведены в таблице 8.

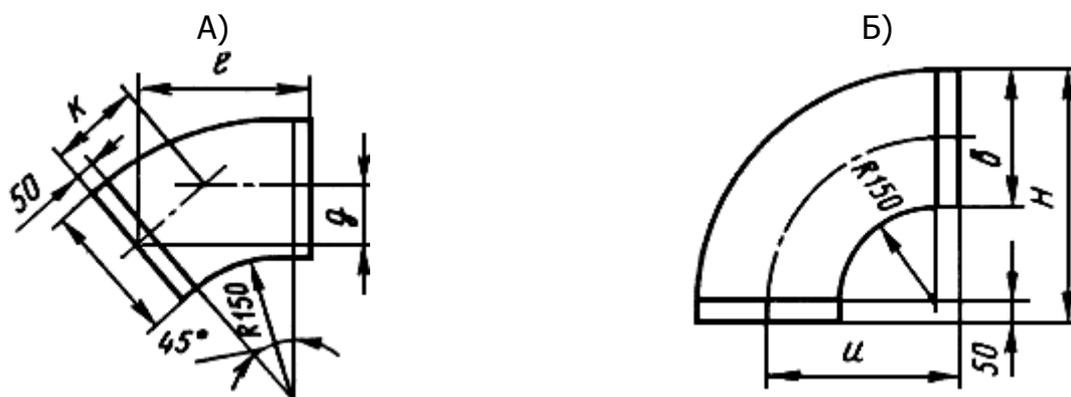


Рисунок 5— Отводы прямоугольного сечения:
А – с углом 45° ; Б – с углом 90°

Таблица 8 – Размеры отводов прямоугольного сечения

В, мм	Отвод с центральным углом				
	45°			90°	
	l, мм	q, мм	k, мм	u, мм	h, мм
100	225	95	130	250	300
150	245	100	140	275	350
250	280	115	160	325	450
300	295	125	170	350	500
400	335	140	190	400	600
500	370	155	220	450	700
600	405	165	240	500	800
800	475	195	280	600	1000
1000	545	226	318	700	1200
1250	633	262	361	825	1450
1600	757	314	443	1000	1800
2000	898	372	526	1200	2200

Номенклатура и основные размеры переходов прямоугольного сечения должны соответствовать указанным в таблице 9 и на рисунке 6.

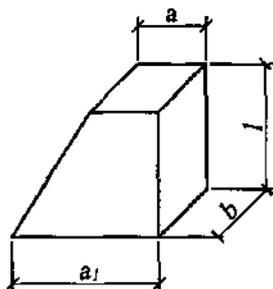


Рисунок 6 – Переход прямоугольного сечения

Таблица 9 – Размеры переходов прямоугольного сечения

а х в, мм	а х в, мм	l, мм	$\frac{a \times v}{a_1 \times v}$
1	2	3	4
100x150	150x150	300	0,63
150x150	250x150	300	0,60
150x250	250x250	300	0,60
50x300	250x300	300	0,64

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4
250x250	400x250	300	0,63
250x400	400x400	300	0,63
250x500	400x500	300	0,63
400x250	500x250	300	0,80
400x400	500x400	300	0,80
400x400	600x400	300	0,67
400x500	500x500	300	0,80
400x500	600x500	300	0,67
400x600	500x600	300	0,80
400x600	600x600	300	0,67
400x800	500x800	300	0,80
400x800	600x800	300	0,76
500x400	600x400	300	0,83
500x400	800x400	400	0,63
500x500	600x500	300	0,83
500x500	800x500	400	0,83
500x600	600x600	300	0,83
500x600	800x600	400	0,63
500x800	800x600	300	0,83
500x800	600x800	400	0,63
500x1000	800x800	300	0,83
500x1000	600x1000	400	0,63
600x400	800x1000	300	0,75
600x500	800x400	300	0,75
600x500	800x500	500	0,60
600x600	800x600	300	0,75
600x600	1000x600	500	0,60
600x800	800x800	300	0,75
600x800	1000x800	500	0,60
600x1000	800x1000	300	0,75
600x1000	1000x1000	500	0,60
600x1250	800x1250	300	0,75
600x1250	1000x1250	500	0,60
800x500	1000x500	300	0,80

Окончание таблицы 9

1	2	3	4
800x600	1000x600	300	0,80
800x600	1250x600	550	0,64
800x800	1000x800	300	0,80
800x800	1250x800	550	0,64
800x1000	1000x1000	300	0,80
800x1000	1250x1000	550	0,64
800x1250	1000x1250	300	0,80
800x1250	1250x1250	550	0,64
800x1600	1000x1600	300	0,80
800x1600	1250x1600	550	0,64
1000x600	1250x600	350	0,80
1000x800	1250x800	350	0,80
1000x800	1600x800	700	0,63
1000x1000	1250x1000	350	0,80
1000x1000	1600x1000	700	0,63
1000x1250	1250x1250	350	0,80
1000x1250	1600x1250	700	0,63
1000x1600	1250x1600	350	0,80
1000x1600	1600x1600	700	0,63
1000x2000	1250x2000	300	0,80
1000x2000	1600x2000	700	0,63
1250x800	1600x800	450	0,78
1250x1000	1600x1000	450	0,78
1250x1000	2000x1000	850	0,63
1250x1250	1600x1250	450	0,78
1250x1250	2000x1250	850	0,63
1250x1600	1600x1600	450	0,78
1250x1600	2000x1600	850	0,63
1250x2000	1600x2000	450	0,78
1600x1000	2000x1000	500	0,80
1600x1250	2000x1250	500	0,80
1600x1600	2000x1600	500	0,80
1600x2000	2000x2000	500	0,80

Узлы ответвлений следует выполнять из прямых участков с одной или двумя врезками, переходов и заглушек по схемам, приведенным на рисунке 7.

