

Техника

Оглавление

Понятия	196
Обозначения и коэффициенты пересчета.....	197
Теплотехнические данные	198
Формулы	198
Качество воздуха	199
Вентиляторы, общие сведения	202
Потери вентиляторов в системе воздуховодов.....	204
Уровень шума	205
Расчеты по шуму	206
Уровень шума в помещении, обратное поле.....	208
Вентиляторы при отклонениях значений плотности воздуха	209
Классы окружающей среды	210
ИД-диаграмма, детали, температура воздуха -25 - +40° С.....	211
ИД-диаграмма, температура воздуха -25 - +55° С.....	212
Потери давления в воздуховодах.....	213

Понятия

Денситет

Денситет (удельная плотность) выражает массу на единицу объема. Для газов используется 1 kg/m^3 .

Мощность

Интернациональная единица 1 Watt (1 W) , применяемая для всех видов мощности/эффекта, например, электрическая мощность, механическая мощность, тепловая мощность. Для механической мощности используется также $1 \text{ hk (1hk = 0,736 kW)}$. Для тепловой мощности используется также $1 \text{ kcal/h (1 kW = 860 kcal/h)}$.

Энергия

Интернациональная единица 1 Joule (1J) . $1 \text{ J} = 1 \text{ Ws} = 1 \text{ Nm}$. Данная единица используется в дальнейшем для тепловой энергии. $1 \text{ kcal} = 4186 \text{ J}$ или $1 \text{ kcal} = 4,186 \text{ kJ}$. $1 \text{ J} = 2,38889 \times 10^{-4} \text{ kcal}$. Для электрической энергии используется обычно $1 \text{ kWh (1kWh = 3 600 000 Ws)}$.

Расход

Расход выражает объем на единицу времени, обычно на секунду, m^3/s . В дальнейшем $1 \text{ m}^3/\text{h} = 2,8 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$.

Масса - вес - сила

Интернациональная единица массы $1 \text{ kilogram (1 kg)}$ используется для данного материала в данном теле и не зависит от положения данного тела в пространстве.

Вес - показывает влияние силы тяжести на массу и не используется как синоним понятия масса. Вес тела меняется с изменением его места на земле.

Интернациональная единица силы 1 newton (1 N) . 1 N -это сила, дающая массе 1 kg ускорение 1 m/s^2 . $10 \text{ N} = 1 \text{ kp (1 kgf)}$.

Температура

Для абсолютной температуры используется единица 1 Kelvin (1K) . Температура выше температуры таяния льда показывается в единицах $\text{grad Celsius (}^\circ\text{C)}$.

Давление

Давление выражает силу на единицу поверхности. Единица называется pascal, Pa . $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$. Более высокое значение данной величины- $1 \text{ bar} = 100 \text{ kPa}$. Повышение давления в вентиляторах, а также падение/перепад давления в воздуховодах, клапанах и проч., ранее показывалось в единицах $1 \text{ mm vr} = 1 \text{ kp/m}^2$. В новых единицах измерения это выглядит так: $1 \text{ mm vr} = 9,81 \text{ Pa}$. Если допускается погрешность 2% , то можно сказать, что $10 \text{ Pa} = 1 \text{ mmvr}$.

Число оборотов

Число оборотов при вращательном движении в системе SI- 1 radian в секунду (1 rad/s).

Не путать с единицей обороты в минуту $1 \text{ r/m} = 2\pi/60 \text{ rad/s}$.

Обозначения и коэффициенты пересчета

Коэффициенты пересчета

В таблице приведены наиболее часто встречающиеся в технике вентиляторов и подготовки воздуха понятия. Коэффициенты пересчета округле-

ны до 3 десятичных знаков. В скобках указаны возможные к практическому применению значения с погрешностью до 2 %.

Понятие	Обозначения	SI-единица измерения	Ранее использовалось	Коэффициент пересчета	
Сила	F	N	kp	1 N = 0,102 kp (1 N 0,1 kp)	1 kp = 9,807 N (1 kp 10 N)
Давление	p	Pa	mm vp	1 Pa = 0,102 mm vp (1 Pa 0,1 mm vp)	1 mm vp = 9,807 Pa (1 mm vp 10 Pa)
		bar	kp/cm ²	1 bar = 1,020 kp/cm ² 1 bar 1 kp/cm ²	1 kp/cm ² = 0,981 bar (1 kp/cm ² ≈ 1 Bar)
		mbar	torr ¹⁾	1 mbar ≈ 0,750 torr (1 000 mbar ≈ 760 mm Hg)	1 torr ≈ 1,333 mbar
Расход	q	m ³ /s	m ³ /h	1 m ³ /s = 3 600 m ³ /h	1 m ³ /h = 0,278 x 10 ⁻³ m ³ /s (1 000 m ³ /h ≈ 0,28 m ³ /s)
Мощность	P	kW	hk	1 kW = 1,360 hk	1 hk = 0,736 kW
		kW	kcal/h	1 kW = 860 kcal/h	1 kcal/h = 1,163 x 10 ⁻³ kW
Энергия	W	kJ	kcal	1 kJ = 0,239 kcal	1 kcal = 4,187 kJ
Энтальпия	i	kJ/kg	kcal/kg	1 kJ/kg = 0,239kcal/kg	1 kcal/kg = 4,187 kJ/kg
Удельное тепло	c _p	kJ/kg grad	kcal/kg °C	1 kJ/kg grad = 0,239 kcal/kg °C	1 kcal/kg °C = 4,187 kJ/kg grad
Коэффициент теплопроводности	λ	W/m grad	kcal/m °C	1 W/m grad = 0,860 kcal/m °C h	1 kcal/m °C h = 1,163 W/m grad
Коэффициент теплопередачи	k	W/m ² grad	kcal/m ² °C h	1 W/m ² grad = 0,860 kcal/m ² °C h	1 kcal/m ² °C h = 1,163 W/m ² grad

¹⁾ 1 torr = 1 mm Hg при 0°C и при g = 9,80665m/s².

Теплотехнические данные

Формулы

Воздух, p – 1 bar

Температура °C	Денситет kg/m ³	Удельное тепло kJ/kg grad	Кэф.ткплопроводн. W/m grad
0	1,275	1,006	0,0242
20	1,188	1,007	0,0254
40	1,112	1,008	0,0267
60	1,045	1,009	0,0279
80	0,986	1,010	0,0295
100	0,933	1,012	0,0318

Вода

Температура °C	Денситет kg/m ³	Удельное тепло kJ/kg grad	Кэф.ткплопроводн. W/m grad
0	999,8	4,212	0,550
20	998,0	4,187	0,599
40	992,2	4,178	0,634
60	983,3	4,180	0,659
80	971,9	4,193	0,675
100	958,4	4,216	0,684

Расход воздуха, q m³/s

$$q = A \cdot v$$

A = площадь поперечного сечения, m²

v = скорость воздуха, m/s

Динамическое давление, p_d Pa

$$p_d = \frac{\rho \cdot v^2}{2}$$

ρ = денситет воздуха, kg/m³

v = скорость воздуха, m/s

Гидравлический диаметр, d_h m

$$d_h = \frac{4 \cdot A}{O}$$

A = площадь поперечного сечения, m²

O = периметр сечения воздуховода, m

d_h для воздуховода прямоугольного сечения

$$d_h = \frac{2 \cdot a \cdot b}{a + b}$$

a и b - стороны сечения воздуховода

d_h для воздуховода круглого сечения

d_h = d = диаметр сечения воздуховода

Общее падение давления -приточный воздух, p_t Pa

$$p_t = p_s + p_d$$

p_s = статическое падение давления, Pa

p_d = динамическое падение давления, Pa

Общее падение давления -отработанный воздух, p_t Pa

$$p_t = (-p_s) + p_d$$

- p_s = негативное статическое падение давления, Pa

p_d = динамическое падение давления, Pa

Площадь поперечного сечения круглого воздуховода, A m²

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

d = диаметр сечения воздуховода, m

Периметр поперечного сечения круглого воздуховода, O m

$$O = \pi \cdot d$$

d = диаметр сечения воздуховода, m

Денситет воздуха, ρ kg/m³

$$\rho_t = 1,293 \cdot \frac{B}{1013} \cdot \frac{273}{273 + t}$$

B = высота ртутного столба барометра, mbar

t = температура воздуха, °C

Мощность холода/тепла, P kW

$$P = q \cdot \rho \cdot c_p \cdot \Delta t$$

q = расход воздуха, m³/s

ρ = денситет воздуха, kg/m³

c_p = удельная теплоемкость воздуха, kJ/kg, K (≈1,0)

