



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 воздухопроводов

| 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 воздухопроводы круглого сечения; при технико-экономическом обосновании допускаются воздухопроводы прямоугольного сечения.

В настоящее время при проектировании систем вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования следует руководствоваться Ведомственными строительными нормами ВСН 353-86 «Проектирование и применение воздухопроводов 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).

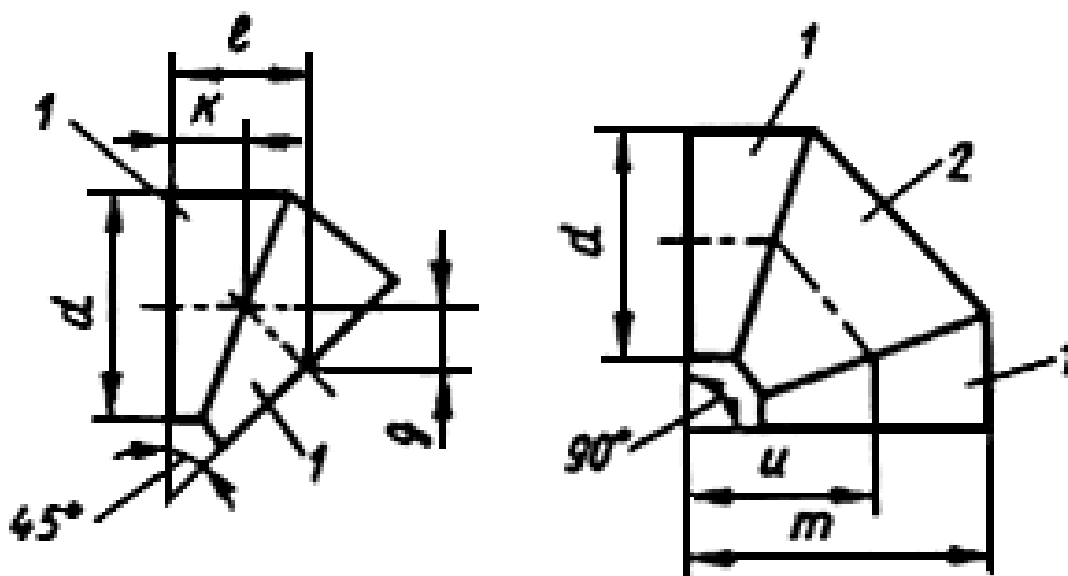


Рисунок 1 – Отводы круглого сечения: 1 – стакан; 2 – звено

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.

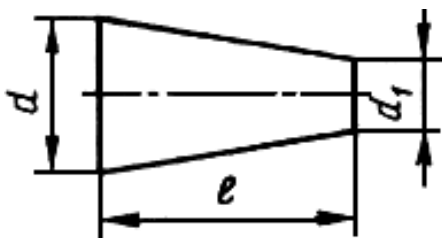


Рисунок 2 – Переход круглого сечения

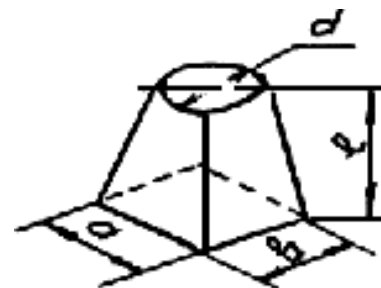


Рисунок 3– Переход с круглого на прямоугольное.