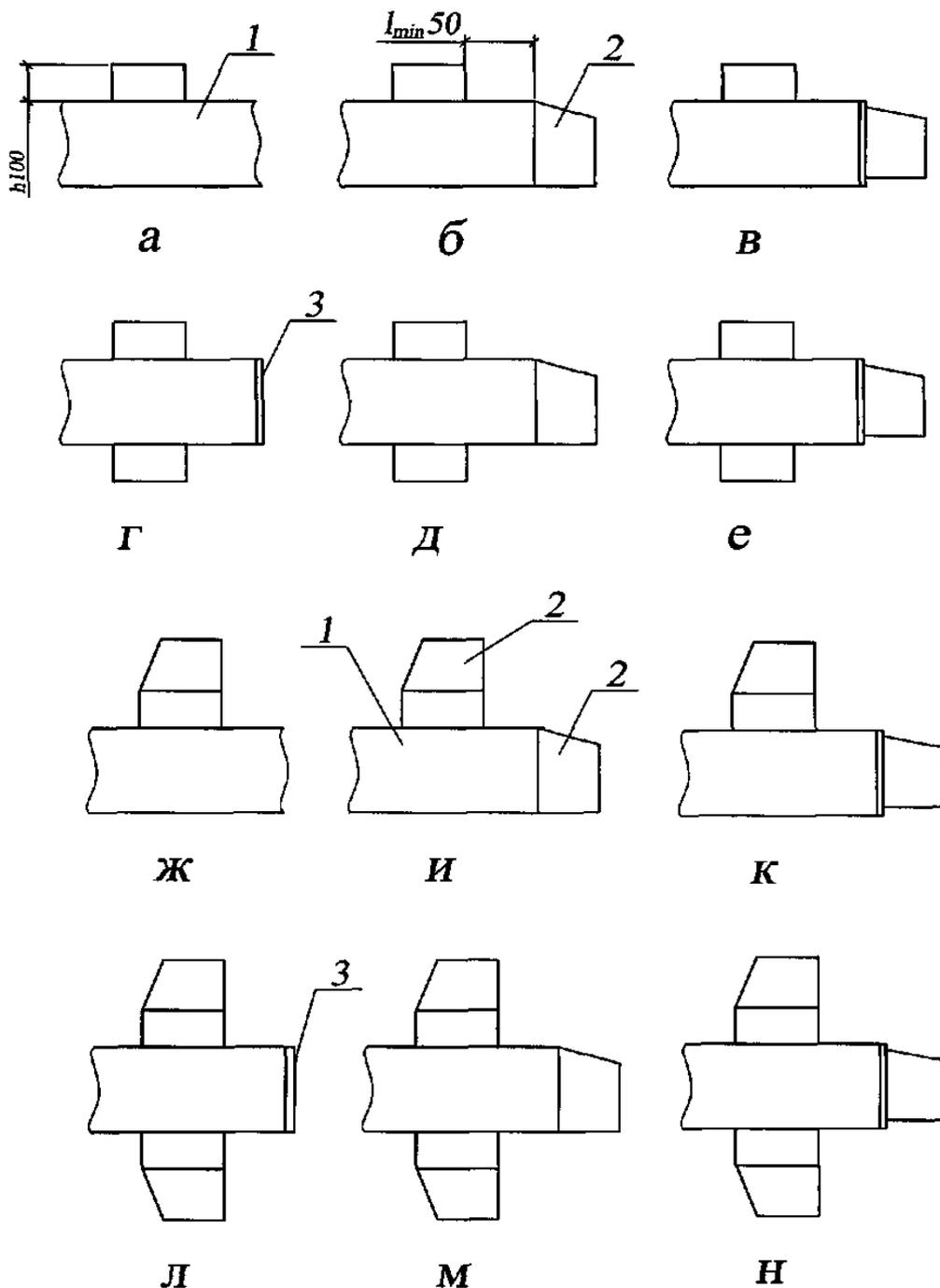


Рисунок 7 – Схемы образования узлов ответвлений прямоугольного сечения:
1 – прямой участок с врезкой; 2 – переход; 3 – заглушка

Присоединение перехода к заглушке следует выполнять при необходимости получения соотношений площадей сечений $\frac{a}{a_1 \times b}$ перехода меньше, чем предусмотрено

таблицей 9. При этом размеры « a_1 » и « b » перехода должны быть меньше соответствующих размеров заглушки.

Размер стороны врезки, перпендикулярной оси магистрального воздуховода, должен быть меньше размера соответствующей стороны прямого участка.

Коэффициент сопротивления установлены для:

- узлов ответвления – в таблицах 10,11, 12, 13, 14;
- отводов – в таблице 15.

Таблица 10 – Коэффициент сопротивления узлов ответвления круглого и прямоугольного сечения в режиме нагнетания

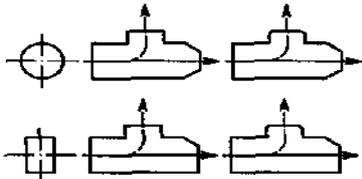
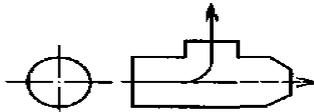
Коэффициент сопротивления														
прохода						ответвления								
														
$\frac{L_0}{L_c}$	f_0/f_c					f_0/f_c								
	1,0	0,8	0,65	0,6	0,5	0,65	0,6	0,5	0,4	0,3	0,25	0,2	0,1	
0,05	0,2	0,25	0,3	0,3	0,3	-	-	94,7	59,9	33,1	22,6	14,2	3,4	
0,1	0,15	0,2	0,3	0,3	0,3	-	-	22,6	14,2	7,8	5,35	3,4	1,0	
0,2	0,15	0,2	0,25	0,25	0,3	9,2	7,8	5,4	3,4	2,0	1,4	1,0	0,55	
0,3	0,15	0,2	0,25	0,25	0,3	4,0	3,4	2,4	1,6	1,0	0,8	0,65	0,55	
0,4	0,2	0,25	0,3	0,3	0,3	2,25	1,9	1,4	1,0	0,7	0,6	0,55	0,5	
0,5	0,3	0,4	0,4	0,4	0,35	1,5	1,3	1,0	0,75	0,6	0,55	0,55	-	
0,6	0,75	0,7	0,6	0,6	0,55	1,1	1,0	0,8	0,65	0,55	0,55	0,5	-	
0,7	2,0	1,55	1,25	1,1	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	-	
0,8	-	4,5	3,3	2,9	2,2	0,8	0,7	0,6	0,55	0,5	0,5	0,5	-	
0,9	-	-	-	-	10,0	0,7	0,65	0,55	0,5	-	-	-	-	
0,95	-	-	-	-	-	0,65	0,6	0,55	0,5	-	-	-	-	

Таблица 11 – Коэффициенты сопротивления узлов ответвления прямоугольного сечения в режиме нагнетания

Коэффициент сопротивления ответвлений																				
$\frac{L_0}{L_c}$	f_0/f_c																			
	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,25	0,2	0,1	0,05	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,25	0,2	0,1	0,05
0,05	--	--	--	--	--	--	23,7	15,1	3,9	1,3	--	--	--	--	--	29,5	19,5	11,7	2,2	0,4
0,1	--	--	--	23,7	15,1	8,5	6,0	3,9	1,3	0,7	--	--	28,8	19,5	11,8	6,1	3,8	2,2	0,4	0,3
0,2	15,1	11,3	8,5	6,0	3,9	2,4	1,8	1,3	0,7	0,5	11,7	8,6	6,1	3,9	2,2	1,1	0,7	0,4	0,3	0,3
0,3	6,8	5,3	4,0	2,8	2,0	1,3	1,0	0,9	0,6	0,4	4,6	3,3	2,25	1,45	0,8	0,4	0,35	0,3	0,3	--
0,4	3,9	3,1	2,4	1,8	1,3	1,0	0,8	0,7	0,5	0,3	2,25	1,65	1,1	0,75	0,4	0,3	0,3	0,3	--	--
0,5	2,7	2,2	1,6	1,3	1,0	0,8	0,73	0,65	0,5	0,2	1,3	1,0	0,7	0,45	0,3	0,3	0,3	0,3	--	--
0,6	2,0	1,7	1,3	1,1	0,9	0,7	0,7	0,6	0,4	0,06	0,9	0,65	0,45	0,35	0,3	0,3	0,3	0,3	--	--
0,7	1,6	1,3	1,1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	0,35	-0,06	0,6	0,45	0,35	0,3	0,3	0,3	0,3	--	--	--
0,8	1,3	1,1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,3	-0,2	0,45	0,35	0,3	0,3	0,3	--	--	--	--	--
0,9	1,2	1,05	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,2	-0,3	0,35	0,3	0,3	0,3	--	--	--	--	--	--
0,95	1,1	0,97	0,85	0,75	0,7	0,6	0,5	0,5	0,2	-0,35	--	0,35	0,3	0,3	--	--	--	--	--	--

Таблица 12 – Коэффициенты сопротивления узлов ответвления прямоугольного сечения в режиме всасывания

Коэффициент сопротивления прохода											Коэффициент сопротивления ответвлений									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
$\frac{f_n}{f_c}$	$\frac{L_0}{L_c}$	f_0/f_c																		
		0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,25	0,2	0,1	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,25	0,2	0,1	
1,0	0,25	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-33,8	-1,6	
	0,1	-	-	-	-	0,15	0,15	0,15	0,15	0,2	-	-	-	-	-13,7	-	10,2	-8,4	-6,5	-2,9
	0,2	-	-	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3	0,3	0,45	-	-	-3,3	-2,5	-1,75	-1,0	-0,7	-0,35	0,1	
	0,3	0,3	0,3	0,3	0,35	0,4	0,45	0,55	0,55	0,9	-1,1	-0,8	-0,4	-0,15	-0,15	0,4	0,45	0,55	0,6	
	0,4	0,35	0,4	0,45	0,5	0,6	0,7	1,0	1,0	-	0,0	0,2	0,4	0,55	0,7	0,75	0,8	0,8	-	
	0,5	0,45	0,5	0,65	0,7	0,95	1,2	-	-	-	-	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	-	-	-
0,8	0,1	-	-	-	-	-	0,3	0,3	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-8,1	-6,6	-5,0	-
	0,2	-	-	0,35	0,35	0,35	0,4	0,45	0,45	-	-	-	-2	-1,7	-1,1	-	0,45	-0,2	0,0	-
	0,3	0,35	0,4	0,45	0,45	0,5	0,6	0,65	0,7	-	-0,6	-0,3	0,0	0,2	0,5	0,7	0,75	0,8	-	
	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,7	0,9	1,0	1,15	-	0,3	0,45	0,6	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	-
	0,5	0,55	0,65	0,75	0,9	1,1	1,4	1,6	2,0	-	0,65	0,75	0,85	0,95	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	-

