ГОССТРОЙ СССР
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ
САНТЕХПРОЕКТ

Р Е К О М Е Н Д А Ц И И
по акустическому расчету котельных

Серия ЖЗ-I72

Москва, I984

gost.e-ecolog.ru

ГОССТРОЙ СССР
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ
САНТЕХПРОЕКТ

Р Е К О М Е Н Д А Ц И И
по акустическому расчету котельных

Серия ИЗ-I72

Москва, I984

"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-Первомайская, 46, ГПИ Сантехпроект.

© Государственный проектный институт
Сантехпроект Главпромстроипроекта
Госстроя СССР (ГПИ Сантехпроект), 1984

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Стр.

Общая часть..... 5
Акустический расчет котельной..... 6

I. 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"..... I7

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 КЕ-25-I4с..... 40

Приложения

I. Основные акустические понятия и определения.... 6I
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 (I), (4) - (7), (I6), (I7), (20), (2I), (24) для расчета уровней звукового давления, графики (рис. 5,7-I0, I2-I4, I6) 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-I4с (типовой проект № 903-I-I70) 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 I2.I.026–80, ГОСТом I2.I.027–80, ГОСТом I2.I.028–80, ГОСТом I2.I.024–8I, ГОСТом I2.I.025–8I.

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 I,2 – I,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

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

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;

К – общее количество источников шума;

В – постоянная помещения, $м^2$, в октавных полосах частот определяется по формуле

$$B = B_{1000} \cdot \mu. \qquad (2)$$

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

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

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 ограждающих поверхностей $S_{огр}$ (ограждающая поверхность включает в себя стены, пол, потолок. Условно поверхности оборудования, коммуникаций, площадок и другие в расчете не учитываются).

Таблица I

Объем помещения V, $м^3$	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 $L_{рт}$, дБ, в этой точке необходимо к величине уровня звукового давления в зоне отраженного звука $L_{отр}$, дБ,

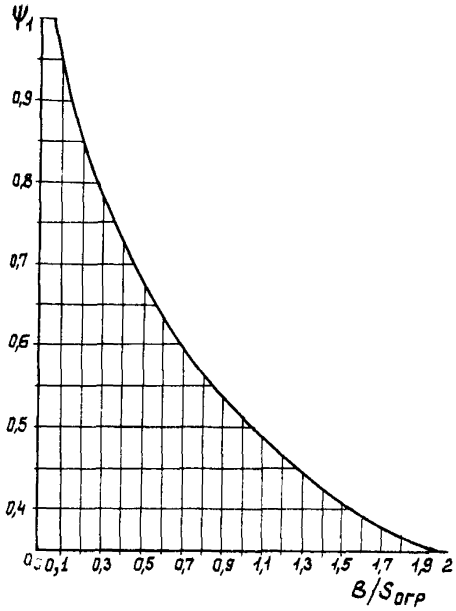


Рис. I. Определение коэффициента ψ

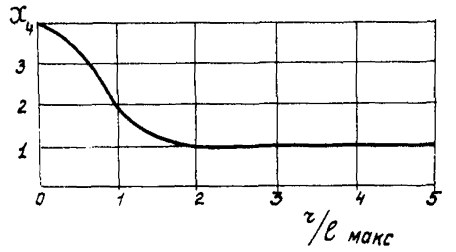


Рис. 2. Определение коэффициента χ

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]

$$L_{пр} = L^{Б}_{рi} + 10 \lg \frac{\varkappa \Phi}{S}, \qquad (3)$$

где $L^{Б}_{рi}$ – октавный уровень звуковой мощности близко расположенного источника шума, дБ;

$\varkappa$ – коэффициент, учитывающий влияние ближнего акустического поля и принимаемый в зависимости от отношения расстояния r м, между акустическим центром источника шума* и расчетной точкой РТ к максимальному габаритному размеру $\ell_{макс}$, м, источника шума по графику на рис. 2;

Φ – фактор направленности источника шума. Для источников шума с равномерным излучением звука Φ=I. 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, м^2; f – среднегеометрическая частота октавных полос, Гц;

S – площадь воображаемой поверхности, окружающей источник шума, повторяющей его форму и проходящей через расчетную точку, м^2 .

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

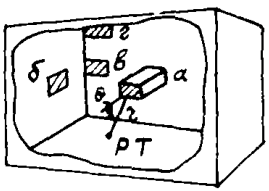
в пространстве (на отдельно стоящей колонне) $S = 4\pi r^2$;

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

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

---

* 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.



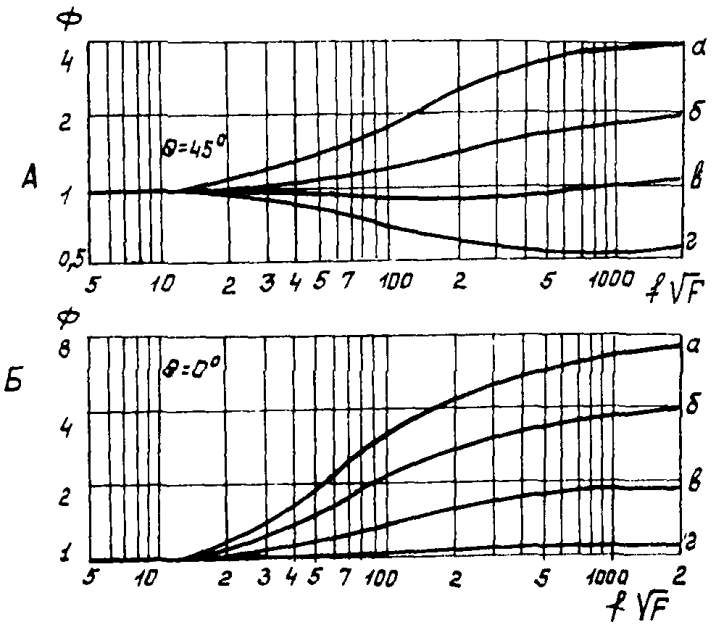


Рис. 3. Фактор направленности Ф источника шума при излучении шума из вентиляционной решетки

в трехгранном углу, оборудованном ограждающими конструкциями, $S = \frac{\pi r^2}{2}$.

Для источников шума, у которых расстояние расчетной точки от акустического центра источника шума $r < 2\ell$ макс, площадь, $м^2$, 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, $b_1 = \ell_{макс} + 2d$;

h – высота воображаемой поверхности параллелепипеда, $h = H + d$;

для полуцилиндра, (рис.4Б)

$$S = \pi c(c + L_{вп}).$$

Здесь c – радиус воображаемой поверхности полуцилиндра,

$c = R_п + d$;

$R_п$ – радиус полуцилиндра;

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

Формула определения уровня звукового давления в зоне прямого звука для близко расположенных источников шума (кроме вентиляционных решеток), у которых $2\ell_{макс} < r$, при $r = 1$ м, $\varkappa = 1$, $\Phi = 1$, принимает вид при следующем расположении источника шума:

в пространстве (на отдельно стоящей колонне)

$$L_{пр} = L^{Б}_{рL} - 11; \qquad (4)$$

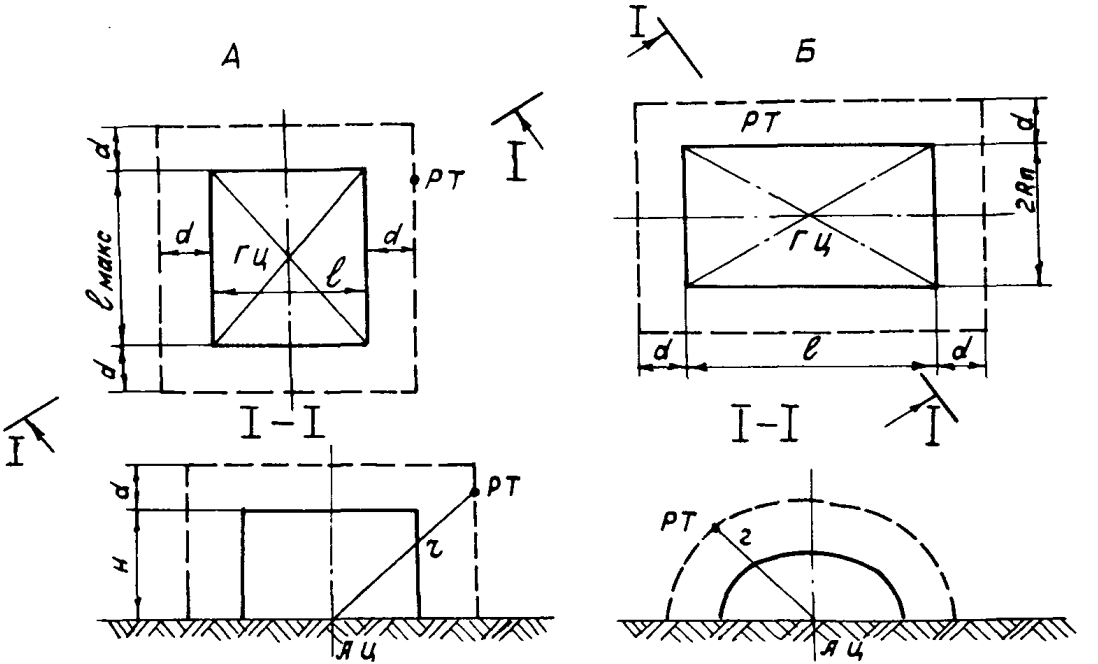


Рис. 4. Определение воображаемой поверхности, окружающей источник шума и проходящей через расчетную точку

А - для прямоугольного параллелепипеда

Б - для полуцилиндра

на полу, на поверхности стены, перекрытия

$$L_{пр} = L^{б}_{рi} - 8 \ ; \qquad (5)$$

в двухгранном углу

$$L_{пр} = L^{б}_{рi} - 5 \ ; \qquad (6)$$

в трехгранном углу

$$L_{пр} = L^{б}_{рi} - 2 \ . \qquad (7)$$

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

$$\sum_{i=1}^{к} L_{пр} = L^{б}_{пр} + 10 \lg К. \qquad (8)$$

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

Таблица 2

Количество единиц оборудования, одинакового по излучаемой звуковой мощности, К	$10 \lg К$	Количество единиц оборудования, одинакового по излучаемой звуковой мощности, К	$10 \lg К$
I	0	7	8,5
2	3	8	9
3	4,8	9	9,5
4	6	I0	I0
5	7	II	I0,4
6	7,8	I2	I0,8

Пример. В котельной объемом 2200 м^3 с площадью ограждающих поверхностей $S_{огр}$ = I352 м^2 размещены одиннадцать источников шума сФ=I. Все источники шума работают одновременно. Октавные уровни звуковой мощности, излучаемой каждым источником шума, приведены в табл. 3. Максимальный габаритный размер источника шума № 4 $\ell_{макс}$ = 777 мм.

Определить октавные уровни звукового давления $L_{рт}$, дБ, в расчетной точке, расположенной на расстоянии r = 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	I25	250	500	I000	2000	4000	8000
I	3	88,8	92,8	94,8	93,8	90,8	83,8	78,8	73,8
2	3	96,8	94,8	93,8	I00,8	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	8I
Суммарный октавный уровень звуковой мощности, $\sum_{i=1}^{m} L_{pi}$	II	97,9	98,4	99,6	I04,I	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 B_{1000}, $м^2$, в октаве I000 Гц

$$B_{I000} = \frac{V}{20} = \frac{2200}{20} = 110 \text{ м}^2.$$

Коэффициент Ψ определяется в зависимости от площади ограждающих поверхностей S огр = I352 $м^2$ по рис. I Ψ =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

$$L_{пр} = L_{p_4} + 10\lg\frac{\chi\Phi}{S} = 84 + 10\lg\frac{1\cdot1}{25,1} = 84 + 10\lg 0,0398 =$$

$$= 84 + 10\times\bar{2},6 = 84 + 10\times(-1,4) = 70 \text{ дБ}.$$

Здесь L_{p_4} – октавный уровень звуковой мощности одного источника шума № 4, дБ .

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

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

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,

при $2\ell_{макс} < r$ или $2 \times 0{,}777 < 2$.

$S = 2\pi r^2$ Тогда $S = 25{,}I$ 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 среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
		63	I25	250	500	I000	2000	4000	8000
μ	Табл.I	0,5	0,5	0,55	0,7	I	I,6	3	6
B, м^2	Формула(2)	55	55	60	77	II0	I76	330	660
B/S огр	–	0,04	0,04	0,05	0,06	0,08	0,I3	0,24	0,49
Ψ	Рис.I	I	I	I	0,99	0,95	0,9	0,8	0,68
$I0\lg B$, дБ	–	I7,4	I7,4	I7,8	I8,9	20,4	22,5	25,2	28,2
$I0\lg\Psi$, дБ	–	0	0	0	-0,05	-0,28	-0,46	-0,97	-I,7
$L_{отр}$, дБ	Формула (I)	86,5	87	87,8	9I,2	85,I	8I,I	74,7	62
$L_{пр}$, дБ	Формула (3)	62	65	7I	67	76	76	68	64
$L_{рт}$, дБ	Рис.I3	86,5	87	87,9	9I,2	85,6	82,3	75,6	66,I

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

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

$$L_u^c = L_ш + 10lg S_п - R - 10lg B_u, \qquad (9)$$

где $L_ш$ -октавный уровень звукового давления в "шумном помещении" (котельный зал) у преграды, дБ;

$S_п$ - площадь ограждающей конструкции, $м^2$;

B_u - постоянная помещения, изолируемого от шума, $м^2$;

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/м3	m_i^* кг/м2	63	I25	250	500	I000	2000	4000	8000
Кирпич	250	I400	350	39,2	39,2	4I	48,5	56	60	60	60
	I25	I800	225	35	35	35	4I,5	49	56,5	60	60
	250	I800	450	4I,6	4I,6	42	49,5	57	60	60	60
	380	I800	685	45	45	46,5	54	60	60	60	60
	5I0	I800	920	47,8	50	57,5	60	60	60	60	60
Керамзито-бетонная панель	200	II00	220	35	35	36,5	44	5I,5	59	60	60
	240	II00	264	36,5	36,5	39	46,5	54	60	60	60
	300	II00	330	38,6	38,6	4I,5	49	56,5	60	60	60
	350	II00	386	40	40	43	50,5	58	60	60	60
	400	II00	440	4I,2	4I,2	45	52,5	60	60	60	60

* - поверхностная плотность изолирующего ограждения (масса Iм2 ограждения).

** -значения получены путем построения графиков для каждого вида строительного материала по СНиП П-I2-77.

Продолжение табл. 5

Строительный материал (изделие)				Звукоизолирующая способность конструкции R^{**}, дБ при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
Наименование	Толщина δ, мм	Плотность γ, кг/м3	m^*, кг/м2	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Панель из актоклавного ячеистого бетона	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 заполнителей	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
Железобетонная 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^{**} – значения получены путем построения графиков для каждого вида строительного материала по СНиП II-12-77.

