НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Практическое занятие № 16

Раздел: Основы аэродинамики вентиляционных систем
Тема: акустический расчёт

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ

Акустический расчет включает в себя:

1. Нахождение источников шума и расчет их шумовых характеристик.
2. Установление расчетных точек в помещении.
3. Определение акустических характеристик помещения.
4. Расчет уровней звукового давления в характерных точках.
5. Определение допустимых уровней звукового давления в расчетных точках с учетом действующих норм выполняется по таблице

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ

ДОПУСТИМЫЕ УРОВНИ ШУМА $L_{доп}$ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

Помещения или территории	Время суток	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровни звука, дБА
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Палаты больниц и санаториев, операционные больницы	С 7 до 23 ч	54	43	35	29	25	22	20	18	30
	С 23 до 7 ч	46	34	26	19	15	12	12	12	20
Кабинеты врачей поликлиник, амбулаторий, диспансеров, больниц, санаториев	—	54	43	35	29	25	22	20	18	30
Классные помещения, учебные кабинеты, аудитории школ и других учебных заведений, конференц-залы, читальные залы библиотек, учительские комнаты	—	58	47	40	34	30	27	25	23	35
Жилые комнаты квартир, жилые помещения домов отдыха, пансионатов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, спальные помещения в детских дошкольных учреждениях и школах-интернатах	С 7 до 23 ч	58	47	40	34	30	27	25	23	35
	С 23 до 7 ч	50	39	30	24	20	17	15	13	25
Номера гостиниц и жилые комнаты общежитий	С 7 до 23 ч	62	52	44	39	35	32	30	28	40
	С 23 до 7 ч	54	43	35	29	25	22	20	18	30
Залы кафе, ресторанов, столовых	—	70	61	54	49	45	42	40	38	50
Торговые залы магазинов, пассажирские залы аэропортов и вокзалов, приемные пункты предприятий бытового обслуживания	—	74	65	58	53	50	47	45	44	55
Территории, непосредственно прилегающие к зданиям (в 2 м от ограждающих конструкций) больниц и санаториев	С 7 до 23 ч	62	52	44	39	35	32	30	28	40
	С 23 до 7 ч	54	43	35	29	25	22	20	18	30
Территории, непосредственно прилегающие к жилым домам, зданиям (в 2 м от ограждающих конструкций) поликлиник, амбулаторий, диспансеров, домов отдыха, пансионатов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, детских дошкольных учреждений, школ и других учебных заведений, библиотек	С 7 до 23 ч	70	61	54	49	45	42	40	38	50
	С 23 до 7 ч	62	52	44	39	35	32	30	28	40
Территории, непосредственно прилегающие к зданиям (в 2 м от ограждающих конструкций) гостиниц и общежитий	С 7 до 23 ч	74	65	58	53	50	47	45	44	55
	С 23 до 7 ч	66	56	49	44	40	37	35	33	45
Площадки отдыха на территории больниц и санаториев	—	54	43	35	29	25	22	20	18	30
Конструкторские бюро, помещения расчетчиков, программистов вычислительных машин, лабораторий для проведения теоретических работ и обработки экспериментальных данных, помещения для приема больных в здравпунктах	—	66	56	49	44	40	37	35	33	45
Помещения управления, рабочие комнаты	—	74	65	59	55	50	47	45	44	55
Кабинеты наблюдений и дистанционного управления:	—									
без речевой связи по телефону		89	82	77	73	70	68	66	65	75
с речевой связью по телефону		78	69	63	58	55	52	50	49	60

Расчёт начинается с выбора допустимых уровней звуковой мощности в расчётной точке. Выбор уровней выполняется по таблице.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ

Помещения или территории	Время суток	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровни звука, дБА
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Помещения и участки точной сборки, машинописные бюро	—	78	69	63	58	55	52	50	49	60
Лаборатории для проведения экспериментальных работ, помещения для размещения шумных агрегатов вычислительных машин	—	89	82	77	73	70	68	66	65	75
Постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях и на территории предприятий, постоянные рабочие места стационарных машин (сельскохозяйственных, горных и др.)	—	94	87	81	78	75	73	71	69	80

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ

Акустический расчет осуществляют для каждой из восьми октавных полос диапазона звука, который слышит человек, с среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1 000, 2 000, 4 000, 8 000 Гц. Расчетные точки предпочитают ставить в наиболее близких местах к месту работы человека.

Для акустического расчета нам предоставляют исходные данные, в них указывают: размер помещения, его предназначение, расход воздуха, количество и тип вентиляционных решеток, их размещение относительно стены и рабочего места, тип вентилятора и его параметры, размер выходного патрубка вентилятора и указание по изоляции воздуховодов.