Окончание таблицы 12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0,8	0,6	0,65	0,85	1,1	1,4	1,8	2,4	2,9	-	-	0,8	0,9	0,95	1,0	1,1	1,1	1,0	-	-
	0,7	0,75	1,2	1,7	2,3	3,2	4,6	-	-	-	0,85	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	-	-	-
0,65	0,2	-	-	-	0,35	0,35	0,4	-	-	-	-	-	-	-1,15	-0,7	-0,15	-	-	-
	0,3	0,35	0,4	0,4	0,45	0,5	0,55	-	-	-	-0,25	-0,05	0,2	0,45	0,65	0,85	-	-	-
	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,65	0,8	-	-	-	0,45	0,6	0,7	0,85	1,0	1,0	-	-	-
	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,95	1,25	-	-	-	0,7	0,8	0,9	1,0	1,05	1,1	-	-	-
	0,6	0,65	0,8	0,95	1,25	1,6	2,1	-	-	-	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	-	-	-
	0,7	0,8	1,15	1,55	2,1	2,85	4,0	-	-	-	0,85	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	-	-	-
0,6	0,2	-	-	-	0,3	0,35	0,35	-	-	-	-	-	-	-1,0	-0,55	-0,1	-	-	-
	0,3	0,3	0,35	0,4	0,4	0,45	0,5	-	-	-	-0,15	0,0	0,25	0,45	0,65	0,85	-	-	-
	0,4	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,75	-	-	-	0,5	0,6	0,7	0,85	0,95	1,0	-	-	-
	0,5	0,5	0,55	0,65	0,75	0,9	1,15	-	-	-	0,7	0,8	0,9	0,95	1,0	1,1	-	-	-
	0,6	0,6	0,75	0,9	1,2	1,5	2,0	-	-	-	0,8	0,9	0,95	1,0	1,1	1,1	-	-	-
	0,7	0,8	1,1	1,5	2,0	2,7	3,75	-	-	-	0,8	0,9	0,95	1,0	1,1	1,1	-	-	-
	0,8	1,1	1,9	3,0	-	-	-	-	-	-	0,8	0,9	0,95	-	-	-	-	-	-
0,5	0,2	-	0,25	0,25	0,3	0,3	-	-	-	-	-	-1,5	-1,20	-0,8	-0,4	-	-	-	-
	0,3	0,25	0,3	0,35	0,35	0,35	-	-	-	-	0,0	0,1	0,80	0,45	0,65	-	-	-	-
	0,4	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	-	-	-	-	0,5	0,6	0,8	0,9	0,95	-	-	-	-
	0,5	0,4	0,45	0,55	0,6	0,75	-	-	-	-	0,7	0,75	0,85	0,95	1,0	-	-	-	-
	0,6	0,5	0,65	0,8	0,95	1,2	-	-	-	-	0,75	0,8	0,9	1,0	1,0	-	-	-	-
	0,7	0,7	0,95	1,2	1,7	2,2	-	-	-	-	0,8	0,85	0,9	1,0	1,0	-	-	-	-
	0,8	1,1	1,7	-	-	-	-	-	-	-	0,8	0,85	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 13 – Коэффициенты сопротивления узлов ответвления прямоугольного с врезкой перехода в заглушку в режиме всасывания

Коэффициент сопротивления											
прохода						ответвления					
$\frac{f_n}{f_c}$	$\frac{f_o}{f_c}$	L_0/L_c									
		0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
0,50	0,6	-	-	4,2	2,2	1,45	-	-	0,65	0,45	-0,15
	0,5	-	-	-	1,55	1,0	-	-	0,55	0,50	0,25
0,40	0,7	-	5,85	2,55	1,60	-	-	0,75	0,50	0,00	-1,20
	0,6	-	-	1,75	1,1	0,85	-	-	0,50	0,15	-0,60
0,35	0,7	-	2,75	1,45	1,1	-	-	0,70	0,45	-0,15	-1,50
	0,6	-	-	0,80	0,65	0,65	-	0,55	0,40	0,0	-0,85
0,30	0,8	-	1,4	1,55	-	-	0,90	0,75	0,35	-0,55	-2,50
	0,7	-	0,35	0,55	0,70	-	-	0,60	0,35	-0,30	-1,75
0,25	0,8	-6,65	-0,60	0,45	-	-	0,90	0,70	0,25	-0,75	-2,85
	0,7	-	-1,30	0,00	0,45	-	-	0,55	0,25	-0,50	-2,0
0,2	0,8	-12,00	-1,6	0,13	-	-	0,85	0,65	0,15	-0,95	-3,20

Таблица 14 – Коэффициенты сопротивления узлов ответвления прямоугольного сечения с врезкой перехода в заглушку в режиме нагнетания

Коэффициент сопротивления												
прохода						ответвлений						
$\frac{L_0}{L_c}$	f_n/f_c											
	0,5	0,45	0,4	0,35	0,3	0,25	0,2	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
0,5	0,46	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,45	2,00	1,50	1,10	0,80	0,55
0,6	0,65	0,60	0,55	0,5	0,5	0,5	0,5	1,25	0,95	0,75	0,55	0,40
0,7	1,1	0,95	0,85	0,75	0,7	0,6	0,6	0,90	0,70	0,55	0,45	0,35
0,8	2,5	2,1	1,8	1,5	1,3	1,0	0,9	0,70	0,55	0,45	0,40	0,35
0,9	11,0	8,9	7,5	6,0	4,7	3,5	2,5	0,55	0,45	0,40	0,35	0,30

Таблица 15 – Коэффициенты сопротивления отводов прямоугольного сечения

b, мм	h, мм											
	100	160	250	300	400	500	600	800	1000	1260	1600	2000
100		$\frac{0,08}{0,06}$										
160	$\frac{0,18}{0,13}$	$\frac{0,16}{0,11}$	$\frac{0,14}{0,10}$	$\frac{0,13}{0,09}$								
250		$\frac{0,28}{0,20}$	$\frac{0,25}{0,18}$	$\frac{0,24}{0,17}$	$\frac{0,22}{0,16}$	$\frac{0,21}{0,15}$						
300		$\frac{0,36}{0,26}$	$\frac{0,32}{0,23}$									
400			$\frac{0,41}{0,29}$		$\frac{0,37}{0,26}$	$\frac{0,35}{0,25}$	$\frac{0,33}{0,24}$	$\frac{0,31}{0,22}$				
500			$\frac{0,51}{0,36}$		$\frac{0,45}{0,32}$	$\frac{0,43}{0,30}$	$\frac{0,41}{0,29}$	$\frac{0,38}{0,27}$	$\frac{0,36}{0,26}$			
600					$\frac{0,53}{0,37}$	$\frac{0,50}{0,35}$	$\frac{0,48}{0,34}$	$\frac{0,44}{0,31}$	$\frac{0,42}{0,30}$	$\frac{0,40}{0,28}$		
800					$\frac{0,65}{0,46}$	$\frac{0,62}{0,44}$	$\frac{0,59}{0,42}$	$\frac{0,55}{0,39}$	$\frac{0,52}{0,37}$	$\frac{0,50}{0,35}$	$\frac{0,46}{0,33}$	
1000						$\frac{0,72}{0,51}$	$\frac{0,68}{0,48}$	$\frac{0,64}{0,45}$	$\frac{0,60}{0,43}$	$\frac{0,58}{0,41}$	$\frac{0,54}{0,38}$	$\frac{0,51}{0,36}$
1260							$\frac{0,76}{0,54}$	$\frac{0,71}{0,50}$	$\frac{0,67}{0,48}$	$\frac{0,64}{0,45}$	$\frac{0,60}{0,42}$	$\frac{0,57}{0,40}$
1600								$\frac{0,83}{0,59}$	$\frac{0,78}{0,55}$	$\frac{0,75}{0,53}$	$\frac{0,70}{0,49}$	$\frac{0,66}{0,47}$
2000									$\frac{0,87}{0,62}$	$\frac{0,83}{0,59}$	$\frac{0,78}{0,55}$	

Примечания: 1. В числителе – коэффициент сопротивления отводов с углом 90° , в знаменателе – коэффициент сопротивления отводов с углом 45° .
 2. Размеры b и h отводов на рисунке 5.

