

ГОССТРОЙ СССР
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ
САНТЕХПРОЕКТ

РЕКОМЕНДАЦИИ
по акустическому расчету котельных

Серия ЖЗ-172

Москва, 1984

"Рекомендации по акустическому расчету котельной", разработанные на основе СНиП II-12-77 и систематизации имеющихся материалов ряда НИИ, КБ и других организаций, работающих в данной области, предназначены для расчета уровней шума в котельных и рассчитаны на специалистов без специальной подготовки в области акустики.

Рекомендации разработаны инж. С.В.Копыловой.

Замечания и предложения по Рекомендациям просим направлять по адресу: 105203, Москва, Нижне-Дервомайская, 46, ГПИ Сантехпроект.



Государственный проектный институт
Сантехпроект Главпромстройпроекта
Госстроя СССР (ГПИ Сантехпроект), 1984

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Общая часть.....	5
Акустический расчет котельной.....	6
1. Источники шума и их шумовые характеристики.....	6
2. Определение октавных уровней звукового давления в предварительно выбранных расчетных точках котельной.....	7
3. Определение октавных уровней звукового давления в расчетных точках помещения, смежного с "шумным помещением".....	17
4. Определение октавных уровней звукового давления в расчетных точках помещения при проникновении шума с прилегающей территории.....	23
5. Проникновение шума в помещение через стенки воздуховодов и газопроводов.....	23
6. Определение октавных уровней звукового давления в расчетных точках на территории, прилегающей к зданию котельной.....	26
7. Определение требуемого снижения октавных уровней звукового давления в расчетных точках.....	34
Пример акустического расчета котельной с четырьмя котлами КВ-25-14с.....	40
Приложения	
1. Основные акустические понятия и определения.....	61
2. Определение суммарного уровня звуковой мощности (давления) нескольких источников шума....	63

	Стр.
3. Определение октавных уровней звуковой мощности, излучаемой вентилятором через вентиляционные решетки, всасывающие короба.....	63
4. Определение октавных уровней звуковой мощности вентиляторов (центробежных и осевых).....	77
5. Шумовые характеристики оборудования	
Вентиляторы.....	79
Дымососы.....	88
Насосы.....	96
Горелки.....	99
ГРУ и РОУ	100
6. Расчет звукоизолирующей способности металлической трехслойной стеновой панели.....	101
Список литературы.....	102

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

В настоящей работе систематизирован материал по акустическому расчету котельных, позволяющий произвести инженерные расчеты уровней шума в заданных точках помещений котельных, а также на территориях, прилегающих к ним, поскольку существующие методики акустических расчетов не могут иметь широкого применения в виду их сложности. Кроме того, отсутствуют конкретные Рекомендации по акустическим расчетам применительно к котельным.

В работе рекомендованы формулы (1), (4) - (7), (16), (17), (20), (21), (24) для расчета уровней звукового давления, графики (рис. 5, 7-10, 12-14, 16) и табл., позволяющие существенно упростить акустический расчет.

Приведены частотные характеристики звукоизолирующей способности строительных материалов, наиболее часто применяемых при проектировании котельных, которые получены путем построения графиков для каждого вида строительного материала. Собранные у заводов-изготовителей и организаций-разработчиков и систематизированные необходимые для расчета акустические характеристики оборудования (вентиляторов, дымососов, насосов, горелок, ГРУ и РОУ) приведены в табл. 34-39. Все это дает возможность выполнять оперативные инженерные расчеты. В Рекомендациях приведены также нормативные уровни звукового давления в помещениях котельной и на прилегающей к ней территории, позволяющие произвести оценку полученных результатов расчета.

Для облегчения пользования настоящими Рекомендациями инженерно-техническими работниками без специальной подготовки в области акустики в приложении I даны основные акустические понятия и определения, а к ряду разделов Рекомендаций прилагаются примеры расчетов.

В настоящей работе для котельной с четырьмя котлами КЕ-25-14с (типовой проект № 903-1-170) даны:

расчет октавных уровней звуковой мощности шума, излучаемого всасывающим коробом;

акустический расчет дымовой трубы;

расчет октавных уровней звукового давления в расчетных точках котельного зала;

определение расстояния котельной до жилой застройки, где октавные уровни звукового давления не должны превышать допустимых норм.

Рекомендации по снижению октавных уровней звукового давления в настоящей работе не рассматриваются.

АКУСТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КОТЕЛЬНОЙ

Акустический расчет котельной выполняется с целью определения в расчетных точках октавных уровней звукового давления и сопоставления их с нормативными требованиями. Акустический расчет котельной производится в восьми октавных полосах со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц и включает:

выявление источников шума и определение их шумовых характеристик;

определение октавных уровней звукового давления в предварительно выбранных расчетных точках;

определение требуемого снижения октавных уровней звукового давления в расчетных точках.

1. Источники шума и их шумовые характеристики

Основные источники шума в помещении котельной: вентиляторы; дымососы; насосы; горелки; РОУ и РУ (редукционно-охладительная установка и редукционная установка); ГРУ и ГРП (газорегуляторная установка и газорегуляторный пункт).

Основные источники шума на территории, прилегающей к котельной: вентиляционные решетки или всасывающие короба; вентиляторы и дымососы, установленные снаружи; выхлопные трубы от предохранительных клапанов котлов, РУ и РОУ; здание котельной, излучающее шум через ограждающие конструкции; дымовая труба.

В вентиляционных дутьевых и дымососных установках шум излучается через стенки корпуса вентилятора или дымососа, открытыми всасывающим или нагнетательным патрубками, от приводного электродвигателя, через стенки воздуховодов и газоходов, вентиляционные решетки (приточные или вытяжные), всасывающие короба. Кроме перечисленных источников шума, существуют вторичные источники: металлические поверхности оборудования и ограждающие конструкции котельной (пол, стены, потолок, площадки), которые из-за отраженного от них звука и вибрации усиливают общий шум в помещении.

Для выполнения акустического расчета необходимо знать шумовые характеристики источников шума, в первую очередь, — октавные уровни излучаемой ими звуковой мощности. Шумовые характеристики, как правило, указываются заводом-изготовителем в прилагаемой технической документации.

Октавные уровни звуковой мощности вентиляторов, дымососов, насосов, горелок, ГРП приведены в приложении 5. Иногда завод-изготовитель вместо уровней звуковой мощности указывает уровни звукового давления. Переводить уровни звукового давления в уровни звуковой мощности следует в соответствии с ГОСТом 12.1.026-80, ГОСТом 12.1.027-80, ГОСТом 12.1.028-80, ГОСТом 12.1.024-81, ГОСТом 12.1.025-81.

В некоторых случаях, когда шумовые характеристики вентиляторов не указаны в паспорте и каталоге, их можно определить расчетным путем (см. приложение 4).

2. Определение октавных уровней звукового давления в предварительно выбранных расчетных точках котельной

Зная величины уровней звуковой мощности источников шума, определяют октавные уровни звукового давления в расчетных точках. Расчетные точки при акустических расчетах следует выбирать на рабочих местах с периодическим или постоянным пребыванием обслуживающего персонала на высоте 1,2 – 1,5 м от уровня пола или рабочей площадки. В расчетной точке действует как прямой звук, создаваемый близко расположенными источниками шума, так и отраженный.

В начале расчета определяются октавные уровни звукового давления L отр, дБ, в зоне отраженного звука в помещении котельного зала по формуле

$$L_{отр} = \sum_{i=1}^K L_{pi} - 10 \lg B + 10 \lg \Psi + 6, \quad (1)$$

где $\sum_{i=1}^K L_{pi}$ — суммарный октавный уровень звуковой мощности, дБ, определяют по приложению 2.

L_{pi} - октавный уровень звуковой мощности, создаваемый
 i -тым источником шума, дБ;

K - общее количество источников шума;

V - постоянная помещения, m^3 , в октавных полосах частот
 определяется по формуле

$$V = V_{1000} \cdot \mu. \quad (2)$$

Здесь V_{1000} - постоянная помещения, на среднегеометрической частоте 1000 Гц, которую можно принять по СНиП II-12-77. Для котельного зала $V_{1000} = \frac{V}{20}$, для химической лаборатории, электролитовых, бытовых помещений и т.п. $V_{1000} = \frac{V}{10}$. Условно в помещении не учитывается объем V , занимаемый оборудованием, коммуникациями и др.;

μ - частотный множитель, определяемый по табл. I [1];

ψ - коэффициент, учитывающий нарушение диффузности звукового поля в помещении, принимаемый по опытным данным, а при их отсутствии - по рис. I в зависимости от отношения постоянной помещения P к площади отражающих поверхностей $S_{огр}$ (отражающая поверхность включает в себя стены, пол, потолок. Условно поверхности оборудования, коммуникаций, площадок и другие в расчете не учитываются).

Таблица I

Объем помещения V, m^3	Частотный множитель μ при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Менее 200	0,8	0,75	0,7	0,8	I	I,4	I,8	2,5
200 - 1000	0,65	0,62	0,64	0,75	I	I,5	2,4	4,2
Более 1000	0,5	0,5	0,55	0,7	I	I,6	3	6

Если расчетная точка находится в непосредственной близости от источников шума, то для определения октавных уровней звукового давления $L_{пр}$, дБ, в этой точке необходимо к величине уровня звукового давления в зоне отраженного звука $L_{отр}$, дБ,

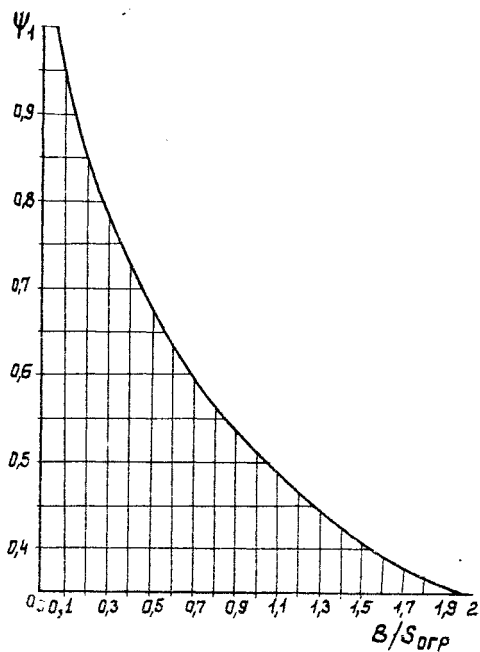


Рис. I. Определение коэффициента ψ

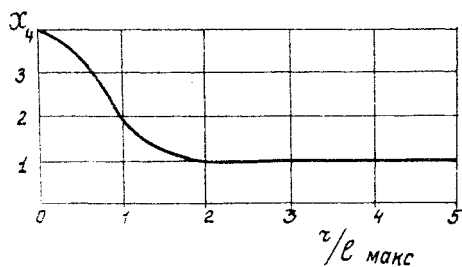


Рис. II. Определение коэффициента X

определенной по формуле (I), прибавить, пользуясь рис. I2 , значение уровня звукового давления в зоне прямого звука

$L_{пр}$, дБ, для каждого близко расположенного источника шума, которое определяется в каждой октавной полосе по формуле [I]

$$L_{пр} = L_{pi}^S + 10 \lg \frac{x \Phi}{S}, \quad (3)$$

где L_{pi}^S - октавный уровень звуковой мощности близко расположенного источника шума, дБ;

x - коэффициент, учитывающий влияние ближнего акустического поля и принимаемый в зависимости от отношения расстояния z м, между акустическим центром источника шума* и расчетной точкой РТ к максимальному габаритному размеру

ℓ_{\max} , м, источника шума по графику на рис. 2;

Φ - фактор направленности источника шума. Для источников шума с равномерным излучением звука $\Phi=1$. Для вентиляционных решеток Φ можно принять по кривым на рис.3 [I]. На рисунке а - решетка в центре помещения; б - решетка в центре стены; в - решетка в двухгранном углу; г - решетка в трехгранном углу; \sqrt{F} - приведенный размер решетки, м; F - площадь решетки, м²; f - среднегеометрическая частота октавных полос, Гц;

S - площадь воображаемой поверхности, окружающей источник шума, повторяющей его форму и проходящей через расчетную точку, м².

Для источников шума, у которых расстояние расчетной точки от акустического центра источника шума $z > 2 \ell_{\max}$, площадь воображаемой поверхности следует принимать при расположении источника шума:

в пространстве (на отдельно стоящей колонне) $S = 4 \pi z^2$;

на поверхности стены, перекрытия, на колонне, примыкающей к стене, $S = 2 \pi z^2$;

в двухгранном углу, образованном ограждающими конструкциями, $S = \pi z^2$;

* Акустический центр источника шума АЦ, расположенного на полу (стене), следует принимать совпадающим с проекцией геометрического центра источника шума ГЦ на плоскость, к которой крепится источник шума.

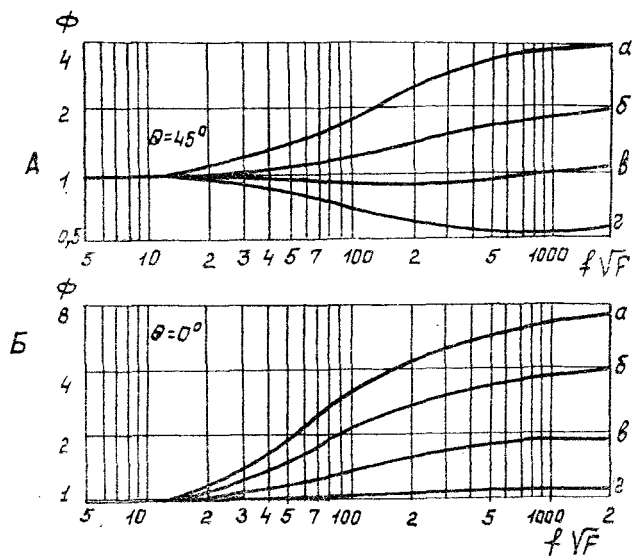
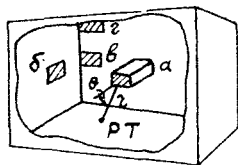


Рис. 3. Фактор направленности Φ источника шума при излучении шума из вентиляционной решетки

в трехгранном углу, оборудованном ограждающими конструкциями,

$$S = \frac{\pi \tau^2}{2}.$$

Для источников шума, у которых расстояние расчетной точки от акустического центра источника шума $\tau < 2\ell$ макс, площадь, m^2 , воображаемой поверхности определяется по формуле для прямоугольного параллелепипеда (рис. 4А)

$$S = 2h(a_1 + b_1) + a_1 \cdot b_1,$$

где a_1 - меньшая сторона воображаемой поверхности параллелепипеда, $a_1 = \ell + 2d$;

ℓ - наименьший размер источника шума;

d - удаление воображаемой поверхности, проходящей через расчетную точку РТ;

b_1 - большая сторона воображаемой поверхности параллелепипеда, $b_1 = \ell_{\text{макс}} + 2d$;

h - высота воображаемой поверхности параллелепипеда, $h = n + d$;

для полуцилиндра, (рис. 4Б)

$$S = \pi c (c + L_{\text{вп}}).$$

Здесь c - радиус воображаемой поверхности полуцилиндра,

$$c = R_n + d;$$

R_n - радиус полуцилиндра;

$L_{\text{вп}}$ - длина воображаемой поверхности полуцилиндра, $L_{\text{вп}} = \ell + 2d$.

Формула определения уровня звукового давления в зоне прямого звука для близко расположенных источников шума (кроме вентиляционных решеток), у которых $2\ell_{\text{макс}} < \tau$, при $\tau = I$ м, $x = I$, $\Phi = I$, принимает вид при следующем расположении источника шума:

в пространстве (на отдельно стоящей колонне)

$$L_{\text{пр}} = L_{\text{рл}}^5 - 11; \quad (4)$$

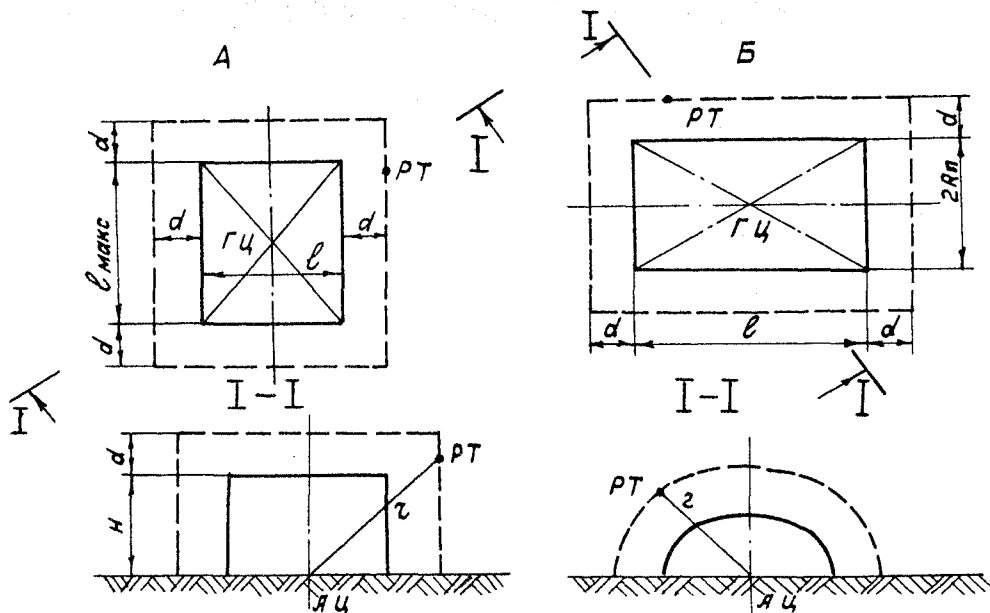


Рис. 4. Определение воображаемой поверхности, окружающей источник шума и проходящей через расчетную точку

А - для прямоугольного параллелепипеда

Б - для полуцилиндра

на полу, на поверхности стены, перекрытия

$$L_{np} = L_{pi}^6 - 8 ; \quad (5)$$

в двухгранном углу

$$L_{np} = L_{pi}^6 - 5 ; \quad (6)$$

в трехгранном углу

$$L_{np} = L_{pi}^6 - 2 . \quad (7)$$

Суммарный уровень звукового давления $\sum_{i=1}^K L_{pi}$, дБ, в зоне прямого звука от нескольких близко расположенных источников шума с разными октавными уровнями звуковой мощности определяется по приложению 2, а для K -одинаковых по излучаемой мощности близко расположенных источников шума - по формуле [1]

$$\sum_{i=1}^K L_{pi} = L_{np} + 10 \lg K. \quad (8)$$

Значения $10 \lg K$ приведены в табл. 2.

Таблица 2

Количество единиц оборудования, одинакового по излучаемой звуковой мощности, K	$10 \lg K$	Количество единиц оборудования, одинакового по излучаемой звуковой мощности, K	$10 \lg K$
1	0	7	8,5
2	3	8	9
3	4,8	9	9,5
4	6	10	10
5	7	11	10,4
6	7,8	12	10,8

Пример. В котельной объемом 2200 м^3 с площадью ограждающих поверхностей $S_{огр} = 1352 \text{ м}^2$ размещены одиннадцать источников шума с $\Phi=1$. Все источники шума работают одновременно. Октавные уровни звуковой мощности, излучаемой каждым источником шума, приведены в табл. 3. Максимальный габаритный размер источника шума № 4 $\ell_{\text{макс}} = 777 \text{ мм}$.

Определить октавные уровни звукового давления / от 95, в расчетной точке, расположенной на расстоянии $Z = 2$ м от источника шума № 4.

Таблица 3

№ источника шума	Количество источников шума	Октавные уровни звуковой мощности, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	3	86,8	92,8	94,8	93,8	90,8	83,8	78,8	73,8
2	3	96,8	94,8	93,8	100,8	94,8	92,8	90,8	83,8
3	3	86,3	90,8	93,3	99,8	94,3	93,3	85,3	78,3
4	2	79	82	88	84	93	93	85	81
Суммарный октавный уровень звуковой мощности, $\sum_{i=1}^n L_{pi}$	II	97,9	98,4	99,6	104,1	99,7	98	94,6	85,9

Решение. Расчет октавного уровня звукового давления в расчетной точке для частоты 500 Гц сводится вначале к определению октавного уровня звукового давления $L_{отр}$, дБ, в зоне отраженного звука

$$L_{отр} = \sum_{i=1}^n L_{pi} - 10 \lg B + 10 \lg \Psi + 6 = 104,1 - 10 \lg \left(\frac{V}{20} \cdot \mu \right) + 10 \lg 0,99 + 6 = 91,2 \text{ дБ}.$$

Здесь постоянная помещения $V_{1000} \text{ м}^2$, в октаве 1000 Гц

$$V_{1000} = \frac{V}{20} = \frac{2200}{20} = 110 \text{ м}^2.$$

Коэффициент Ψ определяется в зависимости от площади отражающих поверхностей $S_{отр} = 1352 \text{ м}^2$ по рис. 1 $\Psi = 0,99$.

Октавный уровень звукового давления $L_{пр}$, дБ, в зоне прямого звука от источника шума № 4 в расчетной точке для частоты 500 Гц равен

$$L_{пр} = L_{p_4} + 10 \lg \frac{x \cdot \Phi}{S} = 84 + 10 \lg \frac{1 \times 1}{25,1} = 84 + 10 \lg 0,0398 = 84 + 10 \times (-1,4) = 70 \text{ дБ}.$$

Здесь L_{p4} - октавный уровень звуковой мощности одного источника шума № 4, дБ.

Коэффициент X находится по рис. 2 в зависимости от отношения $\tau/\ell_{\text{макс}}$. В нашем случае

$$\frac{\tau}{\ell_{\text{макс}}} = \frac{2}{0,777} = 2,6, \text{ следовательно } X = 1.$$

Площадь воображаемой поверхности S , окружающей источник шума и проходящей через расчетную точку, определяем по формуле для источника шума, расположенного на полу, в удалении от отражающих стен,

$$S = 2\pi\tau^2 \quad \text{при } 2\ell_{\text{макс}} < \tau \quad \text{или } 2 \times 0,777 < 2.$$

Тогда $S = 25,1 \text{ м}^2$.