Продолжение табл. 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
Фибролит	100	600	60	29,5	29,5	29,5	36,5	44	51,5	59	60
Асбоцементные 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
Гипсобетон	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
Гипсолит	**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 стеновая панель ***	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 силикатное:											
одинарное остекление	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 остекление ****											
d_c=54мм	3	2500	7,5	-	15,6	24,4	33	41,8	47	41	49
d_c= 100мм	3	2500	7,5	-	17,1	25	32,8	40	45	39	47
Двери внутренние без уплотнения	40			(17)	22	23	24	24	24	23	-

* m – поверхностная плотность изолирующего ограждения (масса 1 м^2 ограждения).

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

*** – трехслойная стеновая панель состоит из двух наружных металлических листов и среднего слоя из пенополиуретана. Расчет звукоизолирующей способности панели дан в приложении 7.

**** d_c – расстояния 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]

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

где S_i – площадь отдельного элемента сложного ограждения, м^2;

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 Т 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

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

где S_0 – площадь элемента с наименьшей звукоизоляцией, м^2;

$S_{общ}$ – площадь всего звукоизолирующего ограждения, м^2.

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

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

где $S_{пр}$ – площадь открытого проема, м^2.

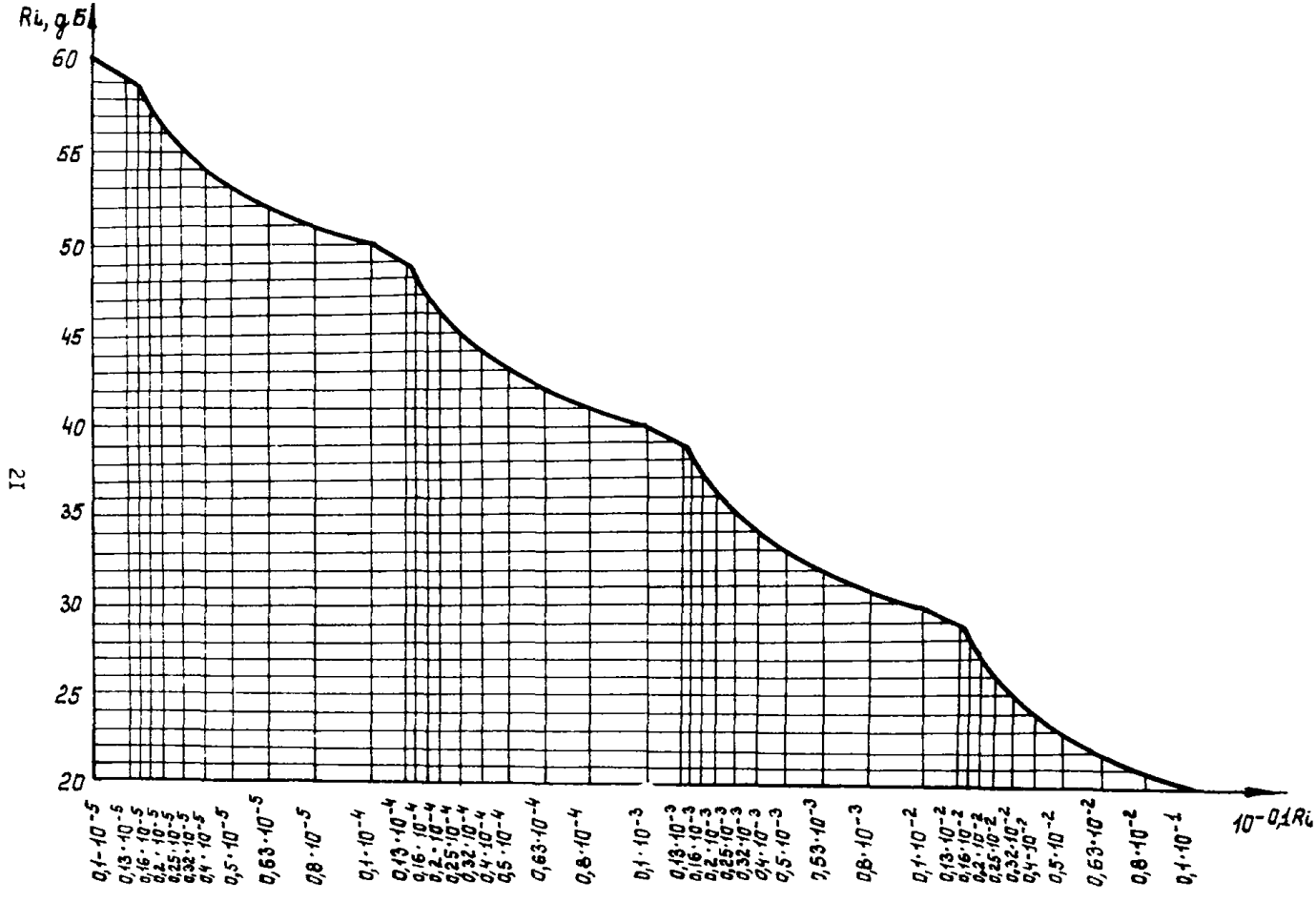


Рис. 5. Определение величины $10^{-0,1Ri}$

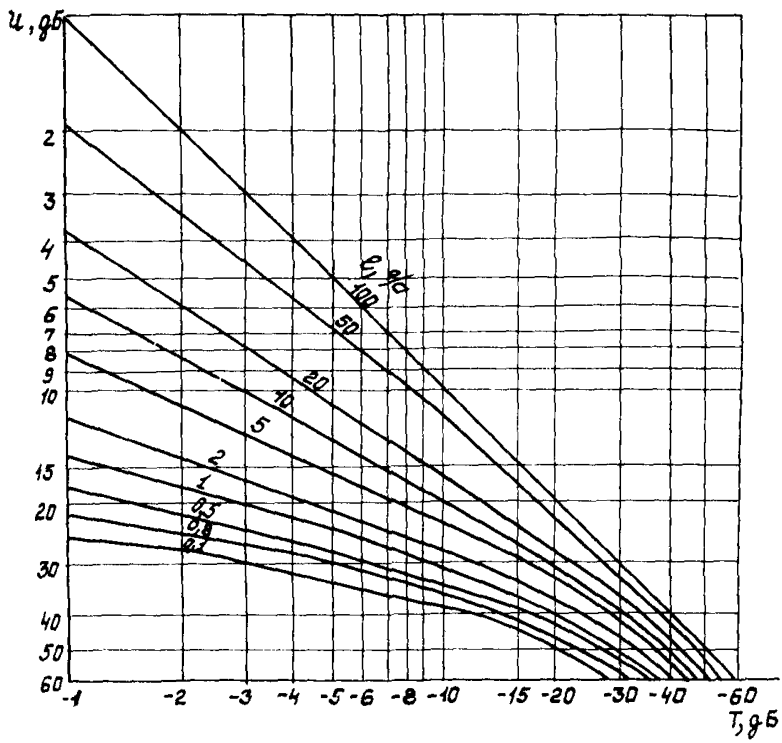


Рис. 6. Номограмма для определения средней звукоизолирующей способности сложного ограждения, состоящего из двух элементов

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

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

$$L^{т}_{u} = L_{нар} + 10\lg S_{п} - 10\lg B_{u} + 6 - R, \qquad (13)$$

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 $L^{то}_{u}$, дБ, в расчетных точках помещения при проникновении шума через открытый проем с прилегающей территории в защищаемое от шума помещение определяются по формуле [1]

$$L^{то}_{u} = L_{нар} + 10\lg S_{пр} - 10\lg B_{u} + 6. \qquad (14)$$

5. Проникновение шума в помещение через стенки воздуховодов и газопроводов

Октавные уровни звукового давления $L^{в}_{u}$, дБ, в расчетных точках помещения, по которому проходит воздуховод, излучающий шум через стенки, находят по формуле [3]

$$L^{в}_{u} = L_{рв} - \Delta L_{рстu} - R_{б} - 10\lg B_{u} + 10\lg \frac{S_{н}}{S_{в}} + 3, \qquad (15)$$

где $L_{рв}$ – октавный уровень звуковой мощности источника шума, дБ, излучаемой в воздуховод, определяется по формуле

$$L_{рв} = L^{патр}_{рокт} + \Delta L_{2} + \Delta L_{3}. \qquad (16)$$

Здесь $L^{патр}_{рокт}$ – 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. I5 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];

$L_{р сети}$ – определяется по приложению 3;

$R_в$ – звукоизолирующая способность стенок воздуховода, дБ, приведена для стенок прямоугольных воздуховодов сечением не менее 0,25 м^2 в табл. 6, а для стенок круглых воздуховодов с диаметром от 300 до 600 мм – в табл. 7;

$S_н$ – площадь наружной поверхности воздуховода, через которую шум поступает в помещение, м^2;

$S_в$ – площадь поперечного сечения воздуховода, м^2.

Таблица 6

Материал воздуховода	Толщина материала, мм	Звукоизолирующая способность стенок $R_в$ прямоугольных воздуховодов сечением не менее 0,25 м^2, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
		63	I25	250	500	I000	2000	4000	8000
Сталь	0,7	8	I5	I8	23	26	30	34	37
	I	I3	I6	20	24	29	33	36	34
	2	I6	20	24	29	33	36	34	34
Сталь толщиной I мм с облицовкой из минераловатных плит плотностью I00 кг/м^3	80	(I6)	(20)	(26)	(30)	(34)	(38)	(42)	(45)
Железобетон	50	28	34	35	35	4I	48	55	55
Кирпичная кладка	I30	32	39	40	43	48	54	60	60
Гипсобетонные 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_{ℓ} 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 0,7мм	-	(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 $d_э$ или корень квадратный из величины площади поперечного сечения прямоугольного патрубка вентилятора $\sqrt{S_{патр}}$, мм	Частотная поправка $\Delta L_э$, 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.I. Октавные уровни звукового давления $L_т^к$, дБ, в расчетных точках на территории от здания котельной, шум из которого проникает через ограждающую конструкцию, определяются по формуле

$$L_т^к = L_ш + 10\lg S_п - R - У - 11, \qquad (I7)$$

где $$У = 15\lg r_{ог} + \frac{\beta_а \cdot r_{ог}}{1000}. \qquad (I8)$$

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

$\beta_а$ – затухание звука в атмосфере, дБ/км, принимается по табл. 9. При расстояниях $r_{ог} < 50$ м затухание звука в атмосфере в расчетах не учитывается.

Таблица 9

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	63	I25	250	500	I000	2000	4000	8000
$\beta_а$, дБ/км	0	0,7	I,5	3	6	I2	24	48

Величина $У$ определяется по графику для $r_{ог}$ =50 – 300 м рис. 7, а для $r_{ог}$ =300 – I000 м – по графику рис. 8.