Δt = разность температур, °C, между отработанным и приточным воздухом

Качество воздуха- потребность в воздухе

Величину необходимого расхода воздуха с точки зрения его качества определяет формула :

$$q_v = \frac{\dot{m} \cdot 10^6}{C - C_{in}} \quad (l/s)$$

q = расход воздуха для вентиляции (l/s)

\dot{m} = выделение загрязнений (l/s)

C = рекомендуемая граничная величина загрязнений (ppm)

C_{in} = имеющийся начальный уровень загрязнений (ppm)

Пример:

Помещение офиса. Сидящий человек выделяет около 18 л CO₂ в час, т.е. 0,005 л/с. Имеющийся начальный уровень загрязнений CO₂ не менее (в городской зоне обычно более) 350 ppm.

При имеющемся начальном уровне 400 ppm CO₂ получаем требуемый расход воздуха на 1 человека:

$$q_v = \frac{5000}{C - 400} \quad (л/с, чел)$$

В помещении класса AQ1¹ требования по CO₂ -

≤ 600 ppm, в помещении класса AQ2¹ ≤ 1000 ppm.

Тогда необходимый расход воздуха:

AQ1 = 25 л/с, на чел.

AQ2 = 8,3 л/с, на чел.

Выделение CO₂ одним человеком на 1 кг веса тела

Вид активности	CO ₂ л/ч, кг
Лежит-отдых	0,17
Сидит	0,26
Стоит	0,30
Ходит	0,35

Требуемый расход воздуха для разных помещений ¹⁾

Тип помещения	Чел./м ²	Расход возд. л/с, м ² при содержании CO ₂		
		600 ppm	800 ppm	1000 ppm
Офис				
- для 1 чел.	0.1	2.0	1.1	0.8
- несколько чел.	0.12	2.4	1.3	1.0
- переговорная	0.5	10.0	5.6	3.8
Школа				
- класс	0.5	10.0	5.6	3.8
- лаборатория	0.3	6.0	3.3	2.3
- бассейн	1.5	30.0	16.7	11.5
- гимнаст. зал	0.3	6.0	3.3	2.3
Библиотека	0.2	4.0	2.2	1.5
Бутик	0.2-0.3	6.0	3.3	2.3
Ресторан				
- зал ресторана	0.7	14.0	7.8	5.4
- кафе	1.0	20.0	11.1	7.7
- бар	1.0	20.0	11.1	7.7
Детсад ²⁾	0.4	3.8	2.2	1.5
Дисотека ³⁾	1.0	27.2	15.1	10.5
Зал ожидания/ Лобби	1.5	30.0	16.7	11.5

¹⁾ Среднего веса 70 кг, сидит

²⁾ Среднего веса 25 кг, ходит

³⁾ Среднего веса 70 кг, ходит

1)

Помещение класса AQ1= ≤ 10% ожидаемых недовольных климатом, AQ2 = ≤ 20%
"Недовольных" подразумевает чувственное восприятие человеком климата в помещении.

Качество воздуха- воздух помещения

Допустимое содержание загрязнений в помещениях разной классности:

Тип загрязнения		Мах содержание, класс			Примечания
		AQ1 ¹	AQ2 ¹	AQX	
Оксид углерода/угарный газ, всего	MV 0,5 ч	60	60	Enl spec	Согласно WHO-AQG Согласно Naturvårdsverket förslag 890808 Согласно WHO-Euro 103, 1986
	MV 8 ч	6	6	“	
	- от курения MV 1 ч	2	5	“	
Диоксид углерода (в ppm*)	MV 1 ч	1000	1800	“	Для AQ1 согласно ASHRAE 62-1989, для AQ2 согласно Morey et al (IAQ 1986)
	Озон MV 1 ч	0,05	0,07	“	
Диоксиды азота	MV 1 ч	0,11	0,11	“	Согласно NaturvårdsverketS förslag 890808
	MV 24 ч	0,08	0,08		
Летучие органические вещества (VOC)	- всего MV 0,5 ч	0,2	0,5	“	Согласно Mölhave, а также согласно Healthy Buildings 1988 (НВ-88) Согласно WHO-IAQ и Berglund et al 1985
	- формальдегид MV 0,5 ч	0,05	0,1		
Частицы от курения, вдыхаемые	MV 1 ч	0,1	0,15	“	Согласно WHO-Euro 103, 19867
Пыль**		0,06	0,15		Согласно O Seppanen 1989
Плесень*** cfu/m ³		50	150	“	Согласно Holmberg (Sunda huset 1987) и Canadian Ministry of Health 1987.
Бактерии cfu/m ³		4500	4500	“	

MV: Среднее значение за определенное время

* ppm пересчитано из микрограмм/м³

(µg/m³) по формуле:

$$\text{ppm} = \frac{24,1 \times \text{mg/m}^3}{\text{molvikt}}$$

Molvikt(мольвес): Диоксид углерода 44, оксид углерода 28, диоксид серы 64, озон 36, диоксид азота 44, оксид азота 30.

Формальдегид 30.

** Пыль в mg/m³ кап можно пересчитать в количество частиц приближенно Количество частиц= число mg x 5000. (Для частиц размером около 10 µm, т.е. достаточно больших).

*** 1cfu = 1 colony forming unit. Количество болезнетворных частиц плесени должно быть равно 0.

1)

Помещение класса AQ1= ≤ 10% ожидаемых недовольных климатом, AQ2 = ≤ 20%

”Недовольных” подразумевает чувственное восприятие человеком климата в помещении.

Качество воздуха- термический внутренний климат

Санитарные границы температуры помещения- не ниже 18 °С и не выше 28 °С.

Температурный интервал комфорта- 20-24 °С.

Эффективность работы/способность

Влияние температуры помещения на способность человека выполнять работу весьма упрощенно представлено графиком справа, являющимся результатом различных тестирований физических и ментальных способностей человека в процессе работы.

Из графика видно сильное ухудшение наших ментальных и физических способностей с ростом температуры помещения.

Именно поэтому легко увидеть абсолютную выгоду в организации системы комфортного климата на предприятии, независимо от вида его деятельности.

Пример:

Неподвижная работа (офис).

Температура помещения 25 °С.

По сравнению с комфортной температурой, скорость работы снизилась до 70% и ментальная способность снизилась до 90%. Таким образом, работодатель получает от своего персонала не более 70% их способностей/эффективности.

Допустим, что стоимость 1 часа/1 чел. = 200:-*.

Допустим, что температура превышает 25°С около 100 рабочих часов в году. Убыток составит:

$$0,3 \times 200 \times 100 = 6000:-/1 \text{ чел.}$$

Инвестиция в хорошую вентиляционную систему не выше 300:-/м².

Площадь 20 м²/1 чел. дает сумму инвестиции 6.000:-/1 чел. , т.е. инвестиция окупается уже в первый летний сезон.

Частота несчастных случаев

Дополнительная причина необходимости создания хорошего внутреннего климата на предприятии- зависимость частоты несчастных случаев от изменений температуры, упрощенно представленная графиком справа.