Действительный уровень звукового давления в расчетной точке определяется суммарным уровнем звукового давления в зоне отраженного звука от всех источников шума и в зоне прямого звука от источника шума № 4 по приложению 2.

Расчет по октавам приведен в табл. 4.

Таблица 4

Показатель	Ссылка (формула, таблица, рисунок)	Значения рассчитываемых величин при средне- геометрических частотах октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
M	Табл. I	0,5	0,5	0,55	0,7	I	I,6	3	6
$V, \text{ м}^2$	Формула (2)	55	55	60	77	110	176	330	660
$V/S \text{ отр}$	-	0,04	0,04	0,05	0,06	0,08	0,13	0,24	0,49
Ψ	Рис. I	I	I	I	0,99	0,95	0,9	0,8	0,68
$10 \lg V, \text{ дБ}$	-	17,4	17,4	17,8	18,9	20,4	22,5	25,2	28,2
$10 \lg \Psi, \text{ дБ}$	-	0	0	0	-0,05	-0,23	-0,46	-0,97	-1,7
$L_{\text{отр}}, \text{ дБ}$	Формула (1)	86,5	87	87,8	91,2	85,1	81,1	74,7	62
$L_{\text{пр}}, \text{ дБ}$	Формула (3)	62	65	71	67	76	76	68	64
$L_{\text{прт}}, \text{ дБ}$	Рис. I3	86,5	87	87,9	91,2	85,6	82,3	75,6	66,1

3. Определение октавных уровней звукового давления в расчетных точках помещения,, смежного с "шумным помещением"

3.1. Октавные уровни звукового давления L_u^c , дБ в расчетных точках помещения, создаваемые шумом, прошедшим через изолирующую конструкцию из смежного помещения, определяются по формуле (1)

$$L_u^c = L_w + 10 \lg S_n - R - 10 \lg V_u, \quad (9)$$

где L_w — октавный уровень звукового давления в "шумном помещении" (котельный зал) у преграды, дБ;

S_n — площадь ограждающей конструкции, м²;

V_u — постоянная помещения, изолируемого от шума, м³;

R — звукоизолирующая способность ограждающей конструкции, определяемая по табл. 5, дБ.

Таблица 5

Строительный материал (изделие)			Звукоизолирующая способность конструкции R^{**} дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц								
Наименование	Толщина δ мм	Плотность γ , кг/м ³	m^* , кг/м ²	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Кирпич	250	1400	350	39,2	39,2	41	48,5	56	60	60	60
	125	1800	225	35	35	35	41,5	49	56,5	60	60
	250	1800	450	41,6	41,6	42	49,5	57	60	60	60
	380	1800	685	45	45	46,5	54	60	60	60	60
	510	1800	920	47,8	50	57,5	60	60	60	60	60
Керамзитобетонная панель	200	1100	220	35	35	36,5	44	51,5	59	60	60
	240	1100	264	36,5	36,5	39	46,5	54	60	60	60
	300	1100	330	38,6	38,6	41,5	49	56,5	60	60	60
	350	1100	386	40	40	43	50,5	58	60	60	60
	400	1100	440	41,2	41,2	45	52,5	60	60	60	60

* — поверхностная плотность изолирующего ограждения (масса 1м² ограждения).

** — значения получены путем построения графиков для каждого вида строительного материала по СНИП П-12-77.

Продолжение табл. 5

Строительный материал (изделие)				Звукоизолирующая способность конструкции $R_{\text{ж}}$, дБ при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
Наименование	Толщина δ , мм	Плотность ρ , кг/м ³	m^* , кг/м ²	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Панель из актокла- вного яче- истого бе- тона	200	600	120	29,5	29,5	33	40,5	48	55,5	60	60
	250	600	150	31,6	31,6	36	43,5	51	58,5	60	60
	300	600	180	33,2	33,2	38	45,5	53	60	60	60
	200	700	140	31	31	34,5	42	49,5	57	60	60
	250	700	175	33	33	36,5	44	51,5	59	60	60
	300	700	210	34,5	34,5	38,5	46	53,5	60	60	60
	200	800	160	32,2	32,2	35	42,5	50	57,5	60	60
	250	800	200	34,2	35,6	38	45,5	53	60	60	60
	300	800	240	35,6	35,6	39,5	47	54,5	60	60	60
Панель из пористых заполните- лей	200	900	180	33,2	33,2	36	43,5	51	58,5	60	60
	250	900	225	35,1	35,1	38,5	46	53,5	60	60	60
	300	900	270	36,8	36,8	40,5	48	55,5	60	60	60
	200	1000	200	34,2	34,2	36,5	44	51,5	58,5	60	60
	250	1000	250	36	36	39	46,5	54	60	60	60
	300	1000	300	37,8	37,8	41	48,5	56	60	60	60
	200	1100	220	34,6	34,6	36,5	44	51,5	59	60	60
	250	1100	275	36,9	36,9	39,5	47	54,5	60	60	60
	300	1100	330	38,6	38,6	42	49,5	57	60	60	60
	200	1200	240	35,6	35,6	37	44,5	52	60	60	60
	250	1200	300	37,8	37,8	40	47,5	55	60	60	60
	300	1200	360	39,4	39,4	42,5	50	57,5	60	60	60
Железобе- тонная панель	50	2500	125	29,7	29,7	29,7	35	42,2	50	57,5	60
	80	2500	200	34,2	34,2	34,2	40	47,5	55	60	60
	100	2500	250	36	36	36	42,5	50	57,5	60	60
	220	2500	550	43,3	43,3	43,3	50,5	58	60	60	60

m^* - поверхностная плотность изолирующего ограждения (масса 1м² ограждения).

$R_{\text{ж}}$ - значения получены путем построения графиков для каждого вида строительного материала по СНиП II-12-77.

Строительный материал (изделие)				Звукоизолирующая способность конструкции, $R_{\text{из}}$, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
Наименование	Толщина δ , мм	Плотность ρ , кг/м ³	m , кг/м ²	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Фибролит	100	600	60	29,5	29,5	29,5	36,5	44	51,5	59	60
Асбесто- ментные плиты	6	1750	10,5	16,6	20,6	24,6	28,6	32,6	35	31	39
	8	1750	14	18,6	22,6	26,6	30,6	34,6	32,2	35	43
	10	1750	17,5	19,6	23,6	27,6	31,6	35,6	30,6	37,4	45,4
Гипсо- бетон	80	1300	104	28,3	28,3	28,3	34,9	42,4	49,9	57,4	60
	100	1300	130	30,2	30,2	30,2	37,2	44,7	52,2	59,7	60
Гипсо- лит	80	1500	120	29,5	29,5	29,5	36,5	44	51,5	59	60
	100	1500	150	31,6	31,6	31,6	39,1	46,6	54,1	60	60
Трехслойная стеночная панель жжж	50		8,9	13,7	17,3	20,9	24,5	28,1	31,7	35,3	38,9
	80		10,5	15	18,6	22,2	25,8	29,4	33	36,6	40,2
	100		11,7	15,8	19,4	23	26,6	30,2	33,8	37,4	41
Стекло силикат- ное: одинарное остекле- ние	3	2500	7,5	10	15	20	25	30	35	29	37
	4	2500	10	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	32	33	41
двойное остекле- ние жжжж) $d_c=54\text{мм}$	3	2500	7,5	-	15,6	24,4	33	41,8	47	41	49
	3	2500	7,5	-	17,1	25	32,8	40	45	39	47
Двери внутрен- ние без уплот- нения	40			(17)	22	23	24	24	24	23	-

* m — поверхностная плотность изолирующего ограждения (масса 1 м² ограждения).

жж R — значения получены путем построения графиков для каждого вида строительного материала по СНиП II-12-77.

жжж — трехслойная стеночная панель состоит из двух наружных металлических листов и среднего слоя из пенополиуретана. Расчет звукоизолирующей способности панели дан в приложении 6.

жжжж d_c — расстояние между стеклами при двойном остеклении.

Звукоизолирующая способность сложных ограждающих конструкций зависит от звукоизоляции отдельных элементов стен, дверей, окон и др. Средняя звукоизолирующая способность такого ограждения, дБ, определяется по следующей формуле: [2]

$$R_{cp} = 10 \lg \frac{\sum_{i=1}^K S_i}{\sum_{i=1}^K S_i \cdot 10^{-0,1 R_i}} \quad (10)$$

где S_i - площадь отдельного элемента сложного ограждения, м²;
 R_i - звукоизолирующая способность отдельного элемента, определяемая по табл. 5, дБ.

Для упрощения расчетов величину $10^{-0,1 R_i}$ в зависимости от значения R_i можно определить по графику на рис. 5.

При наличии двух элементов в сложном ограждении среднюю звукоизолирующую способность ограждения можно определить по номограмме рис. 6 [2] в зависимости от разности T между средней и большей звукоизолирующей способностью сложного ограждения, разности U между большей и меньшей звукоизолирующей способностью того же ограждения и величины e , которая определяется по формуле

$$e = \frac{S_0}{S_{общ}} \cdot 100\%, \quad (11)$$

где S_0 - площадь элемента с наименьшей звукоизоляцией, м²;
 $S_{общ}$ - площадь всего звукоизолирующего ограждения, м².

3.2. Октавные уровни звукового давления, дБ, в расчетных точках помещения, создаваемые при проникновении шума через открытый проем (дверь, окно и т.п.), от источников шума, расположенных в смежном помещении, определяются по формуле

$$L_u^{co} = L_w + 10 \lg S_{пр} - 10 \lg B_u, \quad (12)$$

где $S_{пр}$ - площадь открытого проема, м².

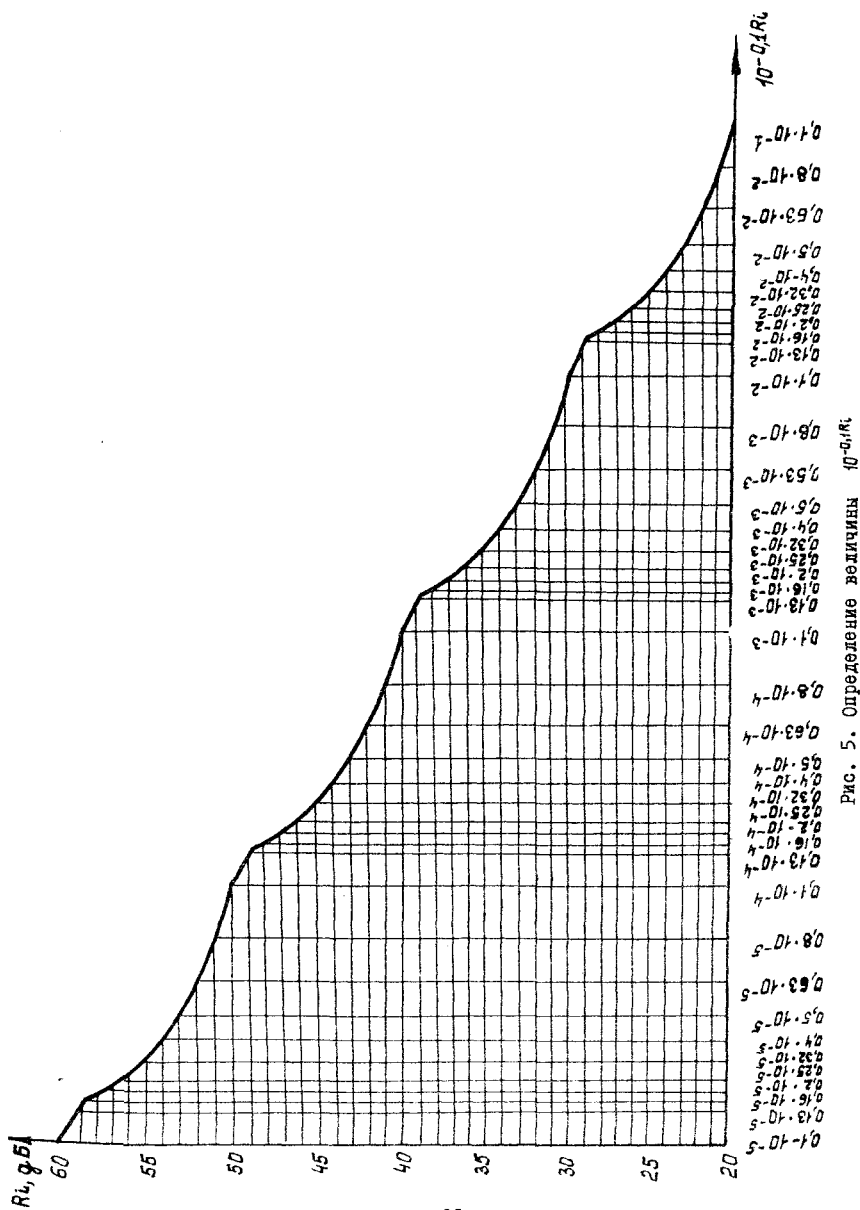


Рис. 5. Определение величины $10^{-0.1 R_L}$

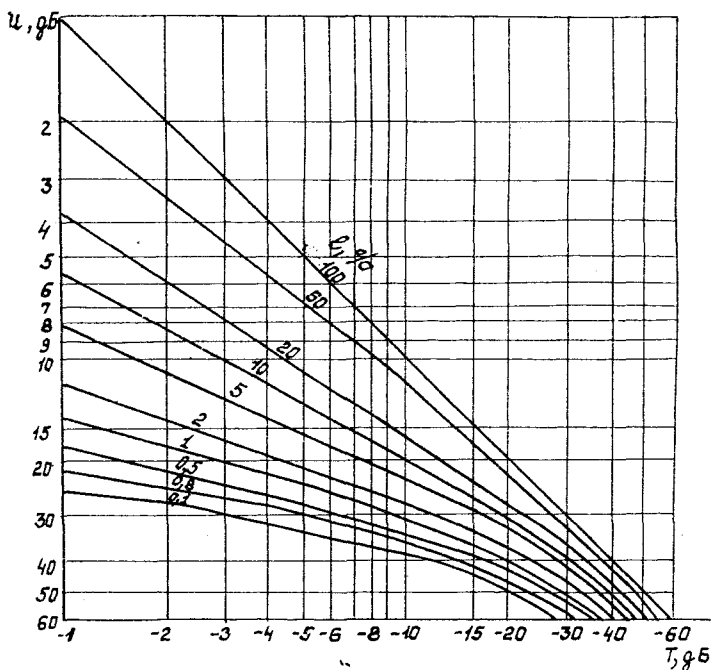


Рис. 6. Номограмма для определения средней звуко-
изолирующей способности сложного ограждения,
состоящего из двух элементов

4. Определение октавных уровней звукового давления в расчетных точках помещения при проникновении шума с прилегающей территории

4.1. Октавные уровни звукового давления $L_{u_i}^T$, дБ, в расчетных точках помещения при проникновении шума с прилегающей территории через ограждающую конструкцию определяются по формуле [1]

$$L_{u_i}^T = L_{нар} + 10 \lg S_n - 10 \lg B_{u_i} + 6 - R, \quad (13)$$

где $L_{нар}$ — суммарный октавный уровень звукового давления от всех источников шума на расстоянии 2 м от рассматриваемой ограждающей конструкции, дБ.

4.2. Октавные уровни звукового давления $L_{u_i}^{T0}$, дБ, в расчетных точках помещения при проникновении шума через открытый проем с прилегающей территории в защищаемое от шума помещение определяются по формуле [1]

$$L_{u_i}^{T0} = L_{нар} + 10 \lg S_{пр} - 10 \lg B_{u_i} + 5. \quad (14)$$

5. Проникновение шума в помещение через стенки воздуховодов и газопроводов

Октавные уровни звукового давления $L_{u_i}^{\delta}$, дБ, в расчетных точках помещения, по которому проходит воздуховод, излучающий шум через стенки, находят по формуле [3]

$$L_{u_i}^{\delta} = L_{p\delta} - \Delta L_{р_{стн}} - R_6 - 10 \lg B_{u_i} + 10 \lg \frac{S_n}{S_6} + 3, \quad (15)$$

где $L_{p\delta}$ — октавный уровень звуковой мощности источника шума, дБ, излучаемой в воздуховод, определяется по формуле

$$L_{p\delta} = L_{p_{акт}}^{патр} + \Delta L_2 + \Delta L_3. \quad (16)$$

Здесь $L_{p_{акт}}^{патр}$ — октавные уровни звуковой мощности вентилятора, дБ, излучаемой открытым всасывающим или нагнетательным патрубками;

ΔL_2 - поправка, дБ, учитывающая акустическое влияние присоединения воздуховода к вентилятору и определяемая по графику на рис. 15 в зависимости от размера патрубка вентилятора;

ΔL_3 - частотная поправка, дБ, зависящая от диаметра или размера стороны патрубка (всасывания или нагнетания) вентилятора, определяется по табл. 8 [3];

$L_{рсети}$ - определяется по приложению 3;

R_g - звукоизолирующая способность стенок воздуховода, дБ, приведена для стенок прямоугольных воздухопроводов сечением не менее $0,25 \text{ м}^2$ в табл. 6, а для стенок круглых воздухопроводов с диаметром от 300 до 600 мм - в табл. 7;

S_H - площадь наружной поверхности воздуховода, через которую шум поступает в помещение, м^2 ;

S_g - площадь поперечного сечения воздуховода, м^2 .

Таблица 6

Материал воздуховода	Толщина материала, мм	Звукоизолирующая способность стенок R_g прямоугольных воздухопроводов сечением не менее $0,25 \text{ м}^2$, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Сталь	0,7	8	15	18	23	26	30	34	37
	1	13	16	20	24	29	33	36	34
	2	16	20	24	29	33	36	34	34
Сталь толщиной 1 мм с облицовкой из минераловатных плит плотностью 100 кг/м ³	80	(16)	(20)	(26)	(30)	(34)	(38)	(42)	(45)
Железобетон	50	28	34	35	35	41	48	55	55
Кирпичная кладка	130	32	39	40	43	48	54	60	60
Гипсобоетонные плиты	80	(24)	28	33	37	39	44	44	-
Керамзитобетонные плиты	80	(26)	33	34	39	47	52	-	-

Примечание. Величины в скобках ориентировочные.

Таблица 7

Материал воздуховода	Толщина материала, мм	Звукоизолирующая способность стенок R_s круглых воздуховодов диаметром от 300 до 600 мм, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Сталь толщиной 0,7 мм	-	(33)	24	28	29	24	24	22	29
То же, с облицовкой из асбестовой ткани	5	(38)	31	36	36	34	34	39	48
То же, с облицовкой минераловатными плитами	50-80	(37)	30	38	40	40	41	44	48
То же, с нанесением мастики ВД-17-59	6	(35)	32	32	35	34	32	35	34

Примечание. Величины в скобках ориентировочные.

Октавные уровни звукового давления в помещении, в котором проходит газопровод, излучающий шум, исходящий от дымососа, определяют аналогично.

Таблица 8

Диаметр d , или корень квадратный из величины площади поперечного сечения прямоугольного патрубка вентилятора $\sqrt{S_{\text{патр}}}$, мм	Частотная поправка ΔL , дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
200	4	3	2	1	1	0	0	0	
225	3	3	2	1	0	0	0	0	
250	3	3	2	1	0	0	0	0	
280	4	2	3	1	0	0	0	0	
315	3	3	1	1	0	0	0	0	
350	3	2	2	1	0	0	0	0	
400	2	3	1	0	0	0	0	0	
450	4	1	1	0	0	0	0	0	
500	3	2	1	0	0	0	0	0	
560	2	3	1	0	0	0	0	0	
630	3	2	0	0	0	0	0	0	
710	2	2	1	0	0	0	0	0	
800	3	1	1	0	0	0	0	0	
900	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	

6. Определение октавных уровней звукового давления в расчетных точках на территории, прилегающей к зданию котельной

6.1. Октавные уровни звукового давления L_T^k , дБ, в расчетных точках на территории от здания котельной, шум из которого проникает через ограждающую конструкцию, определяются по формуле

$$L_T^k = L_w + 10 \lg S_n - R - \gamma - 11, \quad (17)$$

$$\text{где} \quad \gamma = 15 \lg Z_{ог} + \frac{\beta_a \cdot Z_{ог}}{1000}. \quad (18)$$

Здесь $Z_{ог}$ — расстояние от ограждающей конструкции или её элемента до расчетной точки, м;

β_a — затухание звука в атмосфере, дБ/км, принимается по табл. 9. При расстояниях $Z_{ог} < 50$ м затухание звука в атмосфере в расчетах не учитывается.

Таблица 9

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
β_a , дБ/км	0	0,7	1,5	3	6	12	24	48

Величина γ определяется по графику для $Z_{ог} = 50 - 300$ м рис. 7, а для $Z_{ог} = 300 - 1000$ м — по графику рис. 8.