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

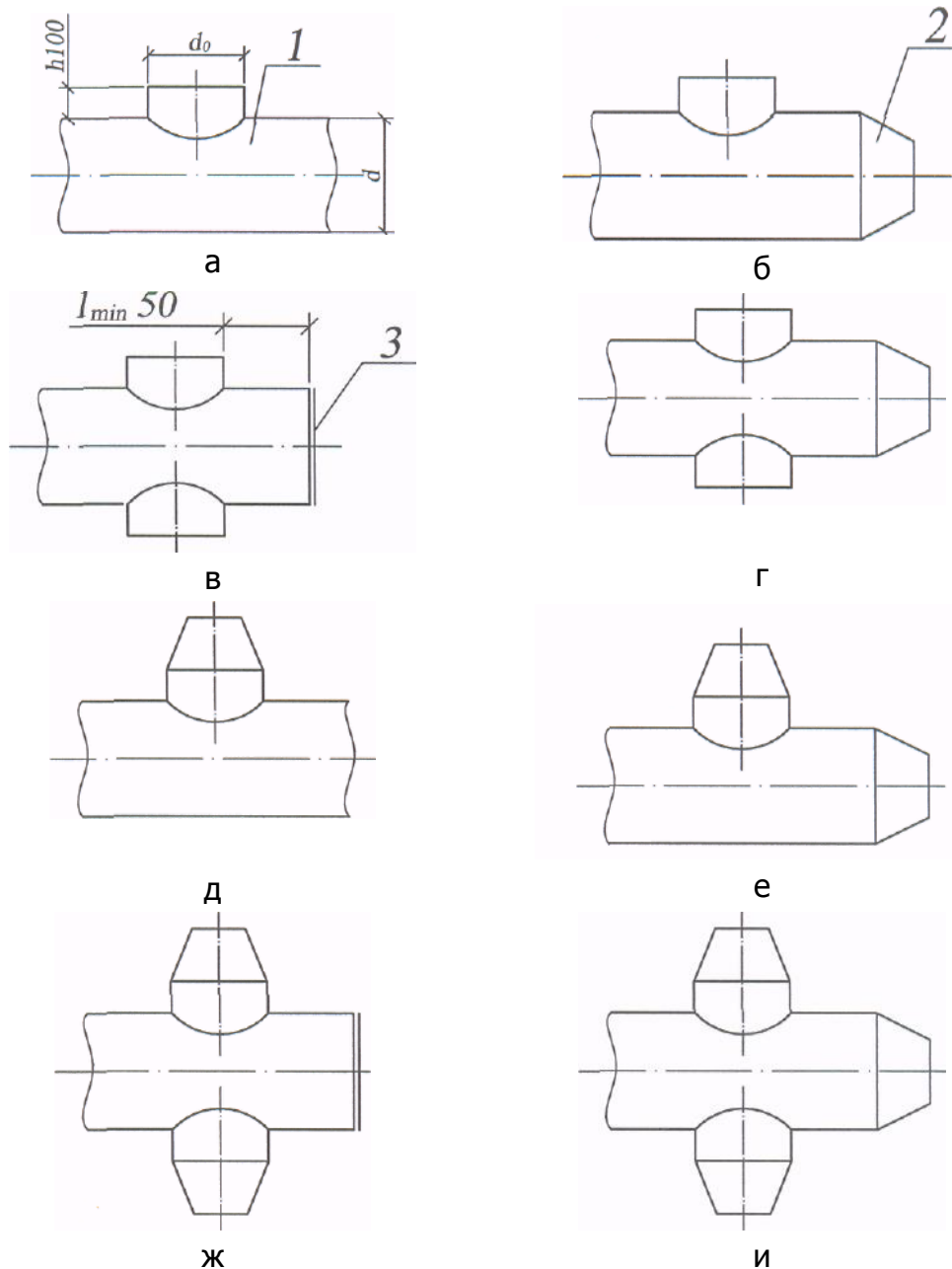


Рисунок 4 – Схемы образования узлов ответвлений круглого сечения:
1 – прямой участок с врезкой; 2 – переход; 3 – заглушка

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 ;

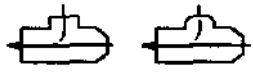
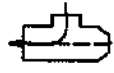
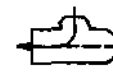
- отводов 45° – 0,23;
- узлов ответвлений в таблице 7, 10.

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.

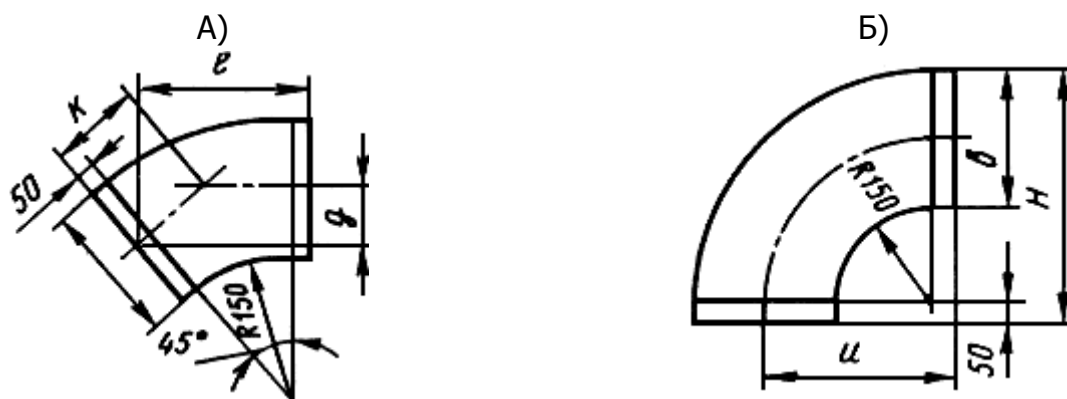


Рисунок 5– Отводы прямоугольного сечения:
 А – с углом 45° ; Б – с углом 90°

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.

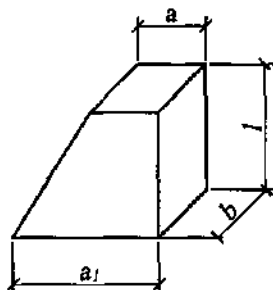


Рисунок 6 – Переход прямоугольного сечения

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.