В процессе расчёта удобно сводить в таблицу.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ

Определяются октавные уровни звуковой мощности вентилятора, излучаемой:

в воздуховод всасывания или нагнетания

$$L_{p_окт} = \tilde{L} + 20\lg p_в + 10\lg Q + \delta - \Delta L_1 + \Delta L_2,$$

открытым входным или выходным патрубком вентилятора в помещение или в атмосферу

$$L_{p_окт} = \tilde{L} + 20\lg p_в + 10\lg Q + \delta + \Delta L_1 - \Delta L_3,$$

через стенки корпуса вентилятора в помещение или в атмосферу

$$L_{p_окт} = \tilde{L}_{в.в} + 20\lg p_в + 10\lg Q + \delta - \Delta L_1,$$

где $\tilde{L}, \tilde{L}_{в.в.}$ – критерий шумности, дБ, определяемый по таблице

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ

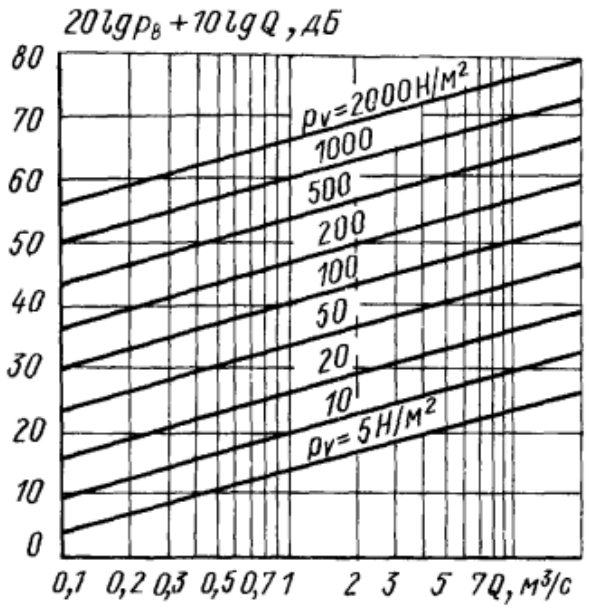
$P_В$–полное давление, вентилятора, Па;

Q – объемный расход вентилятора, $м^3/с$;

δ – поправка на режим работы вентилятора, дБ, принимается по таблице, в зависимости от отклонения режима работы вентилятора, от режима при максимальном КПД

$(0{,}9 \div 1)\ \eta_{макс}$	0
$(0{,}85 \div 0{,}89)\ \eta_{макс}$	−3
$(0{,}75 \div 0{,}84)\ \eta_{макс}$	−6
$(0{,}65 \div 0{,}74)\ \eta_{макс}$	−9
$(0{,}55 \div 0{,}64)\ \eta_{макс}$	−12
$(0{,}50 \div 0{,}54)\ \eta_{макс}$	−15

Сумму $20\lg(p_В) + 10\lg(Q)$ можно определить по рисунку



ЗНАЧЕНИЯ КРИТЕРИЯ ШУМНОСТИ $\tilde{L}$ ДЛЯ РАДИАЛЬНЫХ И ОСЕВЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ

Вентилятор			Критерий шумности $\tilde{L}$, дБ, для сторон		
тип	номер	диаметр рабочего колеса, %, $D_н$*	нагнетания	всасывания	вокруг вентилятора
Радиальные					
ВЦ4-70	2,5; 3,2; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16А	90–100 105	33 36	30 32	31,5 34
ВЦ4-76	8; 10; 12; 16; 20	100	30	27	28,5
ВЦ14-46	2,5; 3,2; 4; 5; 6,3; 8	100	34	31	32,5
ВЦ6-28	5; 8; 10	100	40	32	36
Ц10-28	2,5; 3,2; 4; 5	100	38	33	35,5
ЦП7-40	5; 6; 8	100	38	33	35,5
Осевой					
06-300	5; 6,3; 8; 10; 12,5	100	32	32	32

* $D_н$ – номинальный диаметр рабочего колеса вентилятора.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ

ЗНАЧЕНИЯ ПОПРАВКИ ΔL_1

Тип и номер вентилятора	Частота вращения вентилятора, мин$^{-1}$	Поправка ΔL_1, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		Радиальные							
ВЦ4-70 № 2,5; 3,2; 4	930–1120	6	5	7	13	14	20	25	31
	1370–1700	6	5	5	10	14	17	22	27
	2800–3360	7	7	6	6	11	15	18	23
ВЦ4-70 № 5; 6,3; 8; 10; 12,5	350–450	4	6	9	12	16	23	30	38
	460–600	5	5	8	11	15	20	27	34
	635–800	5	4	7	10	15	18	24	30
ВЦ4-76	850–1000	6	5	5	9	11	16	22	28
	1015–1290	6	5	4	8	11	15	19	27
	1200–1620	7	6	5	8	11	15	19	25
ВЦ14-46	720	8	6	5	6	14	18	22	27
	915–985	9	7	6	5	13	17	21	25
	1360–1455	10	8	6	5	7	14	18	23
	2815–2900	12	10	8	6	5	7	14	18
ВЦ6-28	600–700	4	6	9	13	17	21	26	31
	800–1400	6	6	6	9	13	17	21	26
	1410–1900	9	6	6	6	9	13	17	21
Ц10-28	2810–2940	12	4	11	8	9	10	14	18
ЦП7-40	600–700	4	6	9	13	17	21	26	31
	800–1400	6	6	6	9	13	17	21	26
	1410–2600	9	6	6	6	9	13	17	21
		Осевые							
06-300	700–1400	13	8	8	5	7	9	15	23
	1400–2800	18	13	8	8	5	7	9	15
	2810–2850	23	18	13	8	8	5	7	9