Для $Z_{ог} < 50$ м

$$\gamma = 15 \lg Z_{ог}. \quad (19)$$

6.2. Октавные уровни звукового давления L_T^{ko} , дБ, в расчетных точках на территории от здания котельной, шум из которого проникает через открытый проем, определяются по формуле

$$L_T^{ko} = L_w + 10 \lg S_{пр} - \gamma - 11. \quad (20)$$

6.3. Октавные уровни звукового давления L_T^u , дБ, в расчетных точках на территории, создаваемые каждым источником шума, расположенным на открытой территории,

при $\Phi = 1$ следует определять по формуле

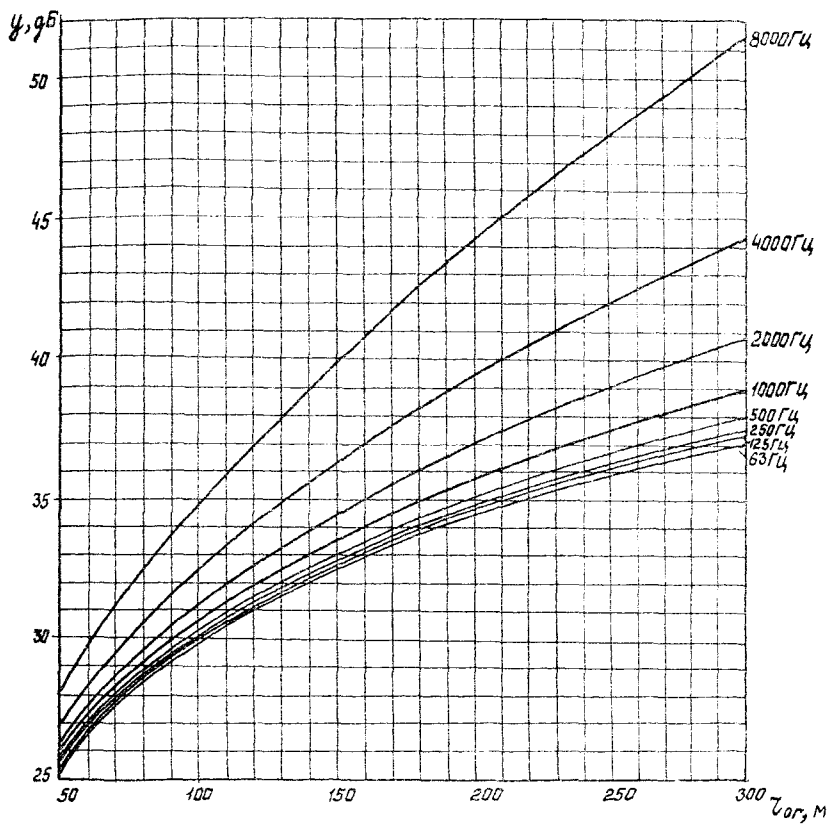


Рис. 7. Определение γ при $\tau_o = 50-300m$

4,98

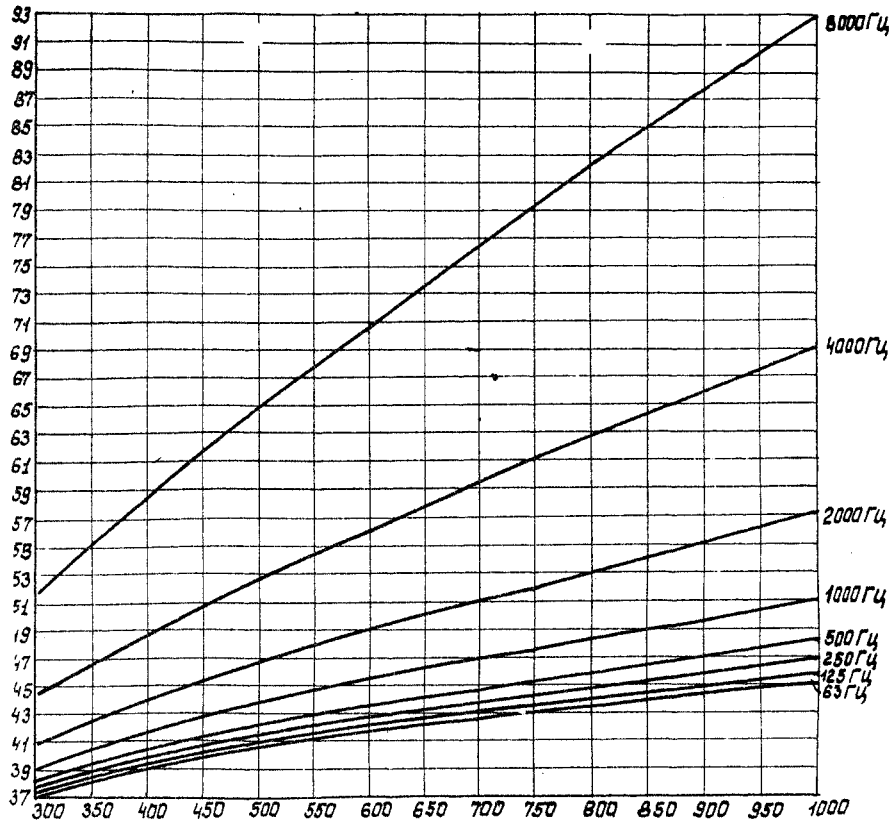


Рис.8. Определение U при $Z_{0r}=300-1000$ м

$Z_{0r}, \text{ м}$

$$L_r^u = L_{pi} - Z, \quad (21)$$

$$\text{где } Z = 15 \lg z + \frac{3\pi \cdot z}{1000} + 10 \lg \Omega. \quad (22)$$

Здесь Ω - пространственный угол излучения звука, принимаемый для источников шума, расположенных:

1) в пространстве (например, дымовая труба)

$$\Omega = 4\pi; \quad 10 \lg \Omega = 11 \text{ дБ};$$

2) на поверхности земли, стены, перекрытия

$$\Omega = 2\pi; \quad 10 \lg \Omega = 8 \text{ дБ};$$

3) в двухгранном углу, образованном ограждающими конструкциями зданий, сооружений и поверхностью земли, перекрытия

$$\Omega = \pi; \quad 10 \lg \Omega = 5 \text{ дБ};$$

4) в трехгранном углу, образованном ограждающими конструкциями зданий, сооружений и поверхностью земли, перекрытия

$$\Omega = \frac{\pi}{2}; \quad 10 \lg \Omega = 2 \text{ дБ}.$$

Этот случай имеет ограниченное применение.

Величина Z определяется по графику для $z = 50 - 100$ м рис. 9, а для $z = 300 - 1000$ м - по графику рис. 10.

Для $z < 50$ м

$$Z = 15 \lg z + 10 \lg \Omega. \quad (23)$$

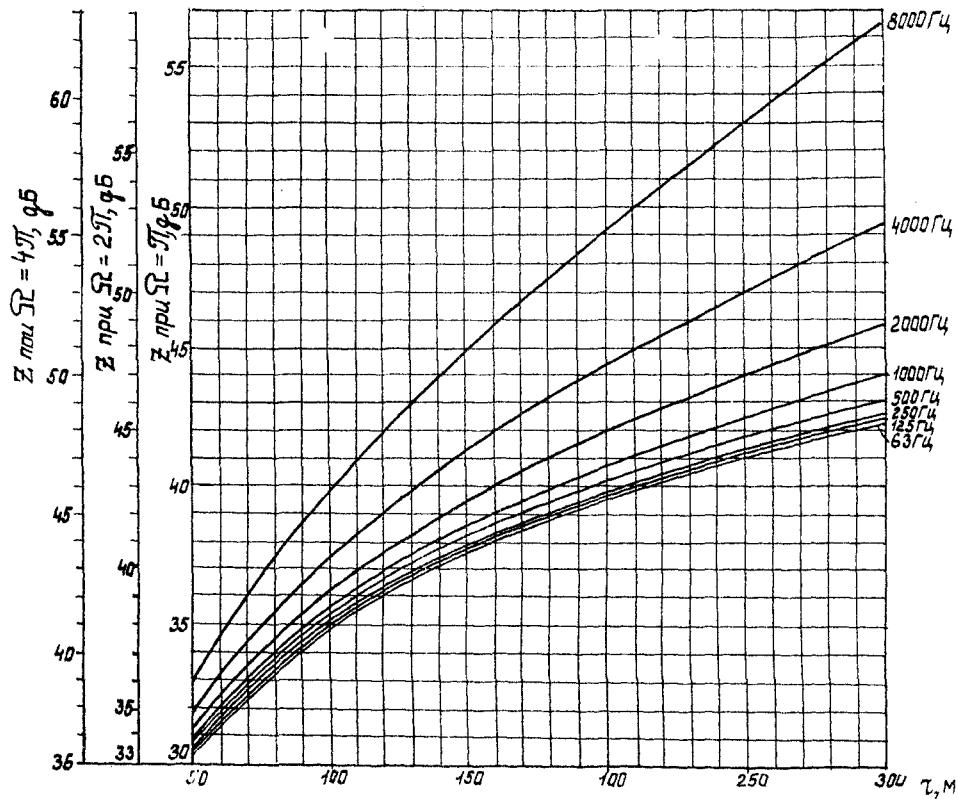
Если источником шума является вентиляционная решетка или всасывающий короб, октавные уровни звукового давления L_T^B , дБ, в расчетной точке на территории определяются по формуле

$$L_T^B = L_p + \Delta L_H - Z, \quad (24)$$

где L_p - октавный уровень звуковой мощности вентиляционной решетки, дБ;

ΔL_H - показатель направленности излучения звука, определяемый по рис. 11 [3], дБ.

Суммарный уровень звукового давления в расчетной точке от всех источников шума (дымососы, вентиляторы, вентиляционные решетки, а также элементы ограждающих конструкций здания - стены, окна и т.п.) определяется по приложению 2.

Рис. 9. Определение Z при $r = 50-300 \text{ м}$

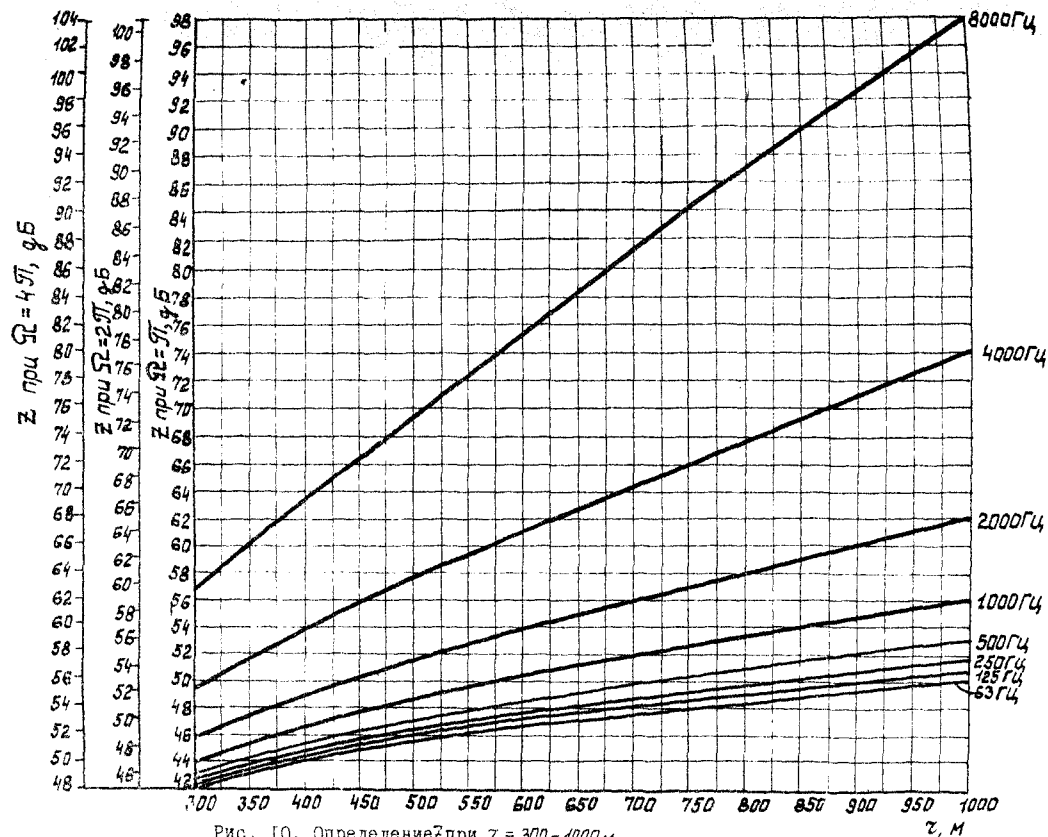


Рис. 10. Определение z при $\tau = 300 - 1000$ м

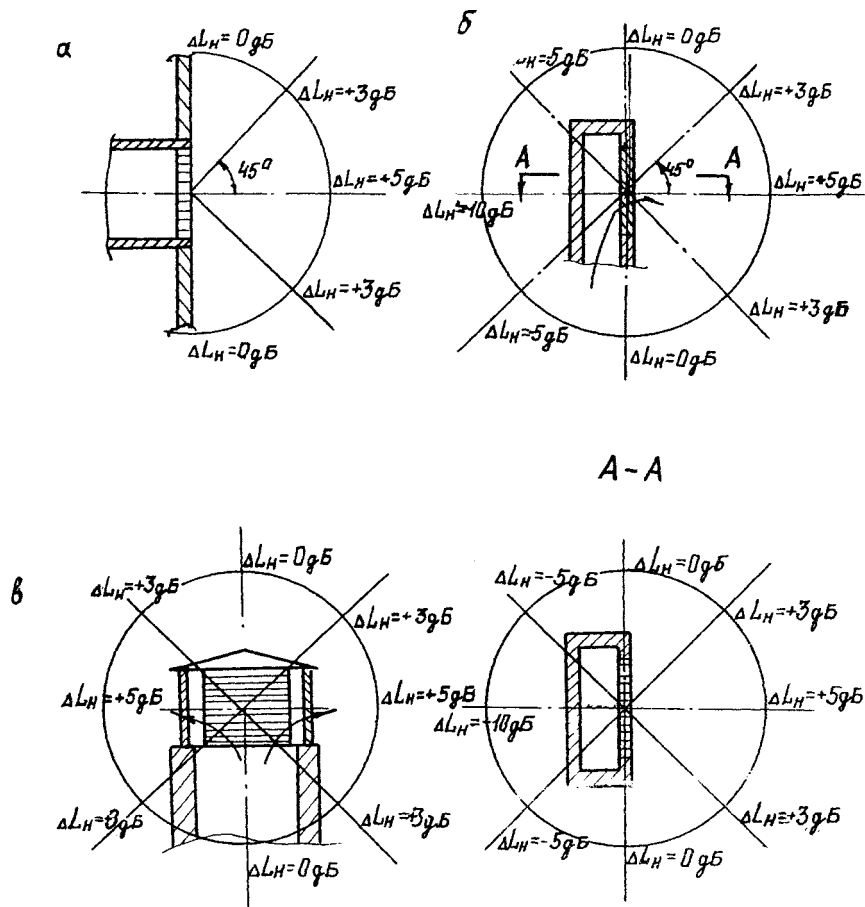


Рис. II. Показатель направленности излучения шума ΔL_n при выходе его в атмосферу через выходные отверстия шахт, решетки, жалюзи и подобные элементы

- а - выход в одну сторону через воздухозаборную решетку в стене
- б - выпуск в одну сторону через жалюзи в шахте
- в - равномерный выпуск во все стороны через жалюзи в шахте

Пример. Определить октавные уровни звукового давления L_T^k , дБ, в расчетных точках на территории, прилегающей к зданию котельной, создаваемые при проникновении шума от работающего оборудования в котельной через фасад.

Дано. Фасад котельной представляет собой сложную перегородку из трех элементов. Характеристика последних приведена в табл. 10.

Расчетная точка находится на расстоянии $r_{ар}=90$ м от фасада котельной.

Таблица 10

Наименование	Площадь элементов, m^2	Плотность материала, kg/m^3	Толщина, мм	Ссылка (формула, таблица, рисунок)	Звукоизолирующая способность конструкции R , дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
					63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Кирпичные участки	151	1800	250	Табл.3	41,6	41,6	42	49,5	57	60	60	60
Керамзитобетонная панель	473	1100	200	То же	35	35	36,5	44	51,5	59	60	60
Двойное остекление $d_c=100$ мм	208	2500	3	"-	-	17,1	25	32,8	40	45	39	47

Октавные уровни звукового давления $L_{ш}$ в котельной даны в табл. 11.

Таблица 11

Октавные уровни звукового давления, дБ	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{ш}$	94	94	93	92	93	87	84	81

Решение. По формуле (10) определяется средняя звукоизолирующая способность фасада $R_{ср}$, где $\sum_{i=1}^{4+3} S_i = 151 + 473 + 208 = 832 m^2$.

Значения R ср, полученные по формуле (10), приведены в табл. 12. Далее определяются октавные уровни звукового давления в расчетной точке по формуле (17), где

$$S_n = \sum_{i=1}^{K=3} S_i = 832 \text{ м}^2; \quad 10 \lg S_n = 10 \lg 832 = 29,2.$$

Для нашего примера $R = R$ ср, тогда

$$L_T = L_w - R_{\text{ср}} - y + 18,2.$$

Расчет октавных уровней звукового давления в расчетных точках на территории, прилегающей к зданию котельной, приведен в табл. 12.

Таблица 12

Показатель	Ссылка (формула, таблица, рисунок)	Значения рассчитываемых величин при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$10^{-0}, IR_1$	Рис. 5	$0,68x \times 10^{-4}$	$0,68x \times 10^{-4}$	$0,63x \times 10^{-4}$	$0,11x \times 10^{-4}$	$0,2x \times 10^{-5}$	$1x \times 10^{-6}$	$1x \times 10^{-6}$	$1x \times 10^{-6}$
$S_1 \cdot 10^{-0}, IR_1$	-	$0,1x \times 10^{-2}$	$0,1x \times 10^{-2}$	$0,95x \times 10^{-2}$	$0,17x \times 10^{-2}$	$0,3x \times 10^{-3}$	$1,51x \times 10^{-4}$	$1,51x \times 10^{-4}$	$1,51x \times 10^{-4}$
$10^{-0}, IR_2$	Рис. 5	$0,32x \times 10^{-3}$	$0,32x \times 10^{-3}$	$0,22x \times 10^{-4}$	$0,4x \times 10^{-4}$	$0,71x \times 10^{-5}$	$0,13x \times 10^{-5}$	$1x \times 10^{-6}$	$1x \times 10^{-6}$
$S_2 \cdot 10^{-0}, IR_2$	-	$1,51x \times 10^{-1}$	$1,51x \times 10^{-1}$	$1,0x \times 10^{-1}$	$1,9x \times 10^{-2}$	$3,4x \times 10^{-3}$	$6,13x \times 10^{-4}$	$4,7x \times 10^{-4}$	$4,7x \times 10^{-4}$
$10^{-0}, IR_3$	Рис. 5	-	$0,2x \times 10^{-1}$	$0,32x \times 10^{-2}$	$0,52x \times 10^{-3}$	$0,1x \times 10^{-3}$	$0,32x \times 10^{-4}$	$0,13x \times 10^{-3}$	$0,2x \times 10^{-4}$
$S_3 \cdot 10^{-0}, IR_3$	-	-	0,42	$6,66x \times 10^{-1}$	$1,08x \times 10^{-1}$	$2,08x \times 10^{-2}$	$0,67x \times 10^{-2}$	$2,7x \times 10^{-2}$	$0,42x \times 10^{-3}$
$\sum_{i=1}^{K=3} S_i \cdot 10^{-0}, R_L$	-	$1,5x \times 10^{-1}$	$5,68x \times 10^{-1}$	$7,8x \times 10^{-1}$	$1,3x \times 10^{-1}$	$2,45x \times 10^{-2}$	$0,75x \times 10^{-2}$	$2,76x \times 10^{-2}$	$1,04x \times 10^{-3}$
$R_{\text{ср}}, \text{гБ}$	Формула (10)	37,4	31,7	30,3	38,1	45,3	50,5	44,8	59
$y, \text{гБ}$	Рис. 7	29,3	29,4	29,5	29,6	29,9	30,4	31,5	33,6
$L_T, \text{гБ}$	$L_T = L_w - R_{\text{ср}} - y + 18,2$	45,5	51,1	51,4	42,5	36	24,3	25,9	6,6

7. Определение требуемого снижения уровней звукового давления в расчетных точках

Требуемое снижение октавных уровней звукового давления $\Delta L_{тр}$, дБ, в расчетных точках помещений котельной или на прилегающей территории следует определять для одного источника шума по формуле работы [1]

$$\Delta L_{тр} = L - L_{доп}, \quad (25)$$

где L - октавный уровень звукового давления, создаваемый источником шума в расчетной точке, дБ;

$L_{доп}$ - допустимый октавный уровень звукового давления, дБ, в расчетной точке, расположенной в помещении котельной $L_{доп, пом}$ или на прилегающей к ней территории $L_{доп, т}$.

Допустимый октавный уровень звукового давления $L_{доп, пом}$, дБ, в расчетной точке, расположенной в помещении, определяется по формуле

$$L_{доп, пом} = L_H^{пом} + \Delta_1, \quad (26)$$

где $L_H^{пом}$ - нормативный уровень звукового давления, дБ, определяется по табл. 13 в соответствии с ГОСТом 12.1.003-76;

Δ_1 - поправка на характер шума и время его воздействия определяется по табл. 14.

Таблица I3

Наименование помещения	Нормативный уровень звукового давления $L_{доп.ном}$, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Электрощитовая	79	70	68	58	55	52	50	49
Химическая лаборатория	94	87	82	78	75	73	71	70
Бытовые помещения	79	70	68	58	55	52	50	49
Котельный зал	99	92	86	83	80	78	76	74

Таблица I4

Длительность воздействия шума за рабочий день	Характер шума	
	Широкополосный	Тональный или импульсный
От 4 до 8 ч	0	-5
От 1 до 4 ч	+6	+1
От 15 мин до 1 ч	+12	+7
От 5 до 15 мин	+18	+13
Менее 5 мин	+24	+19

Примечание. Для оборудования в котельной характерен широкополосный шум.

Допустимый уровень звукового давления L доп. т, дБ, в расчетной точке, расположенной на прилегающей к котельной территории, определяется по формуле

$$L_{доп.т} = L_H^T + \Delta_1 + \Delta_2, \quad (27)$$

где L_H^T - нормативный уровень звукового давления, дБ, определяемый по табл. I5.

Таблица I5

Наименование	Нормативный уровень звукового давления L_H^T , дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Территории, непосредственно прилегающие к жилым домам (в 2 м от ограждающих конструкций), площадки отдыха микрорайонов и групп жилых домов, площадки детских дошкольных учреждений, участки школ	67	57	49	44	40	37	35	33

Δ_1 - поправка на характер шума:

широкополосный шум $\Delta_1 = 0$ дБ;

тональный или импульсный шум $\Delta_1 = -5$ дБ;

Δ_2 - поправка на расположение объекта:

курортный район $\Delta_2 = -5$ дБ;

проектируемый городской жилой район $\Delta_2 = 0$ дБ.

Для нескольких источников шума, отличающихся друг от друга величинами октавных уровней звукового давления, ΔL тр. общ определяется по формуле [I]

$$\Delta L_{\text{тр.общ}} = L_{\text{общ}} - L_{\text{доп}}, \quad (28)$$

где $L_{\text{общ}}$ - суммарный октавный уровень звукового давления, дБ, в расчетной точке от всех источников шума определяется по приложению 2.