2 РАСЧЕТ ВОЗДУХОВОДОВ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ, ВОЗДУШНОГО ОТОПЛЕНИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

Аэродинамический расчет воздухопроводов сводится к определению размеров их поперечного сечения, а также потерь давления на отдельных участках и в системе в целом. Это – прямая задача. Возможна и обратная задача – определение расхода воздуха при заданных размерах воздухопроводов и известном перепаде давлений в системе.

Общие потери давления, Па, в сети воздухопроводов для стандартного воздуха ($t=20^{\circ}\text{C}$, $\rho=1,2 \text{ кг/м}^3$) определяют по формуле

$$P = (Rl + Z) \quad , \quad (1)$$

где R – потери давления на трение на расчетном участке сети. Па, на 1м;

l – длина участка воздуховода, м;

Z – потери давления на местные сопротивления, на расчетном участке сети, Па.

Для определения R составлены таблицы и номограммы для воздухопроводов круглого сечения из листовой стали с абсолютной эквивалентной шероховатостью $k_3=0,1 \text{ мм}$ (приложение). Для воздухопроводов, выполненных из других материалов с абсолютной шероховатостью $k_3>0,1$, значение R принимается с поправочным коэффициентом n на потери давления на трение, (таблица 16).

Таблица 16 – Поправочные коэффициенты n на потери давления на трение, учитывающие шероховатость материала воздухопроводов

W, м/с	n при K_3 , мм				W, м/с	n при K_3 , мм			
	1	1,5	4	10		1	1,5	4	10
0,2	1,04	1,06	1,15	1,31	6,2	1,45	1,58	1,99	2,49
0,4	1,08	1,11	1,25	1,48	6,4	1,45	1,59	2	2,5
0,6	1,11	1,16	1,33	1,6	6,6	1,46	1,6	2,01	2,51
0,8	1,13	1,19	1,4	1,69	6,8	1,47	1,6	2,02	2,52
1	1,16	1,23	1,46	1,77	7	1,47	1,61	2,03	2,54
1,2	1,18	1,25	1,5	1,84	7,2	1,48	1,62	2,04	2,55
1,4	1,2	1,28	1,55	1,95	7,4	1,48	1,62	2,04	2,56
1,6	1,22	1,31	1,58	1,95	7,6	1,48	1,63	2,05	2,57
1,8	1,24	1,33	1,62	2	7,8	1,49	1,63	2,05	2,57
2	1,25	1,35	1,65	2,04	8	1,49	1,64	2,06	2,58
2,2	1,27	1,37	1,68	2,08	8,2	1,5	1,64	2,07	2,59
2,4	1,28	1,38	1,7	2,11	8,4	1,5	1,64	2,07	2,6
2,6	1,29	1,4	1,73	2,14	8,6	1,5	1,65	2,08	2,61
2,8	1,31	1,42	1,75	2,17	8,8	1,51	1,65	2,09	2,62
3	1,32	1,43	1,77	2,2	9	1,51	1,66	2,1	2,63
3,2	1,33	1,44	1,79	2,23	9,2	1,52	1,66	2,1	2,64
3,4	1,34	1,46	1,81	2,25	9,4	1,52	1,67	2,11	2,65
3,6	1,35	1,47	1,83	2,28	9,6	1,52	1,67	2,11	2,65

Окончание таблицы 16

W, м/с	n при K _э , мм				W, м/с	n при K _э , мм			
	1	1,5	4	10		1	1,5	4	10
3,8	1,36	1,48	1,85	2,3	9,8	1,53	1,68	2,12	2,66
4	1,37	1,49	1,86	2,32	10	1,53	1,68	2,12	2,67
4,2	1,38	1,5	1,87	2,34	10,5	1,54	1,69	2,14	2,68
4,3	1,39	1,51	1,89	2,36	11	1,54	1,7	2,15	2,69
4,6	1,4	1,52	1,9	2,37	11,5	1,55	1,7	2,16	2,71
4,8	1,4	1,53	1,92	2,39	12	1,56	1,71	2,17	2,72
5	1,41	1,54	1,93	2,41	12,5	1,56	1,72	2,18	2,73
5,2	1,42	1,55	1,94	2,42	13	1,57	1,73	2,19	2,74
5,4	1,43	1,56	1,95	2,44	13,5	1,57	1,73	2,2	2,75
5,6	1,43	1,57	1,96	2,45	14	1,58	1,74	2,2	2,76
5,8	1,44	1,58	1,97	2,46	14,5	1,58	1,74	2,21	2,77
6	1,44	1,59	1,98	2,48	15	1,59	1,75	2,22	2,78

Значения абсолютной шероховатости воздуховодов, выполненных из различных материалов, приведены в таблице 17.

Таблица 17 – Абсолютная эквивалентная шероховатость материалов, применяемых для изготовления воздуховодов

Материал	K _э , мм	Материал	K _э , мм
Листовая сталь	0,1	Шлакобетонные плиты	1,5
Винипласт	0,1	Кирпич	4
Асбестоцементные плиты или трубы	0,11	Штукатурка (по металлической сетке)	10
Фанера	0,12		
Шлакоалебастровые плиты	1		

Рекомендуемые скорости движения воздуха в воздуховодах, жалюзийных решеток и клапанах W, м/с, приведены в таблице 18.

Таблица 18 – Скорости движения воздуха, допускаемые в воздуховодах, жалюзийных решетках и клапанах приточных и вытяжных систем общего назначения

Элемент системы	W, м/с
Естественное движение воздуха	
Воздуховоды горизонтальные: приточные разводящие вытяжные сборные	Не более 1,5 То же
Жалюзийные решетки и клапаны приточные у пола приточные у потолка вытяжные	0,2-0,5 0,5-1 0,5-1
Механическое побуждение	
Воздуховоды в производственных зданиях: магистральные ответвления	До 12 - 6
Воздуховоды в общественных и вспомогательных зданиях: магистральные ответвления	До 8 - 5

Для воздуховодов прямоугольного сечения за расчетную величину диаметра принимается диаметр d_3 , при котором потери давления в круглом воздуховоде при той же скорости воздуха равны потерям в прямоугольном воздуховоде.

Значения эквивалентных диаметров, м, определяют по формуле

$$d_3 = \frac{2ab}{a+b}, \quad (2)$$

где a и b – размеры сторон прямоугольного воздуховода, м.

Потери давления Z , Па на местные сопротивления, определяют по формуле

$$Z = \sum \xi \cdot \frac{W^2 \cdot \rho}{2}, \quad (3)$$

где $\sum \xi$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений;

$\frac{W^2 \cdot \rho}{2}$ – скоростное (динамическое) давление, Па.

Коэффициенты местных сопротивлений на границе двух участков следует относить к участку с меньшим расходом.

Порядок расчета

1. Вычертить аксонометрическую схему вентиляционной системы.
2. В системе выбрать расчетное направление. В системах с механическим побуждением за расчетное принимают направление, наиболее протяженное и имеющее большую нагрузку на участках.
3. Систему разбить на расчетные участки, пронумеровать их и проставить нагрузки. В первую очередь последовательно нумеруют участки расчетного направления, а затем все остальные.
4. На каждом участке расчетного направления по требуемому расходу воздуха и с учетом допустимой скорости по таблицам для расчета воздухопроводов (приложение) подобрать диаметр воздухопровода и выписать значения R и $\frac{W^2 \cdot p}{2}$.
5. Подсчитать сумму коэффициентов местных сопротивлений $\sum \xi$ по таблицам 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15 и по формуле (3) найти потери давления на местные сопротивления.
6. По формуле (1) найти полные потери давления на всех участках расчетного направления и, просуммировав их, найти таким образом потери давления в сети воздухопроводов $P_{\text{сети}}$.
7. Аналогично найти потери давления на всех участках (ответвлениях).
8. Увязать потери давления в ответвлениях с расчетным направлением. При невозможности увязки потерь давления по ответвлениям воздухопроводов в пределах 10% следует устанавливать диафрагмы преимущественно на вертикальных участках
9. Определить потери давления в системе вентиляции

$$P_{\text{сист.}} = P_{\text{сети}} + P_{\text{об.}}, \quad (4)$$

где $P_{\text{об.}}$ – потери давления в оборудовании, имеющемся в системе. Например, в приточной системе – это оборудование приточной камеры, в вытяжной – очистное оборудование и т.п.