* все данные в шведских кронах. НК

Эффективность работы (согласно Wyon)



Частота несчастных случаев (согласно Wyon)



1 clo = 0,155°C м²/W.

clo -значение термического сопротивления одежды

Например:

0,5 clo = легкая летняя одежда

1,0 clo = нормальная одежда внутри помещения

1,5 clo = теплая одежда внутри помещения

Вентиляторы- общие сведения

Словарь обозначений звукотехники

Абсорбция/звукопоглощение

Снижение энергии звука (превращение ее в тепловую в абсорбирующем материале).

А-уровень шума

Уровень давления звука, измеренный предназначенным для данных измерений инструментом с подключенным к нему А-фильтром. Обозначается как dB(A).

Децибел

Единица измерения логарифмической функции давления звука и мощности звука известной величины.

Эквивалентная площадь звукопоглощения

Эквивалентная площадь звукопоглощения помещения - это размер площади ограниченной поверхности, умноженный на среднюю абсорбционную способность этой поверхности.

Частота

В звукотехнике - это число звуковых колебаний в секунду. Единицы измерения - hertz (Hz).

Мощность звука, уровень мощности звука/шума

Мощность звука, измеряемая в W, это мощность, доставляемая воздухом и вызывающая звуковые колебания (шум). Эта логарифмическая функция называется уровень звуковой мощности и обозначается в dB, иногда в B ($1 B = 10 dB$).

Давление шума, уровень давления шума

Давление звука, измеряемое в Pa, это величина звуковых колебаний в воздухе. Эта логарифмическая функция называется уровень звукового давления и обозначается в dB.

Октавная полоса

Стандартное разделение зоны частот, с наименованиями согласно своим средним частот.

Общий уровень мощности звука/шума, $L_{w,tot}$

Логарифмическая сумма уровней мощности звука в октавной полосе 125–8000 Hz. Используется как исходное значение для расчета мощности звука в частотах октавной полосы.

Вентиляторы- общие сведения

Вентилятор предназначен транспортировать воздух либо иное газообразное вещество.

Чтобы воздух мог попасть в нужное место, например, в воздуховод, нужно создать повышенное давление в удобном месте системы. Такое давление и создает вентилятор, а в некоторых случаях, когда требуется особо высокое повышение давления- компрессор.

Обозначения

q = расход воздуха/газа на входе в вентилятор $\text{м}^3/\text{с}$ ($\text{м}^3/\text{ч}$)

Δp_t = рост давления вход/выброс вентилятора Pa (mm vp)

p_d = динамическое давление на выбросе из вентилятора Pa (mm vp)

p_a = абсолютное давление Pa (mm vp)

T = абсолютная температура K

n = число оборотов вентилятора r/min

P_u = теоретическая мощность kW

P_r = потребность в мощности рабочего колеса вентилятора kW

P_e = полученная от сети активная мощность kW

L = рабочая линия или номер ее

v = скорость воздуха на выбросе из вентилятора . m/s

η_r = КПД рабочего колеса вентилятора %

η_e = Общий КПД вентилятора %

δ = денситет воздуха/газа kg/m^3

Принцип работы

В вентиляторе движущаяся масса газа получает энергию от одного или нескольких рабочих колес с лопатками. При прохождении через рабочее колесо, как динамическое так и статическое давление газа обычно увеличивается.

На выходе из рабочего колеса и до выброса из вентилятора энергия скорости газа частично превращается в статическое давление.

В радиальных вентиляторах это превращение происходит в его "улитке". Площадь подключения вентиляторов в систему воздуховодов обычно одинакова на входе и на выбросе. Тогда скорость и динамическое давление в обоих его подключениях одинаковы, и общее повышение давления вентилятора понимается только как повышение статического давления между фланцами присоединений.

Вентилятор свободного всасывания, наоборот, всасывает воздух из помещения, где статическое давление и скорость равны 0, и доставляет его к выбросной зоне вентилятора с известной скоростью и повышенным статическим давлением. В этом случае общее повышение давления вентилятора понимается как повышение не только статического, но и динамического давления.

Понятие КПД вентилятора

КПД рабочего колеса вентилятора:

$$\eta_r = \frac{P_u}{P_r} \times 100\%$$

Общий КПД вентилятора:

$$\eta_e = \frac{P_u}{P_e} \times 100\%$$

где P_u -теоретическая мощность согласно

$$P_u = \frac{q \times \Delta p_t}{1\ 000}$$

где q дается в m^3/s и Δp_t в Pa .

Влияние числа оборотов вентилятора на его мощность

При неизменной нагрузке:

1. Расход воздуха прямо пропорционален числу оборотов

$$\frac{q}{q_1} = \frac{n}{n_1}$$

2. Статическое, динамическое и общее давление прямо пропорционально квадрату числа оборотов

$$\frac{p}{p_1} = \left(\frac{n}{n_1}\right)^2$$

3. Потребность в мощности прямо пропорциональна кубу числа оборотов

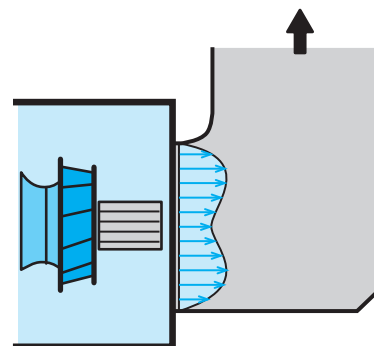
$$\frac{p}{p_1} = \left(\frac{n}{n_1}\right)^3$$

Формулы действительны при условии, что падение давления пропорционально квадрату расхода воздуха.

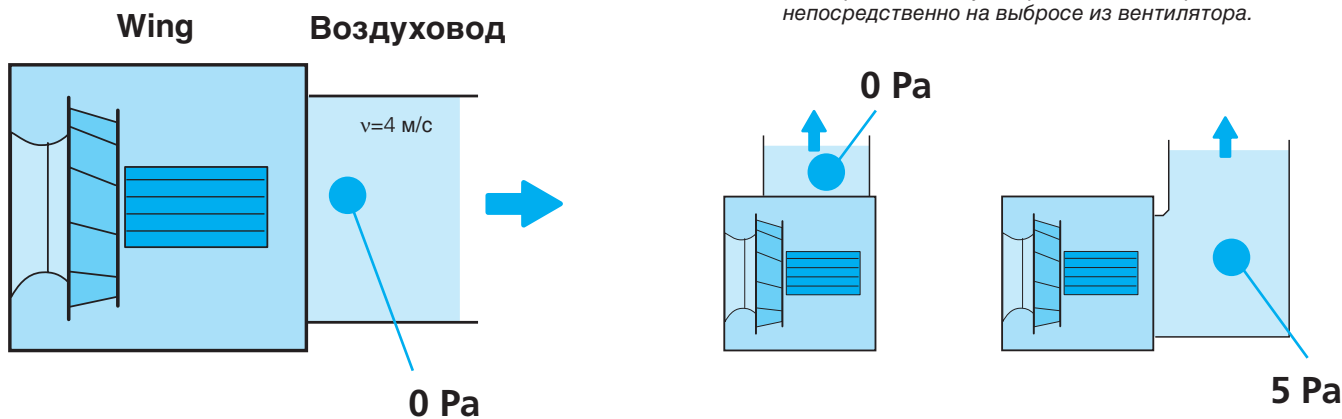
Потери в системе- вентиляторы Wing и Twinner

Вентиляторы Swegon -Wing и Twinner характеризуются минимальными потерями напора в системе воздуховодов. Причина- выровненная картина распределения воздуха и низкая скорость на выбросе из вентилятора.

Колено воздуховода 90° на выбросном отверстии вентилятора, либо организация выброса воздуха вверх дает потерю всего около 5 Па.



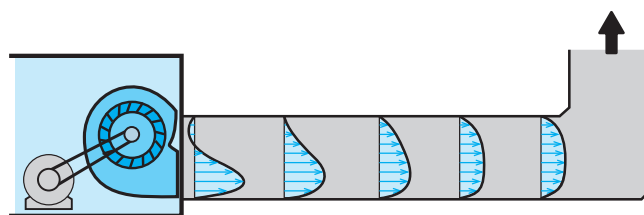
Вентилятор Wing характеризуется низкой скоростью воздуха и ровной его эпюрой непосредственно на выбросе из вентилятора.