Для определения расстояния от источников шума, расположенных на открытой территории до жилой застройки, в формулы (17), (20), (21) и (24) вместо октавных уровней звукового давления $L_{\text{т}}, L_{\text{т}}^{\text{к}}, L_{\text{т}}^{\text{у}}, L_{\text{т}}^{\text{в}}$ подставляют допустимые октавные уровни звукового давления $L_{\text{доп.т}}$ и находят значения величин Z в формулах (21) и (24) и U в формулах (17) и (20).

далее по графикам на рис. 6-9 по найденным величинам Z и U определяют допустимое расстояние до жилой застройки.

Пример. Определить уровень звукового давления и требуемое снижение шума $\Delta L_{\text{тр}}$, дБ, в расчетной точке, когда источники шума и расчетная точка расположены на открытой территории в районе жилой застройки.

Дано. Четыре разных источника шума, расположенных около здания котельной. Значения уровней звуковой мощности L_{pi} , излучаемой каждым источником шума, расстояния r_i от источников шума до расчетной точки и пространственного угла излучения звука Ω для каждого источника шума приведены в табл.16. Фактор направленности источников шума $\Phi=1$. Характер шума - широкополосный.

Таблица 16

№ источника шума	Расстояние от источника шума до расчетной точки r_i , м	Пространственный угол излучения звука Ω	Октавные уровни звуковой мощности, L_{pi} , дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	60	3,14	104,7	107,3	108,9	109,5	108,5	101,7	96,7	91,7
2	53	3,14	115,1	107,8	108,5	108	103,8	97,8	93,8	87,8
3	51	2x 3,14	92,5	99,5	97,5	96	96,5	98	94,5	83,5
4	39	3,14	89	95	93,5	91	92,5	94	90	78

Решение. Расчет октавных уровней звукового давления и требуемого снижения шума для четырех источников приведен в табл. 17.

Таблица 17

Показатель, дБ	Ссылка (формула, таблица, рисунок)	Значения рассчитываемых величин при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Z_1	Рис. 9	31,6	31,7	31,8	31,9	32,1	32,4	33,1	34,5
Z_2	То же	30,8	30,9	31	31,1	31,2	31,5	32,2	33,4
Z_3	"-	33,6	33,6	33,7	33,8	34	34,3	34,9	36,1
Z_4	Формула (23)	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8
L_1	Формула (21)	73,1	75,6	77,1	77,6	76,4	69,3	63,6	57,2
L_2	То же	84,3	76,9	77,5	76,9	72,6	66,3	61,6	54,4
L_3	"-	58,9	65,9	63,8	62,2	62,5	63,7	59,6	47,4
L_4	"-	60,2	66,2	64,7	62,2	63,7	65,2	61,2	49,2
$L_{общ}$	Рис. 13	84,6	79,7	80,5	80,2	78,2	72,7	67,8	59,7
L_H	Табл. 15	67	57	49	44	40	37	35	33
$L_{гип.т}$	Формула (27) $\Delta_1 = 0$ $\Delta_2 = 0$	67	57	49	44	40	37	35	30
$\Delta L_{тр.общ}$	Формула (28)	17,6	22,7	31,5	36,2	38,2	35,7	32,8	26,7

**ПРИМЕР АКУСТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА КОТЕЛЬНОЙ
С ЧЕТЫРЬМЯ КОТЛАМИ КЕ-25-14С**

Дано. Объем помещения котельной $- 17620 \text{ м}^3$;
 площадь ограждающих поверхностей
 (стены, пол, потолок) $- 5540 \text{ м}^2$;
 площадь фасада $- 590 \text{ м}^2$
 в том числе: стеновые панели $S_1 - 362 \text{ м}^2$;
 остекление одинарное $S_2 - 140 \text{ м}^2$;
 остекление двойное
 ($d_c = 54 \text{ мм}$) $S_3 - 88 \text{ м}^2$

Характеристика элементов фасада приведена в табл. 18.

Таблица 18

Наименование	Материал	Толщина δ , мм	Плотность γ , кг/м ³	m , кг/м ²
Остекление одинарное	Силикатное стекло	3	2500	7,5
Остекление двойное ($d_c = 54 \text{ мм}$)	То же	3	2500	7,5
Стеновые панели	Керамзито- бетон	200	1100	220

Основные источники шума с $\Phi=1$ показаны на рис. 12,
 а октавные уровни их звуковой мощности приведены в табл. 19.

Требуется определить октавные уровни звукового давления
 в расчетных точках помещения котельной с четырьмя котлами
 КЕ-25-14С и расстояние до жилой застройки.

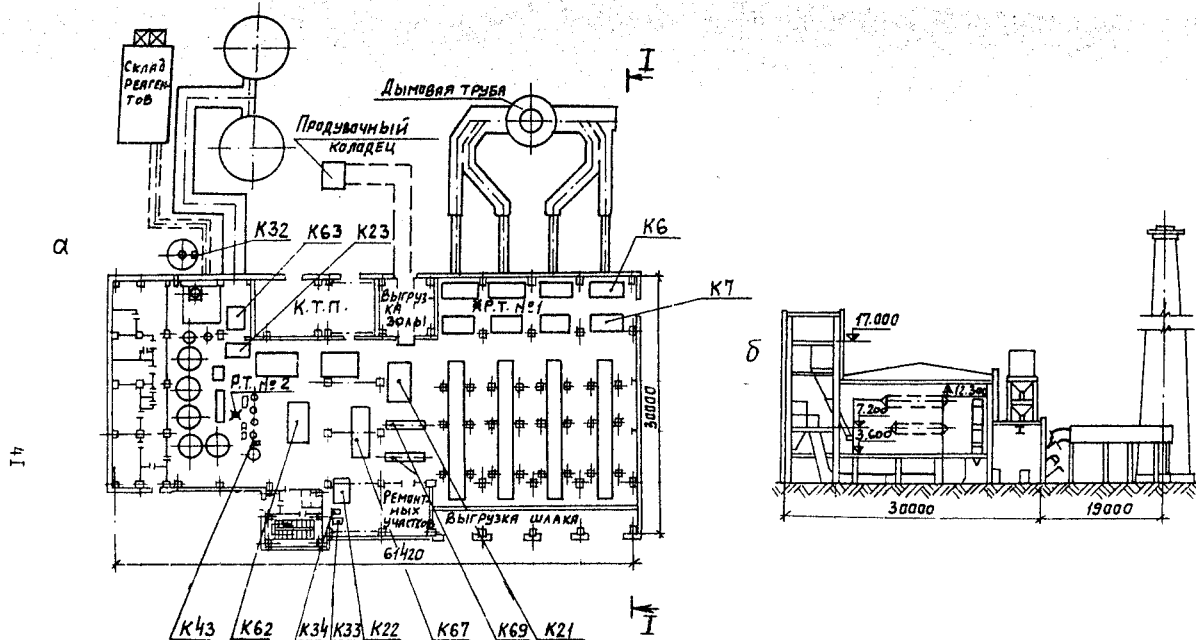


Рис. 12. Котельная с четырьмя котлами КЕ-25-14с

а - план на отметке 0,000

б - разрез I-I

К6 - дымосос ДН-15

К7 - вентилятор ВДН-12,5

К21 - насос ЦНС-60-198

К22 - насос К 90/55

К23 - насос К 90/55

К32 - вентилятор Ц4-70 №3,2

К-34 - насос К 8/18

К33 - насос К 90/20

К43 - насос-дозатор НД 0,5р¹⁰/100

К62 - насос К 90/20

К63 - насос КМ 90/55

К67 - насос Д 320-70

К69 - редукционная установка РУ 14/6

Источник шума

№ пози- ции на рис. 12	Наименование	Тип	Количество одновременно работающих единиц, шт.
42 К6 К7 К21 К22, К23 К33, К62 К34 К63 К67 К43	Двигатель, $n = 1000$ об/мин	ДН-15	4
	Вентилятор, $n = 980$ об/мин	ВДН-12,5	4
	Насос	ИНСТ-60- -198	2
	Насос	К 90/55	4
	Насос	К 90/20	2
	Насос	К 8/18	1
	Насос	КМ 90/55	1
	Насос	Д 320-70	2
	Насос	НД-0,5Р 10/100	1

В помещении

Таблица 19

Октавные уровни звуковой мощности оборудования
 L_{pL} , дБ, при среднегеометрических частотах
 октавных полос, Гц

63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
97	98	97	96	96	96	94	86
94	95	94	97	97	93	91	83
121	122	120	113	109	110	112	116
91	94	102	102	91	100	95	92
97	96	99	100	98	95	96	84
91	89	85	93	89	87	86	78
76	79	85	81	90	90	82	78
97	101	103	102	95	92	91	90
50	52	66	71	73	68	65	63

Продолжение табл. I9

№ позиции на рис. 12	Источник шума			Октавные уровни звуковой мощности оборудования L_{p_i} , дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
	Наименование	Тип	Количество одновременно работающих единиц, шт.	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
K69	Редукционная установка	PV I4/I6	2	94	93	90	92	92	97	100	100
<u>На территории, прилегающей к котельной</u>											
K33	Вентилятор, $n = 2860$ об/мин	Ц4-70 №3,2 0,95 $D_{ном}$	I								
	Всасывающий короб вентилятора ВДН-12,5		4	Определяются расчетным путем							
	Дымовая труба	По типовому проекту 907-2-2I6	I								

- Примечания: 1. Октавные уровни звуковой мощности для неизолированного оборудования приняты по таблицам приложения 5. Данные по редукционной установке приняты условно.
2. Октавные уровни звуковой мощности $L_{кор}$ рокт вентилятора ВДН-12,5 и дымососа ДН-15, определяемые суммарным шумом от корпуса вентилятора или дымососа и от приводного электродвигателя, приняты ориентировочно из-за отсутствия заводских данных.

Расчет октавных уровней звуковой мощности,
излучаемой вентилятором ВЛН-Г2,5 через
всасывающий короб при заборе всего воздуха
с улицы

Данные

Диаметр всасывающего патрубка вентилятора d_8	830 мм (площадь $S_{патр}=0,54 \text{ м}^2$)
Сечение воздуховода перед калорифером F_2	$3,96 \text{ м}^2$
Количество калориферов по направлению распространения звука	2
Сечение воздуховода	$0,8 \text{ м}^2$
Гидравлический диаметр воздуховода D_g	890 мм
Длина воздуховода	12 м
Ширина воздуховода в плоскости поворота под углом 90°	1000 мм 800 мм
Сечение всасывающего короба	$0,8 \text{ м}^2$ ($\sqrt{F} = 895 \text{ мм}$)

Наличие во всасывающем коробе сетки Р-15-Г,8 по
ГОСТу 5336-80 существенного влияния на снижение уровня звуковой
мощности не оказывает (см. пример в приложении 3).

Расчет октавных уровней звуковой мощности приведен в табл. 20.

Показатель	Ссылка (формула, таблица, рисунок)
Октавные уровни звуковой мощности вентилятора, излучаемой открытым всасывающим патрубком $L_{p_{о\kappa\tau}}^{двас}$, дБ	Табл. 34
Поправка ΔL_3 при $d_g = 830$ мм, дБ	Табл. 8
Поправка ΔL_2 при $d_g = 830$ мм, дБ	Рис. 15
Октавные уровни звуковой мощности вентилятора, излучаемой в воздухо- вод всасывания L_{p_g} , дБ	$L_{p_g} = L_{p_{о\kappa\tau}}^{двас} + \Delta L_2 + \Delta L_3$
Снижение октавных уровней звуковой мощности в элементах сети:	
в прямоугольном воздуховоде длиной 12 м, $D_r = 890$ мм, $\Delta L_{p_{дл}}$, дБ	Табл. 26
в плоскости поворота шириной 1000 мм $\Delta L_{p_{п\phi}}$, дБ	Рис. 14
в плоскости поворота шириной 800 мм $\Delta L_{p_{п\phi}}$, дБ	Рис. 14
При изменении поперечного сечения перед калорифером $\Delta L_{p_{сеч}}$ при $m_1 = \frac{F_1}{F_2} = 0,14$, дБ	$\Delta L_{p_{сеч}} = 10 \lg \frac{(m_1 + 1)^2}{4m_1}$ $\Delta L_{p_{сеч}} = 0$ (табл. 28)
в калорифере (2 шт.) $\Delta L_{p_{кал}}$, дБ	Принято для одного калори- фера $\Delta L_{p_{кал}} = 1,5$ дБ

$$* F_1 = S_{патр}$$

Значения рассчитываемых величин при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц

63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
98	98,5	98,5	98	93	89,5	81,5	74
3	1	1	0	0	0	0	0
5,1	1,8	0	0	0	0	0	0
106,1	101,3	99,5	98	93	89,5	81,5	74
5,4	3,6	1,8	1,2	0,7	0,7	0,7	0,7
0,8	5	7	5	3	3	3	3
0,3	8	6,8	5,8	3,6	3	3	3
3,7	3,7	3,7					
			0	0	0	0	0
3	3	3	3	3	3	3	3

Продолжение табл. 20

Показатель	Ссылка (формула, таблица, рисунок)	Значения рассчитываемых величин при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
в результате отражения от всасывающего короба $\Delta L_{p_{отр}}$ при $\sqrt{F} = 895$ мм, дБ	Рис. I5	4,8	1,5	0	0	0	0	0	0
Суммарное снижение октавных уровней звуковой мощности в элементах сети $\Delta L_{p_{сети}}$ дБ	$\Delta L_{p_{сети}} = \Delta L_{p_{дл}} + \Delta L_{p_{пов}} + \Delta L_{p_{сеч}} + \Delta L_{p_{кал}} + \Delta L_{p_{отр}}$	18	18,6	22,3	15	10,3	9,7	9,7	9,7
Октавные уровни звуковой мощности, излучаемой всасывающим коробом, $L_{p, дБ}$	$L_p = L_{pв} - \Delta L_{p_{сети}}$	91,4	82,8	77,2	73	82,7	79,8	71,8	64,8

Определение октавных уровней звуковой мощности вентилятора
Ц4-70 № 3,2 (0,95 Д_{ном}), излучаемой открытым всасывающим
патрубком

Данные

Производительность Q	2000 м ³ /ч (0,56 м ³ /с)
Давление P	110 мм вод.ст (110 кгс/м ²)
К.п.д. (η макс = 0,7)	0,7
Диаметр всасывающего патрубка d_8	320 мм
Частота вращения электродвигателя n	2860 об/мин

Расчет сведен в табл. 2I.

Таблица 2I

Показатель	Ссылка (формула, таблица, рисунок)	Значения рассчитываемых величин при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Критерий шумности со сторонн всасывания $L_{дБ}$	Табл. 3I	50	50	50	50	50	50	50	50
Поправка на режим работы вентилятора $\delta, дБ$	Табл. 32	0	0	0	0	0	0	0	0
Поправка $\Delta L_1, дБ$	Табл. 33	7	7	6	6	11	15	18	23
Поправка $\Delta L_3, дБ$	Табл. 8	3	3	1	1	0	0	0	0
Величина $T, дБ$	Рис.18	38	38	38	38	38	38	38	38
Октавные уровни звуко- вой мощности вентиля- тора, излучаемой откры- тым всасывающим патруб- ком $L_{всас}^{окт}, дБ$	$L_{рокт}^{всас} = T +$ $+ T + \delta - \Delta L_1 -$ $- \Delta L_3$	78	78	81	81	77	73	70	65

Ориентировочный акустический расчет октавных уровней звуковой мощности, излучаемой кирпичной дымовой трубой

Данные

Высота дымовой трубы (от места входа газохода до устья трубы)	54,8 м
Диаметр устья трубы	3000 мм
Сечение входа в дымовую трубу от одного газохода (всего два газохода)	1600 x 2200 мм ²
Ширина в плоскости поворота с учетом разделительной стенки дымовой трубы	2300 мм
Сечение кирпичного газохода	1500 x 1050 мм ²
Сечение металлического газохода	1200 x 1000 мм ²
Длина металлического газохода	10 м
Сечение нагнетательного патрубка дымососа ДН-15	750 x 558 мм ²
	$(\sqrt{F} = 643 \text{ мм})$

Расчет сделан при условии отсутствия подсоса воздуха, влияющего на температурный градиент.

Расчет приведен в табл. 22.

Показатель

Ссылка
(формула,
таблица,
рисунок)

Октавные уровни звуковой мощности
дымососа, излучаемой открытым нагне-
тательным патрубком $L_{p_{окт}}^{нагн}$, дБ

Табл. 35

Поправка ΔL_3 при $\sqrt{S_{пат}} = 643$ мм, дБ

Табл. 8

Поправка ΔL_2 при $\sqrt{S_{пат}} = 643$ мм, дБ

Рис. I5

Октавные уровни звуковой мощности
дымососа, излучаемой в газоход
нагнетания L_{p_8} , дБ

$$L_{p_8} = L_{p_{окт}}^{нагн} + \Delta L_2 + \Delta L_3$$

4

Снижение октавных уровней
звуковой мощности в эле-
ментах металлического
газохода:

в прямоугольном металлическом
газоходе длиной 10 м, $K_T = 1090$ мм

Табл. 26

при изменении поперечного сечения
 $\Delta L_{p_{сеч}}$, дБ

$$\Delta L_{p_{сеч}} = 10 \lg \frac{(m_1 \cdot l)}{4m}$$

$\Delta L_{p_{сеч}}$ при $m_1 = \frac{0,75 \times 0,558}{1,2} = 0,35$, дБ

$$\Delta L_{p_{сеч}} = 0$$

(табл. 28)

Снижение октавных уровней звуковой
мощности в плоскости поворота
кирпичного газохода шириной 1050 м

Рис. I4

$$\Delta L_{p_{пов}}, \text{ дБ}$$

Таблица 22

Значения рассчитываемых величин при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
70,1	71,1	79,6	81,5	76,8	80,6	75,1	64
3	2	0	0	0	0	0	0
6,4	2,6	0	0	0	0	0	0
79,5	75,7	79,6	81,5	76,8	80,6	75,1	64
4,5	3	1,5	1	0,6	0,6	0,6	0,6
1,2	1,2	1,2	1,2	0	0	0	0
0,9	5,1	7	4,9	3	3	3	3

Продолжение табл. 22

Показатель	Ссылка (формула, таблица, рисунок)	Значения рассчитываемых величин при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Снижение октавных уровней звуковой мощности в плоскости поворота дымовой трубы шириной 2300 мм, $\Delta L_{p_{пов}}$, дБ	Рис. I4	6,3	7	3,7	2,5	3	3	3	3
Снижение октавных уровней звуковой мощности в результате отражения от устья трубы $\Delta L_{p_{отр}}$, дБ	Рис. I5	3,5	0,4	0	0	0	0	0	0
Суммарное снижение октавных уровней звуковой мощности для одного дымохода $\Delta L_{p_{сети}}$, дБ	$\Delta L_{p_{сети}} = \Delta L_{p_{пл}} + \Delta L_{p_{отр}} + \Delta L_{p_{пов}} + \Delta L_{p_{отр}}$	16,4	16,7	13,4	10,1	6,6	6,6	6,6	6,6
Увеличение октавных уровней звуковой мощности в месте соединения двух газопроводов перед входом в трубу Δ_1 , дБ	-	3	3	3	3	3	3	3	3
Увеличение октавных уровней звуковой мощности в месте соединения двух потоков в дымовой трубе Δ_2 , дБ	-	3	3	3	3	3	3	3	3
Октавные уровни звуковой мощности, излучаемой дымовой трубой, L_p , дБ	$L_p = L_{p_0} - \Delta L_{p_{сети}} + \Delta_1 + \Delta_2$	69,1	65	72,2	77,4	76,2	80	74,5	63,6

Расчет октавных уровней звукового давления
в расчетных точках помещения котельной

Расчетные точки I (около вентиляторов ВДН-12,5 и дымососов ДН-15) и 2 показаны на рис. 12.

В помещении котельной, как в замкнутом помещении, в котором звук почти полностью отражается от отражающих поверхностей, оборудования, воздуховодов, газопроводов и т.п. преобладает отраженный звук.

В расчетных точках, кроме отраженного звука, следует учитывать уровень звукового давления прямого звука от близко расположенного оборудования, в данном случае в расчетной точке I - от дымососа и двух вентиляторов (от трех дымососов ДН-15 и двух вентиляторов ВДН-12,5 шум не учитывается, так как октавные уровни звукового давления в расчетной точке в зоне прямого звука будут значительно ниже октавных уровней звукового давления в зоне отраженного звука в этой точке), а в точке 2 - от насоса типа К90/20.

Данные по оборудованию, близко расположенному к расчетным точкам, приведены в табл. 23.

Таблица 23

Оборудование	Размеры, мм			Расстояние РТ до АЦ источника шума r , м	Расстояние воображаемой поверхности, проходящей через РТ до поверхности источника шума d , мм	Площадь воображаемой поверхности S , м ²
	Длина	Ширина	Высота			
Расчетная точка I						
Вентилятор ВДН-12,5 (1)	1822	2050	1885	2,5 $r < 2l_{\text{макс}}$	670	$S = 2h(a_1 + b_1) + a_1 \cdot b_1 = 44,1 \text{ м}^2$ где $a_1 = b + 2d = 3,16 \text{ м}$ $b_1 = l_{\text{макс}} + 2d = 3,39 \text{ м}$ $h = n + d = 2,55 \text{ м}$
Вентилятор ВДН-12,5 (2)	1822	2050	1885	6 $r < 2l_{\text{макс}}$		$S = \pi r^2 = 113 \text{ м}^2$
Дымосос ДН-15	3379	2504	2450	2,3 $r < 2l_{\text{макс}}$	670	$S = 2h(a_1 + b_1) + a_1 \cdot b_1 = 74,6 \text{ м}^2$ где $a_1 = 3,84 \text{ м}$, $b_1 = 4,72 \text{ м}$ $h = 3,12 \text{ м}$
Расчетная точка 2						
Насос К90/20	1046	367	405	8 $r < 2l_{\text{макс}}$		$S = 2\pi r^2 = 402 \text{ м}^2$

Расчет октавных уровней звукового давления и превышения октавных уровней звукового давления в расчетных точках сведен в табл. 24.