Для $r_{ог} < 50$ м

$$У = I5\lg r_{ог}. \qquad (19)$$

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

$$L_т^{ко} = L_ш + 10\lg S_{пр} - У - 11. \qquad (20)$$

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

при $\Phi = I$ следует определять по формуле

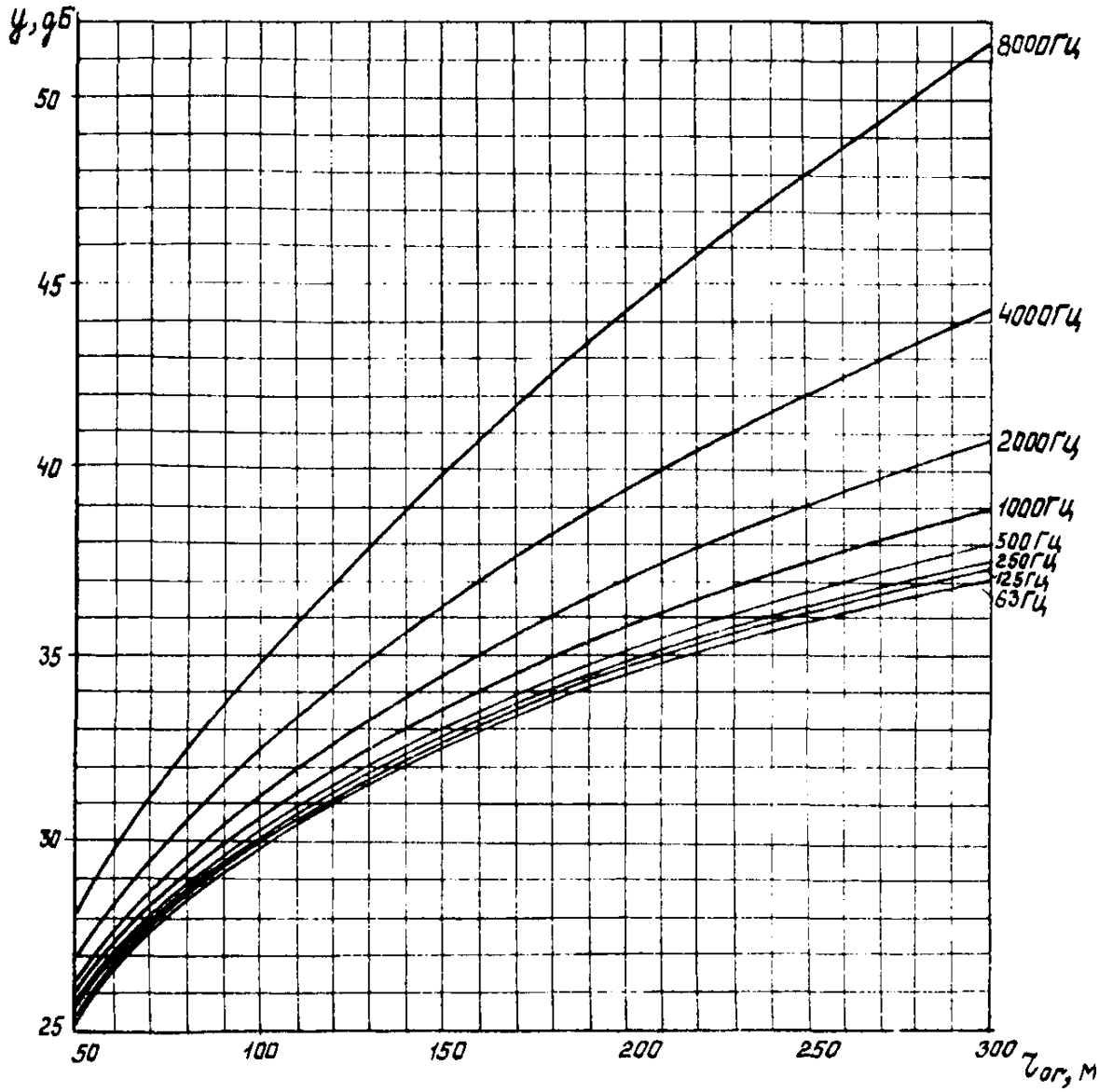


Рис. 7. Определение У при r_0 = 50 - 300м

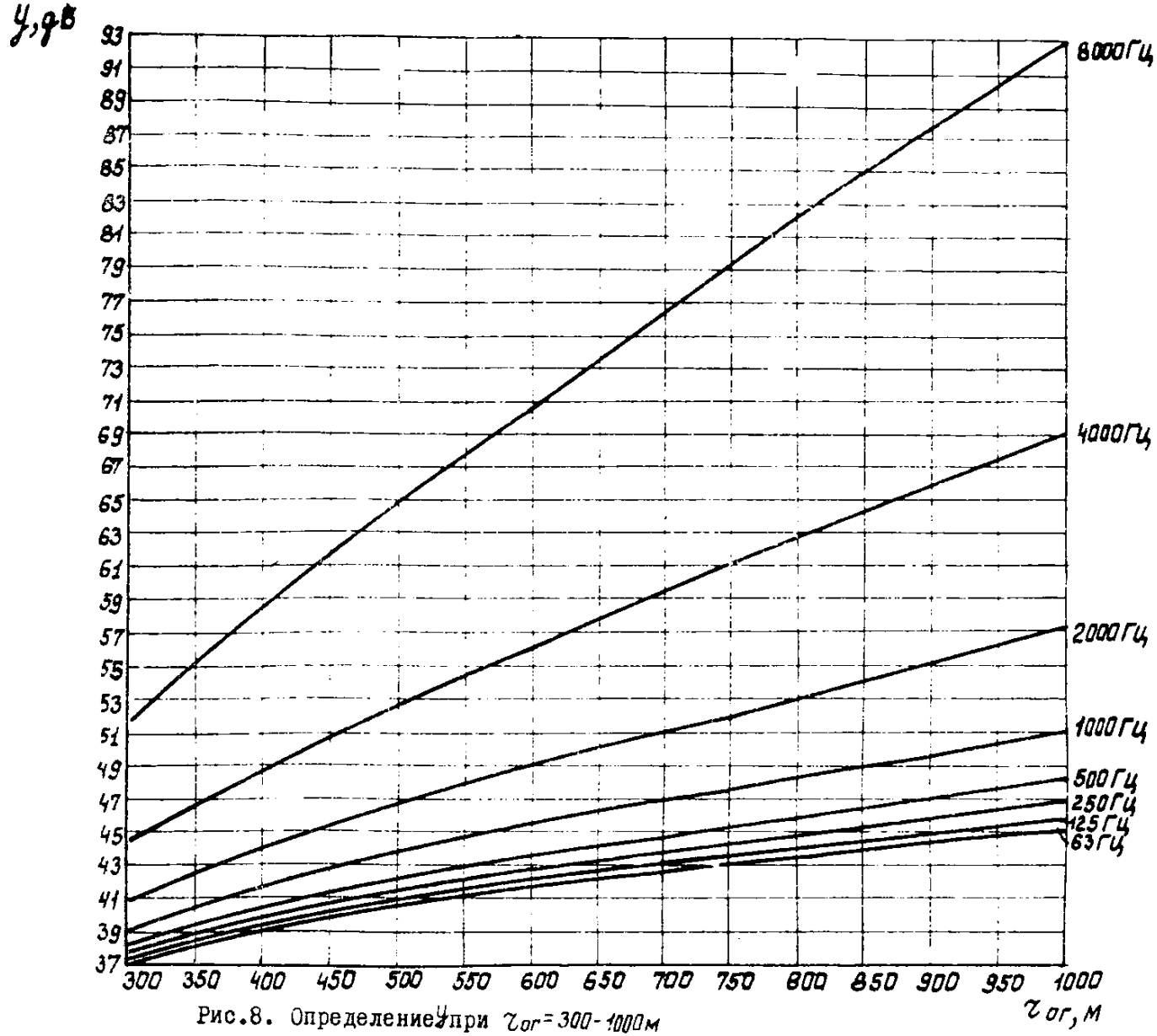


Рис.8. Определение У при r_{or} = 300-1000 м

$$L_T^u = L_{pi} - Z, \qquad (21)$$

где $$Z = 15 \lg r + \frac{\beta_{\Omega} \cdot r}{1000} + 10 \lg \Omega. \qquad (22)$$

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

I) в пространстве (например, дымовая труба)
$\Omega = 4\pi$; $10 \lg \Omega = 11$ дБ;

2) на поверхности земли, стены, перекрытия
$\Omega = 2\pi$; $10 \lg \Omega = 8$ дБ;

3) в двухгранном углу, образованном ограждающими конструкциями зданий, сооружений и поверхностью земли, перекрытия $\Omega = \pi$; $10 \lg \Omega = 5$ дБ;

4) в трехгранном углу, образованном ограждающими конструкциями зданий, сооружений и поверхностью земли, перекрытия $\Omega = \frac{\pi}{2}$; $10 \lg \Omega = 2$ дБ.

Этот случай имеет ограниченное применение.
Величина Z определяется по графику для $r = 50 - 100$ м рис. 9, а для $r = 300 - 1000$ м – по графику рис. 10.

Для $r < 50$ м

$$Z = 15 \lg r + 10 \lg \Omega. \qquad (23)$$

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

$$L_T^в = L_p + \Delta L_н - Z, \qquad (24)$$

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

$\Delta L_н$ – 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.

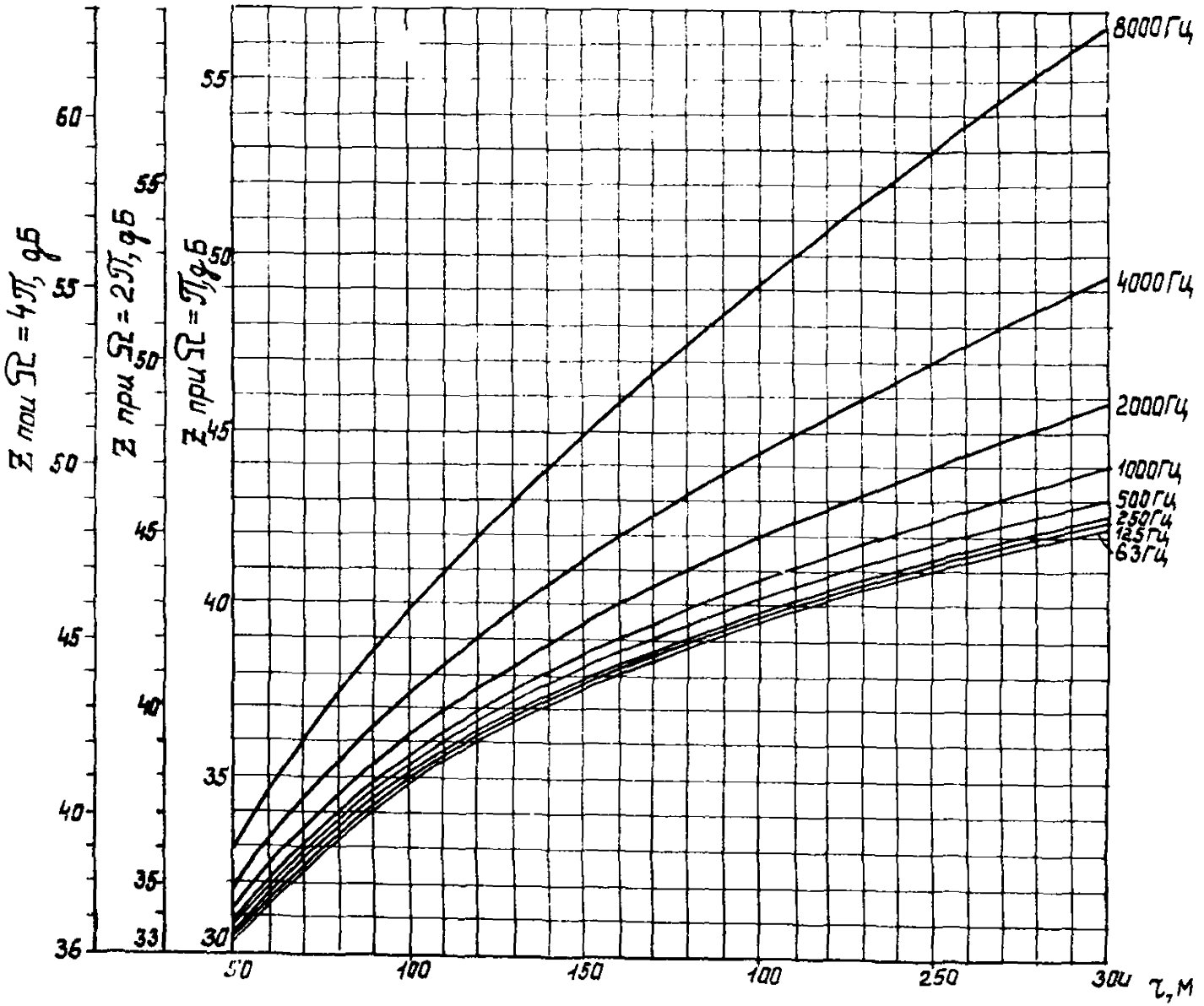


Рис. 9. Определение Z при r = 50–300 м

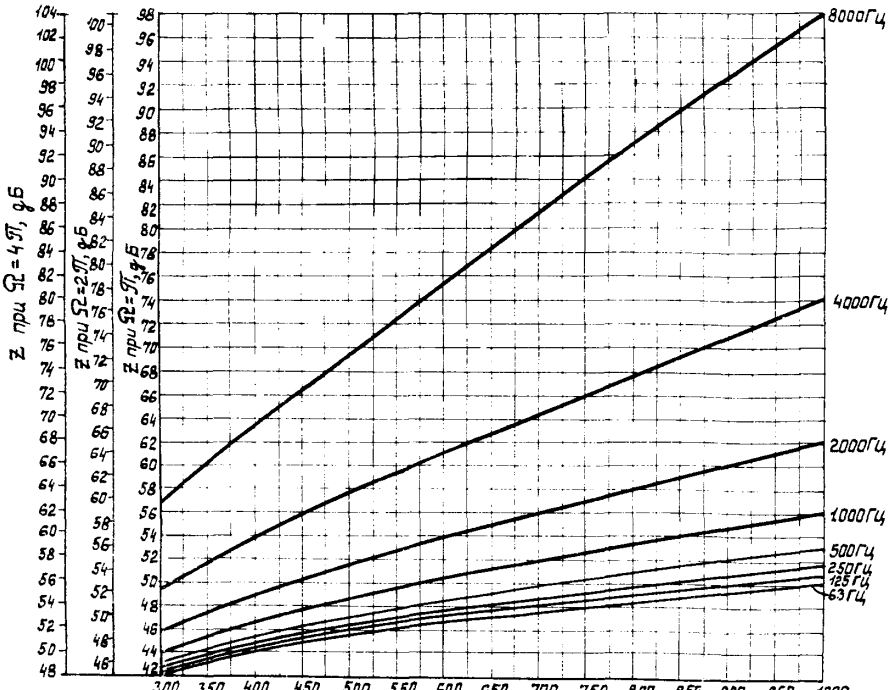


Рис. 10. Определение z при r = 300 – 1000 м

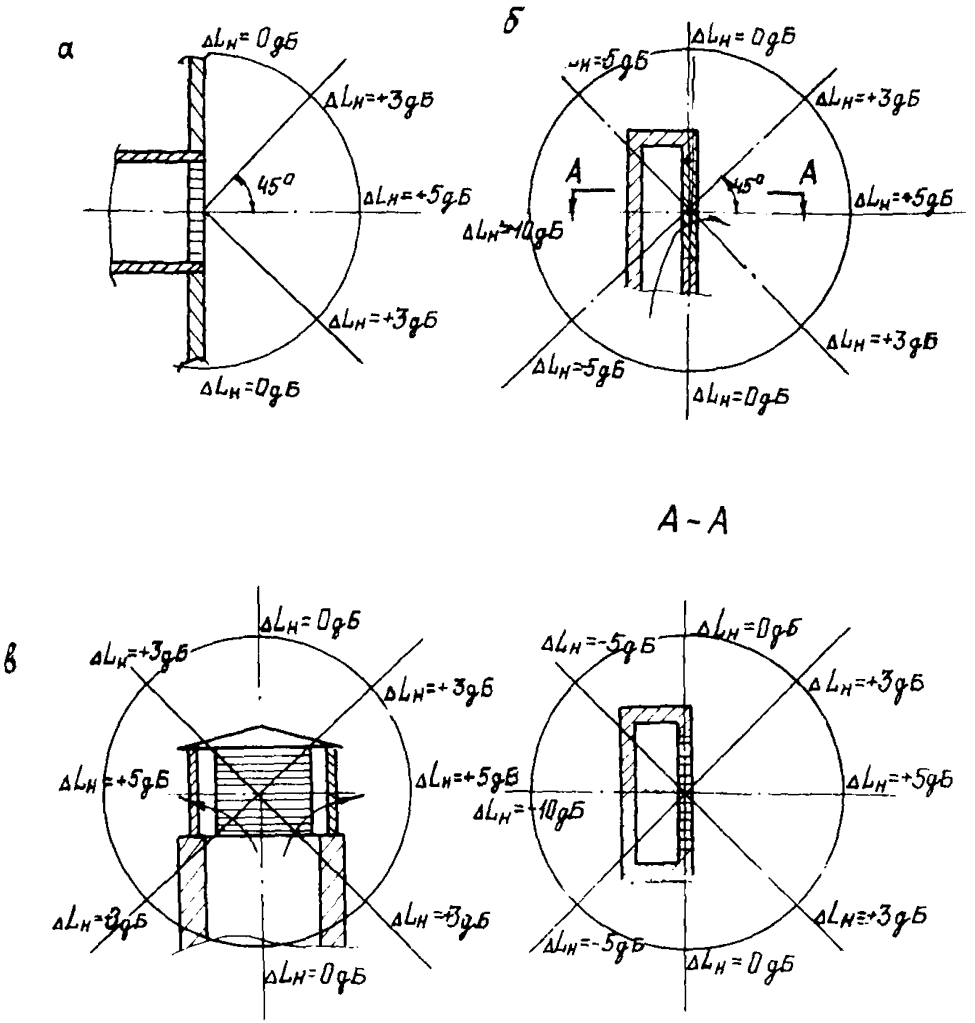


Рис. II. Показатель направленности излучения шума $\Delta L_н$ при выходе его в атмосферу через выходные отверстия шахт, решетки, жалюзи и подобные элементы

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. I0.

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

Таблица I0

Наименование	Площадь элементов, $м^2$	Плотность материала, $кг/м^3$	Толщина, мм	Ссылка (формула, таблица, рисунок)	Звукоизолирующая способность конструкции R, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
					63	I25	250	500	I000	2000	4000	8000
Кирпичные участки	I5I	I800	250	Табл.3	4I,6	4I,6	42	49,5	57	60	60	60
Керамзитобетонная панель	473	II00	200	То же	35	35	36,5	44	5I,5	59	60	60
двойное остекление d_c=I00мм	208	2500	3	-"-	-	I7,I	25	32,8	40	45	39	47

Октавные уровни звукового давления L_w в котельной даны в табл. II.