ΔL_1 – поправка учитывающий распределения звуковой мощности вентилятора по октавным полосам, дБ и принимается по таблице, в зависимости от типа вентилятора и частоты вращения

ΔL_2 – поправка, учитывающая акустическое воздействие присоединения воздуховода к вентилятору, дБ.

ΔL_3 – частотная поправка, дБ, равная разнице потерь отражения звука от открытого конца патрубка всасывания или нагнетания вентилятора при его свободном расположении в помещении и заподлицо со стеной (как при акустических испытаниях вентиляторов), выбирается также по таблице

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ

ΔL_2

ТАБЛИЦА 12.4. ЗНАЧЕНИЯ ПОПРАВКИ ΔL_2

Диаметр воздуховода (патрубка) или корень квадратный из площади поперечного сечения конца прямоугольного воздуховода или решетки, мм	Поправка ΔL_2, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
50	27	21	15	9	4	1	0	0
80	23	17	11	5	2	0	0	0
100	21	15	9	4	1	0	0	0
125	19	13	7	2	0	0	0	0
140	18	12	6	2	0	0	0	0
160	17	11	5	2	0	0	0	0
180	16	10	4	1	0	0	0	0
200	15	9	4	1	0	0	0	0
225	14	8	3	0	0	0	0	0
250	13	7	2	0	0	0	0	0
280	12	6	2	0	0	0	0	0
315	11	5	2	0	0	0	0	0
350	10	4	1	0	0	0	0	0
400	9	4	1	0	0	0	0	0
450	8	3	0	0	0	0	0	0
500	7	2	0	0	0	0	0	0
560	6	2	0	0	0	0	0	0
630	5	2	0	0	0	0	0	0
710	4	1	0	0	0	0	0	0
800	4	1	0	0	0	0	0	0
900	3	0	0	0	0	0	0	0
1000	2	0	0	0	0	0	0	0
1250	2	0	0	0	0	0	0	0
1400	1	0	0	0	0	0	0	0
1600	1	0	0	0	0	0	0	0
2000	0	0	0	0	0	0	0	0

Примечание. Данные настоящей таблицы относятся к случаю, когда воздуховод заделан заподлицо в стену или в потолок и расположен, как и воздухораспределительное устройство (решетка), на расстоянии двух диаметров воздуховода или более от других стен или потолка. Если воздуховод или воздухораспределительное устройство (решетка), заделанные заподлицо в ограждающие конструкции, расположены ближе к другим ограждающим конструкциям помещения, то снижение октавных уровней звуковой мощности следует определять принимая значение ΔL_2 для диаметра воздуховода, увеличенного вдвое.

ΔL_3

ТАБЛИЦА 12.5. ЗНАЧЕНИЯ ПОПРАВКИ ΔL_3

Диаметр или размер стороны патрубка вентилятора, мм	Поправка ΔL_3, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
200	3	3	2	1	0	0	0	0
225	3	3	2	2	0	0	0	0
250	3	3	2	1	0	0	0	0
280	3	3	2	1	0	0	0	0
315	3	3	1	0	0	0	0	0
350	3	3	1	1	0	0	0	0
400	3	2	1	0	0	0	0	0
450	3	2	2	0	0	0	0	0
500	3	2	1	0	0	0	0	0
560	3	2	1	0	0	0	0	0
630	3	1	0	0	0	0	0	0
710	3	1	0	0	0	0	0	0
800	2	1	0	0	0	0	0	0
1000	2	1	0	0	0	0	0	0
1250	1	1	0	0	0	0	0	0
1400	2	1	0	0	0	0	0	0
1600	1	0	0	0	0	0	0	0
2000	1	0	0	0	0	0	0	0

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ

Определяем снижение уровней звуковой мощности в отдельных элементах вентиляционной сети, от вентиляционного агрегата к помещению. Снижение уровней звуковой мощности может определяться по таблицам

ТАБЛИЦА 12.14. СНИЖЕНИЕ УРОВНЕЙ ЗВУКОВОЙ МОЩНОСТИ В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВОЗДУХОВОДАХ ПРЯМОУГОЛЬНОГО И КРУГЛОГО СЕЧЕНИЯ