Аэродинамический расчет воздухопроводов расчетного направления, а также увязку ответвлений свести в таблицу, форма которой приведена в таблице 19.

Таблица 19. Аэродинамический расчет воздухопроводов

№ уч.	L, м³/ч	l, м	Размеры сечения воздухопровода		W, м/с	R, Па/м	n-	P, Па	$\sum \xi$ -	Rln, Па	Z, Па	Rln+Z, Па	Примечание
			d или dэ, мм	a x b, мм									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14



ЛИТЕРАТУРА

1. СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование /Госстрой России. – М.: ФГУП ЦПП, 2004. – 22 с.
2. Ведомственные строительные нормы. Проектирование и применение воздухопроводов из унифицированных деталей. ВСН 353-86. – М.: Минмонтажспецстрой СССР, 1986. – 33с.
3. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства, – Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. – Кн.2. – М: Строй-издат,1992. – 416 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

РАСЧЕТ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВОЗДУХОВОДОВ КРУГЛОГО СЕЧЕНИЯ

Таблица – Расчет металлических воздухопроводов круглого сечения (первая строка - количество воздуха, м³/ч; вторая – потери давления на трение на 1 м длины воздухопровода, кгс/м²; третья– то же, Па)

Скорость движения воздуха, м/с	Динамическое давление		Диаметр воздухопровода, мм													
	кгс/м ²	Па	80	100	110	125	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0,5	0,01	0,1	9 0,0056 0,0549	15 0,0053 0,052	17 0,005 0,049	20 0,0048 0,0473	30 0,004 0,04	35 0,0035 0,347	45 0,003 0,03	55 0,0026 0,0263	70 0,0023 0,0227	90 0,002 0,0199	110 0,0017 0,0172	140 0,0015 0,0149	180 0,0013 0,0123	225 0,0011 0,011
0,6	0,02	0,2	10 0,01 0,0981	17 0,0084 0,0824	20 0,0077 0,0755	27 0,0066 0,065	33 0,0057 0,0564	45 0,0048 0,0478	55 0,0042 0,0412	70 0,036 0,036	85 0,0032 0,031	105 0,0027 0,0273	135 0,0024 0,0237	170 0,0021 0,0205	215 0,0018 0,0176	270 0,0016 0,0152
0,7	0,03	0,3	13 0,014 0,137	20 0,0115 0,113	25 0,0102 0,0999	30 0,0086 0,0852	40 0,0075 0,789	50 0,0063 0,625	65 0,0055 0,054	80 0,0048 0,0473	100 0,0041 0,0408	125 0,0036 0,0358	175 0,004 0,0393	195 0,0027 0,0268	245 0,0023 0,023	315 0,002 0,0199
0,8	0,04	0,4	15 0,019 0,1864	23 0,0145 0,142	27 0,0129 0,126	35 0,011 0,108	45 0,0095 0,0934	60 0,008 0,079	75 0,0069 0,0682	90 0,006 0,0598	115 0,0052 0,0516	140 0,0046 0,452	200 0,0049 0,0482	225 0,0034 0,00339	285 0,0029 0,0292	360 0,0025 0,0251
0,9	0,05	0,5	16 0,0235 0,231	25 0,0178 0,142	30 0,0158 0,155	40 0,0135 0,132	50 0,0117 0,115	65 0,0090 0,097	80 0,0085 0,0838	100 0,0074 0,0735	130 0,0064 0,0634	160 0,0056 0,0556	220 0,0059 0,058	250 0,0042 0,0416	320 0,0036 0,0359	410 0,0031 0,0309



Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	0,06	0,6	18 0,0283 0,278	28 0,0214 0,206	35 0,019 0,186	45 0,0162 0,159	55 0,0140 0,136	70 0,0119 0,117	90 0,0103 0,1	115 0,009 0,083	145 0,0077 0,0762	175 0,0068 0,066	265 0,0081 0,0798	280 0,005 0,05	355 0,0043 0,0431	450 0,0037 0,037
1,2	0,09	0,9	22 0,0389 0,382	35 0,0295 0,289	40 0,0262 0,257	55 0,0223 0,219	65 0,0193 0,19	85 0,0164 0,161	110 0,0141 0,139	135 0,0124 0,122	170 0,011 0,105	210 0,0094 0,092	265 0,0081 0,0798	335 0,007 0,0689	430 0,001 0,0593	545 0,0052 0,0511
1,4	0,12	1,2	25 0,051 0,50	40 0,0386 0,379	50 0,0343 0,336	60 0,0292 0,286	80 0,0253 0,249	100 0,0214 0,21	130 0,0185 0,182	160 0,0162 0,159	200 0,014 0,137	245 0,0123 0,12	310 0,0107 0,105	390 0,0092 0,0902	500 0,0079 0,0777	635 0,0068 0,0699
1,6	0,16	1,5	30 0,0644 0,632	45 0,0487 0,478	55 0,0433 0,425	70 0,0369 0,362	90 0,032 0,314	115 0,027 0,266	145 0,0234 0,299	180 0,0205 0,201	230 0,0177 0,174	285 0,0155 0,152	355 0,0135 0,132	450 0,0116 0,114	570 0,01 0,0981	725 0,0096 0,0845
1,8	0,2	1,9	33 0,0792 0,777	50 0,0599 0,588	60 0,552 0,522	80 0,453 0,445	100 0,0393 0,386	130 0,0393 0,327	165 0,0333 0,282	205 0,0207 0,247	260 0,0252 0,213	320 0,0217 0,187	400 0,0191 0,162	506 0,0165 0,14	640 0,0143 0,121	815 0,0106 0,104
2	0,24	2,4	36 0,0952 0,934	55 0,072 0,707	70 0,0639 0,627	85 0,0545 0,535	110 0,0473 0,464	145 0,04 0,393	185 0,0346 0,339	225 0,0303 0,297	285 0,026 0,256	356 0,0229 0,225	445 0,0199 0,195	560 0,0172 0,168	715 0,0148 0,145	905 0,0127 0,125
2,5	0,38	3,7	45 0,141 1,38	70 0,106 1,04	85 0,0945 0,927	110 0,0805 0,79	140 0,0699 0,686	180 0,0592 0,58	230 0,0511 0,501	285 0,0448 0,439	360 0,0386 0,379	440 0,0333 0,332	555 0,0294 0,288	700 0,0254 0,249	890 0,0218 0,214	1130 0,019 0,186
3	0,55	5,4	55 0,194 1,9	85 0,146 1,44	105 0,13 1,28	135 0,114 1,09	165 0,0962 0,943	215 0,0814 0,798	215 0,0702 0,689	340 0,0616 0,604	430 0,058 0,521	530 0,0466 0,457	665 0,0404 0,397	840 0,0351 0,344	1070 0,0305 0,299	1355 0,0265 0,26



Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
3,5	0,75	7,3	65 0,254 2,4	100 0,192 1,38	120 0,17 1,67	155 0,145 1,42	195 0,126 1,24	255 0,107 1,05	320 0,092 0,902	395 0,0806 0,79	500 0,0696 0,683	620 0,061 0,59	775 0,059 0,524	980 0,0465 0,456	1245 0,0405 0,397	1585 0,0352 0,345
4	0,98	9,6	72 0,32 3,14	110 0,242 2,38	135 0,215 2,11	175 0,183 6,8	220 0,159 1,56	290 0,139 1,32	365 0,116 1,14	450 0,102 0,999	570 0,088 0,863	710 0,0778 0,763	885 0,0682 0,699	1120 0,594 0,583	1425 0,0517 0,507	1810 0,045 0,441
4,5	1,24	12,1	80 0,394 3,86	125 0,296 2,92	155 0,264 2,59	200 0,225 2,21	250 0,196 1,92	325 0,165 1,62	410 0,143 1,4	510 0,185 1,23	645 0,109 0,07	795 0,0966 0,94	995 0,0846 0,83	1260 0,0738 0,724	1600 0,0642 0,629	2035 0,0558 0,548
5	1,53	15	90 0,473 4,64	140 0,368 3,51	170 0,318 3,12	220 0,271 2,66	275 0,235 2,31	360 0,199 1,95	460 0,172 1,69	565 0,152 1,49	715 0,138 1,3	885 0,117 1,16	1100 0,103 1,01	1400 0,0895 0,878	1780 0,0778 0,763	2260 0,0677 0,664
5,5	1,85	18,2	100 0,559 5,49	155 0,423 4,15	190 0,376 3,68	245 0,38 3,14	305 0,278 2,73	400 0,235 2,31	505 0,205 2,01	620 0,1810 1,76	785 0,158 1,55	970 0,14 1,37	1220 0,122 1,2	1540 0,107 1,05	1960 0,0927 0,909	2485 0,0806 0,791
6	2,2	21,6	110 0,651 6,39	170 0,493 4,83	205 0,437 4,29	265 0,373 3,66	330 0,323 3,17	435 0,275 2,7	550 0,24 2,36	680 0,212 2,08	860 0,185 1,82	1060 0,164 1,61	1330 0,143 1,41	1685 0,125 1,23	2140 0,109 1,07	2715 0,0946 0,928
6,5	2,58	26,4	120 0,749 7,35	185 0,567 5,56	220 0,503 4,93	285 0,425 4,21	360 0,373 3,66	470 0,319 3,13	595 0,278 2,73	735 0,246 2,41	930 0,214 2,1	1150 0,19 1,86	1440 0,166 1,63	1825 0,145 1,42	2315 0,126 1,24	2940 0,11 1,07
7	3	29,4	125 0,853 8,37	200 0,645 6,33	240 0,573 5,62	310 0,493 4,79	390 0,427 4,19	510 0,365 3,58	640 0,319 3,12	790 0,282 2,76	1000 0,246 2,41	1235 0,217 2,13	1550 0,19 1,87	1965 0,166 1,63	2495 0,144 1,41	3165 0,125 1,23

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
7,5	3,44	33,7	135 0,962 9,44	210 0,726 7,14	255 0,646 6,34	330 0,553 5,43	415 0,485 4,75	540 0,415 4,07	685 0,361 3,55	850 0,32 3,14	1075 0,279 2,78	1325 0,246 2,42	1662 0,215 2,12	2100 0,188 1,85	2670 0,164 1,61	3390 0,142 1,4
8,0	3,9	38,4	145 1,08 10,6	225 0,815 7,99	275 0,723 7,1	355 0,623 6,11	445 0,545 5,35	580 0,467 4,58	735 0,407 3,99	905 0,36 3,53	1145 0,14 3,08	1415 0,277 2,72	1775 0,243 2,36	2245 0,212 2,08	2850 0,184 1,81	3620 0,16 1,57
8,5	4,42	43,3	155 1,2 11,7	240 0,906 8,89	290 0,808 7,92	375 0,696 6,83	470 0,6 5,98	615 0,522 5,12	775 0,455 4,46	960 0,408 3,94	1215 0,35 3,44	1500 0,31 3,04	1885 0,272 2,66	2385 0,237 2,32	3025 0,206 2,02	3845 0,179 1,76
9,0	4,95	48,6	165 1,32 13	255 1 9,83	310 0,897 8,8	400 0,773 7,58	500 0,677 6,64	650 0,579 6,68	825 0,505 4,95	1020 0,447 4,33	1290 0,389 3,82	1590 0,344 3,38	1995 0,302 2,96	2525 0,263 2,58	3205 0,229 2,24	4070 0,199 1,95
10	6,12	60	180 1,59 15,6	285 1,28 11,9	340 1,09 10,7	440 0,937 9,19	555 0,821 8,06	725 0,703 6,8	915 0,613 6,01	1130 0,542 5,31	1430 0,472 4,63	1756 0,418 4,1	215 0,366 3,5	2805 0,319 3,13	3565 0,277 9,72	4525 0,241 2,37
11	7,4	72,6	200 1,88 18,4	310 1,45 14,2	375 1,3 12,7	485 1,12 11	610 0,978 9,59	795 0,837 8,21	1010 0,729 7,16	1245 0,645 6,33	1575 0,562 5,52	1945 0,497 4,88	2440 0,436 4,27	3085 0,38 3,72	3920 0,33 3,24	4975 0,287 2,82
12	8,8	86,4	215 2,2 21,6	340 1,7 16,7	410 1,52 14,9	530 1,31 12,8	665 1,15 11,3	870 0,982 9,63	1100 0,856 8,39	1355 0,757 7,42	1715 0,66 6,47	2120 0,583 5,72	2660 0,511 5,01	3365 0,445 4,37	4275 0,387 3,8	5430 0,337 3,31
13	10,35	101	235 2,55 25	370 1,97 19,3	445 1,76 17,3	575 1,52 14,9	720 1,33 13	940 1,14 11,2	1190 0,991 9,72	1470 0,876 8,6	1860 0,764 7,49	2300 0,675 6,63	2880 0,592 5,81	3645 0,516 5,06	4630 0,449 4,4	5880 0,39 3,83

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
14	12	118	255	395	480	620	775	1015	1280	1585	2000	2475	3100	3925	4990	6330
			2,92	2,25	2,08	1,74	1,52	1,3	1,14	1	0,875	0,774	0,678	0,591	0,514	0,447
			28,7	22,1	19,8	17	14,9	12,8	11,1	9,85	8,58	7,59	6,65	5,8	5,04	4,3
15	13,75	135	870	425	515	665	830	1085	1375	1695	2145	2650	3325	4210	5945	6785
			3,32	2,56	2,29	1,97	1,73	1,48	1,29	1,14	0,993	0,878	0,769	0,671	0,583	0,507
			32,5	25,1	22,4	19,3	16,9	14,5	12,6	11,2	9,74	8,61	7,55	6,58	5,72	4,98
16	15,65	153	290	450	545	705	885	1160	1465	1810	2290	2825	3545	4485	5700	7235
			3,73	2,88	2,58	2,22	1,94	1,66	1,45	1,28	1,12	0,988	0,866	0,755	0,65	0,571
			36,6	28,2	25,3	21,8	19,1	16,3	14,2	12,6	11	9,7	8,49	7,4	6,44	5,6
17	17,7	173	310	480	580	750	940	1230	1555	1920	2435	3000	3770	4770	6055	7690
			4,17	3,22	2,88	2,48	2,17	1,86	1,62	1,43	1,25	1,1	0,968	0,843	0,734	0,638
			40,9	31,6	28,2	24,3	21,3	18,2	15,9	14,1	12,3	10,8	9,48	8,27	7,2	6,26
18	19,8	194	825	510	615	795	995	1300	1650	2035	2575	3180	3990	5045	6410	8140
			4,63	3,57	3,2	2,75	2,41	2,06	1,8	1,59	1,39	1,23	1,07	0,937	0,815	0,709
			45,5	35	31,4	27	23,7	20,3	17,7	15,6	13	12	10,5	9,19	7,99	6,95
19	22,1	217	345	535	650	840	1055	1375	1740	2150	2720	3355	4210	5330	6770	8595
			5,12	9,94	3,53	3,04	2,66	2,28	1,99	1,76	1,53	1,35	1,19	1,03	0,9	0,783
			50,2	38,7	34,6	29,8	26,1	22,4	19,5	17,2	15	13	11,6	10,1	8,83	7,6
20	24,5	240	360	565	685	885	1110	1445	1830	2260	2860	3535	4435	5610	7125	9045
			5,62	4,33	3,88	3,34	2,93	2,5	2,18	1,93	1,68	1,49	1,3	1,14	0,388	0,86
			65,2	42,48	38	32,8	28,7	24,6	21,4	18,9	16,5	14,6	12	11,1	9,4	8,4