Таблица II

Октавные уровни звукового давления, дБ	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц							
	63	I25	250	500	I000	2000	4000	8000
L_w	94	94	93	92	93	87	84	8I

Решение. По формуле (I0) определяется средняя звукоизолирующая способность фасада R ср, где $\sum_{i=1}^{i=3} S_i$ = I5I + 473 + 208 = 832 $м^2$.

Значения R ср, полученные по формуле (I0), приведены в табл. I2. Далее определяются октавные уровни звукового давления в расчетной точке по формуле (I7), где

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

Для нашего примера R = R ср , тогда

$$L_T^K = L_\omega - R_{ср} - \Psi + 18{,}2 .$$

Расчет октавных уровней звукового давления в расчетных точках на территории, прилегающей к зданию котельной, приведен в табл. I2.

Таблица I2

Показатель	Ссылка (формула, таблица, рисунок)	Значения рассчитываемых величин при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
		63	I25	250	500	I000	2000	4000	8000
$10^{-0,1R_1}$	Рис.5	0,68x xI0^{-4}	0,68x xI0^{-4}	0,63x xI0^{-4}	0,IIx xI0^{-4}	0,2x xI0^{-5}	IxI0^{-6}	IxI0^{-6}	IxI0^{-6}
$S_1 \cdot 10^{-0,1R_1}$	-	0,Ix xI0^{-2}	0,Ix xI0^{-2}	0,95x xI0^{-2}	0,I7x xI0^{-2}	0,3x xI0^{-3}	I,5Ix xI0^{-4}	I,5Ix xI0^{-4}	I,5Ix xI0^{-4}
$10^{-0,1R_2}$	Рис.5	0,32x xI0^{-3}	0,32x x I0^{-3}	0,22x xI0^{-4}	0,4x xI0^{-4}	0,7Ix xI0^{-5}	0,I3x xI0^{-5}	Ix xI0^{-6}	Ix xI0^{-6}
$S_2 \cdot 10^{-0,1R_2}$	-	I,5Ix xI0^{-I}	I,5Ix xI0^{-I}	I,0x xI0^{-I}	I,9x xI0^{-2}	3,4x xI0^{-3}	6,I3x xI0^{-4}	4,7x xI0^{-4}	4,7x xI0^{-4}
$10^{-0,1R_3}$	Рис.5	-	0,2x xI0^{-I}	0,32x xI0^{-2}	0,52x xI0^{-3}	0,Ix xI0^{-3}	0,32x xI0^{-4}	0,I3x xI0^{-3}	0,2x xI0^{-4}
$S_3 \cdot 10^{-0,1R_3}$	-	-	0,42	6,66x xI0^{-I}	I,08x xI0^{-I}	2,08x xI0^{-2}	0,67x xI0^{-2}	2,7x xI0^{-2}	0,42x xI0^{-3}
$\sum_{i=1}^{i=3} S_i \cdot 10^{-0,1R_i}$	-	I,5x xI0^{-I}	5,68x xI0^{-I}	7,8x xI0^{-I}	I,3x xI0^{-I}	2,45x xI0^{-2}	0,75x xI0^{-2}	2,76x xI0^{-2}	I,04x xI0^{-3}
$R_{ср}$, дБ	Формула(10)	37,4	3I,7	30,3	38,I	45,3	50,5	44,8	59
Ψ, дБ	Рис.7	29,3	29,4	29,5	29,6	29,9	30,4	3I,5	33,6
L_T^K, дБ	$L_T^K = L_\omega - R_{ср} - \Psi + 18{,}2$	45,5	5I,I	5I,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 помещении котельной или на прилегающей территории следует определять для одного источника шума по формуле работы [I]

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

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

$$L_{доп.пом} = L_{н}^{пом} + \Delta_1 , \qquad (26)$$

где $L_{н}^{пом}$ - нормативный уровень звукового давления, дБ, определяется по табл. I3 в соответствии с ГОСТом I2.I.003-76;

Δ_1 - поправка на характер шума и время его воздействия определяется по табл. I4.

Таблица I3

Наименование помещения	Нормативный уровень звукового давления $L_{доп.пом}$, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
	63	I25	250	500	I000	2000	4000	8000
Электрощитовая	79	70	68	58	55	52	50	49
Химическая лаборатория	94	87	82	78	75	73	7I	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 I до 4 ч	+6	+I
От I5 мин до I ч	+I2	+7
От 5 до I5 мин	+I8	+I3
Менее 5 мин	+24	+I9

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

$$L_{доп.т} = L_{н}^{т} + \Delta_1 + \Delta_2 , \qquad (27)$$

где $L^{т}_{н}$ – нормативный уровень звукового давления, дБ, определяемый по табл. I5.

Таблица I5

Наименование	Нормативный уровень звукового давления $L_{н}$, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
	63	I25	250	500	I000	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 Δ_1 =0 дБ;

тональный или импульсный шум Δ_1 = -5 дБ;

Δ_2 – поправка на расположение объекта:

курортный район Δ_2 = -5 дБ;

проектируемый городской жилой район Δ_2 = 0 дБ.

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

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

где $L_{общ}$ - 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 (I7), (20), (2I) и (24) вместо октавных уровней звукового давления $L^{к}_{т}, L^{ко}_{т}, L^{и}_{т}$ и $L^{в}_{т}$ подставляют допустимые октавные уровни звукового давления $L_{доп.т}$ и находят значения величин Z в формулах (2I) и (24) и У в формулах (I7) и (20).

Далее по графикам на рис. 6–9 по найденным величинам Z и У определяют допустимое расстояние до жилой застройки.

Пример. Определить уровень звукового давления и требуемое снижение шума $\Delta L_{тр}$, 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.I6. Фактор направленности источников шума Ф=I. Характер шума - широкополосный.

Таблица I6

№ 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	I25	250	500	I000	2000	4000	8000
I	60	3,I4	I04,7	I07,3	I08,9	I09,5	I08,5	I0I,7	96,7	9I,7
2	53	3,I4	II5,I	I07,8	I08,5	I08	I03,8	97,8	93,8	87,8
3	5I	2x 3,I4	92,5	99,5	97,5	96	96,5	98	94,5	83,5
4	39	3,I4	89	95	93,5	9I	92,5	94	90	78

Решение. Расчет октавных уровней звукового давления и требуемого снижения шума для четырех источников приведен в табл. I7.

Таблица I7

Показатель, дБ	Ссылка (формула, таблица, рисунок)	Значения рассчитываемых величин при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
		63	I25	250	500	I000	2000	4000	8000
Z_1	Рис.9	3I,6	3I,7	3I,8	3I,9	32,I	32,4	33,I	34,5
Z_2	То же	30,8	30,9	3I	3I,I	3I,2	3I,5	32,2	33,4
Z_3	-"-	33,6	33,6	33,7	33,8	34	34,3	34,9	36,I
Z_4	Формула (23)	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8
L_1	Формула (2I)	73,I	75,6	77,I	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	6I,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	6I,2	49,2
$L_{общ}$	Рис.I3	84,6	79,7	80,5	80,2	78,2	72,7	67,8	59,7
$L_н$	Табл. I5	67	57	49	44	40	37	35	33
$L_{доп.т}$	Формула (27) $\Delta_1 = 0$; $\Delta_2 = 0$	67	57	49	44	40	37	35	30
$\Delta L_{тр.общ}$	Формула (28)	I7,6	22,7	3I,5	36,2	38,2	35,7	32,8	26,7

ПРИМЕР АКУСТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА КОТЕЛЬНОЙ С ЧЕТЫРЬМЯ КОТЛАМИ КЕ-25-I4С

Дано. Объем помещения котельной – I7620 м^3;
площадь ограждающих поверхностей (стены, пол, потолок) – 5540 м^2;
площадь фасада – 590 м^2
в том числе: стеновые панели S_1 – 362 м^2;
остекление одинарное S_2 – I40 м^2;
остекление двойное (d_c = 54 мм) S_3 – 88 м^2

Характеристика элементов фасада приведена в табл. I8.

Таблица I8

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 мм)	То же	3	2500	7,5
Стеновые панели	Керамзитобетон	200	II00	220

Основные источники шума с Ф=I показаны на рис. I2, а октавные уровни их звуковой мощности приведены в табл. I9.

Требуется определить октавные уровни звукового давления в расчетных точках помещения котельной с четырьмя котлами КЕ-25-I4С и расстояние до жилой застройки.

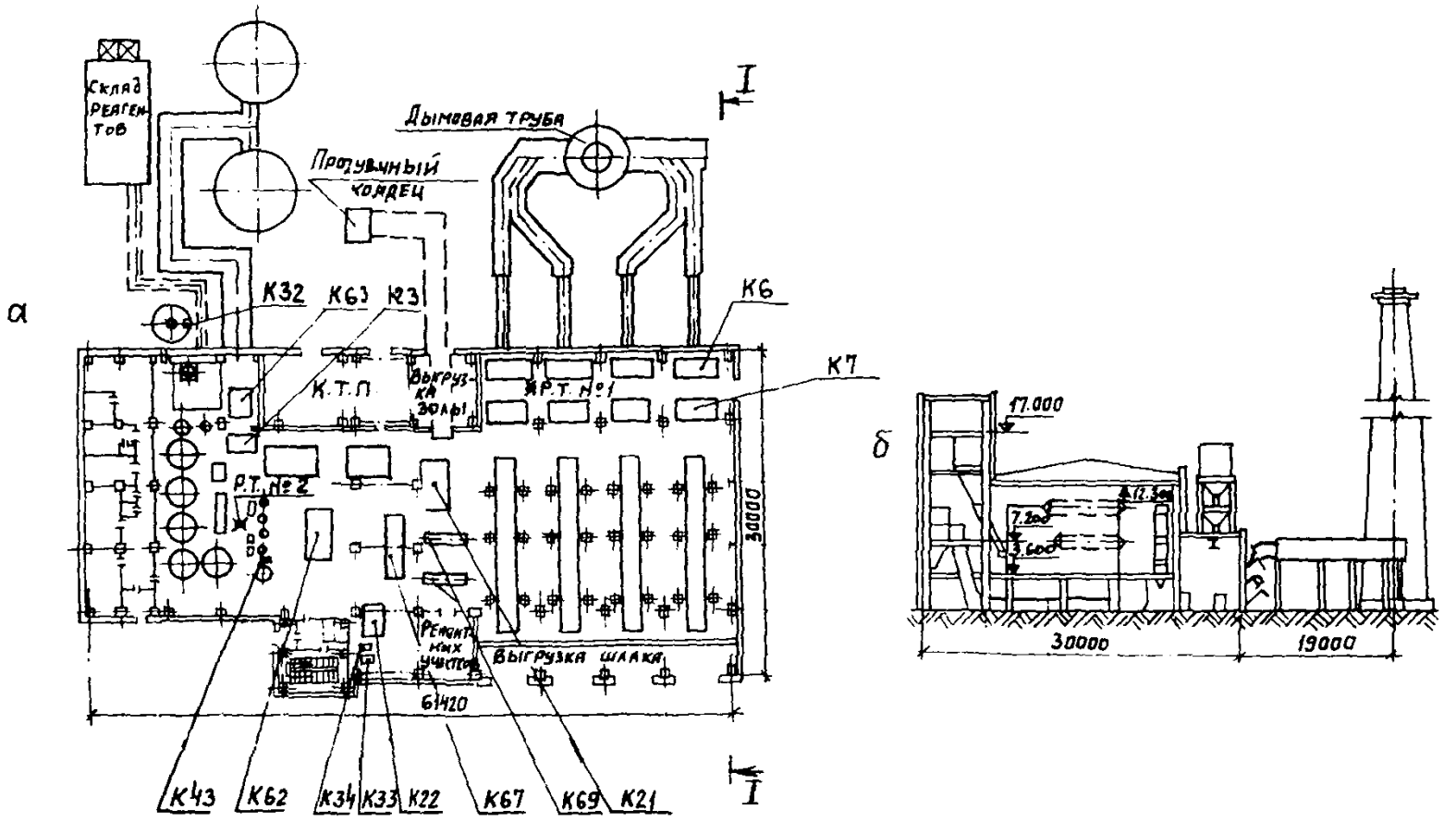


Рис. I2. Котельная с четырьмя котлами КЕ-25-I4с

а - план на отметке 0,000
б - разрез I-I

К6 - дымосос ДН-I5
К7 - вентилятор ВДН-I2,5
К2I - насос ЦНСГ-60-I98
К22 - насос К 90/55
К23 - насос К 90/55
К32 - вентилятор Ц4-70 №3,2
К-34 - насос К 8/I8
К33 - насос К 90/20
К43 - насос-дозатор НД 0,5р$^{I0/I00}$
К62 - насос К 90/20
К63 - насос КМ 90/55
К67 - насос Д 320-70
К69 - редукционная установка РУ I4/6

Таблица I9

№ позиции на рис. I2	Источник шума: Наименование	Тип	Количество одновременно работающих единиц, шт.	Октавные уровни звуковой мощности оборудования L_{pi}, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц: 63	I25	250	500	I000	2000	4000	8000
			В помещении								
К6	Дымосос, n =I000 об/мин	ДН-I5	4	97	98	97	96	96	96	94	86
К7	Вентилятор, n =980 об/мин	ЦЧН-I2,5	4	94	95	94	97	97	93	9I	83
К2I	Насос	ЦНСГ-60-I98	2	I2I	I22	I20	II3	I09	II0	II2	II6
К22, К23	Насос	К 90/55	4	9I	94	I02	I02	9I	I00	95	92
К33, К62	Насос	К 90/20	2	97	96	99	I00	98	95	96	84
К34	Насос	К 8/I8	I	9I	89	85	93	89	87	86	78
К63	Насос	КМ 90/55	I	76	79	85	8I	90	90	82	78
К67	Насос	Д 320-70	2	97	I0I	I03	I02	95	92	9I	90
К43	Насос	НД-0,5Р I0/I00	I	50	52	66	7I	73	68	65	63

Продолжение табл. I9

№ позиции на рис. I2	Источник шума: Наименование	Тип	Количество одновременно работающих единиц, шт.	Октавные уровни звуковой мощности оборудования L_{pi}, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц: 63	I25	250	500	I000	2000	4000	8000
К69	Редукционная установка	РУ I4/I6	2	94	93	90	92	92	97	I00	I00
	На территории, прилегающей к котельной										
К32	Вентилятор, n = =2860 об/мин	Ц4-70 №3,2 0,95 $Д_{ном}$	I								
	Всасывающий короб вентилятора ВДН-I2,5		4	Определяются расчетным путем							
	Дымовая труба	По типовому проекту 907-2-2I6	I								

Примечания: I. Октавные уровни звуковой мощности для неизолированного оборудования приняты по таблицам приложения 5. Данные по редукционной установке приняты условно.