Поперечное сечение воздуховода	Гидравлический диаметр D_1, мм	Снижение уровней звуковой мощности, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Прямоугольное	75–200	0,6	0,6	0,45	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	210–400	0,6	0,6	0,45	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
	410–800	0,6	0,6	0,3	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
	810–1600	0,45	0,3	0,15	0,1	0,06	0,06	0,06	0,06
Круглое	75–200	0,1	0,1	0,15	0,15	0,3	0,3	0,3	0,3
	210–400	0,06	0,1	0,1	0,15	0,2	0,2	0,2	0,2
	410–800	0,03	0,06	0,06	0,1	0,15	0,15	0,15	0,15
	810–1600	0,03	0,03	0,03	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06

Примечания: 1. При наличии теплоизоляции на металлических воздуховодах данные таблицы следует увеличивать в 2 раза.

2. Снижением уровней звуковой мощности на прямых участках кирпичных и бетонных каналов из-за высокой жесткости их стенок можно пренебречь.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ

ТАБЛИЦА 12. 16. СНИЖЕНИЕ УРОВНЕЙ ЗВУКОВОЙ МОЩНОСТИ В ПЛАВНЫХ ПОВОРОТАХ ВОЗДУХОВОДОВ

Ширина поворота D, мм	Снижение уровней звуковой мощности ΔL_p, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
125–250	0	0	0	0	1	2	3	3
260–500	0	0	0	1	2	3	3	3
510–1000	0	0	1	2	3	3	3	3
1100–2000	0	1	2	3	3	3	3	3

Снижение октавных уровней звуковой мощности ΔL_p, дБ, при изменении площади поперечного сечения воздуховода определяется в зависимости от частоты и размеров поперечного сечения воздуховодов по следующим формулам:

при размерах поперечного сечения воздуховода, мм, меньших, чем указаны в табл. 12.17

$$\Delta L_p = 10 \lg \frac{(m_n + 1)^2}{4m_n}, \qquad (12.17)$$

где m_n – отношение площадей поперечных сечений воздуховода:

$$m_n = F_1/F_2 \qquad (12.18)$$

(F_1 и F_2 – площади поперечного сечения воздуховода соответственно до и после изменения сечения по пути распространения звука, м^2);

ТАБЛИЦА 12.15. СНИЖЕНИЕ УРОВНЕЙ ЗВУКОВОЙ МОЩНОСТИ В ОБЛИЦОВАННЫХ И НЕОБЛИЦОВАННЫХ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ПОВОРОТАХ

Место облицовки и ширина поворота D, мм	Снижение уровней звуковой мощности, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Без облицовки:								
125	0	0	0	1	5	7	5	3
250	0	0	1	5	7	5	3	3
500	0	1	5	7	5	3	3	3
1000	1	5	7	5	3	3	3	3
2000	5	7	5	3	3	3	3	3
До поворота:								
125	0	0	0	1	5	8	6	8
250	0	0	1	5	8	6	8	11
500	0	1	5	8	6	8	11	11
1000	1	5	8	6	8	11	11	11
После поворота:								
125	0	0	0	1	6	11	10	10
250	0	0	1	6	11	10	10	10
500	0	1	6	11	10	10	10	10
1000	1	6	11	10	10	10	10	10
2000	6	11	10	10	10	10	10	10
До и после поворота								
125	0	0	0	1	6	12	14	16
250	0	0	1	6	12	14	16	18
500	0	1	6	12	14	16	18	18
1000	1	6	12	14	16	18	18	18

Примечание. Данные справедливы, если длина облицованного участка составляет не менее 2 D, а толщина облицовки равна 10 % ширины D. Для облицовок меньшей толщины длину облицованного участка следует пропорционально увеличивать.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ

Стоит также помнить, что при истечении воздуха из открытого воздуховода или решётки, заделанными заподлицо в стену, происходит отражение звука от открытого конца воздуховода или решётки. Снижение уровня звуковой мощности для такого препятствия равно ΔL_2.

Снижение октавных уровней звуковой мощности после разветвления воздуховода следует определять по формуле

$$\Delta L_p = 10 \lg \left[\frac{\Sigma F_{\text{отв},i}}{F_{\text{отв},i}} \frac{(m_n + 1)^2}{4m_n} \right], \quad (12.21)$$

где m_n – отношение площадей сечений воздуховодов; $m_n = F/\Sigma F_{\text{отв},i}$; $F_{\text{отв},i}$ и F – площади поперечного сечения воздуховода соответственно ответвления и перед ответвлением, м^2; $\Sigma F_{\text{отв},i}$ – суммарная площадь поперечных сечений воздуховодов всех ответвлений, м^2.

Формула (12.21) учитывает затухание за счет разделения звуковой мощности по ответвлениям и потери, обусловленные внезапным изменением площади поперечного сечения.