Продолжение таблицы

Скорость движения воздуха, м/с	Динамическое давление		Диаметр воздуховода, мм													
	кгс/м ²	Па	450	500	560	630	710	800	900	1000	1120	1250	1400	1600	1800	2000
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0,5	0,01	0,1	285 0,0009 0,006	355 0,008 0,0083	445 0,0007 0,0073	560 0,006 0,0062	715 0,0005 0,0053	905 0,0004 0,0046	1145 0,004 0,004	1415 0,0003 0,0035	1770 0,0003 0,003	2210 0,0002 0,0023	2770 0,0002 0,0026	3620 0,0002 0,0019	4580 0,0002 0,0016	5650 0,0001 0,0014
0,6	0,02	0,2	345 0,0013 0,013	425 0,0011 0,0115	530 0,001 0,0099	670 0,0008 0,0086	855 0,0007 0,0074	1085 0,0006 0,0063	1375 0,0004 0,0055	1695 0,0004 0,0048	2130 0,0004 0,0042	2650 0,0003 0,0036	3325 0,0003 0,003	4940 0,0002 0,0027	5470 0,0002 0,0023	6785 0,0002 0,0021
0,7	0,03	0,3	400 4,0017 0,0172	495 0,0015 0,0151	620 0,0013 0,0131	785 0,0011 0,011	1000 0,0009 0,0097	1265 0,0008 0,0083	1600 0,0007 0,0072	1980 0,0006 0,0063	2480 0,0005 0,0054	3090 0,0005 0,0047	3880 0,0004 0,004	5065 0,0003 0,0036	6410 0,0003 0,003	7910 0,0002 0,0027
0,8	0,04	0,4	450 0,0022 0,0217	565 0,0019 0,019	710 0,0016 0,0165	900 0,0014 0,0142	1140 0,0012 0,0123	1445 0,0011 0,0106	1830 0,0009 0,0091	2260 0,0008 0,0079	2840 0,0007 0,0069	3535 0,0006 0,0061	4430 0,0005 0,0053	5790 0,0004 0,0045	7330 0,0004 0,0039	9040 0,0003 0,0035
0,9	0,05	0,5	615 0,0027 0,0267	635 0,0023 0,0234	800 0,002 0,02	1010 0,0017 0,0175	1280 0,0015 0,015	1630 0,0013 0,013	2060 0,0011 0,0112	2545 0,001 0,0098	3190 0,0008 0,0086	3975 0,0007 0,0075	4990 0,0006 0,0066	6515 0,0005 0,0056	8245 0,00050 ,0049	10180 0,0004 0,0043
1	0,06	0,6	570 0,0022 0,032	710 0,0028 0,028	890 0,0024 0,028	1120 0,0021 0,021	1425 0,0018 0,0181	1810 0,0015 0,0156	2290 0,0013 0,0135	2825 0,0012 0,0119	3545 0,0011 0,0105	4415 0,0009 0,0091	5540 0,0008 0,008	7235 0,0007 0,0068	9160 0,0006 0,006	11310 0,0005 0,00053

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1,2	0,09	0,9	685 0,0045 0,044	850 0,0039 0,0387	1055 0,0034 0,0336	1345 0,003 0,029	1710 0,0025 0,0249	2170 0,0022 0,0216	2750 0,0019 0,0188	3390 0,0017 0,0167	4255 0,0015 0,0146	5300 0,0013 0,0128	6650 0,0011 0,011	8685 0,001 0,0096	10990 0,0009 0,0084	13570 0,0008 0,0074
1,4	0,12	1,2	800 0,0053 0,0578	990 0,0051 0,0506	1240 0,0044 0,0439	1570 0,0038 0,0379	1995 0,0033 0,033	2530 0,0029 0,0287	3200 0,0025 0,025	3960 0,0022 0,0221	4965 0,0019 0,0174	6185 0,0017 0,017	7755 0,0015 0,0149	10130 0,0013 0,0128	12820 0,0011 0,011	16830 0,001 0,0098
1,6	0,16	1,5	915 0,0074 0,073	1130 0,0065 0,064	1420 0,0056 0,0556	1795 0,0049 0,0484	2280 0,0042 0,0421	2895 0,0037 0,0366	3664 0,0325 0,319	4523 0,0028 0,0282	5675 0,0025 0,0237	7065 0,0028 0,0218	8865 0,00195 0,019	11580 0,0016 0,0163	14660 0,0014 0,0142	18090 0,0012 0,0126
1,8	0,2	1,9	1030 0,0091 0,0097	1270 0,008 0,0287	1595 0,007 0,0689	2020 0,0061 0,0601	2565 0,0053 0,0523	3255 0,0046 0,0396	4120 0,00404 0,0396	5090 0,0035 0,035	6385 0,0031 0,0307	7950 0,0027 0,027	9975 0,0024 0,0237	13030 0,002 0,0203	16490 0,0018 0,0177	20350 0,0015 0,0156
2	0,24	2,4	1145 0,011 0,108	1415 0,0097 0,0954	1775 0,0085 0,0836	2244 0,0074 0,0729	2850 0,0064 0,0634	3620 0,0056 0,0052	4580 0,0049 0,0461	5655 0,0043 0,0425	7090 0,0038 0,0372	8835 0,0033 0,0328	11080 0,0029 0,0287	14470 0,0025 0,0216	18320 0,0021 0,0214	27620 0,0019 0,0189
2,5	0,38	3,7	1430 0,0166 0,162	1765 0,0146 0,144	2216 0,0128 0,126	2805 0,0112 0,11	3663 0,0097 0,0954	4523 0,0024 0,083	5725 0,0073 0,0724	7065 0,0065 0,064	8865 0,0057 0,0561	11040 0,005 0,493	13850 0,0044 0,0432	18090 0,0037 0,037	22900 0,0032 0,0322	28300 0,0029 0,0285
3	0,55	5,4	1715 0,0231 0,227	2120 0,0205 0,201	2660 0,0179 0,176	3365 0,0156 0,153	4275 0,0136 0,153	5430 0,0118 0,116	6870 0,0103 0,101	8480 0,0091 0,0894	10600 0,0079 0,0783	13250 0,007 0,0689	16620 0,0061 0,0604	21700 0,0052 0,0517	27480 0,0045 0,045	33920 0,004 0,0398
3,5	0,75	7,3	2000 0,0307 0,301	2475 0,027 0,266	3100 0,0238 0,233	3925 0,0207 0,203	4990 0,018 0,177	6330 0,0157 0,154	9015 0,0137 0,134	9895 0,0121 0,119	12410 0,0106 0,104	15460 0,0093 0,0914	19390 0,0081 0,08	25330 0,0069 0,0685	32060 0,0060 0,0597	39580 0,0053 0,0528