2. Октавные уровни звуковой мощности $L^{кор}_{Р\,окт}$ вентилятора ВДН-I2,5 и дымососа ДН-I5, 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 ВДН-I2,5 через всасывающий короб при заборе всего воздуха с улицы

Данные

Диаметр всасывающего патрубка вентилятора $d_в$	830 мм (площадь $S_{патр}$=0,54 м^2)
Сечение воздуховода перед калорифером F_2	3,96 м^2
Количество калориферов по направлению распространения звука	2
Сечение воздуховода	0,8 м^2
Гидравлический диаметр воздуховода Дг	890 мм
Длина воздуховода	I2 м
Ширина воздуховода в плоскости поворота под углом 90^0	I000 мм 800 мм
Сечение всасывающего короба	0,8 м^2 ($\sqrt{F}$ = 895 мм)

Наличие во всасывающем коробе сетки Р-I5-I,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.

Таблица 20

Показатель	Ссылка (формула, таблица, рисунок)	Значения рассчитываемых величин при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
		63	I25	250	500	I000	2000	4000	8000
Октавные уровни звуковой мощности вентилятора, излучаемой открытым всасывающим патрубком $L_{p_{окт}}^{всас}$, дБ	Табл. 34	98	98,5	98,5	98	93	89,5	8I,5	74
Поправка ΔL_3 при $d_в$ =830 мм, дБ	Табл. 8	3	I	I	0	0	0	0	0
Поправка ΔL_2 при $d_в$ =830 мм, дБ	Рис.I5	5,I	I,8	0	0	0	0	0	0
Октавные уровни звуковой мощности вентилятора, излучаемой в воздуховод всасывания $L_{p_в}$, дБ	$L_{p_в}=L_{p_{окт}}^{всас}+\Delta L_2+\Delta L_3$	I06,I	I0I,3	99,5	98	93	89,5	8I,5	74
Снижение октавных уровней звуковой мощности в элементах сети:									
в прямоугольном воздуховоде длиной I2 м, Дг = 890 мм, $\Delta L_{p_{дл}}$, дБ	Табл. 26	5,4	3,6	I,8	I,2	0,7	0,7	0,7	0,7
в плоскости поворота шириной I000 мм $\Delta L_{p_{пов}}$, дБ	Рис.I4	0,8	5	7	5	3	3	3	3
в плоскости поворота шириной 800 мм $\Delta L_{p_{пов}}$, дБ	Рис.I4	0,3	8	6,8	5,8	3,6	3	3	3
При изменении поперечного сечения перед калорифером $\Delta L_{p_{сеч}}$ при $m_1=\frac{F_1^*}{F_2}$ =0,I4, дБ	$\Delta L_{p_{сеч}}=I0lg\frac{(m_1+1)^2}{4m_1}$ $\Delta L_{p_{сеч}}=0$ (табл.28)	3,7	3,7	3,7	0	0	0	0	0
в калорифере (2 шт.) $\Delta L_{p_{кал}}$, дБ	Принято для одного калорифера $\Delta L_{p_{кал}}$ = I,5 дБ	3	3	3	3	3	3	3	3

* $F_1=S_{патр}$

Продолжение табл. 20

Показатель	Ссылка (формула, таблица, рисунок)	Значения рассчитываемых величин при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
		63	I25	250	500	I000	2000	4000	8000
в результате отражения от всасывающего короба $\Delta L_{p\,отр}$ при $\sqrt{F}$ =695 мм, дБ	Рис.I5	4,8	I,5	0	0	0	0	0	0
Суммарное снижение октавных уровней звуковой мощности в элементах сети $\Delta L_{p\,сети}$, дБ	$\Delta L_{p\,сети} = \Delta L_{p\,дл} + \Delta L_{p\,пов} + \Delta L_{p\,сеч} + \Delta L_{p\,кал} + \Delta L_{p\,отр}$	I8	I8,6	22,3	I5	I0,3	9,7	9,7	9,7
Октавные уровни звуковой мощности, излучаемой всасывающим коробом, L_p, дБ	$L_p = L_{pв} - \Delta L_{p\,сети}$	9I,4	82,8	77,2	73	82,7	79,8	7I,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 м³/ч (0,56 м³/с)
Давление Р	110 мм вод.ст (110 кгс/м²)
К.п.д.($\eta_{макс}$ = 0,7)	0,7
Диаметр всасывающего патрубка $d_б$	320 мм
Частота вращения электродвигателя n	2860 об/мин

Расчет сведен в табл. 21.

Таблица 21

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 стороны всасывания τ, дБ	Табл. 31	50	50	50	50	50	50	50	50
Поправка на режим работы вентилятора δ_i, дБ	Табл. 32	0	0	0	0	0	0	0	0
Поправка ΔL_1, дБ	Табл. 33	7	7	6	6	11	15	18	23
Поправка ΔL_3, дБ	Табл. 8	3	3	1	1	0	0	0	0
Величина Т, дБ	Рис.18	38	38	38	38	38	38	38	38
Октавные уровни звуковой мощности вентилятора, излучаемой открытым всасывающим патрубком $L^{всас}_{Ропт}$, дБ	$L^{всас}_{Ропт} = \tau + T + \delta_i - \Delta L_1 - \Delta L_3$	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)	I600 x 2200 мм^2
Ширина в плоскости поворота с учетом разделительной стенки дымовой трубы	2300 мм
Сечение кирпичного газохода	I500 x I050 мм^2
Сечение металлического газохода	I200 x I000 мм^2
Длина металлического газохода	I0 м
Сечение нагнетательного патрубка дымососа ДН-I5	750 x 558 мм^2 ($\sqrt{F}$ = 643 мм)

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

Расчет приведен в табл. 22.

Таблица 22

Показатель	Ссылка (формула, таблица, рисунок)	Значения рассчитываемых величин при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Октавные уровни звуковой мощности дымососа, излучаемой открытым нагнетательным патрубком $L_{\rho_{окт}}^{нагн}$, дБ	Табл. 35	70,1	71,1	79,6	81,5	76,8	80,6	75,1	64
Поправка ΔL_3 при $\sqrt{S_{пат}}$ =643 мм, дБ	Табл. 8	3	2	0	0	0	0	0	0
Поправка ΔL_2 при $\sqrt{S_{пат}}$ =643 мм, дБ	Рис. 15	6,4	2,6	0	0	0	0	0	0
Октавные уровни звуковой мощности дымососа, излучаемой в газоход нагнетания $L_{\rho_б}$, дБ	$L_{\rho_б} = L_{\rho_{окт}}^{нагн} + \Delta L_2 + \Delta L_3$	79,5	75,7	79,6	81,5	76,8	80,6	75,1	64
Снижение октавных уровней звуковой мощности в элементах металлического газохода:									
в прямоугольном металлическом газоходе длиной 10 м, Дг=1090мм $\Delta L_{\rho_{гл}}$, дБ	Табл.26	4,5	3	1,5	1	0,6	0,6	0,6	0,6
при изменении поперечного сечения $\Delta L_{\rho_{сеч}}$ при $m_1 = \frac{0,75 \times 0,558}{1,2} = 0,35$, дБ	$\Delta L_{\rho_{сеч}} = 10 lg \frac{(m_1+1)^2}{4m_1}$	1,2	1,2	1,2	1,2				
	$\Delta L_{\rho_{сеч}} = 0$ (табл.28)					0	0	0	0
Снижение октавных уровней звуковой мощности в плоскости поворота кирпичного газохода шириной 1050 м $\Delta L_{\rho_{пов}}$, дБ	Рис.14	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	I25	250	500	I000	2000	4000	8000
Снижение октавных уровней звуковой мощности в плоскости поворота дымовой трубы шириной 2300 мм, $\Delta L_{Р_{пов}}$, 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 $\Delta L_{Р_{отр}}$, дБ	Рис.I5	3,5	0,4	0	0	0	0	0	0
Суммарное снижение октавных уровней звуковой мощности для одного дымососа $\Delta L_{Р_{сети}}$, дБ	$\Delta L_{Р_{сети}} = \Delta L_{Р_{рл}} + \Delta L_{Р_{сеч}} + \Delta L_{Р_{пов}}^{г} + \Delta L_{Р_{пов}}^{т} + \Delta L_{Р_{отр}}$	I6,4	I6,7	I3,4	I0,I	6,6	6,6	6,6	6,6
Увеличение октавных уровней звуковой мощности в месте соединения двух газоходов 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, $L_Р$, дБ	$L_Р = L_{Р_В} - \Delta L_{Р_{сети}} + \Delta_1 + \Delta_2$	69,I	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-I2,5 и дымососов ДН-I5) и 2 показаны на рис. I2.

В помещении котельной, как в замкнутом помещении, в котором звук почти полностью отражается от ограждающих поверхностей, оборудования, воздуховодов, газоходов 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-I5 и двух вентиляторов ВДН-I2,5 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-I2,5 (1)	I822	2050	I885	2,5 $r < 2\ell_{макс}$	670	$S = 2h(a_1+b_1)+a_1 \cdot b_1 = 44,1$ м^2 где $a_1 = \ell + 2d = 3,16$ м, $b_1 = \ell_{макс} + 2d = 3,39$ м, $h = H + d = 2,55$ м
Вентилятор ВДН-I2,5 (2)	I822	2050	I885	6 $r > 2\ell_{макс}$		$S = \pi r^2 = 113$ м^2
Дымосос ДН-I5	3379	2504	2450	2,3 $r < 2\ell_{макс}$	670	$S = 2h(a_1+b_1)+a_1 \cdot b_1 = 71,6$ м^2 где $a_1 = 3,84$ м, $b_1 = 4,72$ м, $h = 3,12$ м
	Расчетная точка 2					
Насос К90/20	I046	367	405	8 $r > 2\ell_{макс}$		$S = 2\pi r^2 = 402$ 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 источников шума в котельной при $K=23$ $\sum_{i=1}^{K=23} L_{pi}$, дБ	Приложение 2	121,1	122,1	120,8	114,1	110	110,9	112,5	116,1
Постоянная помещения на среднегеометрической частоте 1000 Гц B_{1000}, м^2	$B_{1000}=\frac{V}{20}$					881			
Частотный множитель μ	Табл.1	0,5	0,5	0,55	0,7	1	1,6	3	6
Постоянная помещения B, м^2	$B=B_{1000}\cdot\mu$	440	440	485	616	881	1410	2643	5286
Отношение $B/S_{огр}$ при $S_{огр}=5540$м^2	-	0,08	0,08	0,09	0,11	0,16	0,25	0,49	0,95
Коэффициент Ψ	Рис.1	0,96	0,96	0,94	0,92	0,87	0,7	0,69	0,52
Величина $10\lg B$, дБ	-	26,4	26,4	26,9	27,9	29,4	31,5	34,2	37,2
Величина $10\lg\Psi$, дБ	-	-0,2	-0,2	-0,3	-0,4	-0,6	-1,6	-1,6	-2,8

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
Октавные уровни звукового давления в зоне отраженного звука в котельной $L_{отр}$, дБ	$L_{отр} = \sum_{i=1}^{K=23} L_{pi} - 10\lg B + 10\lg\psi + 6$	100,6	101,5	99,2	92,8	86,8	85,1	83,1	82,2
Расчетная точка I Вентилятор ВДН-12,5 (1)									
Коэффициент χ при $r/l_{макс}$ =1,22	Рис.2	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Величина $10\lg\frac{\chi\Phi}{S}$ при S =44,1 м^2, дБ	-	-14,4	-14,4	-14,4	-14,4	-14,4	-14,4	-14,4	-14,4
Октавные уровни звуковой мощности вентилятора $L^{кар}_{рокт}$, дБ	Табл.34	88	89	88	87	87	87	85	77
Октавные уровни звукового давления в зоне прямого звука $L_{пр}$, дБ	$L_{пр_1} = L^{кар}_{рокт} + 10\lg\frac{\chi\Phi}{S}$	73,6	74,6	73,6	72,6	72,6	72,6	70,6	62,6
Дымосос ДН-15									
Коэффициент X при $r/l_{макс}$ = 0,68	Рис.2	3	3	3	3	3	3	3	3
Величина $10\lg\frac{\chi\Phi}{S}$ при S =71,6 м^2, дБ	-	-13,8	-13,8	-13,8	-13,8	-13,8	-13,8	-13,8	-13,8
Октавные уровни звуковой мощности дымососа $L^{кар}_{рокт}$, дБ	Табл. 35	91	92	91	90	90	90	88	80
Октавные уровни звукового давления в зоне прямого звука $L_{пр_2}$, дБ	$L_{пр_2} = L^{кар}_{рокт} + 10\lg\frac{\chi\Phi}{S}$	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	I25	250	500	I000	2000	4000	8000
		Вентилятор ВДН-I2,5 (2)							
Коэффициент X	Рис.2	I	I	I	I	I	I	I	I
при $r/\ell_{макс}$ = 2,93									
Величина $10\lg\frac{x\Phi}{S}$	-	-20,5	-20,5	-20,5	-20,5	-20,5	-20,5	-20,5	-20,5
при S =II3 м^2, дБ									
Октавные уровни звукового давления в зоне прямого звука $L_{пр_3}$, дБ	$L_{пр_3}=L_{р_{акт}}^{кар}+10\lg\frac{x\Phi}{S}$	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 $L_{пр_1}$, $L_{пр_2}$, $L_{пр_3}$ и $L_{отр}$, пользуясь приложением 2	I00,5	I0I,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 доп. пом., дБ	L доп. пом = $=L_н^{пам}+\Delta_1$, где $L_м^{пам}$ – 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	$\Delta L=L-L_{доп.пам}$	I,5	9,5	I3,2	9,9	7,3	7,9	7,9	8,4

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
		Расчетная точка 2							
Коэффициент Φ при $r/\ell_{макс}=7,65$	Рис. 2	1	1	1	1	1	1	1	1
Величина $10\lg\frac{\chi\Phi}{S}$ при $S=402$ м^2, дБ	-	-26	-26	-26	-26	-26	-26	-26	-26
Октавные уровни звуковой мощности насоса типа К 90/20 L_p, дБ	Табл.36	94	93	96	97	95	92	93	81
Октавные уровни звукового давления в зоне прямого звука $L_{пр}$, дБ	$L_{пр}=L_p+10\lg\frac{\chi\Phi}{S}$	68	67	70	71	69	66	67	55
Октавные уровни звукового давления в расчетной точке 2 L, дБ	Сложить значения $L_{пр}$ и $L_{отр}$, пользуясь приложением 2	100,5	101,5	99,1	91,8	86,1	83,9	82,8	82,1
Превышение октавных уровней звукового давления в расчетной точке 2 ΔL, дБ	$\Delta L=L-L_{доп.пом}$	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 короба, 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 м^2 и объемом 40,5 м^3 при открытой форточке площадью 0,22 м^2 следует пользоваться формулой (14)

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

где $B_u = B_{1000} = \frac{V}{6}$.

Превышение октавных уровней звукового давления в жилом помещении определяется по формуле $\Delta L = L_u^{то} - L_{доп.пом}$,

где $L_{доп.пом}$ -допустимый октавный уровень звукового давления для жилого помещения принимается в соответствии с ГОСТом 12.1.036-81.