Потери в системе- радиальный вентилятор

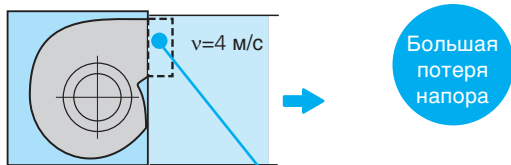
В радиальном вентиляторе воздух выбрасывается с высокой скоростью из "улитки", образуя неровную картину распределения.

Единственный способ избежать значительных потерь в системе- монтировать длинный отрезок воздуховода перед первым его поворотом/коленом.



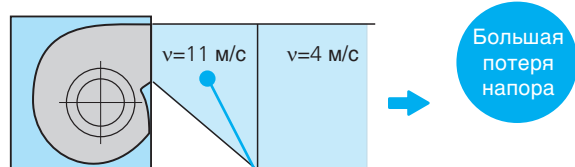
Радиальный вентилятор дает высокую скорость на выбросе и требующую выравнивания эпюру воздуха.

Традиционный радиальный вентилятор с воздухораспределителем



Расход воздуха 4 м³/с **105 Па**

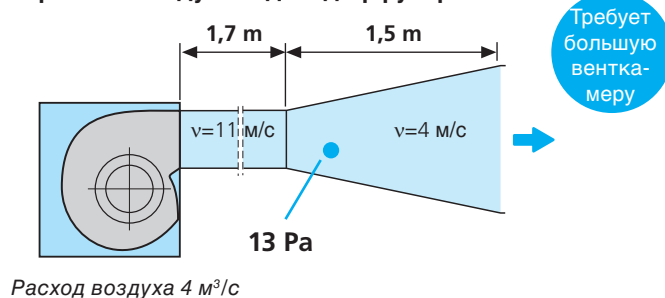
Традиционный радиальный вентилятор с переходником



Расход воздуха 4 м³/с **100 Па***

*) 100 Па ≈ 6 000 кВт/год.

Традиционный радиальный вентилятор с длинным отрезком воздуховода и диффузором



Расход воздуха 4 м³/с

Уровень шума

Вентиляторы

Звуковые характеристики вентиляторов в данном каталоге отражают уровень генерируемой мощности звука.

Отчет дается в 8 частотах октавной полосы и для разных путей/направлений звука. Значение в каждой частоте получается путем считывания значения уровня общей мощности звука $L_{w,tot}$ на диаграмме вентилятора и корректировки этого значения актуальным фактором/коэффициентом $K_{ок}$ согласно таблице при данной диаграмме вентилятора.

Измерения производятся согласно ISO 3741 или ISO 5136.

ISO 3741 используется при измерении уровня мощности звука вентилятора или агрегата на окружающую среду. ISO 5136 -при измерении уровня мощности звука на воздуховод.

Swegon производит все измерения согласно ISO-методам, с вентилятором в собственном корпусе, что дает наиболее реалистичные значения.

Измерения со свободно стоящим (без корпуса) вентилятором дают более низкие звуковые характеристики. Отраслевая организация ASHRAE в USA указывает в документе Application of Manufacturers Sound Data:

"Измерение уровня звука свободно стоящего вентилятора дает 5-10 dB ниже значение в частотах 250 Hz и более низких, чем такое же измерение с вентилятором в корпусе агрегата."

Точность измерения

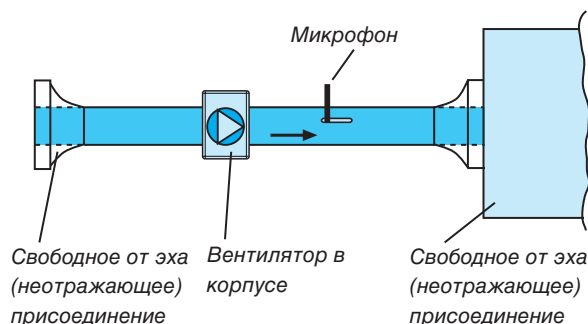
Вместе с методикой измерения уровня мощности звука на воздуховод, ISO дает ограничения допускаемой неточности измерений (90% надежности)

Октавная полоса (Hz)	63	125	250	500
Допуск (dB)	±5,0	±3,4	±2,6	±2,6
Октавная полоса (Hz)	1000	2000	4000	8000
Допуск (dB)	±2,6	±2,9	±3,6	±5,0

Звукопоглощающие продукты

Шумоглушители и прочие звукопоглощающие продукты характеризуются величиной дополнительного звукопоглощения, ΔL , измеряемой согласно ISO 5136.

ISO-метод



Измерения производятся внутри воздуховода специальной формы с неотражающими присоединениями. Измерения и расчеты производятся в 1/3 октавной полосы.

Расчеты по шуму

Звукопоглощение помещения

Объем помещения, состояние/свойства его поверхностей, детали интерьера- оказывают значительное влияние на конечный уровень звука. Для расчета эквивалентной звукопоглощающей площади используется таблица примерных значений коэффициента абсорпции α и диаграмма ниже.

Обычно подсчитывается постоянная помещения (R)

$$R = \frac{S \times \alpha_m}{1 - \alpha_m} \text{ (m}^2\text{)}$$

где:

- $S \times \alpha_m$ = $S_1 \cdot \alpha_1 + S_2 \cdot \alpha_2 + \dots + S_n \cdot \alpha_n$
- S = общая ограничивающая площадь помещения (m²)
- $S_1 \dots S_n$ = площадь частичных поверхностей (m²)
- $\alpha_1 \dots \alpha_n$ = коэффициенты абсорпции частичных поверхностей
- α_m = средний коэффициент абсорпции для общей ограничивающей площади