Таблица 24

Показатель	Ссылка (формула, таблица, рисунок)	Значения рассчитываемых величин при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Суммарные октавные уровни звуковой мощности источни- ков шума в котельной при $K=23 \sum_{i=1}^{R=23} L_{pi}, \text{ дБ}$	Приложение 2	121,1	122,1	120,3	114,1	110	110,9	112,5	116,1
Постоянная помещения на среднегеометрической ча- стоте 1000 Гц $B_{1000}, \text{ м}^2$	$B_{1000} = \frac{\sqrt{\quad}}{20}$					881			
Частотный множитель μ	Табл. I	0,5	0,5	0,55	0,7	1	1,6	3	6
Постоянная помещения $B, \text{ м}^2$	$B = B_{1000} \cdot \mu$	440	440	485	616	881	1410	2643	5286
Отношение $B/S_{огр}$ при $S_{огр} = 5540 \text{ м}^2$	-	0,08	0,08	0,09	0,11	0,16	0,25	0,49	0,95
Коэффициент Ψ	Рис. I	0,96	0,96	0,94	0,92	0,87	0,7	0,69	0,52
Величина $10 \lg B, \text{ дБ}$	-	26,4	26,4	26,9	27,9	29,4	31,5	34,2	37,2
Величина $10 \lg \Psi, \text{ дБ}$	-	-0,2	-0,2	-0,3	-0,4	-0,6	-1,6	-1,6	-2,8

Показатель	Ссылка (формула, таблица, рисунок)
Октавные уровни звукового давления в зоне отраженного звука в котельной $L_{отр}, дБ$	$K=23$ $L_{отр} = \sum_{i=1}^K L_{pi} - 10 \lg B + 10 \lg \Psi + 6$
Коэффициент X при $r/l_{\max} = 1,22$ Величина $10 \lg \frac{x\Phi}{S}$ при $S = 44,1 \text{ м}^2, дБ$	Рис. 2 -
Октавные уровни звуковой мощности вентилятора $L_{\text{ракт}}^{кор}, дБ$	Табл. 34
Октавные уровни звукового давления в зоне прямого звука $L_{пр}, дБ$	$L_{пр1} = L_{\text{ракт}}^{кор} + 10 \lg \frac{x\Phi}{S}$
Коэффициент X при $r/l_{\max} = 0,68$ Величина $10 \lg \frac{x\Phi}{S}$ при $S = 71,6 \text{ м}^2, дБ$	Рис. 2 -
Октавные уровни звуковой мощности дымососа $L_{\text{ракт}}^{кор}, дБ$	Табл. 35
Октавные уровни звукового давления в зоне прямого звука $L_{пр2}, дБ$	$L_{пр2} = L_{\text{ракт}}^{кор} + 10 \lg \frac{x\Phi}{S}$

Значения рассчитываемых величин при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц

63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
100,6	101,5	99,2	92,8	86,8	85,1	83,1	82,2
Расчетная точка I Вентилятор ВДН-12,5 (1)							
1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
-14,4	-14,4	-14,4	-14,4	-14,4	-14,4	-14,4	-14,4
88	89	88	87	87	87	85	77
73,6	74,6	73,6	72,6	72,6	72,6	70,6	62,6
Дымосос ДН-15							
3	3	3	3	3	3	3	3
-13,8	-13,8	-13,8	-13,8	-13,8	-13,8	-13,8	-13,8
91	92	91	90	90	90	88	80
77,2	78,2	77,2	76,2	76,2	76,2	74,2	66,2

Продолжение табл. 24

Показатель	Ссылка (формула, таблица, рисунок)	Значения рассчитываемых величин при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Вентилятор ВДН-12,5 (2)									
Коэффициент K при $\tau/\ell_{\text{макс}} = 2,93$	Рис.2	I	I	I	I	I	I	I	I
Величина $10 \lg \frac{x\phi}{S}$ при $S = 113 \text{ м}^2$, дБ	-	-20,5	-20,5	-20,5	-20,5	-20,5	-20,5	-20,5	-20,5
Октавные уровни звукового давления в зоне прямого звука $L_{\text{пр}3}$, дБ	$L_{\text{пр}3} = L_{\text{ракт}}^{\text{кор}} + 10 \lg \frac{x\phi}{S}$	67,5	68,5	67,5	66,5	66,5	66,5	64,5	56,5
Октавные уровни звукового давления в расчетной точке I L , дБ	Сложить значения $L_{\text{пр}1}$, $L_{\text{пр}2}$, $L_{\text{пр}3}$ и $L_{\text{отр}}$, пользуясь приложением 2	100,5	101,5	99,2	92,9	87,3	85,9	83,9	82,4
Допустимые октавные уровни звукового давления в помещении котельной (рабочий день 8 ч) $L_{\text{доп. пом.}}$, дБ	$L_{\text{доп. пом.}} = L_{\text{н}}^{\text{пом}} + \Delta_1$, где $L_{\text{н}}^{\text{пом}}$ — по табл.13 Δ_1 — по табл.14	99	92	86	83	80	78	76	74
Превышение октавных уровней звукового давления в расчетной точке I ΔL , дБ	$\Delta L = L - L_{\text{доп. пом}}$	1,5	9,5	13,2	9,9	7,3	7,9	7,9	8,4

Показатель	Ссылка (формула, таблица, рисунок)
Коэффициент K при $r/l_{\max} = 7,65$ Величина $10 \lg \frac{x \varphi}{S}$ при $S = 402 \text{ м}^2$, дБ	Рис. 2 -
Октавные уровни звуковой мощности насоса типа К 90/20 L_p , дБ	Табл. 36
Октавные уровни звукового давления в зоне прямого звука L_{pr} , дБ	$L_{pr} = L_p + 10 \lg \frac{x \varphi}{S}$
Октавные уровни звукового давления в расчетной точке 2 L , дБ	Сложить значения L_{pr} и
Превышение октавных уровней звукового давления в расчет- ной точке 2 ΔL , дБ	$\Delta L = L - L_{\text{доп.п.м}}$

Продолжение табл. 24

Значения рассчитываемых величин при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц

63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Расчетная точка 2							
I	I	I	I	I	I	I	I
-26	-26	-26	-26	-26	-26	-26	-26
94	93	96	97	96	92	93	81
68	67	70	71	69	66	67	55
100,5	101,5	99,1	91,8	86,1	83,9	82,8	82,1
1,5	9,5	13,1	8,8	6,1	5,9	6,8	8,1

Определение расстояния котельной до жилой застройки
в проектируемом районе, в котором уровни звукового
давления не должны превышать допустимых норм

Источниками шума в данном случае будут являться всасывающие коробка, вентилятор Ц4-70 № 3,2, дымовая труба и само здание котельной, излучающее шум через ограждающую конструкцию фасада.

Расчет расстояния котельной до жилой застройки дан в табл.25.

Для случая, когда требуется определить октавные уровни звукового давления в расчетной точке жилого помещения площадью 15 м² и объемом 40,5 м³ при открытой форточке площадью 0,22 м² следует пользоваться формулой (14)

$$L_{\alpha}^{ra} = L_{нар} + 10 \lg 0,22 - 10 \lg \frac{40,5}{6} + 6 = L_{нар} - 8,9, \text{ дБ},$$

$$\text{где } v_{\alpha} = v_{1000} = \frac{v}{6}.$$

Превышение октавных уровней звукового давления в жилом помещении определяется по формуле $\Delta L = L_{\alpha}^{ra} - L_{доп.пом}$, где $L_{доп.пом}$ — допустимый октавный уровень звукового давления для жилого помещения принимается в соответствии с ГОСТом 12.1.036-81.

Показатель	Ссылка (формула, таблица, рисунок)	Значения рассчитываемых величин при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Источник шума - здание котельной									
Звукоизолирующая способ- ность стеновых панелей $R_1, \text{дБ}$	Табл. 5	35	35	36,5	44	51,5	59	60	60
Звукоизолирующая способ- ность одинарного остекле- ния $R_2, \text{дБ}$	Табл. 5	10	15	20	25	30	35	29	37
Звукоизолирующая способ- ность двойного остекле- ния $R_3, \text{дБ}$	Табл. 5	-	15,6	24,4	33	41,8	47	41	49
Величина $10^{-0,1R_1}$	Рис.5	0,32x 10^{-3}	0,32x 10^{-3}	0,22x 10^{-3}	0,4x 10^{-4}	0,7x 10^{-5}	0,13x 10^{-5}	0,1x 10^{-5}	0,1x 10^{-5}
Величина $10^{-0,1R_2}$	Рис.5	0,1	0,32x 10^{-1}	0,1x 10^{-1}	0,32x 10^{-2}	0,1x 10^{-2}	0,32x 10^{-3}	0,13x 10^{-2}	0,2x 10^{-3}
Величина $10^{-0,1R_3}$	Рис.5	-	0,27x 10^{-1}	0,36x 10^{-2}	0,5x 10^{-3}	0,64x 10^{-4}	0,2x 10^{-4}	0,8x 10^{-4}	0,13x 10^{-4}
Величина $S_1 \cdot 10^{-0,1R_1}$	-	0,12	0,12	0,08	0,14x 10^{-1}	0,25x 10^{-2}	0,05x 10^{-2}	0,04x 10^{-2}	0,04x 10^{-2}
Величина $S_2 \cdot 10^{-0,1R_2}$	-	14	4,48	1,4	0,45	0,14	0,04	0,18	0,28x $\times 10^{-1}$

Показатель	Ссылка (формула, таблица, рисунок)
Величина $S_3 \cdot 10^{-0,1R_3}$	-
Величина $\sum_{i=1}^{K=3} S_i \cdot 10^{0,1R_i}$	Сложить, пользуясь при- ложением 2
Средняя звукоизолирующая способность ограждения $R_{ср}$ при $\sum_{i=1}^{K=3} S_i = 590 \text{ м}^2$, дБ	$R_{ср} = 10 \lg \frac{\sum_{i=1}^{K=3} S_i}{\sum_{i=1}^{K=3} S_i \cdot 10^{-0,1R_i}}$
∞ Допустимые октавные уровни звукового давления на тер- ритории, прилегающей к ко- тельной, $L_{доп.т}$, дБ	$L_{доп.т} = L_H + \Delta_1 + \Delta_2,$ <p>где L_H, Δ_1, Δ_2 - по табл. 15</p>
Величина γ , дБ	$\gamma = L_{огр} + 10 \lg \sum_{i=1}^{K=3} S_i - R_{ср} - L_{доп.т} - 11$
Расстояние от котельной до жилой застройки z , м	<p>Рис. 7</p> $\lg z = \frac{4}{15}$

Продолжение табл. 25

Значения рассчитываемых величин при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц

63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	2,38	0,32	0,04	0,06x 10^{-1}	0,18x 10^{-2}	0,07x 10^{-1}	0,11x 10^{-2}
14,12	6,98	1,8	0,5	0,15	0,04	0,19	0,03
16,2	19,3	25,2	30,7	35,9	41,7	34,9	42,9
67	57	49	44	40	37	35	33
34,1	41,9	41,7	34,8	27,6	23,1	29,9	23,0
190	580	530	190	65		75	
					40		35

Показатель	Ссылка (формула, таблица, рисунок)	Значения рассчитываемых величин при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
<u>Источник шума - всасывающие короба (4 шт.)</u>									
Октавные уровни звуковой мощности всасывающих коробов L_p , дБ	Табл. 20	97,4	88,8	83,2	79	88,7	85,8	77,8	70,8
Показатель направленности излучения звука ΔL_n , дБ	Рис. II	5	5	5	5	5	5	5	5
Величина Z , дБ	$Z = L_p - L_{\text{доп.т}} +$ $+ \Delta L_n$	35,4	36,8	39,2	40	53,7	53,8	47,8	42,8
Расстояние от всасывающих коробов до жилой застройки r , м	Рис. 9 и 10 при $\Omega = 2\pi$	70	80	118	127	620	470	210	100
<u>Источник шума - вентилятор Ц4-70 № 3.2</u>									
Октавные уровни звуковой мощности вентилятора, излу- чаемой открытым всасывающим патрубком, $L_{\text{ронт}}$, дБ	Табл. 21	78	78	81	81	77	73	70	65
Величина Z , дБ	$Z = L_{\text{ронт}} - L_{\text{доп.т}}$	11	21	32	37	37	40	35	32
Расстояние от вентилято- ра до жилой застройки r , м	Рис. 9 при $\Omega = 2\pi$				82	80	110	52	
	$lg r = \frac{Z-8}{15}$	2	7	40					40

Продолжение табл. 25

Показатель	Ссылка (формула, таблица, рисунок)	Значения рассчитываемых величин при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Источник шума — дымовая труба									
Октавные уровни звуковой мощности, излучаемой дымовой трубой от четырех дымососов L_p , дБ	Табл. 22	69, I	65	72,2	77,4	76,2	80	74,5	63,6
Величина Z , дБ	$Z = L_p - L_{\text{доп.г}}$	2, I	8	23,2	34,4	36,2	43	39,5	30,6
Расстояние от дымовой трубы (устья) до жилой застройки $Z, \text{м}$	Рис. 9, 10 при $\Omega = 4\pi$ $l_{gr} = \frac{Z - II}{15}$	-	-				III	5I	
				6	36	48			20
Расстояние от жилой застройки до котельной Z , м	Принимается по наибольшему источнику шума	620	620	620	620	620	620	620	620

Основные акустические понятия и определения

Звук, как физическое явление, представляет собой волновое колебание упругой среды; как физиологическое явление определяется ощущением, воспринимаемым органом слуха при воздействии на него звуковых волн в диапазоне частот 16–20000 Гц.

Шум – совокупность звуков различной интенсивности и частоты беспорядочно изменяющихся во времени, мешающих восприятию полезного сигнала или нарушающих тишину, а также оказывающих вредное воздействие на организм человека. Воздушный звук – звук, распространяющийся в воздухе. Структурный звук – звук, распространяющийся в материале (конструкции).

Звуковое поле – область в упругой среде, в которой имеются звуковые волны.

Частота колебаний – число колебаний в 1 с. Герц – единица измерения частоты колебаний.

Октавная полоса частот – полоса частот, в которой верхняя граничная частота в 2 раза больше нижней.

Акустической характеристикой источника шума являются уровни звуковой мощности и давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц.

Звуковая мощность – общее количество звуковой энергии, излучаемой источником шума в окружающее пространство, в единицу времени.

Звуковое давление не полностью характеризует источник шума. Так, в помещении большого объема источник шума может казаться еле слышимым, а в помещении малого объема может создать высокое звуковое давление. При удалении от источника шума звуковое давление уменьшается.

Уровни звукового давления в помещении зависят от уровня звуковой мощности, фактора направленности излучения источника шума, количества источников шума, от выбора расчетной точки (ее расположения относительно источника шума и ограждающих конструкций), от размеров и акустических качеств помещения.

Звуковое поле бывает свободным и диффузным (отраженным).

Свободное звуковое поле характеризуется уменьшением уровней звукового давления на 6 дБ при удвоении расстояния. Зона прямого звука имеет место на открытой территории или в помещении с большим звукопоглощением.

В замкнутом помещении, в котором звук почти полностью отражается от отражающих поверхностей (с малым звукопоглощением), звуковое поле может рассматриваться как диффузное.

Диффузное поле характеризуется постоянным уровнем звукового давления в различных точках поля.

Распределение уровней звукового давления или звуковой мощности, дБ, по октавным полосам частот называется спектром.

По характеру спектра шумы подразделяются на:

1) широкополосные с непрерывным спектром шириной более одной октавы;

2) тональные, в спектре которых имеются слышимые дискретные (прерывистые) тона, при этом превышение уровня в одной полосе над соседними составляет не менее, чем 10 дБ.

По временным характеристикам шумы следует подразделять на:

1) постоянные, уровень звука которых за 8-часовой рабочий день изменяется во времени не более, чем на 5 дБА;^{*}

2) непостоянные, уровень звука которых за 8-часовой рабочий день изменяется не менее, чем на 5 дБА.

Непостоянные шумы, в свою очередь, следует подразделять на:

колеблющиеся во времени, уровень звука которых непрерывно изменяется;

прерывистые, уровень звука их резко падает до уровня фонового шума несколько раз за время измерений, причем длительность интервалов, в течение которых уровень остается постоянным и превышающим уровень фонового шума, составляет 1 с и более;

импульсные, состоящие из одного или нескольких звуковых сигналов, следующих один за другим, длительностью каждый менее 1 с, при этом уровни звука отличаются не менее, чем на 10 дБ.

В зависимости от распределения энергии по октавам частот шумы делят на низкочастотные с максимумом энергии ниже 300 Гц, среднечастотные с максимумом энергии в диапазоне 300–800 Гц и высокочастотные с максимумом энергии выше 800 Гц.

* Суммарный уровень звука, измеренный шумомером на шкале А, принят в дБА.

Приложение 2

Определение суммарного уровня звуковой мощности (давления) нескольких источников шума

Суммарный уровень звуковой мощности (давления) определяют, пользуясь графиком рис. 13. При этом последовательно складывают величины уровней звуковой мощности, начиная с максимального.

Сначала определяют разность величин двух складываемых уровней L'_p , затем соответствующую этой разности добавку ΔL , которую прибавляют к более высокому уровню. Полученный результат складывают со следующей величиной звуковой мощности и т.д.

Пример. Определить суммарный уровень звукового давления трех компонентов, уровни каждого из которых равны $L_{p1}=75,9$ дБ,

$L_{p2}=64$ дБ, $L_{p3}=57$ дБ.

Находим разность $L_{p1}-L_{p2}=75,9-64=11,9$ дБ; по графику рис. 13 определяем добавку $\Delta L_1=0,23$ дБ, откуда $L'_{p1}=75,9+0,23=76,13$ дБ; далее $L'_{p1}-L_{p3}=76,13-57=19,13$ дБ по графику рис. 13 находим добавку $\Delta L_2=0,02$ дБ, откуда

$$\sum_{i=1}^{K=3} L_{pi} = L'_{p1} + \Delta L_2 = 76,13 + 0,02 = 76,15 \text{ дБ.}$$

Приложение 3

Определение октавных уровней звуковой мощности, излучаемой вентилятором через вентиляционные решетки и всасывающие короба

Октавные уровни звуковой мощности L_p , дБ, излучаемой вентилятором при заборе воздуха через вентиляционную решетку, всасывающий короб, определяются по формуле

$$L_p = L_{pg} - \Delta L_{рсети}, \quad (29)$$

где $\Delta L_{рсети}$ — суммарное снижение октавных уровней звуковой мощности вентилятора, дБ, по пути распространения звука в последовательно расположенных элементах вентиляционной сети (прямых участках, поворотах, тройниках, решетках и т.п.), определяемое по формуле

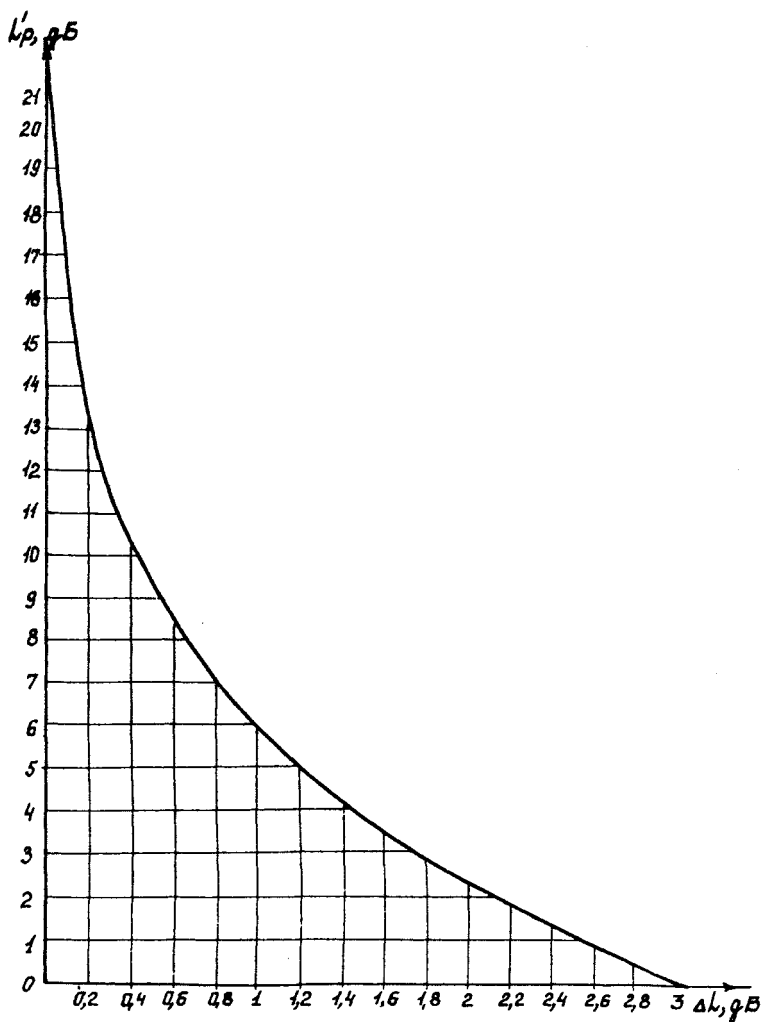


Рис. 13. Определение суммарного уровня звуковой мощности (давления)

$$\Delta L_{p_{\text{решетк}}} = \Delta L_{p_{\text{дл}}} + \Delta L_{p_{\text{пов}}} + \Delta L_{p_{\text{сеч}}} + \Delta L_{p_{\text{разв}}} + \Delta L_{p_{\text{отр}}} + \Delta L_{p_{\text{р}}}, \quad (31)$$

где $\Delta L_{p_{\text{дл}}}$, $\Delta L_{p_{\text{пов}}}$, $\Delta L_{p_{\text{сеч}}}$, $\Delta L_{p_{\text{разв}}}$, $\Delta L_{p_{\text{отр}}}$, $\Delta L_{p_{\text{р}}}$ — соответственно снижение октавных уровней звуковой мощности, дБ, на 1 м длины в прямых участках воздуховодов, на поворотах воздуховодов, при изменении поперечного сечения воздуховода, в разветвлении воздуховода, в результате отражения звука от открытого конца воздуховода или вентиляционной решетки, в приточных щелевых регулирующих решетках.