Таблица 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 – здание котельной							
Звукоизолирующая способность стеновых панелей R_1, дБ	Табл. 5	35	35	36,5	44	51,5	59	60	60
Звукоизолирующая способность одинарного остекления R_2, дБ	Табл. 5	10	15	20	25	30	35	29	37
Звукоизолирующая способность двойного остекления R_3, дБ	Табл. 5	–	15,6	24,4	33	41,8	47	41	49
Величина $10^{-0,1R_1}$	Рис.5	$0,32 \times 10^{-3}$	$0,32 \times 10^{-3}$	$0,22 \times 10^{-3}$	$0,4 \times 10^{-4}$	$0,7 \times 10^{-5}$	$0,13 \times 10^{-5}$	$0,1 \times 10^{-5}$	$0,1 \times 10^{-5}$
Величина $10^{-0,1R_2}$	Рис.5	0,1	$0,32 \times 10^{-1}$	$0,1 \times 10^{-1}$	$0,32 \times 10^{-2}$	$0,1 \times 10^{-2}$	$0,32 \times 10^{-3}$	$0,13 \times 10^{-2}$	$0,2 \times 10^{-3}$
Величина $10^{-0,1R_3}$	Рис.5	–	$0,27 \times 10^{-1}$	$0,36 \times 10^{-2}$	$0,5 \times 10^{-3}$	$0,64 \times 10^{-4}$	$0,2 \times 10^{-4}$	$0,8 \times 10^{-4}$	$0,13 \times 10^{-4}$
Величина $S_1 \cdot 10^{-0,1R_1}$	–	0,12	0,12	0,08	$0,14 \times 10^{-1}$	$0,25 \times 10^{-2}$	$0,05 \times 10^{-2}$	$0,04 \times 10^{-2}$	$0,04 \times 10^{-2}$
Величина $S_2 \cdot 10^{-0,1R_2}$	–	14	4,48	1,4	0,45	0,14	0,04	0,18	$0,28 \times 10^{-1}$

Продолжение табл. 25

Показатель	Ссылка (формула, таблица, рисунок)	Значения рассчитываемых величин при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
		63	I25	250	500	I000	2000	4000	8000
Величина $S_3 \cdot 10^{-0,1R_3}$	–	–	2,38	0,32	0,04	0,06x 10^{-1}	0,I8x 10^{-2}	0,07x 10^{-1}	0,IIx 10^{-2}
Величина $\sum_{i=1}^{K=3} S_i \cdot 10^{-0,1R_i}$	Сложить, пользуясь приложением 2	I4,I2	6,98	I,8	0,5	0,I5	0,04	0,I9	0,03
Средняя звукоизолирующая способность ограждения $R_{ср}$ при $\sum_{i=1}^{K=3} S_i = 590 м^2$, дБ	$R_{ср} = 10lg \frac{\sum_{i=1}^{K=3} S_i}{\sum_{i=1}^{K=3} S_i \cdot 10^{-0,1R_i}}$	I6,2	I9,3	25,2	30,7	35,9	4I,7	34,9	42,9
Допустимые октавные уровни звукового давления на территории, прилегающей к котельной, $L_{доп.т}$, дБ	$L_{доп.т} = L^{т}_{н} + \Delta_1 + \Delta_2$, где $L^{т}_{н}, \Delta_1, \Delta_2$ – по табл. 15	67	57	49	44	40	37	35	33
Величина y, дБ	$y = L_{отр} + 10lg \sum_{i=1}^{K=3} S_i - R_{ср} - L_{доп.т} - 11$	34,I	4I,9	4I,7	34,8	27,6	23,I	29,9	23,0
Расстояние от котельной до жилой застройки r, м	Рис.7 $lgr = \frac{y}{15}$	I90	580	530	I90	65	40	75	35

Продолжение табл. 25

Показатель	Ссылка (формула, таблица, рисунок)	Значения рассчитываемых величин при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
		63	I25	250	500	I000	2000	4000	8000
Источник шума – всасывающие короба (4 шт.)									
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 $\Delta L_н$, дБ	Рис.II	5	5	5	5	5	5	5	5
Величина Z, дБ	$Z = L_p - L_{доп.т} + \Delta L_н$	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 I0 при $\Omega = 2\pi$	70	80	II8	I27	620	470	2I0	I00
Источник шума – вентилятор Ц4-70 № 3,2									
Октавные уровни звуковой мощности вентилятора, излучаемой открытым всасывающим патрубком, $L_{рокт}$, дБ	Табл. 2I	78	78	8I	8I	77	73	70	65
Величина Z, дБ	$Z = L_{рокт} - L_{доп.т}$	II	2I	32	37	37	40	35	32
Расстояние от вентилятора до жилой застройки r, м	Рис. 9 при $\Omega = 2\pi$				82	80	II0	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	I25	250	500	I000	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	$Z = L_p - L_{доп.т}$	2,I	8	23,2	34,4	36,2	43	39,5	30,6
Расстояние от дымовой трубы (устья) до жилой застройки r, м	Рис. 9,I0 при $\Omega = 4\pi$	–	–				III	5I	
	$lg\, r = \frac{Z - II}{I5}$			6	36	48			20
Расстояние от жилой застройки до котельной r, м	Принимается по наибольшему источнику шума	620	620	620	620	620	620	620	620

Приложение I

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 I6–20000 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 I 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, I25, 250, 500, I000, 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 слышным, 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 ограждающих 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:

I) 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 I0 дБ.

По временным характеристикам шумы следует подразделять на:

I) 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 I с и более;

импульсные, состоящие из одного или нескольких звуковых сигналов, следующих один за другим, длительностью каждый менее I с, при этом уровни звука отличаются не менее, чем на I0 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. I3. 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_{p_1} =75,9 дБ, L_{p_2}=64 дБ, L_{p_3}=57 дБ.

Находим разность $L_{p_1} - L_{p_2}$ =75,9–64 = II,9 дБ; по графику рис. I3 определяем добавку ΔL_1=0,23 дБ, откуда L'_{p_1} = 75,9 + + 0,23 = 76,I3 дБ; далее $L'_{p_1} - L_{p_3}$=76,I3 – 57 =I9,I3 дБ по графику рис. I3 находим добавку ΔL_2 =0,02 дБ, откуда

$\sum_{i=1}^{K=3} L_{p_i} = L'_{p_1} + \Delta L_2$ =76,I3 + 0,02 = 76,I5 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

$$L_p = L_{p_в} - \Delta L_{p_{сети}}, \qquad (29)$$

где $\Delta L_{p_{сети}}$ – 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

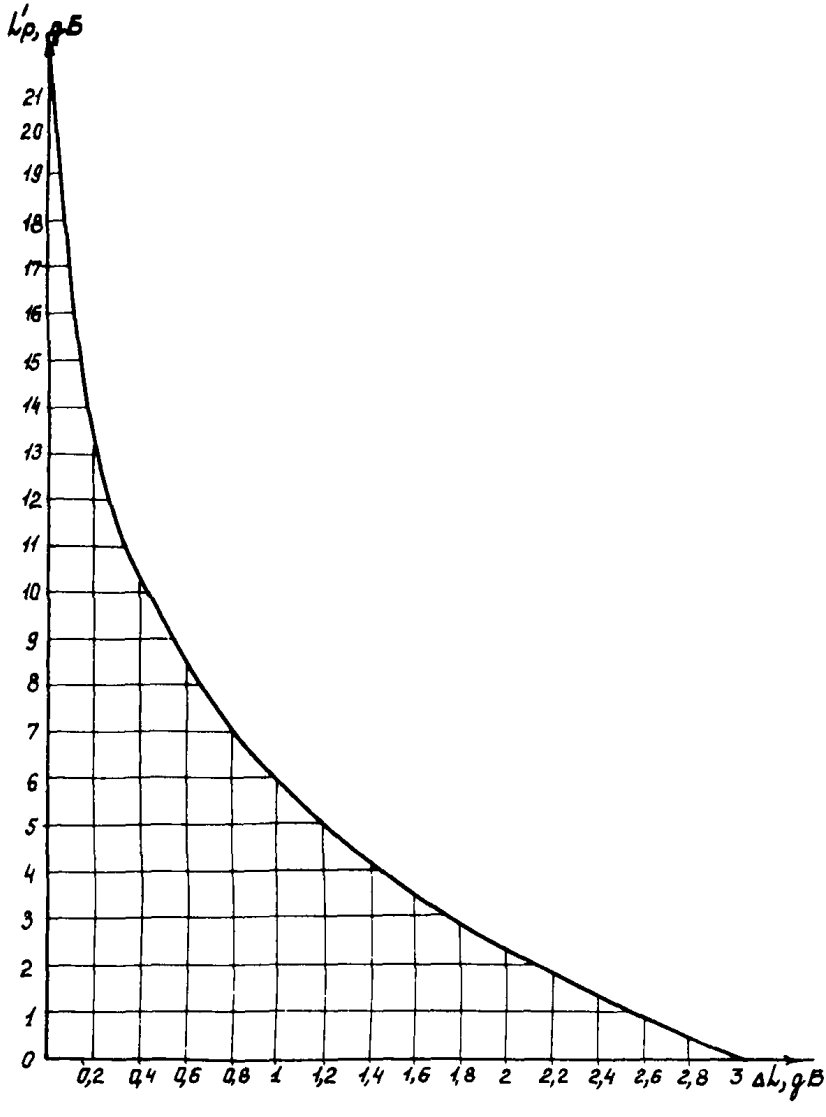


Рис. I3. Определение суммарного уровня звуковой мощности (давления)

$$\Delta L_{Pсети} = \Delta L_{Pдл} + \Delta L_{Pпов} + \Delta L_{Pсеч} + \Delta L_{Pразв} + \Delta L_{Pотр} + \Delta L_{Pр}, \quad (31)$$

где $\Delta L_{Pдл}, \Delta L_{Pпов}, \Delta L_{Pсеч}, \Delta L_{Pразв}, \Delta L_{Pотр}, \Delta L_{Pр}$ – соответственно снижение октавных уровней звуковой мощности, дБ, на I м длины в прямых участках воздуховодов, на поворотах воздуховодов, при изменении поперечного сечения воздуховода, в разветвлении воздуховода, в результате отражения звука от открытого конца воздуховод или вентиляционной решетки, в приточных щелевых регулирующих решетках.

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

Таблица 26

Форма поперечного сечения воздуховода	Гидравлический диаметр $Д_г$, мм	Снижение октавных уровней звуковой мощности на I м длины $\Delta L_{Pдл}$, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
		63	I25	250	500	I000	2000	4000	8000
Прямоугольное	75 - 200	0,6	0,6	0,45	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	2I0 - 400	0,6	0,6	0,45	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
	4I0 - 800	0,6	0,6	0,3	0,I5	0,I5	0,I5	0,I5	0,I5
	8I0 - I600	0,45	0,3	0,I5	0,I	0,06	0,06	0,06	0,06
Круглое	75 - 200	0,I	0,I	0,I5	0,I5	0,3	0,3	0,3	0,3
	2I0 - 400	0,06	0,I	0,I	0,I5	0,2	0,2	0,2	0,2
	4I0- 800	0,03	0,06	0,06	0,I	0,I5	0,I5	0,I5	0,I5
	8I0 - I600	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 Дг, м, определяется по формуле [I]

$$D_г = \frac{4F_в}{П}, \quad (31)$$

где $F_в$ – площадь поперечного сечения воздуховода, $м^2$;

$П$ – периметр воздуховода, м.

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

Снижение октавных уровней звуковой мощности $\Delta L_{p_{пов}}$, дБ, в поворотах прямоугольных необлицованных воздуховодов следует принимать в зависимости от ширины Д в плоскости поворота по рис.I4.

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 [I].

При угле поворота до 45^0 снижение октавных уровней звуковой мощности не учитывается.

В круглых каналах отражение меньше, чем в прямоугольных.

Таблица 27

Ширина в плоскости поворота Д, мм	Снижение октавных уровней звуковой мощности $\Delta L_{p_{пов}}$, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
	63	I25	250	500	I000	2000	4000	8000
I25-250	0	0	0	0	I	2	3	3
260-500	0	0	0	I	2	3	3	3
5I0-I000	0	0	I	2	3	3	3	3
II00-2000	0	I	2	3	3	3	3	3

Снижение октавных уровней звуковой мощности $\Delta L_{p_{сеч}}$, дБ, при изменении поперечного сечения воздуховода следует определять [I]:

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

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

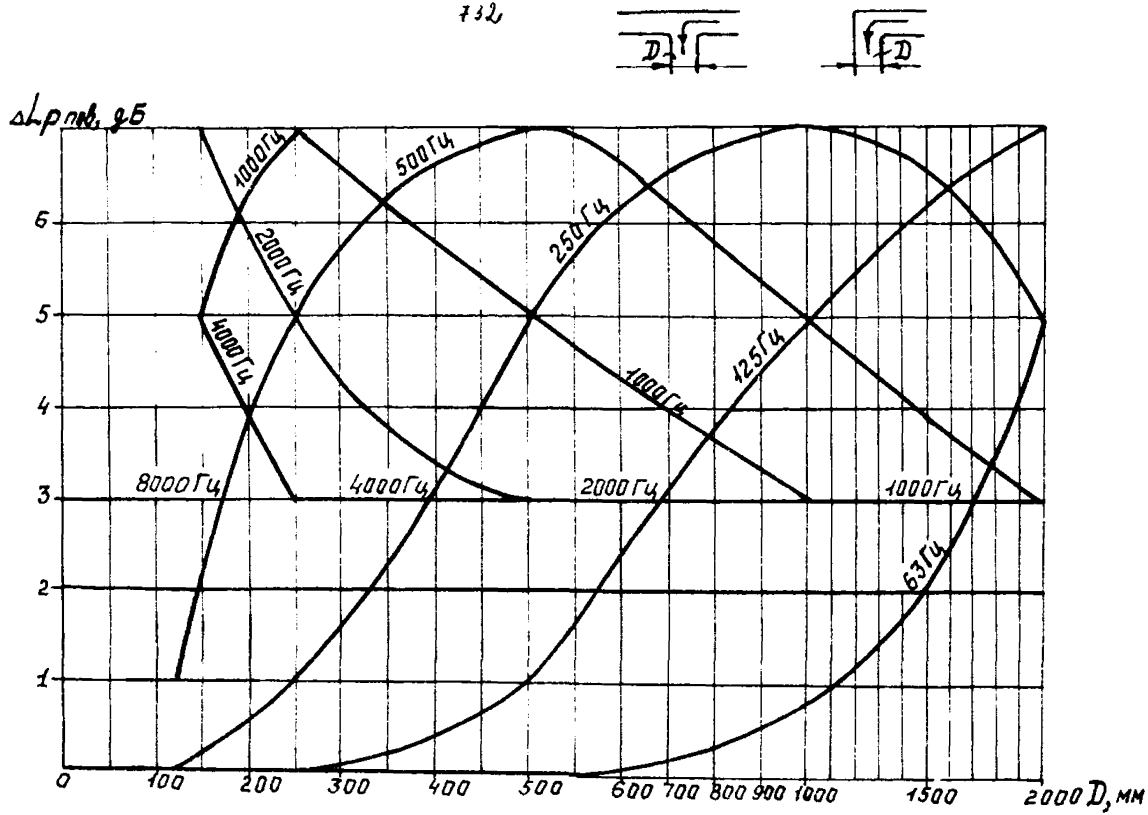


Рис. I4. Снижение октавных уровней звуковой мощности $\Delta L_{Pпов}$ в плоскости поворотов воздуховодов

где m_1 – отношение площадей поперечных сечений воздуховода, равное

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

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

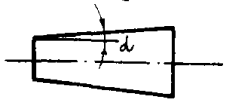
при размерах поперечного сечения воздуховода, равных или больше указанных в табл. 28, по формулам

$$\Delta L_{p\,сеч} = 10 \lg m_1 \quad (при\ m_1 > 1); \qquad (34)$$

$$\Delta L_{p\,сеч} = 0 \qquad (при\ m_1 \leq 1). \qquad (35)$$

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

Условие плавности перехода.