Если воздуховод рассматриваемого ответвления в разветвлении повернут на 90°, то к снижению октавных уровней звуковой мощности в разветвлении, рассчитываемому по формуле (12.21), необходимо добавить снижение октавных уровней звуковой мощности в повороте.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ

при проникании шума в помещение через одно воздухораспределительное устройство

$$L = L_{p_{\text{окт}}} - \Delta L_{p_{\text{сети}}} + 10\lg\left(\frac{\Phi}{4\pi r^2} + \frac{4}{B}\right); \qquad (12.11)$$

где m – число воздухораспределительных устройств (решеток), ближайших к расчетной точке, от одной системы вентиляции, кондиционирования воздуха или воздушного отопления (т.е. решеток, для которых $r_i \leqslant 5r_{\text{мин}}$, здесь $r_{\text{мин}}$ – расстояние, м, от расчетной точки до акустического центра ближайшей решетки); n – общее число воздухораспределительных устройств (решеток) одной рассматриваемой системы; Φ_i, r_i – то же, что и в формуле (12.7) для i-го воздухораспределительного устройства (решетки).

при проникании шума в помещение через несколько воздухораспределительных устройств (решеток) одной системы

$$L = L_{p_{\text{окт}}} - \Delta L_{p_{\text{сети}}} + 10\lg\left(\sum_{i=1}^{m}\frac{\Phi_i}{4\pi r_i^2} + \frac{4n}{B}\right), \qquad (12.12)$$

где $\Delta L_{p_{\text{сети}}}$ – суммарное снижение уровня (потери) звуковой мощности источника шума, дБ, в рассматриваемой октавной полосе частот по пути распространения шума в элементах сети до выхода в помещение через первую решетку, включая потери отражения от первой (по ходу звука) решетки.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ

Постоянную помещения B в октавных полосах частот следует определять по формуле

$$B = B_{1000}\,\mu, \qquad (12.9)$$

где B_{1000} – постоянная помещения, м^2, на среднегеометрической частоте 1000 Гц, определяемая по табл. 12.9 в зависимости от объема V, м^3, и типа помещения; μ – частотный множитель, определяемый по табл. 12.10.

ТАБЛИЦА 12.10. ЧАСТОТНЫЙ МНОЖИТЕЛЬ μ

Объем помещения V, м^3	Значения μ для среднегеометрических частот октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
< 200	0,8	0,75	0,7	0,8	1	1,4	1,8	2,5
200–1000	0,65	0,62	0,64	0,75	1	1,5	2,4	4,2
> 1000	0,5	0,5	0,55	0,7	1	1,6	3	6

ТАБЛИЦА 12.9. ПОСТОЯННАЯ ПОМЕЩЕНИЙ НА ЧАСТОТЕ 1000 Гц

Тип помещения	Помещения	B_{1000}, м^2
1	С небольшим количеством людей (металлообрабатывающие цехи, генераторные и машинные залы, испытательные стенды и т. п.)	$V/20$
2	С жесткой мебелью и большим количеством людей или с небольшим количеством людей и мягкой мебелью (лаборатории, ткацкие и деревообрабатывающие цехи, кабинеты и т. п.), вентиляционные камеры	$V/10$
3	С большим количеством людей и мягкой мебелью (рабочие помещения зданий управлений, залы конструкторских бюро, аудитории учебных заведений, залы ресторанов, торговые залы магазинов, залы ожидания аэропортов и вокзалов, номера гостиниц, классовые помещения в школах, читальные залы библиотек, жилые помещения и т. п.)	$V/6$
4	Помещения со звукопоглощающей облицовкой потолка и части стен	$V/1,5$

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ

$$\Delta L_{тр} = L - L_{доп}, \qquad (12.22)$$

где L – уровень звукового давления, дБ, в расчетной точке в рассматриваемой октавной полосе частот, создаваемый данным источником шума (см. п. 12.4); $L_{доп}$ – допустимый октавный уровень звукового давления, дБ, для систем вентиляции, кондиционирования воздуха и воздушного отопления, (см. п. 12.2).

Необходимую площадь свободного сечения глушителя определяют из соотношения

$$S_{св} = Q/v_{доп}, \qquad (12.27)$$

где Q – расход воздуха через глушитель, м^3/с; $v_{доп}$ – допускаемая скорость воздуха в глушителе, м/с, зависящая от располагаемых потерь давления и уровня шумообразования в глушителе.