В прямых участках металлических воздуховодов прямоугольного или круглого сечений снижение октавных уровней звуковой мощности $\Delta L_{p_{\text{дл}}}$, дБ, на 1 м длины принимается по табл. 26 [3].

Таблица 26

Форма поперечного сечения воздуховода	Гидравлический диаметр D_r , мм	Снижение октавных уровней звуковой мощности на 1 м длины $\Delta L_{p_{\text{дл}}}$, дБ, при среднегеометрически 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

При наличии теплоизоляции на металлических воздуховодах данные табл. 26 следует увеличивать в 2 раза.

Гидравлический диаметр прямого участка воздуховода D_r , м, определяется по формуле [1]

$$D_r = \frac{4F_b}{\pi}, \quad (31)$$

где F_g - площадь поперечного сечения воздуховода, м^2 ;

Π - периметр воздуховода, м.

Снижение октавных уровней звуковой мощности на 1 м длины в прямых участках кирпичных и бетонных каналов при расчетах не учитывается.

Снижение октавных уровней звуковой мощности $\Delta L_{p_{\text{пов}}}$, дБ, в поворотах прямоугольных необлицованных воздуховодов следует принимать в зависимости от ширины D в плоскости поворота по рис. 14.

Для плавных поворотов и прямых колен с направляющими лопатками снижение октавных уровней звуковой мощности значительно меньше, чем при поворотах под прямым углом, поскольку большая часть звуковой энергии проходит вперед, а не отражается в сторону вентилятора. Величина снижения октавных уровней звуковой мощности в этом случае принимается по табл. 27 [1].

При угле поворота до 45° снижение октавных уровней звуковой мощности не учитывается.

В круглых каналах отражение меньше, чем в прямоугольных.

Таблица 27

Ширина в плоскости поворота D , мм	Снижение октавных уровней звуковой мощности $\Delta L_{p_{\text{пов}}}$, 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 $\Delta L_{p_{\text{сеч}}}$, дБ, при изменении поперечного сечения воздуховода следует определять [1]:

при размерах поперечного сечения воздуховода, меньше указанных в табл. 28, по формуле

$$\Delta L_{p_{\text{сеч}}} = 10 \lg \frac{(m_1 + 1)^2}{4m_1}, \quad (32)$$

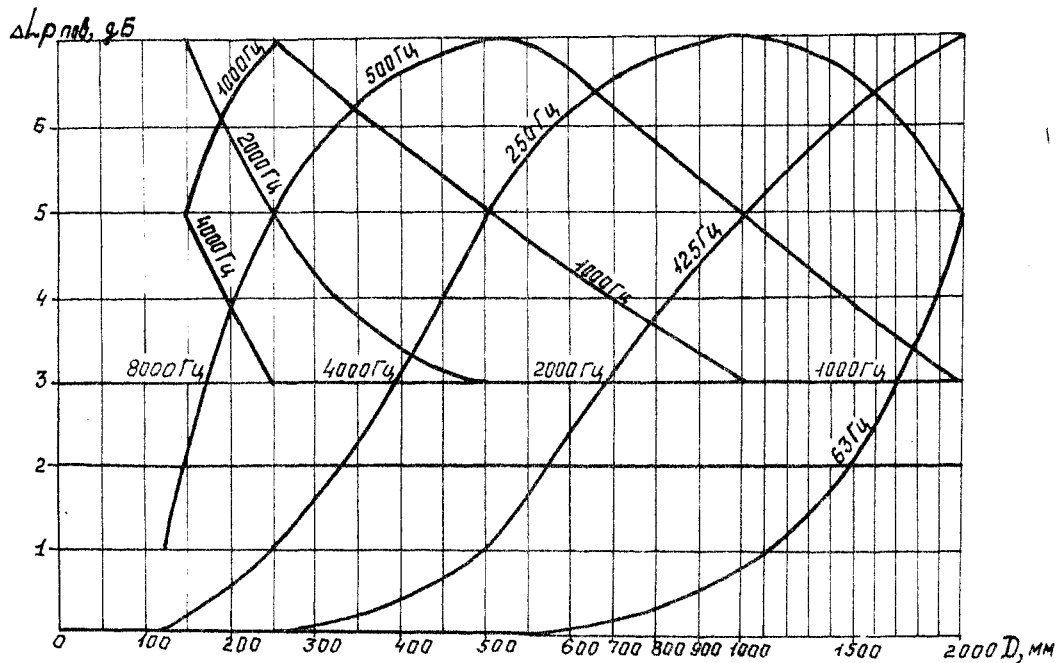
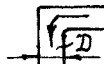
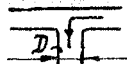


Рис. 14. Снижение октавных уровней звуковой мощности $\Delta L_{\text{пов}}$ в плоскости поворотов воздуховодов

где m_1 — отношение площадей поперечных сечений воздуховода, равное

$$m_1 = \frac{F_1}{F_2}. \quad (33)$$

Здесь F_1 и F_2 — площади поперечных сечений воздуховода до и после изменения сечения (в направлении распространения звука), м^2 ;

Таблица 28

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Меньший размер первого по ходу звука поперечного сечения воздуховода, мм	5000	2500	1400	700	400	200	100	50

при размерах поперечного сечения воздуховода, равных или больше указанных в табл. 28, по формулам

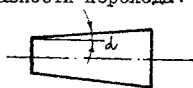
$$\Delta L_{\text{рсеч}} = 10 \lg m_1 \quad (\text{при } m_1 > 1); \quad (34)$$

$$\Delta L_{\text{рсеч}} = 0 \quad (\text{при } m_1 \leq 1). \quad (35)$$

При плавном переходе воздуховода от одного сечения к другому снижение октавных уровней звуковой мощности не учитывается.

Условие плавности перехода.

$$\angle \alpha \leq 15^\circ$$



Снижение октавных уровней звуковой мощности $\Delta L_{\text{рразв}}$, дБ, после разветвления воздуховода следует определять по формуле [1]

$$\Delta L_{\text{рразв}} = 10 \lg \left[\frac{\sum F_{\text{отб.}i}}{F_{\text{отб.}i}} \cdot \frac{(m_n + 1)^2}{4m_n} \right], \quad (36)$$

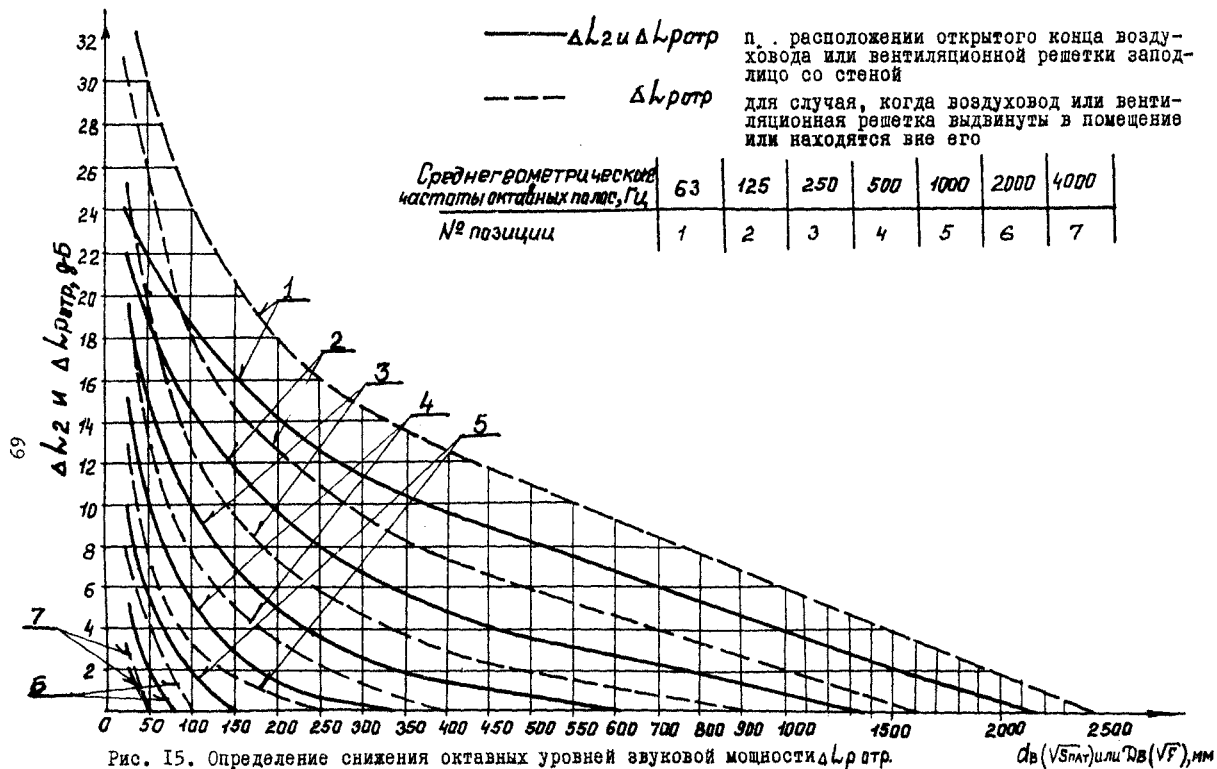


Рис. 15. Определение снижения октавных уровней звуковой мощности $\Delta L_{ротр}$ в результате отражения от открытого конца воздуховода или вентиляционной решетки и определение поправки ΔL_2

где $\sum F_{\text{отв.}i}$ - суммарная площадь поперечных сечений воздуховодов всех ответвлений, м^2 ;

$F_{\text{отв.}i}$ - площадь поперечного сечения воздуховода рассматриваемого ответвления, м^2 ;

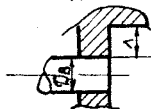
m_n - отношение площадей поперечных сечений воздуховода, равное

$$m_n = \frac{F_{\text{пр}}}{\sum F_{\text{отв.}i}} \quad (37)$$

Здесь $F_{\text{пр}}$ - площадь поперечного сечения воздуховода перед разветвлением, м^2 .

Снижение октавных уровней звуковой мощности $\Delta L_{\text{ротр}}$, дБ, в результате отражения звука от открытого конца воздуховода или вентиляционной решетки, расположенных заподлицо со стеной и для случая, когда воздуховод или вентиляционная решетка выдвинуты в помещение или находятся вне его, определяется по графику рис. 15.

При расположении открытого конца воздуховода или вентиляционной решетки в двугранном углу, как показано на эскизе, значения $\Delta L_{\text{ротр}}$ принимаются для $\lambda \geq 2D_6$ по графику рис. 15, а для $\lambda < 2D_6$ - по тому же графику, но для воздуховода, размер которого увеличен вдвое.



Снижение октавных уровней звуковой мощности $\Delta L_{\text{рр}}$, дБ, в приточных целевых регулирующих решетках типа Р определяют по следующей формуле работы [3]

$$\Delta L_{\text{рр}} = 40 \lg V + 10 \lg \xi + 10 \lg F - \Delta L_7 + 46, \quad (38)$$

где V - скорость движения воздуха в свободном сечении решетки, м/с ;

ξ - коэффициент местного сопротивления, отнесенный к скорости движения воздуха в свободном сечении решетки;

F - площадь свободного сечения решетки, м^2 ;

ΔL_7 - поправка, дБ, определяемая по рис. 16 в зависимости от безразмерной частоты

$$f = \frac{f \cdot d}{V}$$

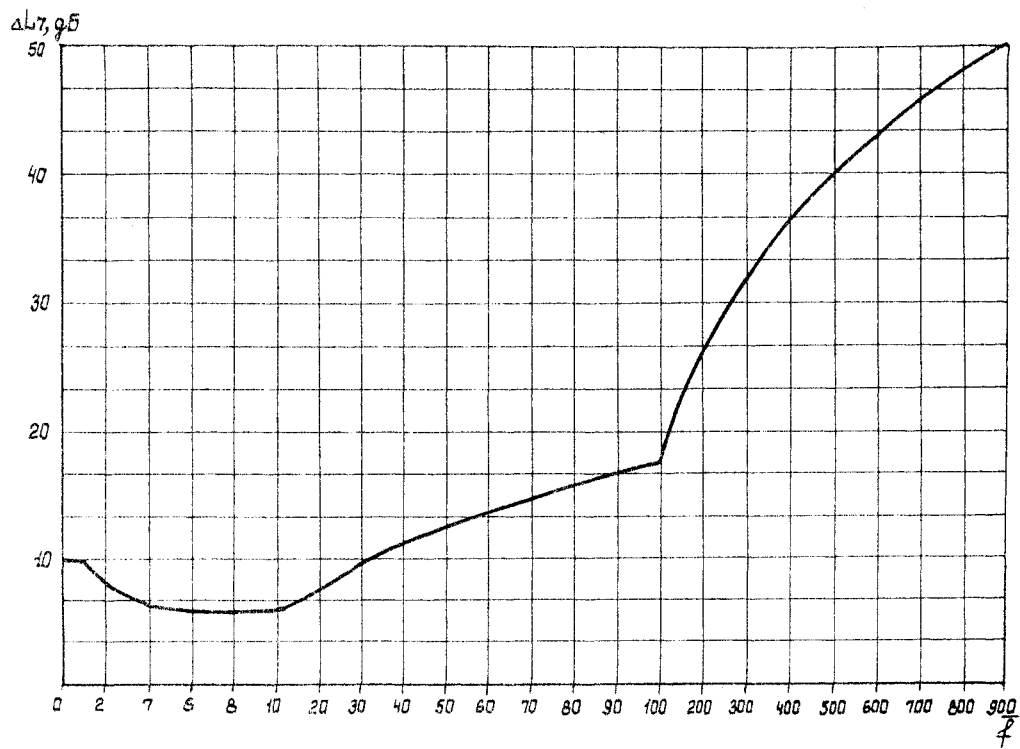


Рис. 16. Определение поправки ΔL_7

Здесь f - среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц;

$d = \sqrt{F_p}$ - характерный размер решетки, м.

Пример. Определить октавные уровни звуковой мощности, излучаемой всасывающими коробами при заборе воздуха из помещения $L_{p\text{пam}}$ (25%) и с улицы $L_{p\text{ул}}$ (75%).

Дано. Вентилятор ВДН - II,2, $n = 1000$ об/мин.

Расположение вентилятора и основные размеры приведены на рис. 17. Во всасывающем коробе установлена сетка Р-15-1,8 ГОСТ 5336-80.

Октавные уровни звуковой мощности вентилятора даны в табл. 29.

Таблица 29

Показатель, дБ	Ссылка (формула, таблица, рисунок)	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{\text{всac}}$	Табл. 34	97	95,5	96,5	95,5	93	85,5	78,5	71
$L_{\text{Рокт}}$	Табл. 8	3	2	0	0	0	0	0	0
ΔL_3	($Q_B = 660 \text{ мм}$)								
ΔL_2	Рис. 15	7	2,9	0,4	0	0	0	0	0
L_{p_B}	Формула (16)	107	100,4	96,9	95,5	93	85,5	87,8	71

Решение. Находим площадь всасывающих коробов, расположенных вне помещения и внутри

$$F_{\text{ул}} = 0,85 \times 0,5 = 0,425 \text{ м}^2, \text{ тогда } \sqrt{F_{\text{ул}}} = 650 \text{ мм};$$

$$F_{\text{пam}} = 0,6 \times 0,5 = 0,3 \text{ м}^2, \text{ тогда } \sqrt{F_{\text{пam}}} = 550 \text{ мм}.$$

Площадь, занимаемая сеткой, $0,425 \text{ м}^2$.

Количество ячеек со стороны $a_c = 15 \text{ мм}$ на большей стороне всасывающего короба

$$K_0 = \frac{850}{(1,73 \cdot a_c + 2d)} = \frac{850}{(1,3 \times 15 + 2 \times 1,8)} = 28,7;$$

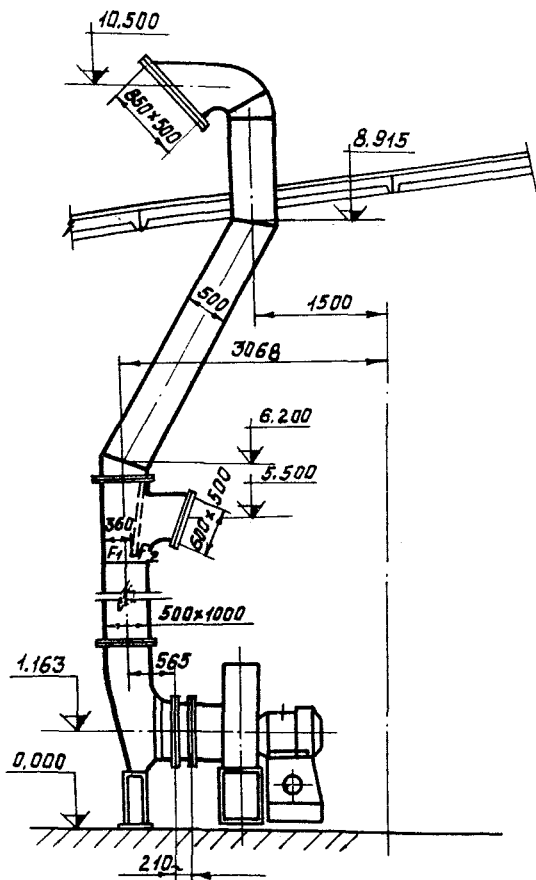


Рис. 17. Установка вентилятора в помещении котельной

на меньшей стороне -

$$K_m = \frac{500}{a_c + \frac{d_n}{286}} = \frac{500}{15 + \frac{1,8}{0,86}} = 29,3.$$

Здесь $d_n = 1,8$ мм - диаметр проволоки.

Площадь живого сечения сетки равна

$$F_0 = F_{\text{ул}} - 4K_5 \cdot K_m \cdot a_c \cdot d_n = 0,425 - 4 \times 28,7 \times 29,3 \times 15 \times 1,8 \times 10^{-6} = 0,425 - 0,091 = 0,334 \text{ м}^2.$$

Здесь $F_{\text{ул}}$ - площадь всасывающего короба, расположенного вне помещения, м^2 .

Снижение октавных уровней звуковой мощности $\Delta L_{\text{прсч}}$ при прохождении звука через сетку определяется по приложению 3

$$\Delta L_{\text{прсч}} = 10 \lg \frac{(m_1 + 1)^2}{4m_1} = 10 \lg \frac{(1,27 + 1)^2}{4 \cdot 1,3} = -0,2 \text{ дБ}$$

(для частот $f = 63 - 500 \text{ Гц}$).

Здесь $m_1 = \frac{F_{\text{ул}}}{F_0} = \frac{0,425}{0,334} = 1,27;$

$$\Delta L_{\text{прсч}} = 10 \lg m_1 = 10 \lg 1,27 = 1,05 \text{ дБ}$$

(для частот $f = 1000 - 8000 \text{ Гц}$).

Ввиду того, что снижение октавных уровней звуковой мощности при прохождении звука через сетку незначительно, этими потерями в расчетах пренебрегаем.

Гидравлический диаметр прямого участка воздуховода равен

$$L_T = \frac{4F}{\Pi} = \frac{4 \times 0,5 \times 1}{2 \times (0,5 + 1)} = 670 \text{ мм}.$$

Площади сечений воздуховода, разделенного шибром, составляют

$$F_1 = 0,36 \times 1 = 0,36 \text{ м}^2;$$

$$F_2 = 0,14 \times 1 = 0,14 \text{ м}^2.$$

Расчет октавных уровней звуковой мощности, излучаемой всасывающими коробами при заборе воздуха с улицы и из помещения котельной, приведен в табл. 30.

Таблица 30

Показатель, дБ	Ссылка (формула, таблица, рисунок)	Значения рассчитываемых величин при среднегеометри- ческих частотах октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Всасывающий короб в помещении									
$\Delta L_{p_{г-л}}$ ($\ell = 7,9\text{м}$, $D_r = 670\text{мм}$)	Табл. 26	4,74	4,74	2,37	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
$\Delta L_{p_{пов}}$ ($D=500\text{мм}$, два поворота под углом 90°)	Рис. I4	-	1x2	5x2	7x2	5x2	3x2	3x2	3x2
$L_{p_{г-ч}}$ меньший раз- мер воздухо- вода в зоне шумера 140 мм, при $m_1=0,47$	Формула (32)	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62		
	Формула (35)							0	0
$\Delta L_{p_{раз}}$ при $m_n = 1$	Формула (36)	5,52	5,52	5,52	5,52	5,52	5,52	5,52	5,52
$\Delta L_{p_{отг}}$ ($\sqrt{F_{пом}} = 550\text{мм}$)	Рис. I5	10	5,4	1,6	0	0	0	0	0
$\Delta L_{p_{сети}}$	Формула (30)	20,88	18,28	20,11	21,32	17,32	13,32	12,7	12,7
$\Delta L_{p_{пом}}$	Формула (29)	86,1	82,1	76,8	74,2	75,7	72,2	75,1	58,3
Всасывающий короб вне помещения									
$\Delta L_{p_{г-л}}$ ($\ell = 11,4\text{м}$, $D_r = 670\text{мм}$)	Табл. 26	6,9	6,9	3,42	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71

Продолжение табл. 30

Показатель, дБ	Ссылка (формула, таблица, рисунок)	Значения рассчитываемых величин при среднегео- метрических частотах октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$\Delta L_{р\text{пов}}$ ($L=500\text{мм}$, два поворота под углом 90°)	Рис. I4	0x2	1x2	5x2	7x2	5x2	3x2	3x2	3x2
$\Delta L_{р\text{сеч}}$ меньший размер воздуховода в зоне шибера 360 мм при $=0,72$	Формула (32)	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11			
	Формула (35)						0	0	0
$\Delta L_{р\text{сеч}}$ меньший размер всасывающего короба 500 мм при $m, =1,17$	Формула (32)	0,02	0,02	0,02	0,02				
	Формула (35)					0,7	0,7	0,7	0,7
$\Delta L_{р\text{разб}}$ при $m_n =1$	Формула (36)	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42
$\Delta L_{р\text{отр}}$ (\sqrt{F} ул=650мм)	Рис. I5	8,8	4,4	1	0	0	0	0	0
$\Delta L_{р\text{сети}}$	Формула (30)	17,25	14,85	15,97	17,26	13,94	9,83	9,83	9,83
$L_{р\text{ул}}$	Формула (29)	89,7	85,5	80,9	78,2	79,1	75,7	78	61,2

Приложение 4

Определение октавных уровней звуковой мощности вентиляторов (центробежных и осевых)

Когда октавные уровни звуковой мощности не указаны в паспорте и каталоге, они определяются расчетным путем.