$\angle \alpha \leq 15°$

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

$$\Delta L_{p\,разв} = 10 \lg \left[\frac{\sum F_{отв.i}}{F_{отв.i}} \cdot \frac{(m_n + 1)^2}{4 m_n} \right], \qquad (36)$$

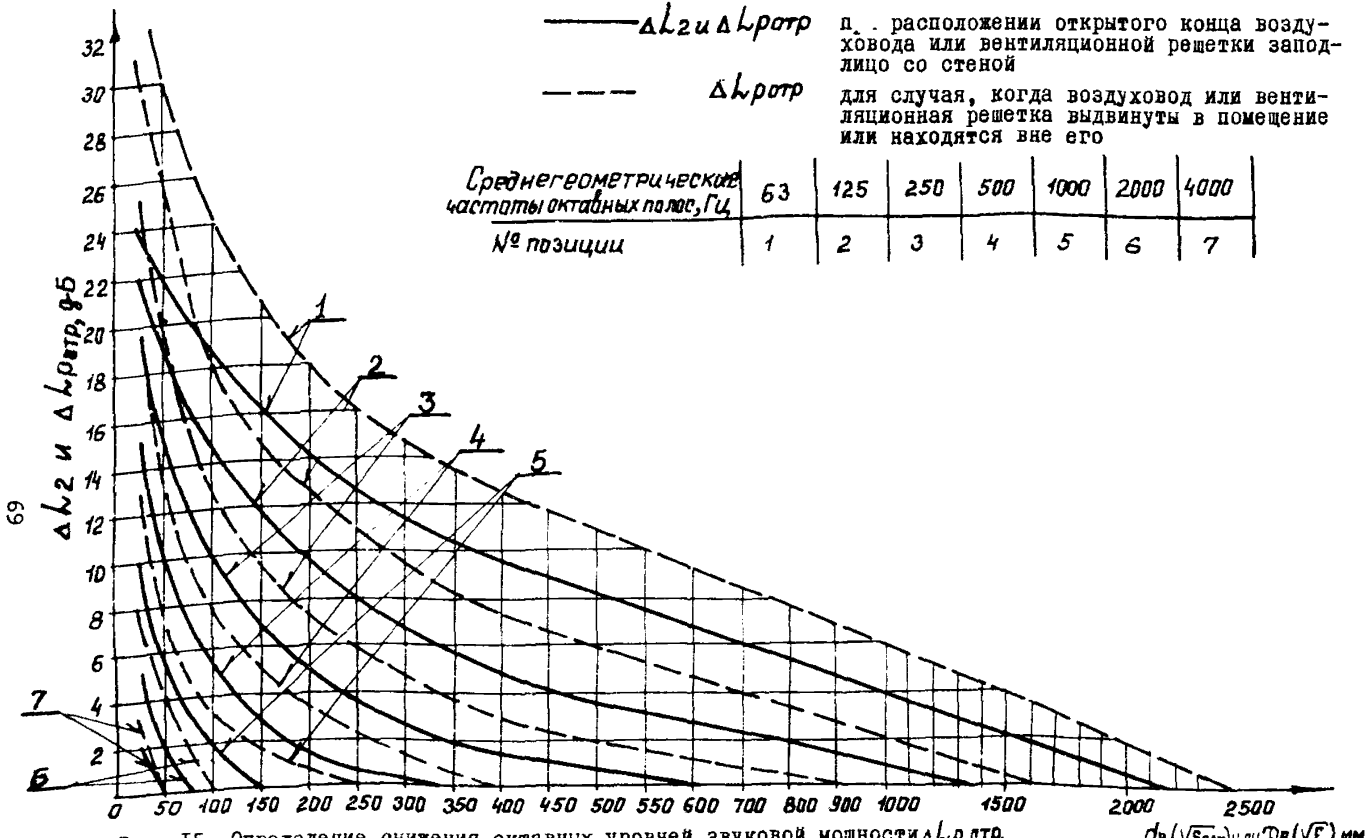


Рис. I5. Определение снижения октавных уровней звуковой мощности $\Delta L_{р\,отр.}$ в результате отражения от открытого конца воздуховода или вентиляционной решетки и определение поправки ΔL_2

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

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

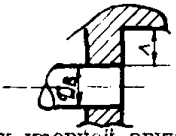
m_n – отношение площадей поперечных сечений воздуховода, равное

$$m_n = \frac{F_{пр}}{\Sigma F_{отв.i}} . \qquad (37)$$

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

Снижение октавных уровней звуковой мощности $\Delta L_{рапр}$, 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. I5.

При расположении открытого конца воздуховода или вентиляционной решетки в двугранном углу, как показано на эскизе, значения $\Delta L_{рапр}$ принимаются для $\Lambda \geq 2D_в$ по графику рис. I5, а для $\Lambda < 2D_в$ – по тому же графику, но для воздуховода, размер которого увеличен вдвое.



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

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

где v – скорость движения воздуха в свободном сечении решетки, м/с;

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

$F_р$ – площадь свободного сечения решетки, $м^2$;

ΔL_7 – поправка, дБ, определяемая по рис. I6 в зависимости от безразмерной частоты $f = \frac{f \cdot d}{v}$.

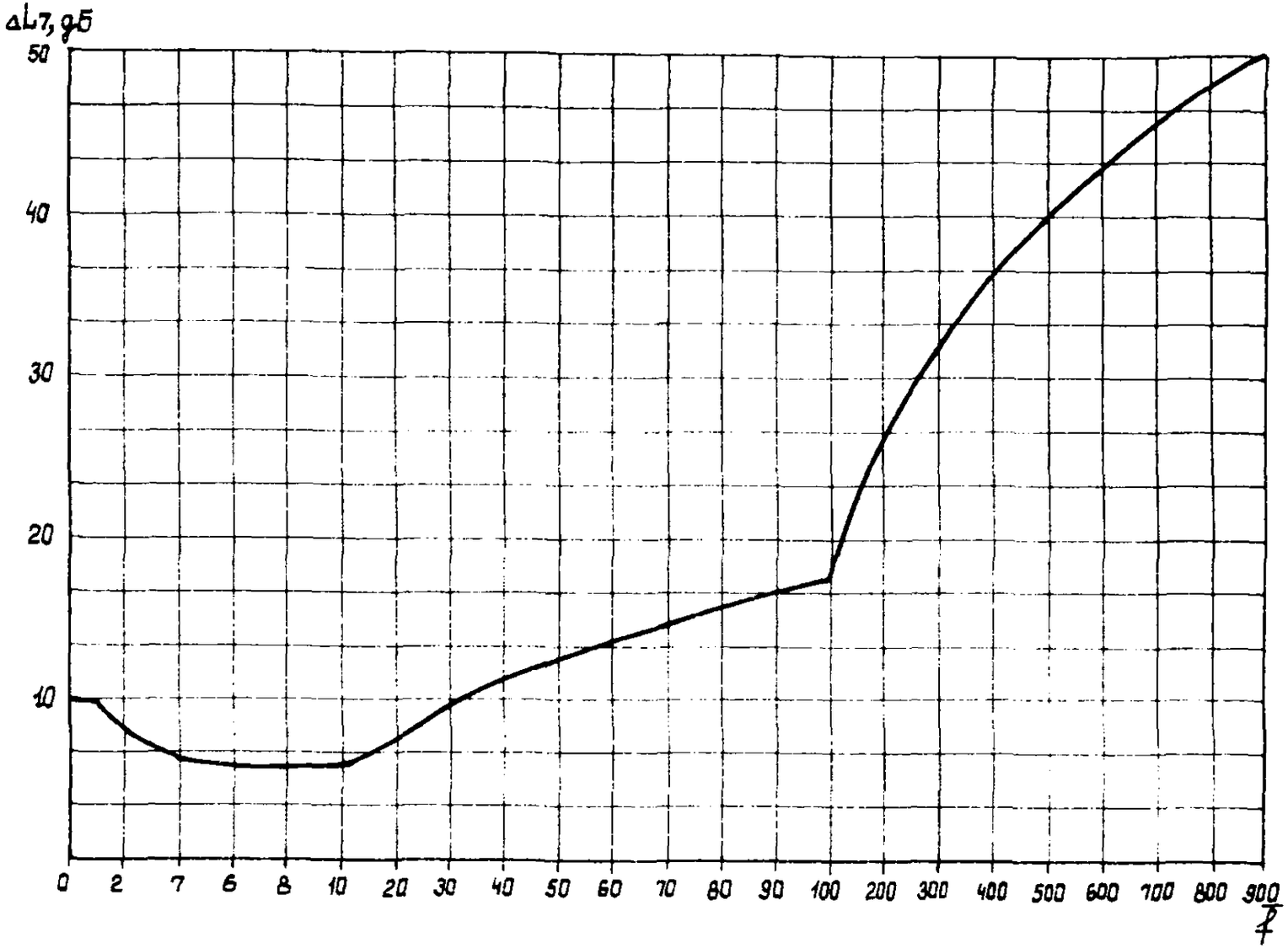


Рис. I6. Определение поправки Δl_7

Здесь f - среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц;

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

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

Дано. Вентилятор ВДН - II,2, n = I000 об/мин. Расположение вентилятора и основные размеры приведены на рис. I7. Во всасывающем коробе установлена сетка Р-I5-I,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	I25	250	500	I000	2000	4000	8000
$L_{Рокт}^{всас}$	Табл. 34	97	95,5	96,5	95,5	93	85,5	78,5	7I
ΔL_3	Табл. 8 ($Д_в$=660мм)	3	2	0	0	0	0	0	0
ΔL_2	Рис.I5	7	2,9	0,4	0	0	0	0	0
$L_{р_б}$	Формула (I6)	I07	I00,4	96,9	95,5	93	85,5	87,8	7I

Решение. Находим площадь всасывающих коробов, расположенных вне помещения и внутри $F_{ул}$ = 0,85 х 0,5 = 0,425 м^2, тогда $\sqrt{F_{ул}}$ =650 мм; $F_{пом}$ = 0,6 х 0,5 = 0,3 м^2, тогда $\sqrt{F_{пом}}$ = 550 мм.

Площадь, занимаемая сеткой, 0,425 м^2.

Количество ячеек со стороной a_c = I5 мм на большей стороне всасывающего короба

$$К_б = \frac{850}{(I,73 \cdot a_c + 2d_п)} = \frac{850}{(I,3 \text{ х } I5 + 2\text{х}I,8)} = 28,7;$$

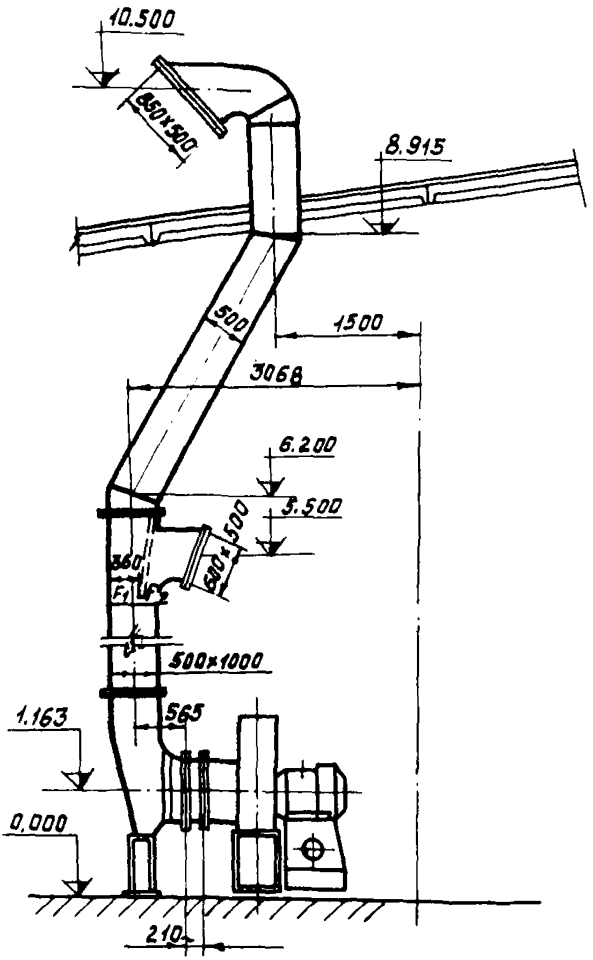


Рис. I7. Установка вентилятора в помещении котельной

на меньшей стороне -

$$Км = \frac{500}{a_c + \frac{d_п}{0,86}} = \frac{500}{15 + \frac{1,8}{0,86}} = 29,3.$$

Здесь $d_п$ = 1,8 мм – диаметр проволоки.

Площадь живого сечения сетки равна

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

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

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

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

(для частот f = 63-500 Гц).