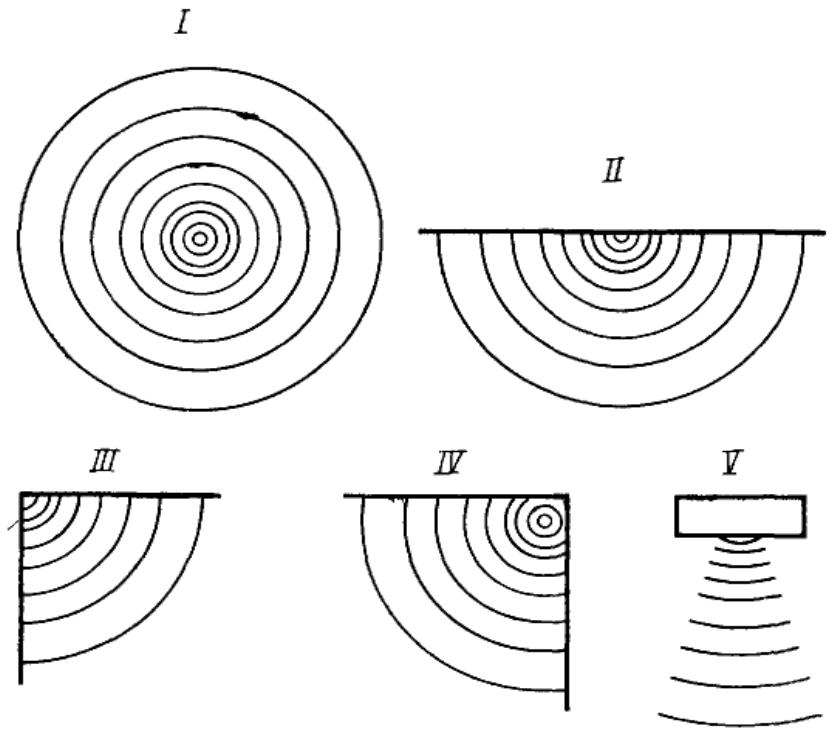


Рис. 12.3. Коэффициент направленности Ф в зависимости от расположения оборудования

I равномерное сферическое излучение, Ф = 1 (отражающих поверхностей нет); *II* – равномерное полусферическое излучение, Ф = 2 (одна отражающая поверхность); *III* – равномерное излучение в 1/4 сферы, Ф = 4 (две отражающие поверхности); *IV* – равномерное излучение в 1/8 сферы, Ф = 8 (три отражающие поверхности), *V* – большой источник (может зависеть от направления)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ

После расчёта снижения уровней звуковой мощности в каждом элементе системы определяется суммарное снижение по всему расчётному направлению. Остаётся только учесть затухание шума при его рассеивании в помещении. Наблюдаемый в расчётной точке уровень шума определяется по выражению 12.11 (12.12) после чего рассчитывается требуемое снижение уровня шума. Важно, что вентилятор системы и сам воздухораспределитель являются источниками шума, однако излучают его в разных спектрах, поэтому при использовании формулы 12.24 учитывать воздухораспределитель не следует. Шум воздухораспределителя также невозможно погасить шумоглушителем, поэтому выбор воздухораспределителя необходимо осуществлять и по акустическим характеристикам в частности.

$$\Delta L_{\text{тр сум}} = L_{\text{сум}} - L_{\text{доп}}, \qquad (12\ 24)$$

где $L_{\text{сум}}$ – октавный уровень звукового давления в расчетной точке от всех источников шума, дБ, определяемый по данным, приведенным в табл 12 1, или измерением в эксплуатируемых зданиях

УСЛОВИЕ ТИПОВОЙ ЗАДАЧИ

Исходные данные. В помещение обработки данных для вычислительного центра с площадью пола 12 × 6 м и высотой потолка 4 м через шесть жалюзийных решеток типа РР-4 размером 400 × 200 мм подается воздух с расходом 2800 м^3/ч.

Приточные решетки смонтированы заподлицо в средней части стены, имеют относительное свободное сечение 0,7 и расположены на расстоянии $r = 2{,}5$ м и под углом $\theta = 45°$ от ближайшего рабочего места.