Октавные уровни звуковой мощности вентилятора, дБ, излучаемой:

в воздухопровод всасывания или нагнетания следует определять по формуле

$$L_{p_{\text{вкт}}} = L + T + \delta_1 - \Delta L_1 - \Delta L_2; \quad (39)$$

открытым входным или выходным патрубком вентилятора в помещение или в атмосферу следует определять по формуле

$$L_{p_{\text{вкт}}}^{\text{откр}} = L + T + \delta_1 - \Delta L_1 - \Delta L_3; \quad (40)$$

через стенки корпуса вентилятора в помещение или в атмосферу следует определять по формуле

$$L_{p_{\text{вкт}}}^{\text{кор}} = L_{\text{вв}} + T + \delta_1 - \Delta L_1, \quad (41)$$

где L и $L_{\text{вв}}$ — критерии шумности, дБ, зависящие от типа и конструкции вентилятора, величину которых для сторон всасывания, нагнетания и вокруг вентилятора следует принимать по табл. 31 [8];

δ_1 — поправка на режим работы вентилятора, дБ, в зависимости от к.п.д вентилятора, определяется по табл. 32 [3];

ΔL_1 — поправка, учитывающая распределение звуковой мощности вентилятора по октавным полосам частот, дБ, принимаемая в зависимости от типа и частоты вращения электродвигателя вентилятора по табл. 33 [3].

Величина $T = 20 \lg P + 10 \lg Q$, определяется по графику рис. 18.

Здесь P — полное давление, создаваемое вентилятором, кгс/м²;

Q — производительность вентилятора, м³/с.

Полученные по формулам (39) — (41) величины $L_{p_{\text{вкт}}}$ характеризуют звуковую мощность, излучаемую вентилятором при условии плавного подвода воздуха к всасывающему патрубку.

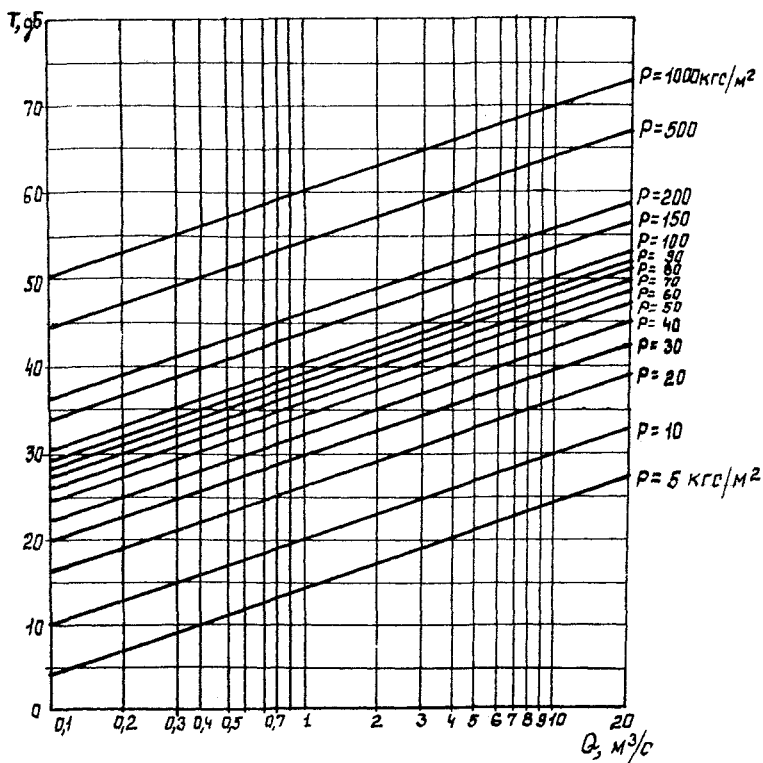


Рис. 18. Определение величины T

Условие плавного подвода воздуха к вентилятору обеспечивается наличием прямого участка воздуховода на стороне всасывания вентилятора (при отсутствии дросселя) длиной не менее $3 D_r$.

При непланном подводе воздуха к входному патрубку вентилятора или при установке дросселя на прямом участке при длине воздуховода за ним не менее $5 D_r$ к величинам $L_{p_{вкт}}$ следует добавлять для осевых вентиляторов 8 дБ, для центробежных - 4 дБ.

Таблица 31

Вентилятор			Критерий шумности ζ , дБ, для сторон		
Тип	№	Диаметр рабочего колеса, % D_H	нагнета- ния	всасыва- ния	вокруг вентилятора
Ц4-70	Центробежные 2,5; 3,2; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5	90-100	53	50	51,5
		105	56	52	54
Ц4-76	8; 10; 12; 16; 20	100	50	47	48,5
Ц14-46	2,5; 3,2; 4; 5; 6,3; 8	100	54	51	52,5
ВРЦ	8; 9; 11	100	60	52	56
Ц10-28	2,5; 3,2; 4; 5	100	56	53	55,5
Ц17-40	5; 6; 8	100	58	53	55,5
В-06-300	Осевой 5; 6,3; 10; 12,5; 8	100	52	52	52

* D_H - номинальный диаметр рабочего колеса вентилятора.

Таблица 32

К.П.Д. вентилятора	Поправка δ_i , дБ
η макс	0
(0,9 - 1) η макс	2
(0,8 - 0,9) η макс	4
Менее 0,8 η макс	5

Таблица 33

Тип и номер вентилятора	Частота вращения вентилятора, об/мин	Поправка ΔL_i , дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
<u>Центробежные</u>									
Ц4-70 № 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
Ц4-70 №5; 6,3; 8; 10; 12,5 Ц4-76	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
	850-1000	6	5	5	9	11	16	22	28
	1015-1290	6	5	4	8	11	15	19	27
	1300-1620	7	6	5	8	11	15	19	25
Ц14-46	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
Ц10-80	2810-2940	12	4	11	8	9	10	14	18
ЦП7-40 ВЗД	600-700	4	6	9	13	17	21	26	31
	800-1400	6	6	6	9	13	17	21	26
	более 1410	9	6	6	6	9	13	17	21
<u>Осевой</u>									
В-06-300	700-1400	13	8	8	5	7	9	15	23
	1410-2800	18	13	8	8	5	7	9	15
	2810-2850	23	18	13	8	8	5	7	9

Октавные уровни звуковой мощности вентиляторов, дымососов и насосов приведены в табл. 34, 35 и 36, а октавные уровни звукового давления горелок, ГРУ и РОУ – в табл. 37, 38 и 39.

Таблица 34

Тип вентилятора	Наименование шума	Частота вращения вентилятора, об/мин	Октавные уровни звуковой мощности вентилятора, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц								Источник получения данных
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
ВН-8	Нагнетания всасывания	1000	85	83,5	84,5	83,5	81	73,5	66,5	59	Бийский котельный завод
	То же	1500	90,5	89,5	89,5	89,5	86,5	79,5	71,5	63,5	
ВН-9	"	1000	89	87,5	88,5	87,5	85	77,5	70,5	63	
	"	1500	94,5	93,5	93,5	93,5	90,5	83,5	75,5	67,5	
ВН-10	"	1000	92	91	92	91	88,5	81	74	66,5	
	"	1500	97,5	97	97	97	94	87	79	71	
ВН-11,2	"	1000	97	95,5	96,5	95,5	93	85,5	78,5	71	
	"	1500	102,5	101,5	101,5	101,5	98,5	91,5	83,5	75,5	
ВН-12,5	"	1000	98	96,5	93,5	98	93	89,5	81,5	74,5	
	"	1500	103,5	104,5	103,5	103,5	98,5	95,5	86,5	79	
ВН-15	Нагнетания	740	67,9	72,6	77,8	76,4	76	75,2	66,8	55,8	Хабаровский завод энергетического машиностроения
	Всасывания	740	57,3	64,3	71	70,4	71,9	75,5	69,3	61,3	
	Нагнетания	980	74,9	75,9	84,4	86,3	81,6	85,4	79,9	68,8	
	Всасывания	980	63,8	65,8	77,8	78,8	76,5	82,3	80,8	72,8	Минэнергомаша
	Нагнетания	1480	85,2	86,2	91	96,2	94,8	94,3	93,4	85,1	
	Всасывания	1480	73,6	75,6	77,6	89,1	88,5	90,2	92,3	87,6	

Продолжение таблицы 34

Тип вентилятора	Наименование шума	Частота вращения вентилятора, об/мин.	Октавные уровни звуковой мощности вентилятора, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц								Источник получения данных
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
ВДН-17	Нагнетания	740	72,1	77,3	82,3	80,5	80,1	79,2	70,8	59,8	Хабаровский завод энергетического машиностроения
	Всасывания	740	61,3	68,3	74,8	74,1	75,9	79,5	73,3	65,3	
	Нагнетания	980	78,9	79,9	88,4	90,3	85,7	89,5	83,9	72,8	
	Всасывания	980	67,8	69,8	81,8	82,8	80,5	86,3	84,8	76,8	
	Нагнетания	1480	89,2	90,2	95	100,3	98,9	102,2	97,5	89,1	
	Всасывания	1480	77,6	79,6	86,6	93,1	92,5	94,2	96,3	91,6	
ВДН-18	Нагнетания	985	109,5	111	109	110	109,5	106	101	96	Барнаульский котельный завод
	Всасывания	985	110	112	109,5	109	108,5	105	103,5	99	
	Корпусной	985	91,5	96	95,5	95,2	96	95,5	90,5	84	
	Нагнетания	740	102	103,5	101,5	102,5	102	98,5	93,5	88,5	
	Всасывания	740	102,5	104,5	102	101,5	101	97,5	96	91,5	
	Корпусной	740	84	88,5	88	87,7	88,5	88	83	76,5	
ВДН-20	Нагнетания	985	114	115	113,5	114,5	114	110,5	106	101	
	Всасывания	985	114,5	116,5	114	113,8	113	109	108	103,5	
	Корпусной	985	96	100,7	100	100	100,8	100,3	95,5	89	
	Нагнетания	740	106,5	107,5	106	107	106,5	103	98,5	93,5	
	Всасывания	740	107	109	106,5	106,3	105,5	101,5	100,5	96	
	Корпусной	740	88,5	93,2	92,5	92,5	93,3	92,8	87	81,5	

Тип вентиля- тора	Наименование шума	Частота вра- щения венти- лятора, об/мин	Октавные уровни звуковой мощности вентилятора, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц								Источник полу- чения данных
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
ВДН-22ПВ	Нагнетания	740	110,5	111	110	110,5	108,5	105	100	94	Барнаульский котельный завод
	Всасывания	740	111	112	110	109,5	107,5	104,5	103	97,5	
	Корпусной	740	94,5	97	96,5	97	97	94,5	89,5	82,5	
	Нагнетания	590	104,5	105	104	104,5	102,5	99	94	88	
	Всасывания	590	105	106	104	103,5	101,5	96,5	97	91,5	
	Корпусной	590	88,5	91	90,5	91	91	88,5	83,5	76,5	
ВГДН-21	Нагнетания	740	100	100,5	100,5	95,5	91	87	82	75	8
	Всасывания	740	97	95	96	96	93,5	87,5	80,5	72	
	Корпусной	740	85	88	85,5	85	86,5	85,5	80,5	75	
	Нагнетания	985	109	106,5	111	103,5	102	95	95	84	
	Всасывания	985	108	101	105	102,5	105	96	94	80,5	
	Корпусной	985	90	96,5	94,2	92,2	93,5	94,5	91,5	83,5	
ВДН-24ПВ	Нагнетания	590	108,5	108	108	108	106	101,5	95,5	90	
	Всасывания	590	109	108,5	107	106,5	104,5	102	100	94,5	
	Корпусной	590	93,5	94,5	94,5	95	93,5	90,5	85,5	78,5	
	Нагнетания	740	114	114,5	113,5	114,5	113	109	103,5	98	
	Всасывания	740	115,5	115,5	113,5	113,5	111,5	107,5	107	101,5	
	Корпусной	740	98,5	101	100,5	101	101	98,5	93	88,5	
ВДН-26ПВ	Нагнетания	590	110,5	110,5	110	110	107,5	103	97,5	92,5	
	Всасывания	590	111	111	109,5	108,5	106,5	104	101	95,5	
	Корпусной	590	96,5	98	98	98	97,5	93,5	87,5	81	
	Нагнетания	740	116	116,5	116	116,5	115	110,7	106	100	
	Всасывания	740	117,5	117,5	116	115,5	113,5	110,5	109	103	
	Корпусной	740	101,5	104	103	104	104	101,5	96	90	

Тип вентиля- тора	Наименование шума	Частота вращения вентилято- ра, об/мин
Ц4-70 № 2,5 № 3,15 № 4 № 5 № 6,3	Нагнетания Всасывания Нагнетания Всасывания Нагнетания Всасывания Нагнетания Всасывания Нагнетания Всасывания	
Ц4-70 № 16 4-х секционный	Нагнетания Всасывания	420 420
ЦИ4-46 № 5 № 6,3 № 8	Нагнетания Всасывания Нагнетания Всасывания Нагнетания Всасывания Нагнетания Всасывания	1450 1450 1000 1000 970 970 1000 1000

Продолжение таблицы 34

Октавные уровни звуковой мощности вентилятора, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц								Источник получения данных
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
57	63	68	67	66	61	54	42	по материалам завода-изготовителя
53	60	64	64	62	58	50	39	
65	69	76	75	73	70	62	50	
62	65	73	71	70	66	58	46	
64	66	75	74	73	68	61	49	
60	64	71	70	69	64	57	45	
72	76	83	82	81	76	69	57	
68	72	79	79	77	72	65	53	
78	84	90	90	88	82	76	64	
74	80	86	85	85	78	72	60	
93	86	86	83	84	79	72	69	Московский вентиляторный завод
89	85	84	84	82	80	73	71	
94	93	92	98	85	81	75	70	
90	88	93	80	76	71	71	66	
85	86	90	92	88	84	79	71	
81	82	86	88	84	80	75	67	
96	96	93	88	85	82	76	71	
91	92	88	83	81	78	72	67	
101	102	106	108	104	100	95	87	
97	98	102	104	100	96	91	83	

Тип вентилятора	Наименование шума	Частота вра- щения венти- лятора, об/мин
ЦП7-40 № 6	Нагнетания Всасывания Корпусной	1730 1730 1730
ВВД № 9	Нагнетания Всасывания Корпусной	1700 1700 1700
КЦЗ-90 № 4 № 5 № 6,3		915 930 930
Ц10-28 № 2,5 № 3,15 № 4 № 5	Нагнетания Всасывания Нагнетания Всасывания Нагнетания Всасывания Нагнетания Всасывания	
Ц4-70 № 5А № 7	Нагнетания Всасывания Нагнетания Всасывания	1420 1420

Октавные уровни звуковой мощности вентилятора, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц								Источник получения данных
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
110	116	115	110	106	101	96	87	"Туласан-техника"
113	117	113	108	103	98	89	85	
111	116	114	109	104	99	92	86	
115	119	124	120	117	112	106	103	
118	124	126	122	118	112	108	106	
116	122	125	121	117	112	105	104	
74	79	79	80	78	72	61	51	Дубновский литейно-механический завод
77	83	85	83	79	74	67	55	
85	90	95	90	87	81	74	60	
80	81	88	86	90	87	83	80	Загорский машиностроительный завод
76	77	84	82	86	88	79	70	
88	89	94	96	98	95	91	88	
84	85	90	92	94	91	87	84	
96	98	103	105	106	104	100	97	
92	94	99	101	104	100	96	93	
104	106	110	112	114	113	108	105	
100	102	106	108	110	109	104	101	
80	83	91	90	87	83	75	65	Вентопилоски вентиляторный завод
76	79	88	86	84	80	72	62	
81	86	94	93	90	88	81	69	
78	83	91	89	87	85	78	65	

Продолжение табл. 34

Тип вентилятора	Наименование шума	Частота вращения вентилятора, об/мин	Октавные уровни звуковой мощности вентилятора, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц								Источник получения данных
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Ц4-70 № 6,3А	Нагнетания		88	93	99	98	96	93	85	75	Вентспилский вентиляторный завод
	Всасывания		84	90	96	95	93	89	82	71	
	Нагнетания		91	94	102	100	99	95	87	76	
	Всасывания		87	90	99	97	96	91	83	72	
ВКР4.00.25.6.01		920	65	77	72	77	73	68	57	45	
ВКР4.00.45.6.01		920	73	78	77	79	78	72	61	51	
ВКР4.00.45.4.01		1450	83	89	88	91	90	85	74	64	
ВКР5.00.25.6.01		920	70	74	79	80	75	70	63	52	
ВКР5.00.45.6.01		920	76	81	83	82	79	74	67	55	Вильский котельный завод
ВКР5.00.45.4.01		1450	87	82	84	84	82	87	80	68	
ВКР6,3.00.25.6.01		950	81	90	88	86	83	75	70	59	
ВКР6,3.00.45.6.01		950	84	88	93	89	87	81	74	60	
З 30ЦС-85	Нагнетания		116	123	125	116	111	110	109	102	
	Всасывания		107	98	110	112	113	112,5	108,5	97	
	Корпусной		92,5	98	100,5	102,5	105	107,5	104,5	96,5	

Продолжение табл. 34

Тип вентилятора	Наименование шума	Частота вращения вентилятора, об/мин	Октавные уровни звуковой мощности вентилятора, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц								Источник получения данных
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
И9ЦС-63	Всасывания		92	86	86	99,5	93,5	92	89,5	80	Бийский котельный завод
В-06-300											по материалам завода-изготовителя
№ 4	Корпусной		83,5	78,5	81	81	76	72	65,5	55,5	
№ 5	Корпусной		78	77	81	80,5	76,5	71,5	65	59	
№ 5 исп. I	Корпусной		80	80	80	80	73	67	58	50	
№ 6,3	Корпусной		81	77	81	79	76	71	63	50	
№ 6,3 исп. I	Корпусной		80	33	83	83	78	73	65	57	
ТВ-50-1,6			98	98	100	102	101	102	101	97	"Узбекхиммаш"
ТВ-80-1,2 (1,4)			102	90	95	98	101	100	96	88	
ТВ-80-1,6			93	89	95	96	103	103	100	97	
ТВ-80-1,8			94	97	99	101	106	106	103	102	
ТВ-175-1,6			92	89	97	101	102	106	103	96	
ТВ-200-1,4			88	84	94	99	106	110	103	95	
ТВ-300-1,6			104	98	98	102	103	107	104	97	

Таблица 35

Тип дымо- соса	Наименование шума	Частота вращения дымососа, об/мин	Октавные уровни звуковой мощности, дБ, при среднегеометри- ческих частотах октавных полос, Гц								Источник получения данных
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
ДН-8	Нагнетания	1000	85	83,5	84,5	83,5	81	73,5	66,5	59	Бийский котельный завод
	Всасывания	1500	90,5	89,5	89,5	89,5	86,5	79,5	71,5	63,5	
ДН-9	То же	1000	89	87,5	88,5	87,5	85	77,5	70,5	63	
		1500	94,5	93,5	93,5	93,5	90,5	83,5	75,5	67,5	
ДН-10	"-	1000	92	91	92	91	88,5	81	74	66,5	
		1500	97,5	97	97	97	94	87	79	71	
ДН-11,2	"-	1000	97	95,5	96,5	95,5	93	85,5	78,5	71	
		1500	102,5	101,5	101,5	101,5	98,5	91,5	83,5	75,5	
ДН-12,5	"-	1000	98	98,5	98,5	98	93	89,5	81,5	74,5	
		1500	103,5	104,5	103,5	103,5	98,5	95,5	86,5	79	
ДН-15	Нагнетания	740	63,1	67,8	73,5	71,6	71,2	70,3	62	51	Хабаровский завод энерге- тического машинострое- ния
	Всасывания	740	52,5	59,5	66	65,3	67,1	69,2	64,5	56,5	
	Нагнетания	980	70,1	71,1	79,6	81,5	76,8	80,6	75,1	64	
	Всасывания	980	59	61	73	74	71,7	77,5	76	68	
	Нагнетания	1480	80,4	81,4	86,1	91,3	90	89,5	88,6	80,3	
	Всасывания	1480	68,8	70,8	77,8	84,3	83,7	85,9	87,5	82,8	

Тип дымососа	Наименование шума	Частота вращения дымососа, об/мин	Октавные уровни звуковой мощности, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц								Источник получения данных
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
ДН-17	Нагнетания	740	67,1	71,8	77,1	75,7	75,7	74,4	66	55	Хабаровский завод энергетического машиностроения
	Всасывания	740	56,5	63,5	70	69,3	71,1	73,2	68,5	60,5	
	Нагнетания	980	74,1	75,1	83,6	84,5	80,9	84,7	79,1	68	
	Всасывания	980	63	65	77	78	75,7	81,5	80	72	
	Нагнетания	1480	83,8	85,2	90,2	95,5	94,1	93,6	92,7	84,3	
	Всасывания	1480	72,8	74,8	81,8	88,3	87,7	89,4	91,5	86,8	
ДН-19Б(1М)	Нагнетания	985	112	110	114	107	105	98,5	98	86,5	Барнаульский котельный завод
	Всасывания	985	111,5	104	108	106	108	99	97	83	
	Корпусной	985	93	99,5	97,5	95,6	96,8	98	94,5	85,8	
	Нагнетания	740	104,5	102,5	106,5	99,5	107,5	91	90,5	79	
	Всасывания	740	104	96,5	100,5	98,5	100,5	91,5	89,5	75,5	
	Корпусной	740	95,5	92	90	88,1	89,3	90,5	87	78,3	
	Нагнетания	590	99	97	101	94	92	85,5	85	73,5	
	Всасывания	590	98,5	91	95	93	95	86	84	70	
	Корпусной	590	80	86,5	84,5	82,6	83,8	85	81,5	72,8	
	Всасывания	740	104	96,5	100,5	98,5	100,5	91,5	89,5	75,5	
	Корпусной	740	95,5	92	90	88,1	89,3	90,5	87	78,3	
	Нагнетания	590	99	97	101	94	92	85,5	85	73,5	