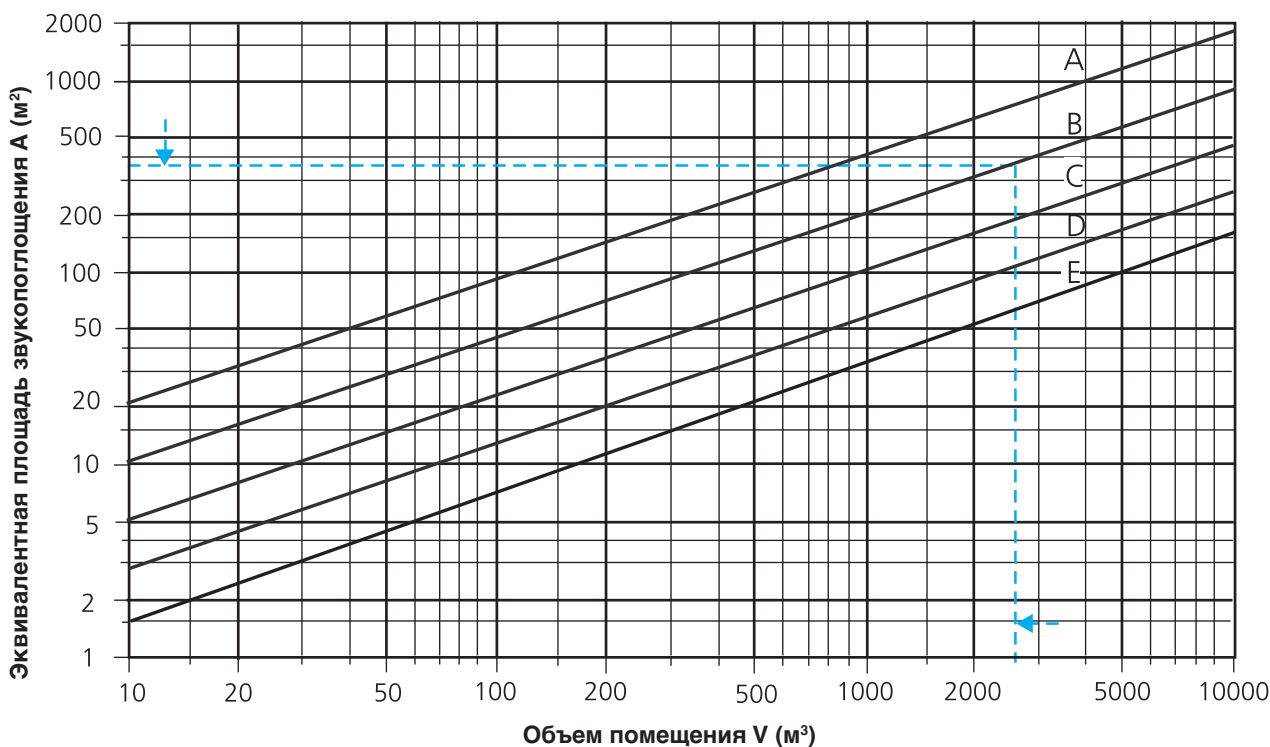
К абсорпции различных помещений

Тип помещения	Средний К звукопоглощения α_m
Радио-, музыкальная студия	0,30 - 0,45
ТВ-студия, бутик, читальня	0,15 - 0,25
Жилье, офис, отель, конференцзал, театр	0,10 - 0,15
Школа, поликлиника, малая церковь	0,05 - 0,10
Завод, бассейн, большая церковь	0,03 - 0,05

Пример (голубая пунктирная линия диаграммы):

Помещение одежного бутика, размерами 20 x 30 x 4,5 м (2,700 м³) имеет средний К абсорпции $\alpha_m = 0,25$. Эквивалентная площадь абсорпции помещения составит 350 м².

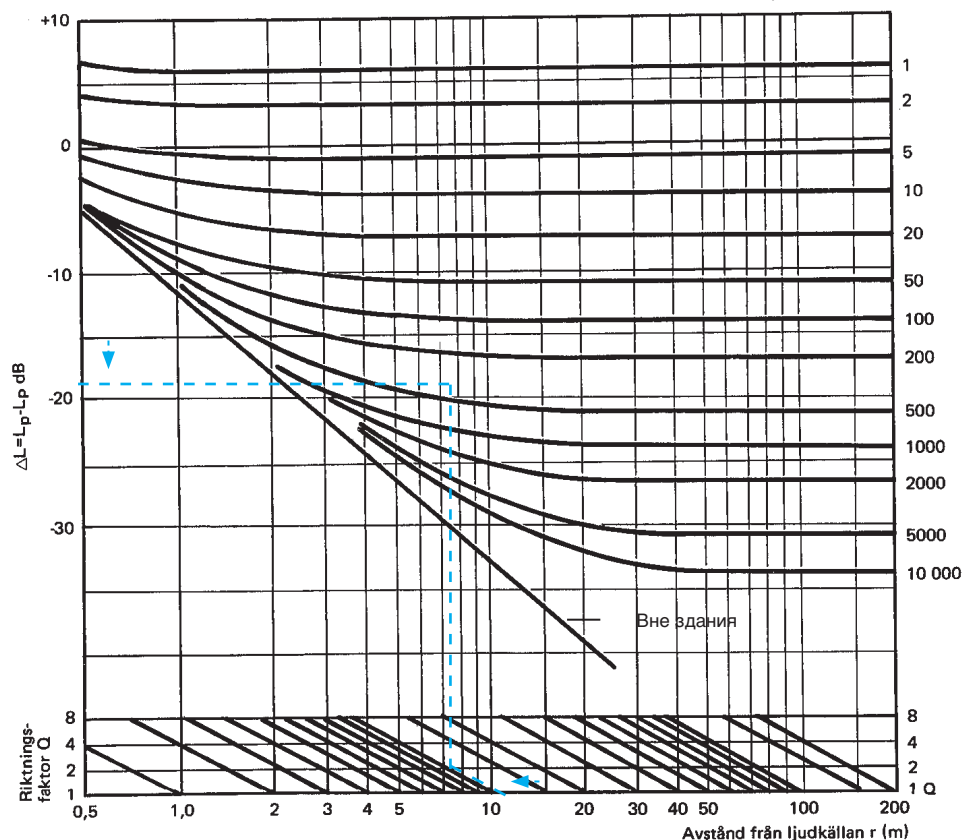
- A Очень сильное глушение $\alpha_m = 0,40$
- B Сильное глушение $\alpha_m = 0,25$
- C Нормальное глушение $\alpha_m = 0,15$
- D Малое глушение $\alpha_m = 0,10$
- E Очень малое глушение $\alpha_m = 0,05$



Расчеты по шуму

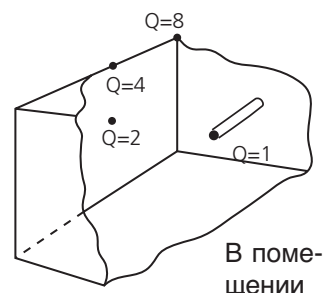
Разность значений давления и мощности звука

Эквивалентная поверхность абсорпции помещения A (m²)



Риктннгсфактор, Q. Коэффициент направления, Q.

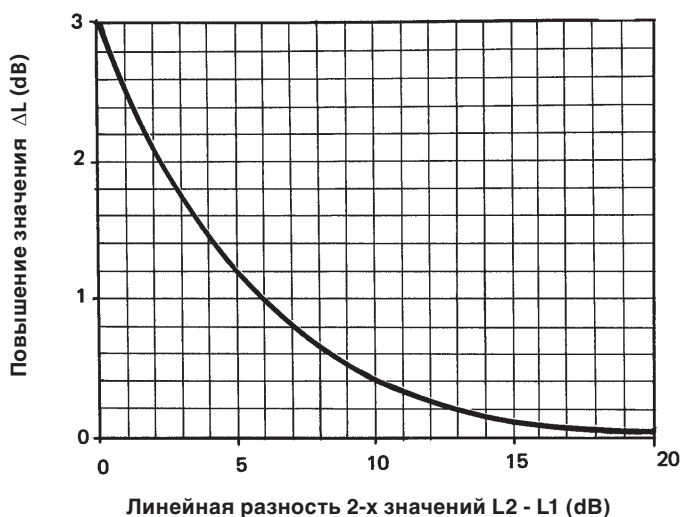
Коэффициент зависит от размещения источника звука по отношению к отражающим поверхностям.



Разность "давление" и "мощность" звука на расстоянии r от источника звука с учетом коэффициента Q.

Пример (голубая пунктирная линия): 10 м avstånd från ljudkälla/расстояние от источника звука. Коэффициент Q=2 (возле стены). Эквивалентная площадь звукопоглощения/абсорпции помещения 350 м² (стр.119). Разность -18 dB на расстоянии 10 м от источника.

Суммирование 2-х значений



Фильтр измерений

Фильтр измерений- значения с допуском для прецизионного измерительного инструмента, находящегося полностью в свободном поле звука.