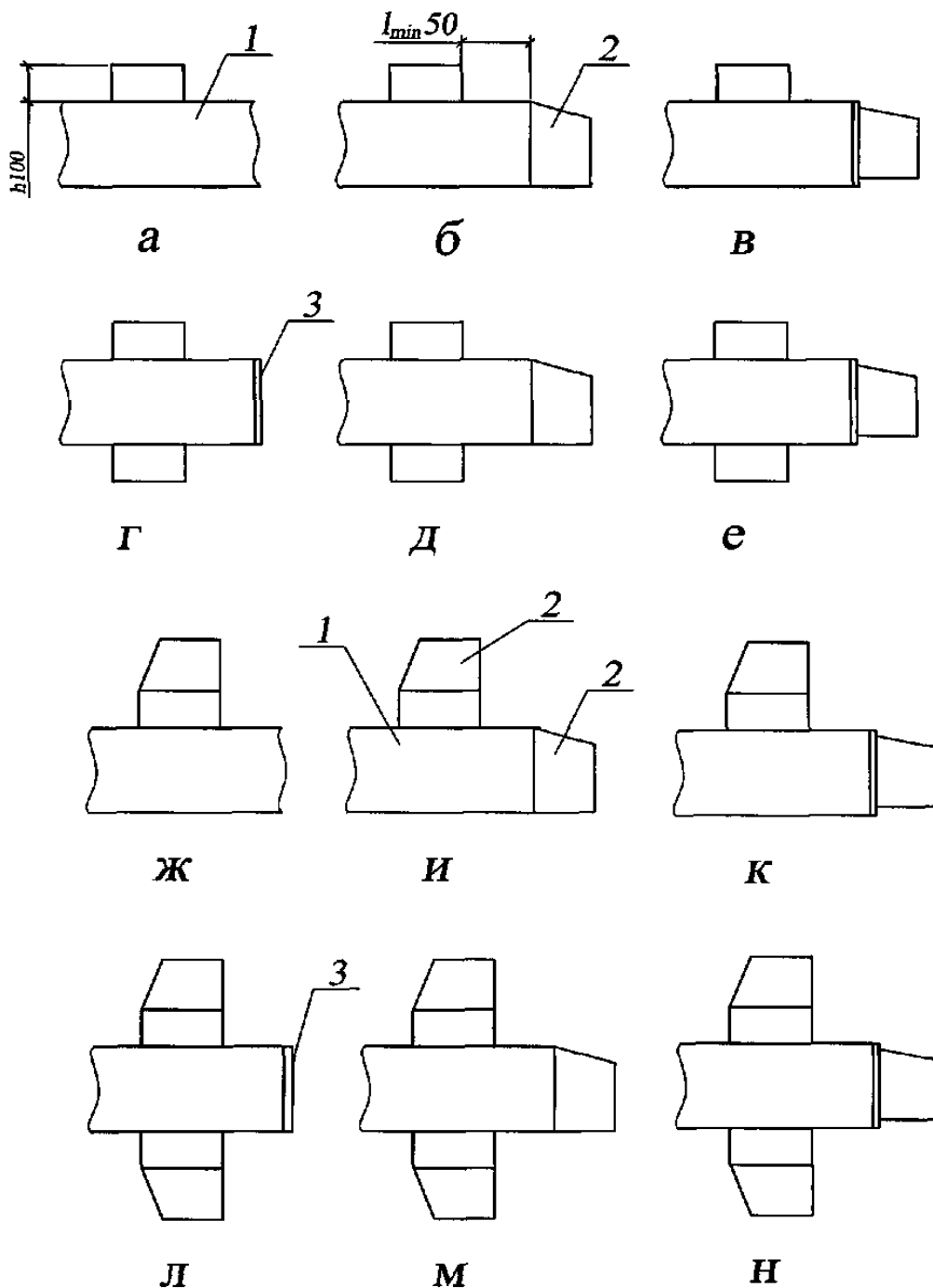


Рисунок 7 – Схемы образования узлов ответвлений прямоугольного сечения:
1 – прямой участок с врезкой; 2 – переход; 3 – заглушка

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

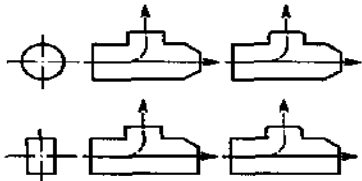
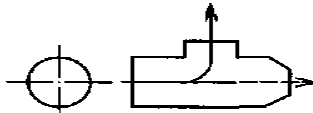
| Коэффициент сопротивления | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------|------------|-------------|------------|------------|--|------------|------------|------------|------------|-------------|------------|------------|--|
| прохода | | | | | | ответвления | | | | | | | | |
|  | | | | | |  | | | | | | | | |
| $\frac{L_0}{L_c}$ | 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 | | | | | | | $\frac{0,76}{0,54}$ | $\frac{0,71}{0,50}$ | $\frac{0,35}{0,48}$ | $\frac{0,64}{0,45}$ | $\frac{0,60}{0,42}$ | $\frac{0,57}{0,40}$ |
| 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 воздухопроводов 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 | 2215 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 0,0204 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 |