Продолжение табл. 35

Тип дымо- соса	Наименование шума	Частота вращения дымососа, об/мин	Октавные уровни звуковой мощности, дБ, при среднегео- метрических частотах октавных полос, Гц								Источник получения данных
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
ДН-21(ГМ)	Нагнетания	985	115,5	113	117	110	108,5	101,5	101,5	90	Барнаул- ский котель- ный завод
	Всасывания	985	114,5	108	111,5	99,3	113,5	102,5	100,5	86,5	
	Корпусной	985	97	103,5	101	99	100	101	98	89,3	
	Нагнетания	740	107,5	105	109	102	100,5	93,5	93,5	82	
	Всасывания	740	106,5	100	103,5	91,3	105,5	94,5	92,5	78,5	
	Корпусной	740	89	95,5	93	91	92	93	90	81,3	
	Нагнетания	590	102	99,5	103,5	96,5	95	88	88	76,5	
	Всасывания	590	101	94,5	98	85,8	100	89	87	73	
	Корпусной	590	84	90	87,5	85,5	86,5	87,5	84,5	75,8	
ДН-22(ГМ)	Нагнетания	740	114	109	112	110,5	105,5	101,5	96,5	88	
	Всасывания	740	106,5	100,5	105,5	106	101,5	93	88,5	86	
	Корпусной	740	94,5	92,5	94	93,5	93	92,5	90,5	81,5	
	Нагнетания	590	108	103	106	104,5	99,5	95,5	90,5	82	
	Всасывания	590	100,5	94,5	99,5	100	95,5	87	82,5	80	
	Корпусной	590	88,5	86,5	88	87,5	87	86,5	84,5	75,5	

Тип дымо- соса	Наименование шума	Частота вращения дымососа, об/мин	Октавные уровни звуковой мощности, дБ, при среднегеометри- ческих частотах октавных полос, Гц								Источник получения данных
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
ДН-22х2 -0,62(ГМ)	Нагнетания	740	117	112	115	112,5	108,5	104,5	99	91	Барнауль- ский котел- ный завод
	Всасывания	740	109	103,5	108,5	109	105	95,5	91	89	
	Корпусной	740	97,5	95	96,5	96	96	95,5	93	84,5	
	Нагнетания	590	111	106	109	106,5	102,5	98,5	93	85	
	Всасывания	590	103	97,5	102,5	103	99	89,5	85	83	
	Корпусной	590	91,5	89	90,5	90	90	89,5	87	78,5	
ДН-24(ГМ)	Нагнетания	740	117,5	112	115	113	108,5	105	99,5	91,5	
	Всасывания	740	109,5	103,5	108,5	109	105	96	91,5	89	
	Корпусной	740	97	95	96,5	96	96	95	93,5	84,5	
	Нагнетания	590	111,5	106	109	107	102,5	99	93,5	85,5	
	Всасывания	590	103,5	97,5	102,5	103	99	90	85,5	83	
	Корпусной	590	91	89	90,5	90	90	89	87,5	78,5	
ДН-24х2- 0,62(ГМ)	Нагнетания	740	120	115	118	116	111,5	108	102	94,5	
	Всасывания	740	112	107	111,5	112	108	99,5	94,5	92,5	
	Корпусной	740	105,5	98,5	99,5	99	99	98,5	96,5	88	
	Нагнетания	590	114	109	112	110	105,5	102	96	88,5	
	Всасывания	590	106	101	105,5	106	102	93,5	88,5	86,5	
	Корпусной	590	99,5	92,5	93,5	93	93	92,5	90,5	82	

Продолжение табл. 35

Тип дымо- соса	Наименование шума	Частота вращения дымососа, об/мин	Октавные уровни звуковой мощности, дБ, при среднегеометри- ческих частотах октавных полос, Гц								Источник получе- ния дан- ных
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
ДН-26(ГМ)	Нагнетания	740	119,5	114,5	117	114,5	110	104,5	98,5	93	Барнауль- ский ко- тельный завод
	Всасывания	740	113,5	107,5	98,5	109	108	100,5	96	92,5	
	Корпусной	740	100	98	102,5	97,5	97,5	98	95	86	
	Нагнетания	590	113,5	108,5	111	108,5	104	98,5	92,5	87	
	Всасывания	590	107,5	101,5	92,5	103	102	94,5	90	86,5	
	Корпусной	590	94	92	96,5	91,5	91,5	92	89	80	
ДН-26х2 -0,62(ГМ)	Нагнетания	740	122	117	120	117,5	113	107,5	102	96	
	Всасывания	740	116	110,5	111,5	112	111	103,5	99	95,5	
	Корпусной	740	103	101	105,5	100,5	100,7	101	97,5	89,2	
	Нагнетания	590	116	111	114	111,5	107	101,5	96	90	
	Всасывания	590	110	104,5	105,5	106	105	97,5	93	89,5	
	Корпусной	590	97	95	99,5	94,5	94,7	95	91,5	83,2	

Примечание. Октавные уровни звуковой мощности дымососов ДН-15 и ДН-17 Хабаровского завода энергетического машиностроения будут корректироваться ВНИИМом Минэнергомаша.

Таблица 36

Мерка насоса	Октавные уровни звуковой мощности, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц								Источник получения данных
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
КС 125-55	86	91	94	94	93	93	87	80	Сумское ПО "Насос - энергомаш"
КС 32-150	89	91	96	97	97	95	88	85	
КС 50-110	86	92	91	93	96	92	88	80	
КС 50-55	75	84	83	84	87	86	80	73	
КС 125-140	89	94	97	98	97	96	90	83	
ЦН 400-210	99	101	104	103	104	99	92	85	
ЦН 400-105	90	95	98	98	98	96	88	80	
СЭ 800-100	95	99	102	101	103	101	96	88	
СЭ 1250-70	98	96	100	101	102	100	94	86	
СЭ 1250-140	106	106	108	107	111	106	101	95	
ЦНС 180-950	116	120	119	113	105	102	90	83	
ЦНС 180-1900	110	111	109	110	107	104	97	89	
ЦНС 180-3200	105	106	105	108	111	110	106	99	
2ОНД-11х1	99	102	102	100	102	96	88	81	
2ОНДС	95	101	100	98	104	95	89	81	
ЦНС(Г) 38-44	111	112	110	103	99	100	102	106	Ясногорский машиностроительный завод
ЦНС(Г) 38-66	114	115	113	106	102	103	105	109	
ЦНС(Г) 38-88	114	115	113	106	102	103	105	109	
ЦНС(Г) 38-110	114	115	113	106	102	103	105	109	
ЦНС(Г) 38-132	116	117	115	108	104	105	107	111	
ЦНС(Г) 38-154	116	117	115	108	104	105	107	111	

Продолжение табл. 36

Марка насоса	Октавные уровни звуковой мощности, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц								Источник получения данных
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
ЦНС(Г) 38-176	II6	II7	II5	IO8	IO4	IO5	IO7	III	Яомогорский машиностро- тельный завод
ЦНС(Г) 38-198	II8	II9	II7	II0	IO6	IO7	IO9	II3	
ЦНС(Г) 38-220	II8	II9	II7	II0	IO6	IO7	IO9	II3	
ЦНС(Г) 60-66	II4	II5	II3	IO6	IO2	IO3	IO5	IO9	
ЦНС(Г) 60-99	II6	II7	II5	IO8	IO4	IO5	IO7	III	
ЦНС(Г) 60-132	II8	II9	II7	II0	IO6	IO7	IO9	II3	
ЦНС(Г) 60-165	II8	II9	II7	II0	IO6	IO7	IO9	II3	
ЦНС(Г) 60-198	II8	II9	II7	II0	IO6	IO7	IO9	II3	
ЦНС(Г) 60-231	I2I	I22	I20	II3	IO9	II0	II2	II6	
ЦНС(Г) 60-264	I2I	I22	I20	II3	IO9	II0	II2	II6	
ЦНС(Г) 60-297	I2I	I22	I20	II3	IO9	II0	II2	II6	
ЦНС(Г) 60-330	I2I	I22	I20	II3	IO9	II0	II2	II6	
ЦНС 300-650	I29	I30	I28	I2I	II7	II8	I20	I24	
ЦНС 300-780	I29	I30	I28	I2I	II7	II8	I20	I24	
ЦНС 300-910	I3I	I32	I30	I23	II9	I20	I22	I26	
ЦНС 300-1040	I3I	I32	I30	I23	II9	I20	I22	I26	
ЦНС IO5-98	II8	II9	II7	II0	IO6	IO7	IO9	II3	
ЦНС IO5-147	I2I	I22	I20	II3	IO9	II0	II2	II6	
ЦНС IO5-198	I2I	I22	I20	II3	IO9	II0	II2	II6	
ЦНС IO5-245	I24	I25	I23	II6	II2	II3	II5	II9	
ЦНС IO5-294	I24	I25	I23	II6	II2	II3	II5	II9	
ЦНС IO5-343	I24	I25	I23	II6	II2	II3	II5	II9	
ЦНС IO5-392	I24	I25	I23	II6	II2	II3	II5	II9	

Марка насоса	Октавные уровни звуковой мощности, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц								Источник получения данных
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Д 200-95(4НДв)	97	102	100	99	94	94	92	88	ГОСТ 10272-77
Д 320-70(6НДс)	94	98	100	99	92	89	88	87	
Д 200-36(5НДв)	93	88	92	89	92	87	84	83	
Д 320-50(6НДв)	88	92	96	91	92	91	86	88	
Д 500-65(10Д-6)	92	93	94	95	92	96	92	88	
Д 630-90(8НДв)	94	96	100	97	96	93	96	89	
Д 800-57(12Д-9)	94	95	94	92	95	97	96	90	
Д 1250-65(12НДс)	91	90	92	94	98	94	89	87	
Д 1250-125(14Д-6)	96	96	97	98	98	97	94	89	
Д 1600-90(14НДс)	95	97	95	92	97	94	92	89	
Д 2000-21(16НДн)	95	96	97	96	98	95	92	90	
Д 2000-100(20Д-6)	103	99	97	100	99	96	92	91	
Д 2500-62(18НДс)	100	101	99	96	99	96	93	90	
Д 3200-33(20НДн)	99	100	98	95	97	95	92	89	
Д 3200-75(20НДс)	103	100	99	97	98	100	98	93	
Д 4000-95(22НДс)	105	103	104	101	100	102	100	94	
Д 5000-32(24НДн)	103	101	102	100	98	100	97	91	
Д 6300-80(24НДс)	106	103	102	100	101	102	100	94	
Д 12500-24(48Д-22)	106	104	104	101	102	102	102	95	
КБ/18 (1,5К-8/19) или (1,5К-6)	91	89	85	93	89	87	86	78	ГОСТ 22247- 76
КМ 8/18(1,5КМ-8/19) или (1,5КМ-6)									
К20/18(2К-20/18) или (2К-9)									
КМ20/18 (2КМ-20/18) или (2КМ-9)	91	89	85	93	89	87	86	78	

Марка насоса	Октавные уровни звуковой мощности, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц								Источник получения данных
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
K20/30 (2K-20/30) или (2K-6)									ГОСТ 22247-76
KM20/30(2KM-20/30) или (2KM-6)	92	90	89	96	90	88	87	79	
K45/30 (3K-45/30) или (3K-9)	94	93	96	97	95	92	93	81	
KM45/30(3KM-45/30) или (3KM-9)									
У 45/85	92	95	103	102	101	101	96	92	
K90/20 (4K-90/20) или (4K-18)									
KM90/20(4KM-90/20) или (4KM-18)	94	93	96	97	95	92	93	81	
КС-10/55-2	75	85	86	86	85	81	80	75	Китай- ский на- сосный завод
КС-10/110-2	79	85	88	90	90	85	78	70	
КС-12/50-2	80	85	88	90	88	88	82	80	
КС-12/110-4	81	87	87	95	94	85	81	78	
КС-20/50-2	79	84	89	87	89	89	85	79	
КС-20/60-2	86	87	87	90	89	84	79	70	
КС-20/110-4	86	93	103	100	98	95	92	81	
HKY-90	82	82	86	89	94	83	81	72	
HKY-140	83	83	87	89	89	83	78	77	
HKY-150	85	85	86	88	88	86	80	77	
HKY-250	86	86	89	92	93	88	84	80	
K45/90	87	96	98	93	92	89	86	81	
K45/55(3K-6)									
KM45/55(3KM-6)	77	83	83	87	87	84	78	73	
K90/85(4K-6)	90	92	95	98	97	95	88	87	

Продолжение табл. 36

Марка насоса	Октавные уровни звуковой мощности, дБ, при среднегеометрических частотах октавных по- лос, Гц								Источник получения данных
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
K90/55(4K-8)									Китайский насосный завод
KM90/55(4KM-8)	88	86	92	95	93	92	85	78	
K90/35(4K-12)									
KM90/35(4KM-12)	81	86	94	90	88	87	79	76	
K 160/30(6K-8)	68	85	87	92	95	82	79	71	
KM160/20(6KM-12)									
KI160/20(6K-12)	75	82	83	84	90	81	74	65	
K290/30(8K-12)									
KM290/30(8KM-12)	78	88	91	89	93	87	79	76	
K290/18(8K-18)	76	83	87	83	91	83	77	71	
I, 5X-6Д	67	77	81	88	84	78	75	75	
2X-9Д	73	90	92	95	86	82	77	75	
3X-6Д	88	93	101	101	99	97	90	85	
3X-9Д	79	88	88	92	90	87	80	81	
4X-12Д	87	95	102	101	100	96	92	90	
6X-9Д	79	88	93	94	90	89	82	79	
3X-4	91	98	101	102	100	95	91	88	
3X-6	90	97	106	103	100	99	93	88	
4X-4	91	98	100	103	103	101	97	91	
4X-6	89	95	101	103	103	96	93	90	
4X-9	90	98	104	103	100	98	88	77	
4X-12	82	90	98	97	94	91	87	85	
4X-18	79	86	91	92	100	92	89	86	
5X-12	103	95	101	103	98	96	90	88	
6X-9	84	88	98	94	90	87	82	79	
8X-9	84	93	95	94	92	86	83	80	
8X-12	81	90	93	93	92	88	78	76	

Продолжение табл. 36

Марка насоса	Октавные уровни звуковой мощности, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц								Источник получения данных
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
БК-1,5	79	83	86	91	88	84	80	77	Бессонов- ский компрес- сорный завод
БК-3М1	72	76	76	78	86	79	73	67	
БК-6	78	79	87	86	90	88	83	81	
БК-12	86	90	97	90	94	91	86	83	
ВВН-3	85	86	85	90	87	80	73	67	
ВВН-1,5М	77	91	92	88	87	77	77	85	
ВВН-6	83	91	103	101	91	88	81	75	
ВВН-12	93	98	110	95	94	82	83	85	
НД 0,5Р	50	52	66	71	73	68	65	63	завод-из- готовитель
НД 0,5В	50	60	68	67	65	72	63	60	
НД	58	63	60	74	79	72	64	60	
ВВН-12 и БК-12	89,2	90,2	94,2	93,2	101,2	94,2	88,2	79,2	завод-изго- товитель
ВВН-3 и БК-3	80,7	84,7	89,7	91,7	87,7	81,7	80,7	81,7	
ВВН 1-25 и БК-25	86,3	89,3	92,3	98,3	102,8	106,3	100,3	94,3	
СЗ 500-70-16	127	128	126	119	115	116	118	122	по "Лив- гидро- маш"
СЗ 800-55-11	123	124	122	115	111	112	114	118	
ЦВ-4/85	118	119	117	110	106	107	109	113	
ЦВ-5/105	118	119	117	110	106	107	109	113	
ЦВ-6,3/160	121	122	120	113	109	110	112	116	
ЦВ-5/140	121	122	120	113	109	110	112	116	
БК (ВКС, ВКО)1/16	98	99	97	90	86	87	89	93	
БК (ВКС, ВКО)2/26	102	103	101	94	90	91	93	97	
БК (ВКС, ВКО)4/24	106	107	105	98	94	95	97	101	
БК (ВКС, ВКО)5/24	110	111	109	102	98	99	101	105	
БК (ВКС, ВКО)10/45	112	113	111	104	100	101	103	107	

Таблица 37

Тип горелки	Сжигаемое топливо	Октавные уровни звукового давления, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц								Источник получения данных
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
РГМГ-10	Газ,	70	74	73	67	66	65	65	60	Дорогобужский котельный завод
	мазут	64	68	67	70	77	73	73	73	
РГМГ-20	Газ,	71	76	76	75	68	68	60	62	
	мазут	64	65	64	72	78	74	70	74	
РГМГ-30	Газ,	76	79	78	69	70	62	62	61	
	мазут	63	66	70	76	80	77	73	71	
ГМ-7	Газ,	70	75	73	75	75	78	76	61	ВНИО "Совзипром-газ"
	мазут	70	78	75	73	72	78	75	58	
ГМП-16	Газ,	96	90	86	82	78	78	74	71	Каменский опитный завод Мингазпрома
	мазут	90	86	80	76	74	78	70	68	
Г-0,4	Газ	82	82	76	78	80	79	79	75	ВНИИпром-газ
Г-0,1	Газ	82	80	86	93	94	93	91	88	

Примечание. Октавные уровни звуковой мощности вычисляют по ГОСТу 12.1.028-80. "Шум. Методы определения шумовых характеристик источников шума".

Таблица 38

Давление газа ГРУ, кгс/см ²		Октавные уровни звукового давления, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц (на расстоянии 1 м)								Источник получения данных
на входе	на выходе	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
6	2	64	65	65	76	85	94	92	77	Совзтех- энерго
5,8	0,48	57	62	77	86	94	103	102	95	Средазтех- энерго
6	0,5	40	46	58	70	83	93	88	77	

Таблица 39

Тип	Нагрузка по острому пару, т/ч	Октавные уровни звукового давления, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц (на расстоянии 1 м)								Источник получения данных
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
РΟΥ 22/6	40	81	84	80	83	85	89	89	84	Средазтех- энерго
РΟΥ 30/10	60	90	91	87	91	92	98	101	101	
РΟΥ 35/13	50	53	63	72	81	91	94	96	87	
РΟΥ 100/9	120	96	95	93	96	100	109	109	95	
БРΟΥ 100/10	150	89	86	83	86	90	98	99	93	
РΟΥ 6/3		83	82	79	81	81	85	89	89	Совзтех- энерго

Приложение 6

Расчет звукоизолирующей способности металлической трехслойной стеновой панели

Панель серии I.432.2-17 представляет собой трехслойную конструкцию с двумя наружными металлическими облицовками из оцинкованной стали толщиной 0,8 мм и средним теплоизоляционным слоем из пенополиуретана с плотностью 55 кг/м³.

Толщины панелей, их поверхностные плотности сведены в табл. 40.

Таблица 40

Толщина, мм			Поверхностная плотность, кг / м ²			$f_{кр},$ Гц
панели	наружного листа	среднего слоя	панели	наружного листа	среднего слоя	
δ	δ_1	δ_2	m	m_1	m_2	
50	0,8	48,4	8,9	6,24	2,66	I3264
80	0,8	78,4	10,54	6,24	4,3	I442I
100	0,8	98,4	11,65	6,24	5,41	I5178

Критическая частота панели [5]

$$f_{кр} = \frac{C_0^2}{2\pi} \sqrt{\frac{6m}{E_1 \delta_1^3}} \geq 8000 \text{ Гц}, \quad (42)$$

$$f_{кр} = \frac{343,4^2}{2 \times 3,14} \sqrt{\frac{6 \cdot m \cdot 10^9}{24 \times 10^{10} \times 0,8^3}} = 445 \sqrt{m},$$

где $C_0 = 331,45 \sqrt{\frac{T_0}{273}}$ — скорость распространения продольных звуковых волн для воздуха. При $t = 20^\circ\text{C}$

$$C_0 = 331,45 \sqrt{\frac{273 + 20}{273}} = 343,4 \text{ м/с}$$

$E_1 = 21 \times 10^{10}$ н/м² модуль Юнга материала наружных стальных листов [5].

На частотах ниже критической звукоизоляции панели R , дБ, рассчитывается по формуле работы [5]

$$R = 12 \lg f + 18 \lg m - 25, \quad (43)$$

где f - среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц.

Значения R при среднегеометрических частотах октавных полос приведены в табл.5.

При проектировании трехслойных панелей должны соблюдаться два условия [5]:

$$1. E_1 \times \delta_1^3 \leq 30m \quad (44)$$

В данном случае для толщины панели $\delta = 80$ мм $21 \times 10^{10} \times 0,8^3 \times 10^{-9} \leq 30 \times 8,9$

$$107,5 \leq 267;$$

$$2. E_2 \times \delta_2 \leq 1,5 \times 10^5 m, \quad (45)$$

где $E_2 = 2 \times 10^7$ н/м² модуль Юнга материала среднего слоя - пенополиуретана [5].

В данном случае для толщины панели $\delta = 80$ мм второе условие тоже соблюдено

$$2 \times 10^7 \times 48,4 \times 10^{-3} \leq 1,5 \times 10^5 \times 8,9;$$

$$9,68 \times 10^5 \leq 13,35 \times 10^5.$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНиП II-12-77, часть II, гл. 12. Защита шума. М.: 1978.
2. Справочник проектировщика. Защита от шума. М.: Стройиздат, 1974.
3. Руководство по расчету и проектированию шумоглушения вентиляционных установок. М.: Стройиздат, 1982.
4. Руководство по расчету и проектированию шумоглушения в промышленных зданиях. М.: Стройиздат, 1982.
5. Боголепов И.И., Авферонк Э.И. Звукоизоляция на судах. Л.: "Судостроение", 1970.

Литературный редактор Л.М.Заславская
Технический редактор Л.В.Ляпунова

Л 94444 подп.к печ.25.05.84г.60х84 1/16 Офсетная печать
5,81 усл.-печ.л. 6,25 уч.-изд.л. 5,86 кр.-отт. Тираж 7 300 Заказ 732

ВНИИС, 125047 Москва, ул. Горького, 38, тел. 251-03-90
ПЭМ ВНИИС, 121471 Москва, Можайское шоссе, 25