Ср. частота октавной полосы	Кривая A (dB)	Кривая B (dB)	Кривая C (dB)	IEC граница допуска (±dB)
31,5	-39,4	-17,1	-3,0	1,5
63	-26,2	-9,3	-0,8	1,5
125	-16,1	-4,2	-0,2	1,0
250	8,6	-1,3	0	1,0
500	-3,2	-0,3	0	1,0
1 000	0	0	0	1,0
2 000	+1,2	-0,1	-0,2	1,0
4 000	+1,0	-0,7	-0,8	1,0
8 000	-1,1	-2,9	-3,0	+1,5/-3,0
16 000	-6,6	-8,4	-8,5	+3,0

Уровень шума в помещении

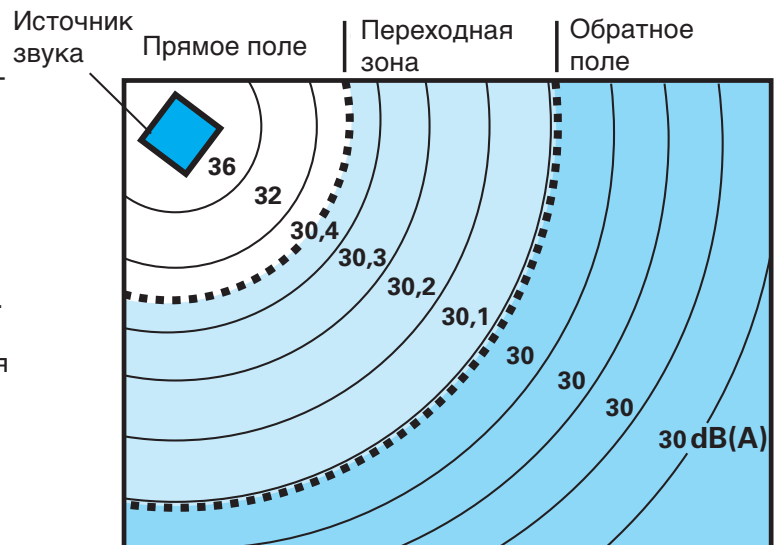
Обратное поле

Измерения уровня звука от системы производятся в обратном поле/поле реверберации.

Измерения в прямом поле звука как правило не производятся из-за неопределенности понятия "прямое поле" Это 0,5 м от источника звука? 0,8 м? 1,5 м?

Понятие "обратное поле"- достаточно четкое. Граница его начинается там, где влияние звукоглушения помещения полное, т.е. затухания звуковых волн более не происходит.

На практике, однако, в расчет принимается также переходная зона, являющаяся частью обратного поле- иначе зона измерений была бы слишком малой.



Пример затухания давления звука в помещении

Требования по уровню звука

Основные требования, весьма жесткие, однако без цифровых значений, представлены в Строительном регистре Boverket, BBR 99.

Требования для зданий и сооружений здравоохранения, социальной сферы, детсадов, школ, лекционных помещений, помещений офисов и подобных сформулированы так: помещения должны иметь такую форму, чтобы "звуковые помехи глушились до уровня, удовлетворительного для данного вида деятельности и никоим образом не беспокоили работников или посетителей данного помещения".

Аналогичные требования указаны для жилья.

Вентиляторы при отклонениях значений плотности воздуха

Диаграммы и значения вентиляторов в данном каталоге действительны для плотности воздуха на входе в вентилятор 1,2 kg/m³ при температуре его 20°C, относительной влажности 50% и на высоте уровня моря (1013 mbar). Для пересчета значений вентилятора при ином значении плотности, следует иметь ввиду:

1. Расход воздуха в m³/s не изменяется с изменением плотности.
2. Статическое, динамическое и общее давление получаем из формулы:

$$p = p_{1,2} \times K_1 \times K_2$$

3. Потребность в мощности:

$$P = P_{1,2} \times K_1 \times K_2$$

4. Плотность:

$$\rho = 1,2 \times K_1 \times K_2$$

где K₁ и K₂ получаем из диаграмм справа.

В качестве единиц обычно используется нормальный куб. м. (nm³), либо нормальный куб. м. в секунду (nm³/s).

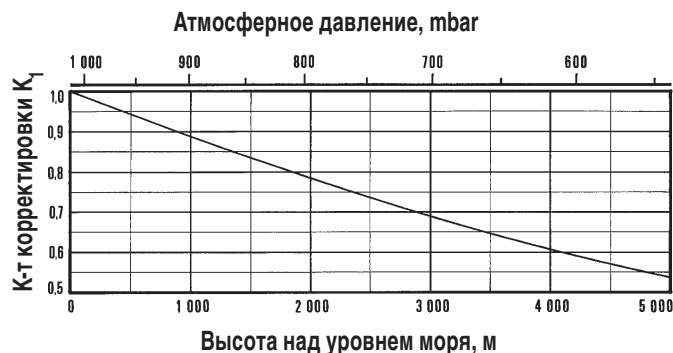
nm³- это количество газа, которое при давлении 1 bar и температуре 0°C занимает объем 1 m³.

Таким образом, расход воздуха, выраженный в nm³/s, постоянен и не зависит от того, охлаждаем мы воздух либо нагреваем. Пересчет расхода воздуха nm³/s в реальный расход воздуха m³/s производится по формуле:

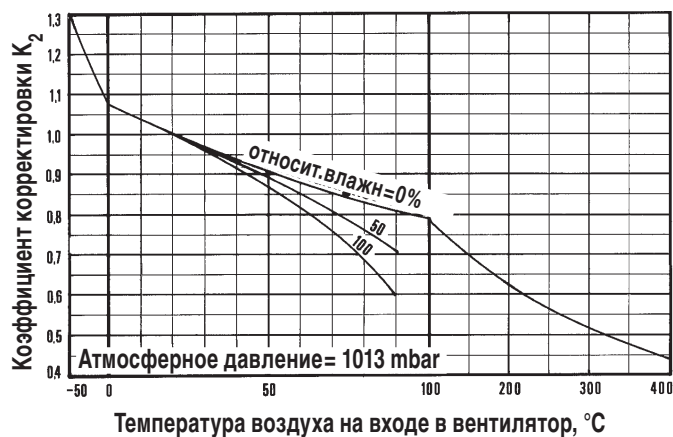
$$q = q_n \times \frac{1,06}{K_1 \times K_2}$$

где q_n -расход воздуха в nm³/s.

Коэффициент корректировки K₁



Коэффициент корректировки K₂



Классы окружающей среды

Подразделение окружающей среды на классы согласно Boverkets handbok для стальных конструкций, BSK 99, основано на SS-EN-ISO 12944-2:

Класс окр. ср.	Агрессивность воздуха	Пример среды
C1	Очень низкая	Внутри здания, сухой воздух, например, теплое здание.
C2	Низкая	Внутри здания, воздух переменной температуры и влажности, незначительные загрязнения воздуха, например, не обогреваемое здание. Вне здания, незначительные загрязнения воздуха.
C3	Умеренная	Внутри здания, незначительное влияние незначительных загрязнений воздуха. Вне здания, некоторое количество соли или умеренные загрязнения в воздухе.
C4	Высокая	Вне здания, умеренное количество соли или довольно много загрязнений в воздухе. Внутри здания, воздух высокой влажности с большим количеством загрязнений, например, бассейны, заводы.
C5-I	Очень высокая (промышленная)	Внутри здания, воздух с почти постоянным конденсатом и большим количеством загрязнений. Вне здания, промышленные зоны с высокой влажностью, агрессивная среда.
C5-M	Очень высокая (морская)	Внутри здания, см. выше. Вне здания, морской берег, воздух с высоким содержанием соли.

Ранние классы:

Перевод из BSK 94 в BSK 99:

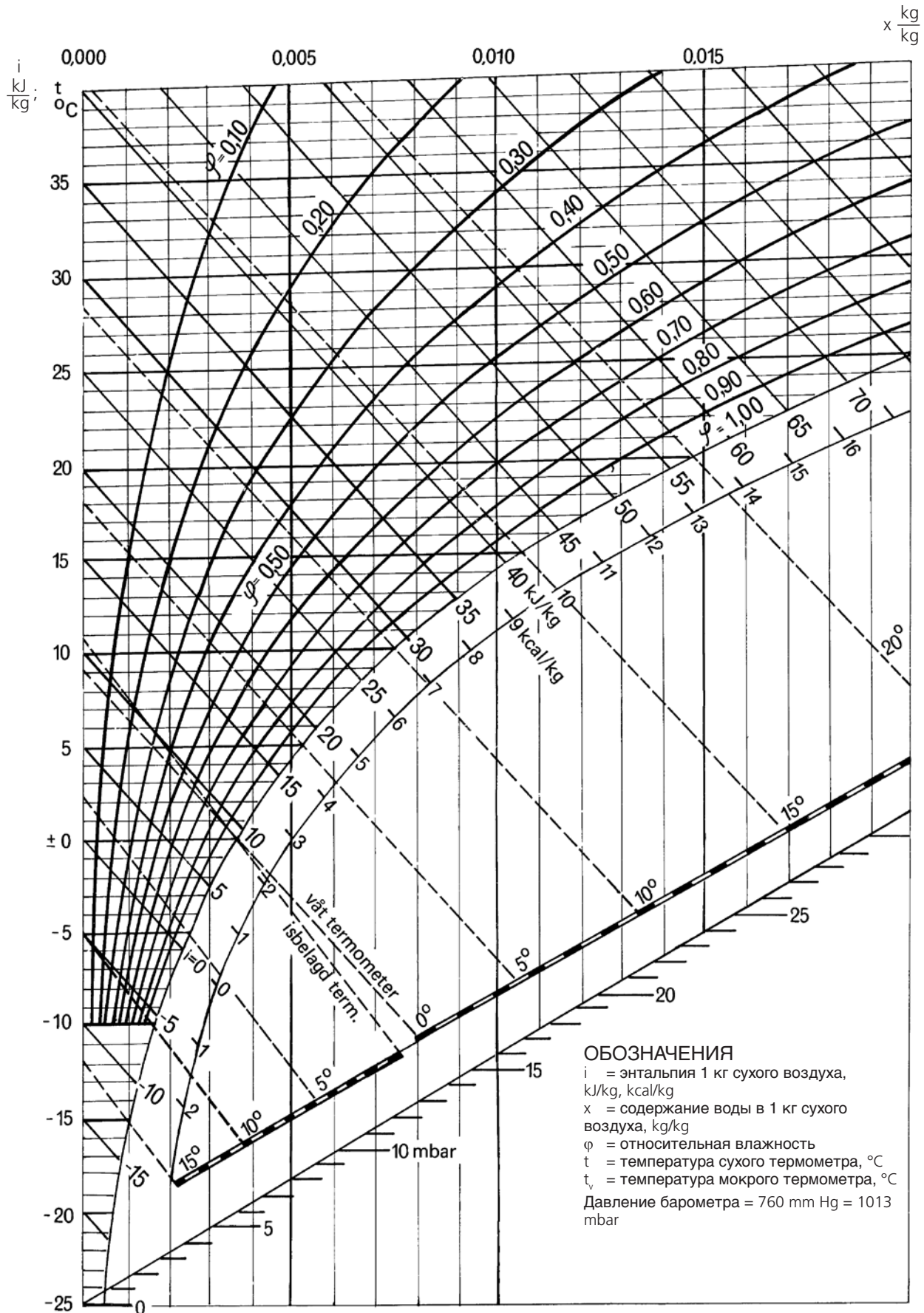
M0 соответствует C1

M1, M2 соответствует C2

M3 соответствует C3, C4

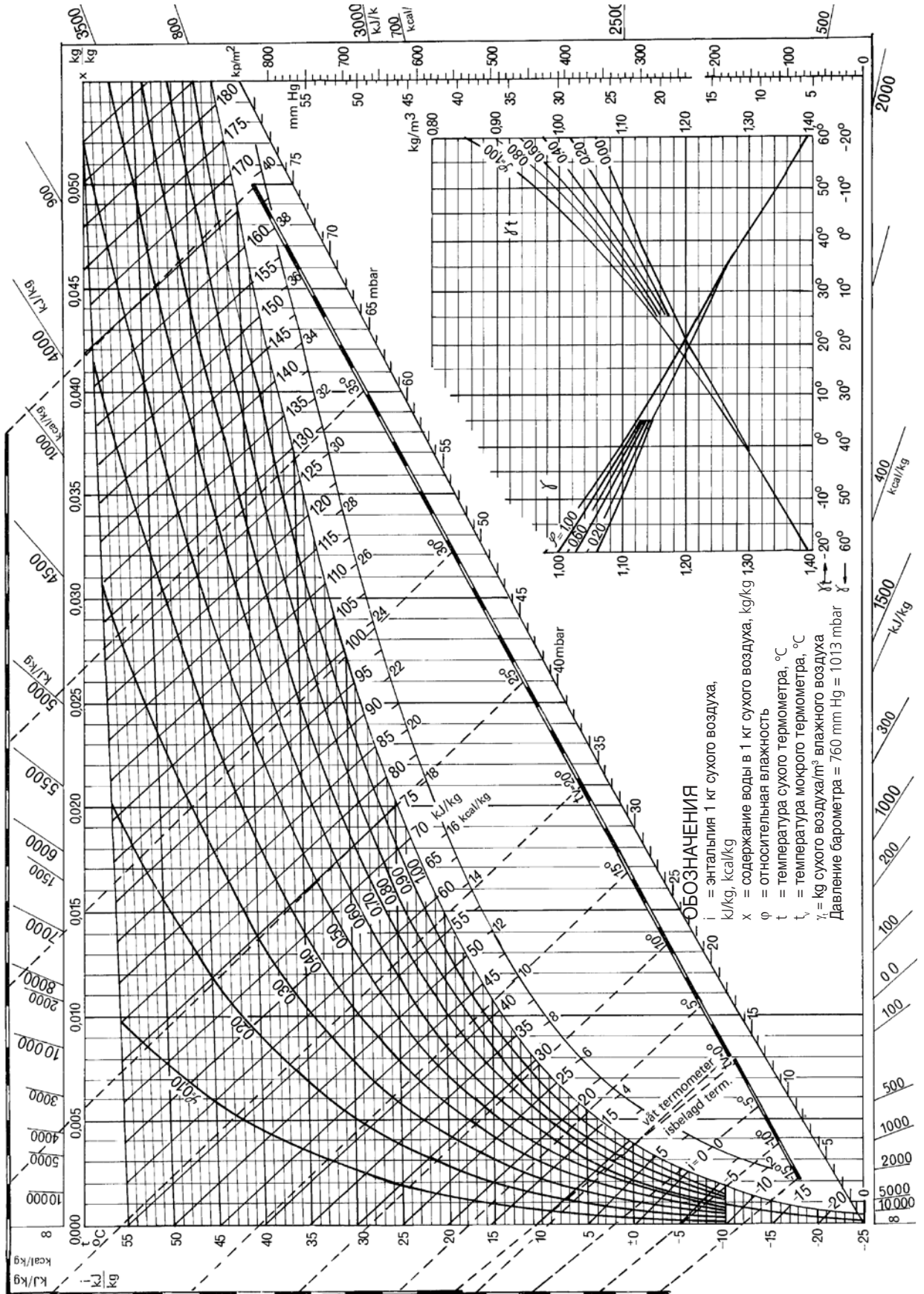
M4 соответствует C5.