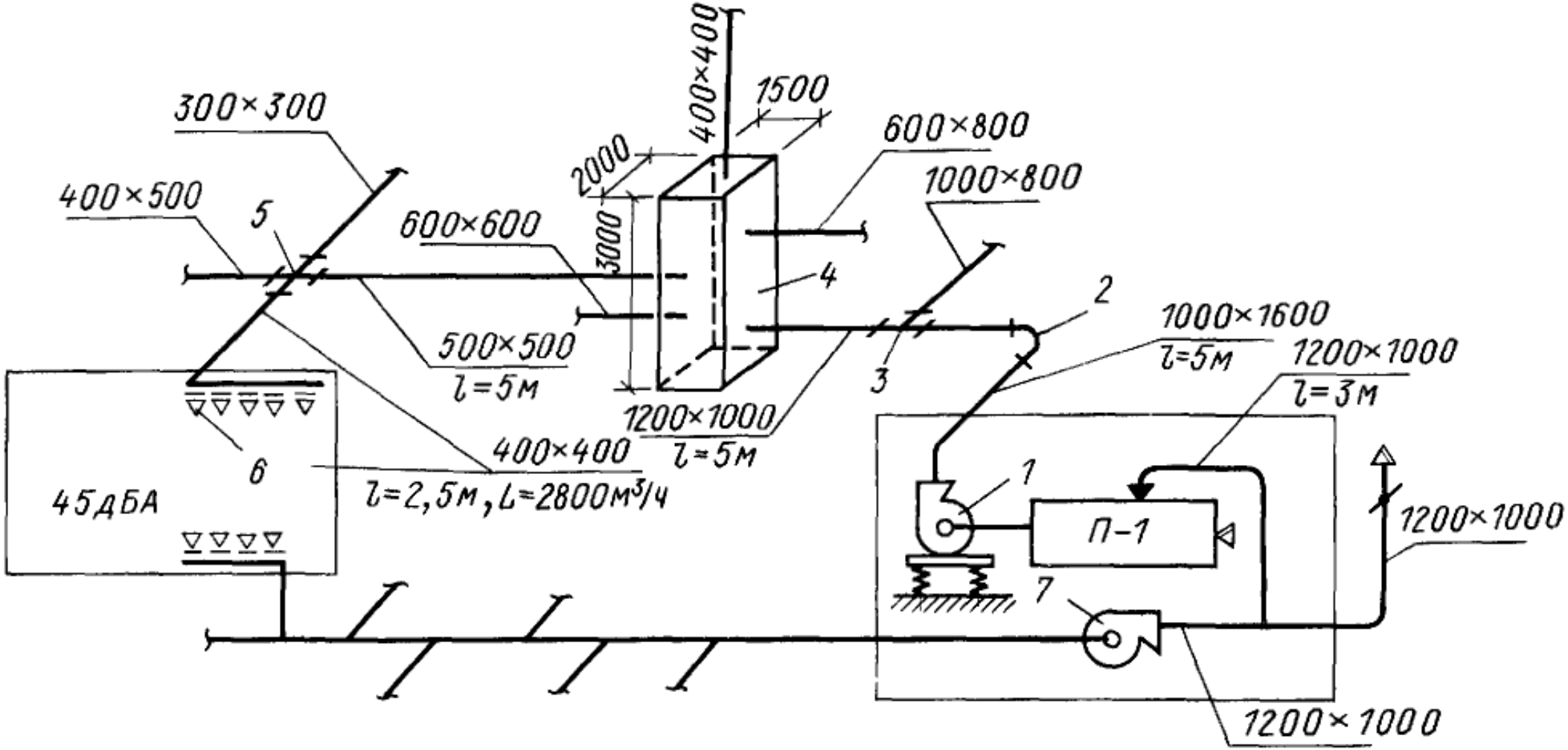
В приточной установке используется центробежный вентилятор ВЦ4-76 № 16 с параметрами: расход $Q = 45\,000$ м^3/ч $= 12{,}5$ м^3/с, давление $p_в = 1300$ Па, частота вращения $n = 565$ мин$^{-1}$, отклонение режима работы вентилятора от режима максимума КПД – 12%. Размер выходного патрубка вентилятора 1120 × 1280 мм.

Металлические воздуховоды теплоизоляции не имеют.

Требуется определить шум в помещении, создаваемый приточной системой П-1, выявить требуемое снижение уровня шума и подобрать глушитель. Схема расчетной ветви воздуховодов дана на рис. 12.6.

В ответ вывести требуемые уровни снижения звукового давления по октавным полосам.

УСЛОВИЕ ТИПОВОЙ ЗАДАЧИ



ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ

-, 9, 15, 21, 22, 22, 18, 12.5 (!)
4, 10, 26, 39, 21, 21, 16, 14
13, 22, -, -, 18, 3, 35, 28
3, -, 13, 16, 13, 22, 4, 2
7, 6, 16, 4, 16, 13, -, -

ПОДСКАЗКА

Внимательно проверьте все вычисления (рекомендуется использовать электронные таблицы Excel). При необходимости полную методику расчёта можно найти в Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Вентиляция., п.р. Староверова. ч 3. кн 1., Стройиздат, М., 1992

ПОЛНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ

№ п.п.	Рассматриваемая величина	Источник	Значения рассчитываемой величины, дБ, при среднегеометрической частоте октавной полосы, Гц							
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	$L_{доп}$, дБ	Табл. 12.1	66	56	49	44	40	37	35	33
2	Поправка ΔL_1, дБ (для приточного вентилятора), при $n = 565$ мин$^{-1}$	Табл. 12.3	5	5	8	11	15	20	27	34
3	Поправка ΔL_2, дБ (для приточного вентилятора), 1000 × 1600 мм	Табл. 12.4	2	0	0	0	0	0	0	0
4	Октавные УЗМ приточного вентилятора, излучаемые выходным патрубком в воздуховод на стороне нагнетания $L_{p_{окт}}$, дБ	Формула (12.1)	103	101	98	95	91	86	79	72
	Снижение уровней звуковой мощности в элементех сети ΔL, дБ:									
5	В металлическом воздуховоде 1000 × 1600 мм, длиной 10 м	Табл. 12.14	4,5	3	1,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5

ПОЛНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ

6	В плавном повороте ширины 1600 мм	Табл. 12.16	0	1	2	3	3	3	3	3
7	В плавном повороте ширины 1000 мм	Табл. 12.16	0	0	1	2	3	3	3	3
8	В разветвлении на проходе ($m = 0,8$)	Формула (12.21)	1	1	1	1	1	1	1	1
9	В воздуховоде сечением 1200 × 1000 мм, длиной 5 м	Табл. 12.14	2	1,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
10	При изменении поперечного сечения ($m = 0,3$)	Формулы (12.17) и (12.19)	1,5	1,5	1,5	0	0	0	0	0
11	В разветвлении камеры при ($m = 2,65$)	Формула (12.21)	7	7	7	7	7	7	7	7
12	В металлическом воздуховоде сечением 500 × × 500, длиной 5 м	Табл. 12.14	3	3	1,5	1	1	1	1	1
13	В разветвлении крестовины ($m = 0,55$)	Формула (12.21)	5	5	5	5	5	6	5	5
14	В прямоугольном повороте шириной 400 мм	Табл. 12.15	0	1	4	6	6	4	3	3

ПОЛНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ

15	В металлическом воздуховоде сечением 400 × × 400, длиной 2,5 м	Табл. 12.14	1,5	1,5	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5
16	В результате отражения от решетки сечением 400 × 200 мм	Табл. 12.18	15	9	4	1	0	0	0	0
17	Суммарное снижение уровня звуковой мощности, $\Delta L_{p,\text{сети}}$	Сумма поз. 5–17	40,5	34,5	30,5	28,5	27,5	25,5	24,5	24,5
18	Параметр $f\sqrt{F_{\text{отв}}} = 0{,}28f$	–	17,5	35	70	140	280	560	1120	2240
19	Коэффициент направленности Ф (при $\theta = 45°$)	Рис. 12.4	2	2	2,3	2,8	3,2	3,5	4	4
20	Сумма $\sum_{1}^{m} \frac{\Phi}{4\pi r^2}$ ($m = 6$, $r = 2{,}5$)	Формула (12.12)	0,15	0,15	0,17	0,2	0,24	0,27	0,3	0,3
21	Частотный множитель μ	Табл. 12.10	0,65	0,62	0,64	0,75	1	1,5	2,4	4,2

ПОЛНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ

22	Постоянная помещения $B = B_{1000}\mu$	Формула (12.9)	124,8	119	123	144	192	288	461	806
23	Отношение $4n/B$ (при $n = 6$)	Формула (12.12)	0,19	0,2	0,195	0,17	0,125	0,08	0,08	0,03
24	Величина $10\lg\left(\frac{\Phi}{4\pi r^2} + \frac{4n}{B}\right)$, дБ	То же	– 5	– 4,5	– 4,5	– 4,5	– 4,5	– 4,5	– 4,5	– 5
25	Октавные УЗД в расчетной точке L, дБ	"	57,5	62	63	62	59	56	50	42,5
26	Требуемое снижение УЗД ($n = 2$), дБ	Формула (12.23)	–	9	15	21	22	22	18	12,5
27	Эффективность выбранного глушителя при длине 2,5 м, дБ (пластины толщиной 200 мм на расстоянии 200 мм)	Альбом серии 5,904-17	4	10	26	39	21	21	16	14

ПОЛНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ

Необходимую площадь свободного сечения глушителя определяем по формуле (12.27)·

$$S_{св} = 45\,000/(3600 \cdot 15) = 0{,}83 \text{ м}^2.$$

По альбому ЦИТП подбираем глушитель шириной 1200 мм, высотой 1500 мм, длиной 2500 мм и площадью свободного сечения 0,9 м^2. Фактическая скорость в свободном сечении глушителя

$$v_{факт} = 45\,000/(3600 \cdot 0{,}9) = 14 \text{ м/с}.$$

Гидравлическое сопротивление глушителя рассчитываем по известной формуле (лист 14, альбома ЦИТП), предварительно определив

$$D_г = \frac{4 \cdot 0{,}2 \cdot 1{,}5}{2 \cdot (0{,}2 + 1{,}5)} = 0{,}35 \text{ м}; \quad \zeta = 0{,}38$$

(для пластин с обтекателями на входе при $\varphi_{св} = 0{,}5$) Тогда

$$\Delta H = \left(0{,}38 + 0{,}04\frac{2}{0{,}35}\right)\frac{1{,}2 \cdot 14^2}{2} = 70 \text{ Па}.$$

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

Выполнить акустический расчёт для системы вентиляции (или кондиционирования) из курсового проекта. Расчётную систему выбрать самостоятельно.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!