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
4	0,98	9,6	2290 0,0392 0,385	2825 0,0347 0,34	3545 0,0304 0,298	4490 0,0265 0,26	5700 0,023 0,226	7235 0,02 0,197	9160 0,0175 0,171	11310 0,0154 0,151	14180 0,0135 0,133	17670 0,0119 0,117	22160 0,0104 0,102	28950 0,0089 0,0875	36640 0,0077 0,0763	45230 0,0068 0,0675
4,5	1,24	12,1	2575 0,0486 0,477	3180 0,043 0,422	3990 0,0377 0,37	5050 0,0329 0,322	6413 0,0296 0,28	8142 0,0249 0,244	10300 0,0217 0,213	12720 0,0192 0,188	13960 0,0168 0,165	19880 0,0148 0,145	24950 0,0129 0,127	32570 0,0111 0,109	41220 0,0096 0,0943	50890 0,0085 0,0834
5	1,53	15	2860 0,059 0,579	3535 0,0522 0,512	4435 0,0457 0,449	5610 0,0399 0,391	7125 0,0347 0,34	9045 0,0302 0,296	11450 0,0263 0,253	14140 0,0237 0,2232	1773000 ,0204 0,2	22090 0,0179 0,176	27700 0,0157 0,154	36190 0,0134 0,132	45800 0,0117 0,115	56540 0,0104 0,102
5,5	1,85	18,2	3145 0,0703 0,689	3885 0,0622 0,61	4875 0,0545 0,534	6170 0,0475 0,466	7835 0,0413 0,405	9945 0,0359 0,352	12590 0,0313 0,307	15545 0,0277 0,272	19500 0,0243 0,238	24290 0,0213 0,209	30460 0,0187 0,183	39790 0,016 0,157	50960 0,0139 0,137	62170 0,0123 0,181
6	2,2	21,6	3435 0,0824 0,809	4240 0,0729 0,715	5320 0,0639 0,627	6730 0,0557 0,546	8550 0,0484 0,475	10860 0,0421 0,413	13740 0,0367 0,36	16960 0,0325 0,319	21280 0,0285 0,279	26500 0,025 0,246	33250 0,0219 0,215	43420 0,0188 0,184	54960 0,0164 0,16	67850 0,0145 0,142
6,5	2,58	25,4	3720 0,0995 0,937	4590 0,0844 0,828	5760 0,074 0,726	7290 0,0645 0,632	9260 0,0561 0,55	11755 0,0488 0,479	14880 0,0425 0,417	18370 0,0376 0,369	23040 0,0329 0,323	28700 0,029 0,284	36000 0,0254 0,249	47020 0,0217 0,213	59520 0,0189 0,186	73470 0,0168 0,164
7	3	29,4	4000 0,109 1,07	4945 0,0967 0,949	6200 0,0847 0,831	7855 0,0739 0,725	9975 0,0642 0,63	12660 0,0559 0,54	16030 0,0481 0,478	19790 0,0431 0,423	24820 0,0377 0,37	30920 0,0332 0,326	38790 0,0291 0,285	50660 0,0249 0,244	64120 0,0217 0,213	79160 0,0192 0,188
7,5	3,44	33,7	4290 0,124 1,22	5300 0,11 1,08	6645 0,0962 0,943	8410 0,0838 0,822	10680 0,0729 0,715	13560 0,0634 0,622	17170 0,0553 0,542	21200 0,048 0,48	26590 0,0428 0,42	33120 0,0377 0,37	41540 0,033 0,324	54260 0,0283 0,277	68670 0,0246 0,242	84780 0,0218 0,214



Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
8	3,9	38,4	4580 0,14 1,37	5655 0,124 1,21	7090 0,108 1,06	8975 0,0945 0,925	11400 0,0821 0,805	14470 0,0714 0,7	17320 0,0622 0,61	22620 0,055 0,54	28370 0,0482 0,473	35340 0,0424 0,416	44330 0,0372 0,365	57900 0,0313 0,312	73280 0,0277 0,272	90460 0,0245 0,24
8,5	4,42	43,3	4865 0,156 1,53	6000 0,138 1,35	7530 0,121 1,19	9530 0,105 1,03	12110 0,0917 0,9	15370 0,0798 0,785	19460 0,0695 0,638	24020 0,0615 0,603	30130 0,0539 0,529	37530 0,0474 0,465	47080 0,0415 0,407	61500 0,0355 0,349	77800 0,031 0,304	96100 0,0274 0,269
9	4,95	48,6	5150 0,113 1,7	6360 0,153 1,5	7980 0,134 1,32	10100 0,117 1,15	12830 0,102 0,999	16280 0,0886 0,869	20610 0,0772 0,758	25440 0,0683 0,67	31900 0,0598 0,587	39750 0,0526 0,516	49870 0,0461 0,462	65130 0,0395 0,387	82440 0,0344 0,337	101800 0,0304 0,298
10	6,12	60	5725 0,21 2,06	7070 0,186 1,82	8865 0,163 1,6	11220 0,142 1,39	14250 0,124 1,21	18100 0,107 1,05	22900 0,0997 0,919	28270 0,0828 0,813	35460 0,0726 0,712	44170 0,0639 0,626	55410 0,0559 0,549	72370 0,0479 0,47	91600 0,0417 0,409	113100 0,0366 0,362
11	7,4	72,6	6300 0,25 2,46	7770 0,221 2,17	9752 0,194 1,9	12340 0,169 1,66	15680 0,147 1,44	19900 0,128 1,26	25200 0,112 1,09	31100 0,0987 0,968	39000 0,0864 0,848	48600 0,076 0,746	60950 0,0666 0,654	79600 0,057 0,559	100800 0,0497 0,488	124400 0,0439 0,431
12	8,8	86,4	6870 0,294 2,88	8480 0,26 2,55	10640 0,228 2,23	13460 0,196 1,95	17100 0,173 1,69	21700 0,15 1,47	27500 0,131 1,28	33900 0,116 1,14	42550 0,101 0,995	53000 0,0892 0,875	66500 0,0782 0,767	86850 0,066 0,656	109900 0,0583 0,578	105700 0,0515 0,506
13	10,35	101	7440 0,34 3,34	9190 0,301 2,95	11530 0,264 2,59	14590 0,23 2,25	18530 0,2 1,96	23500 0,174 1,71	29770 0,152 1,49	36750 0,134 1,31	46100 0,117 1,15	57420 0,103 1,01	72030 0,0905 0,888	94100 0,0775 0,76	119100 0,0675 0,662	147000 0,0597 0,586
14	12	118	8015 0,39 3,82	9900 0,345 3,38	12400 0,302 2,96	15700 0,263 2,58	19950 0,229 2,25	25330 0,199 1,95	32060 0,174 1,7	39600 0,154 1,51	49650 0,135 1,32	61850 0,118 1,16	77550 0,104 1,02	101300 0,0884 0,87	128200 0,0773 0,759	158300 0,0684 0,671



Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
15	13,75	135	8585	10600	13300	16830	21380	27140	34350	42400	53200	66250	83100	108600	137400	169600
			0,442	0,391	0,343	0,299	0,26	0,226	0,197	0,174	0,153	0,134	0,118	0,101	0,0873	0,0776
			4,34	3,84	3,36	2,93	2,55	2,22	1,93	1,71	1,5	1,32	1,15	0,988	0,861	0,761
16	15,65	153	9155	11300	14180	17950	22800	28940	36620	45220	56720	70650	88600	115750	146400	180900
			0,498	0,44	0,386	0,336	0,292	0,254	0,222	0,196	0,172	0,151	0,132	0,113	0,0988	0,0874
			4,88	4,32	3,78	3,3	2,87	2,5	2,18	1,92	1,69	1,48	1,3	1,11	0,969	0,851
17	17,7	173	9730	12010	15070	19070	24230	30760	38930	48060	60290	75066	94200	123000	155700	192200
			0,556	0,492	0,431	0,376	0,327	0,284	0,248	0,219	0,192	0,169	0,148	0,127	0,11	0,0976
			5,46	4,83	4,23	3,69	3,21	2,43	2,43	2,15	1,88	1,66	1,45	1,24	1,08	0,958
18	19,8	194	10300	12700	15950	20190	25640	32550	41200	50870	63800	79480	99700	130220	165000	203500
			0,619	0,546	0,479	0,417	0,363	0,316	0,275	0,243	0,213	0,188	0,164	0,141	0,123	0,108
			6,06	5,36	4,7	4,09	3,56	3,1	2,7	2,39	2,0	1,84	1,61	1,38	1,2	1,06
19	22,1	217	10880	13430	16840	21320	27080	34380	43500	53700	67400	84000	105300	137500	174000	214900
			0,682	0,603	0,529	0,461	0,401	0,349	0,304	0,269	0,235	0,207	0,181	0,155	0,135	0,12
			6,69	5,92	5,19	4,52	3,93	3,42	2,98	2,64	2,31	2,03	1,78	1,52	1,33	1,17
20	24,5	240	11450	14130	17750	22440	28500	36200	45800	56540	70900	88350	110800	144700	183200	226200
			0,749	0,663	0,581	0,506	0,44	0,383	0,334	0,295	0,259	0,228	0,199	0,171	0,149	0,132
			7,35	6,5	5,7	4,97	4,32	3,76	3,27	2,9	2,9	2,23	1,96	1,67	1,46	1,29