ИД-диаграмма для влажного воздуха воздух -25 до +40°C



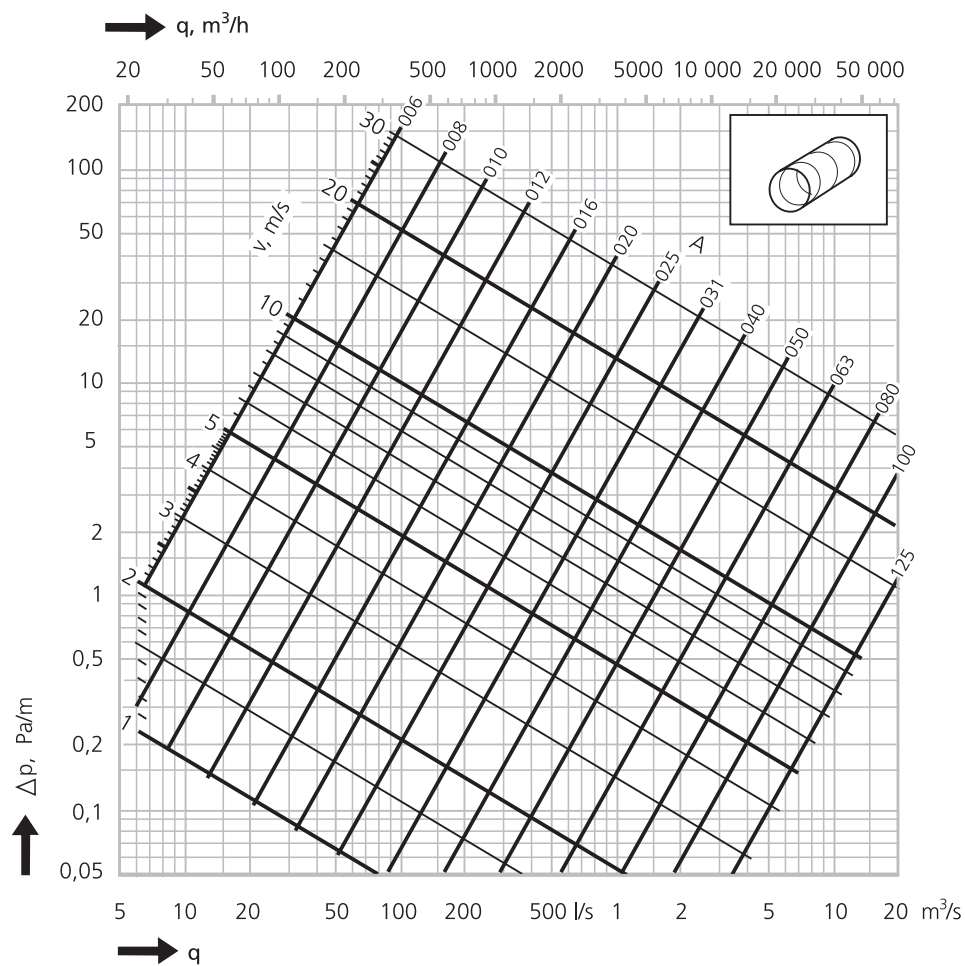
Техника

**ИД-диаграмма для влажного воздуха
воздух -25 до +55°C**

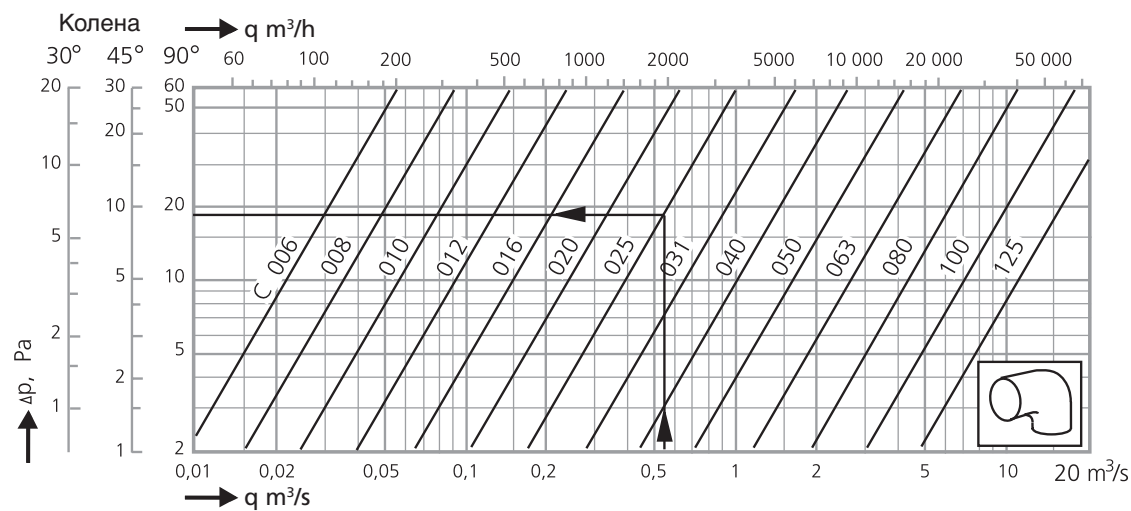


Потери давления в воздуховодах

Воздуховоды круглого сечения



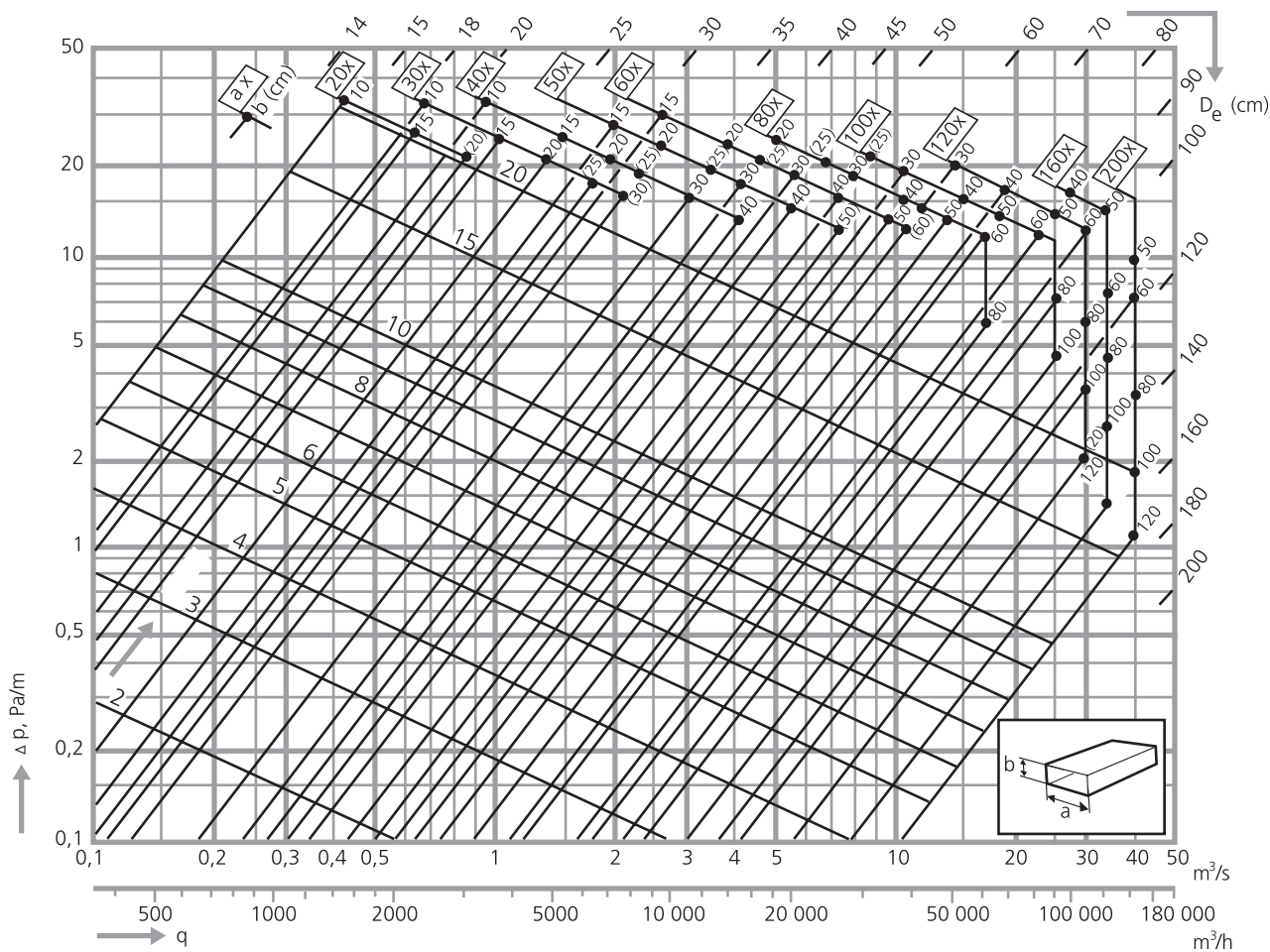
Колена круглого сечения



Техника

Потери давления в воздуховодах

Воздуховоды прямоугольного сечения



Колена прямоугольного сечения