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

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

(для частот f = 1000 – 8000 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

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

Площади сечений воздуховода, разделенного шибером, 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 среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	Всасывающий короб в помещении								
$\Delta L_{Рдл}$ (ℓ = 7,9м, Дг =670мм)	Табл. 26	4,74	4,74	2,37	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
$\Delta L_{Рпов}$ (Д=500мм, два поворота под углом 90°)	Рис.14	-	1х2	5х2	7х2	5х2	3х2	3х2	3х2
$\Delta L_{Рсеч}$ меньший размер воздуховода в зоне шибера 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
$\Delta L_{Рразв}$ при $m_п$ =1	Формула (36)	5,52	5,52	5,52	5,52	5,52	5,52	5,52	5,52
$\Delta L_{Ротр}$ ($\sqrt{F_{пом}}$ =550мм)	Рис.15	10	5,4	1,6	0	0	0	0	0
$\Delta L_{Рсети}$	Формула (30)	20,88	18,28	20,11	21,32	17,32	13,32	12,7	12,7
$\Delta L_{Рпом}$	Формула (29)	86,1	82,1	76,8	74,2	75,7	72,2	75,1	56,3
	Всасывающий короб вне помещения								
$\Delta L_{Рдл}$ (ℓ=11,4м, $D_г$=670мм)	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 среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
		63	I25	250	500	I000	2000	4000	8000
$\Delta L_{p\,пов}$ (Д=500мм, два поворота под углом 90°)	Рис.I4	0х2	Iх2	5х2	7х2	5х2	3х2	3х2	3х2
$\Delta L_{p\,сеч}$ меньший размер воздуховода в зоне шибера 360 мм при =0,72	Формула (32)	0,II	0,II	0,II	0,II	0,II			
	Формула (35)						0	0	0
$\Delta L_{p\,сеч}$ меньший размер всасывающего короба 500 мм при m_1 =I,I7	Формула (32)	0,02	0,02	0,02	0,02				
	Формула (35)					0,7	0,7	0,7	0,7
$\Delta L_{p\,разв}$ при m_n =I	Формула (36)	I,42	I,42	I,42	I,42	I,42	I,42	I,42	I,42
$\Delta L_{p\,отр}$ ($\sqrt{F}$ ул=650мм)	Рис. I5	8,8	4.4	I	0	0	0	0	0
$\Delta L_{p\,сети}$	Формула (30)	I7,25	I4,85	I5,97	I7,26	I3,94	9,83	9,83	9,83
$L_{p\,ул}$	Формула (29)	89,7	85,5	80,9	78,2	79,I	75,7	78	6I,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 воздуховод всасывания или нагнетания следует определять по формуле

$$L_{P_{окт}} = \bar{L} + T + \delta_1 - \Delta L_1 - \Delta L_2; \qquad (39)$$

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

$$L^{патр}_{P_{окт}} = \bar{L} + T + \delta_1 - \Delta L_1 - \Delta L_3; \qquad (40)$$

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

$$L^{кор}_{P_{окт}} = \bar{L}_{в.в} + T + \delta_1 - \Delta L_1, \qquad (41)$$

где $\bar{L}$ и $\bar{L}_{в.в}$ – критерии шумности, дБ, зависящие от типа и конструкции вентилятора, величину которых для сторон всасывания, нагнетания и вокруг вентилятора следует принимать по табл. 31 [3];

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/м^2;

Q – производительность вентилятора, м^3/с.

Полученные по формулам (39) – (41) величины $L_{P_{окт}}$ характеризуют звуковую мощность, излучаемую вентилятором при условии плавного подвода воздуха к всасывающему патрубку.

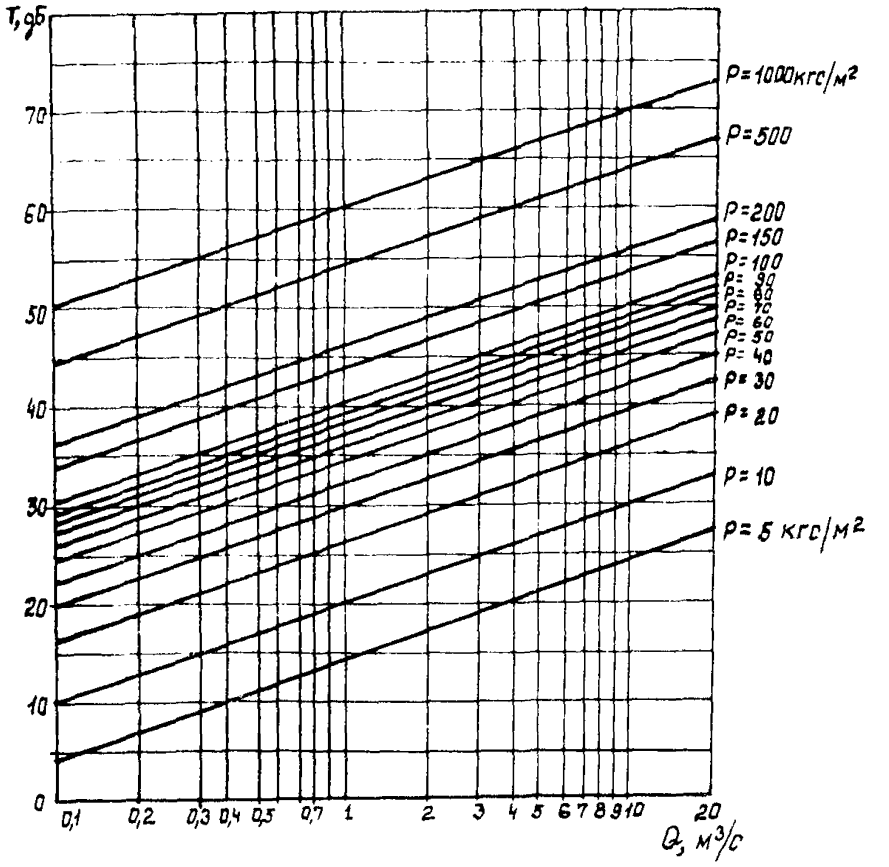


Рис. I8. Определение величины T

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

При неплавном подводе воздуха к входному патрубку вентилятора или при установке дросселя на прямом участке при длине воздуховода за ним не менее 5 $Д_т$ к величинам $L\rho_{экт}$ следует добавлять для осевых вентиляторов 8 дБ, для центробежных - 4 дБ.

Таблица 31

Вентилятор			Критерий шумности $\tilde{\tau}$, дБ, для сторон		
Тип	№	Диаметр рабочего колеса, % Дн*	нагнетания	всасывания	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
ЦI4-46	2,5; 3,2; 4; 5; 6,3; 8	100	54	51	52,5
ВВД	8; 9; 11	100	60	52	56
ЦI0-28	2,5; 3,2;4; 5	100	58	53	55,5
ЦП7-40	5; 6; 8	100	58	53	55,5
	Осевой				
В-06-300	5; 6,3; 10; 12,5; 8	100	52	52	52

* $Д_н$ - номинальный диаметр рабочего колеса вентилятора.

Таблица 32

К.П.Д. вентилятора	Поправка δ_1, дБ
η макс	0
(0,9 – I) 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_1, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
		63	I25	250	500	I000	2000	4000	8000
		Центробежные							
Ц4-70 № 2,5; 3,2; 4	930–II20	6	5	7	I3	I4	20	25	3I
	I370–I700	6	5	5	I0	I4	I7	22	27
	2800–3360	7	7	6	6	II	I5	I8	23
Ц4-70 №5; 6,3; 8; I0; I2,5 Ц4-76	350–450	4	6	9	I2	I6	23	30	38
	460–600	5	5	8	II	I5	20	27	34
	635–800	5	4	7	I0	I5	I8	24	30
	850–I000	6	5	5	9	II	I6	22	28
	I0I5–I290	6	5	4	8	II	I5	I9	27
	I300–I620	7	6	5	8	II	I5	I9	25
ЦI4-46	720	8	6	5	6	I4	I8	22	27
	9I5–985	9	7	6	5	I3	I7	2I	25
	I360–I455	I0	8	6	5	7	I4	I8	23
	28I5–2900	I2	I0	8	6	5	7	I4	I8
ЦI0-80	28I0–2940	I2	4	II	8	9	I0	I4	I6
ЦТ7-40 ВЗД	600–700	4	6	9	I3	I7	2I	26	3I
	800–I400	6	6	6	9	I3	I7	2I	26
	более I4I0	9	6	6	6	9	I3	I7	2I
		Осевой							
	700–I400	I3	8	8	5	7	9	I5	23
В-06-300	I4I0–2800	I8	I3	8	8	5	7	9	I5
	28I0–2850	23	I6	I3	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	I25	250	500	I000	2000	4000	8000	
ВДН-8	Нагнетания всасывания	I000	85	83,5	84,5	83,5	8I	73,5	66,5	59	Бийский котельный завод
	То же	I500	90,5	89,5	89,5	89,5	86,5	79,5	7I,5	63,5	
ВДН-9	-"-	I000	89	87,5	88,5	87,5	85	77,5	70,5	63	
	-"-	I500	94,5	93,5	93,5	93,5	90,5	83,5	75,5	67,5	
ВДН-I0	-"-	I000	92	9I	92	9I	88,5	8I	74	66,5	
	-"-	I500	97,5	97	97	97	94	87	79	7I	
ВДН-II,2	-"-	I000	97	95,5	96,5	95,5	93	85,5	78,5	7I	
	-"-	I500	I02,5	I0I,5	I0I,5	I0I,5	98,5	9I,5	83,5	75,5	
ВДН-I2,5	-"-	I000	98	98,5	93,5	98	93	89,5	8I,5	74,5	
	-"-	I500	I03,5	I04,5	I03,5	I03,5	98,5	95,5	86,5	79	
ВДН-I5	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	7I	70,4	7I,9	75,5	69,3	6I,3	
	Нагнетания	980	74,9	75,9	84,4	86,3	8I,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	I480	85,2	86,2	9I	96,2	94,8	94,3	93,4	85,I	
	Всасывания	I480	73,6	75,6	77,6	89,I	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	100,6	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	

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-22ПУ	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	98,5	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	
	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-24ПУ	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	98	88,5	
ВДН-26ПУ	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	

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	
Ц4-70	Нагнетания		57	63	68	67	66	61	54	42	по материалам завода-изготовителя
№ 2,5	Всасывания		58	60	64	64	62	58	50	39	
№ 3,15	Нагнетания		65	69	76	75	73	70	62	50	
	Всасывания		62	65	73	71	70	66	58	46	
№ 4	Нагнетания		64	68	75	74	73	68	61	49	
	Всасывания		60	64	71	70	69	64	57	45	
№ 5	Нагнетания		72	76	83	82	81	76	69	57	
	Всасывания		68	72	79	79	77	72	65	53	
№ 6,3	Нагнетания		78	84	90	90	88	82	76	64	
	Всасывания		74	80	86	85	85	78	72	60	
Ц4-70 № 16 4-х секционный	Нагнетания	420	93	86	86	83	84	79	72	69	
	Всасывания	420	89	85	84	84	82	80	73	71	
ЦП4-46 № 5	Нагнетания	1450	94	93	92	98	85	81	75	70	Московский вентиляторный завод
	Всасывания	1450	90	88	93	80	76	71	71	66	
	Нагнетания	1000	85	86	90	92	88	84	79	71	
	Всасывания	1000	81	82	86	88	84	80	75	67	
№ 6,3	Нагнетания	970	96	96	93	88	85	82	76	71	
	Всасывания	970	91	92	88	83	81	78	72	67	
№ 8	Нагнетания	1000	101	102	106	108	104	100	95	87	
	Всасывания	1000	97	98	102	104	100	96	91	83	

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	I25	250	500	I000	2000	4000	8000	
ЦП7-40 № 6	Нагнетания	I730	II0	II6	II5	II0	I06	I0I	96	87	"Туласантехника"
	Всасывания	I730	II3	II7	II3	I08	I03	98	89	85	
	Корпусной	I730	III	II6	II4	I09	I04	99	92	86	
ВВД № 9	Нагнетания	I700	II5	II9	I24	I20	II7	II2	I06	I03	
	Всасывания	I700	II8	I24	I26	I22	II8	II2	I08	I06	
	Корпусной	I700	II6	I22	I25	I2I	II7	II2	I05	I04	
КЦ3-90 № 4		9I5	74	79	79	80	78	72	6I	5I	Дубновский литейно-механический завод
№ 5		930	77	83	85	83	79	74	67	55	
№ 6,3		930	85	90	95	90	87	8I	74	60	
ЦI0-28 № 2,5	Нагнетания		80	8I	88	86	90	87	83	80	
	Всасывания		76	77	84	82	86	83	79	70	
№ 3,I5	Нагнетания		88	89	94	96	98	95	9I	88	Загорский машиностроительный завод
	Всасывания		84	85	90	92	94	9I	87	84	
№ 4	Нагнетания		96	98	I03	I05	I06	I04	I00	97	
	Всасывания		92	94	99	I0I	I04	I00	96	93	
№ 5	Нагнетания		I04	I06	II0	II2	II4	II3	I08	I05	
	Всасывания		I00	I02	I06	I08	II0	I09	I04	I0I	
Ц4-70 № 5А	Нагнетания	I420	80	83	9I	90	87	83	75	65	Вентспилский вентиляторный завод
	Всасывания	I420	76	79	88	86	84	80	72	62	
№ 5К	Нагнетания		8I	86	94	93	90	88	8I	69	
	Всасывания		78	83	9I	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	I25	250	500	I000	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	7I	
№ 6,3к	Нагнетания		9I	94	I02	I00	99	95	87	76	
	Всасывания		87	90	99	97	96	9I	83	72	
ВКР4.00.25.6.0I		920	65	77	72	77	73	68	57	45	
ВКР4.00.45.6.0I		920	73	78	77	79	78	72	6I	5I	
ВКР4.00.45.4.0I		I450	83	89	88	9I	90	85	74	64	
ВКР5.00.25.6.0I		920	70	74	79	80	75	70	63	52	
ВКР5.00.45.6.0I		920	76	8I	83	82	79	74	67	55	
ВКР5.00.45.4.0I		I450	87	82	84	84	82	87	80	68	
ВКР6,3.00.25.6.0I		950	8I	90	88	86	83	75	70	59	
ВКР6,3.00.45.6.0I		950	84	88	93	89	87	8I	74	60	
30ЦС-85	Нагнетания		II6	I23	I25	II6	III	II0	I09	I02	Бийский котельный завод
	Всасывания		I07	98	II0	II2	II3	II2,5	I08,5	97	
	Корпусной		92,5	98	I00,5	I02,5	I05	I07,5	I04,5	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	I25	250	500	I000	2000	4000	8000	
I9ЦС-63	Всасывания		92	86	86	99,5	93,5	92	89,5	80	Бийский котельный завод
В-06-300											
№ 4	Корпусной		83,5	78,5	8I	8I	76	72	65,5	55,5	по материалам завода-изготовителя
№ 5	Корпусной		78	77	8I	80,5	76,5	7I,5	65	59	
№ 5 исп. I	Корпусной		80	80	80	80	73	67	58	50	
№ 6,3	Корпусной		8I	77	8I	79	76	7I	63	50	
№ 6,3 исп.I	Корпусной		80	33	83	83	78	73	65	57	
ТВ-50-I,6			98	98	I00	I02	I0I	I02	I0I	97	
ТВ-80-I,2 (I,4)			I02	90	95	98	I0I	I00	96	88	
ТВ-80-I,6			93	89	95	96	I03	I03	I00	97	
ТВ-80-I,8			94	97	99	I0I	I06	I06	I03	I02	
ТВ-I75-I,6			92	89	97	I0I	I02	I06	I03	96	"Узбекхиммаш"
ТВ-200-I,4			88	84	94	99	I06	II0	I03	95	
ТВ-300-I,6			I04	98	98	I02	I03	I07	I04	97	

Таблица 35

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-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 энергетического машиностроения
	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	

Продолжение табл. 35

Тип дымососа	Наименование шума	Частота вращения дымососа, об/мин	Октавные уровни звуковой мощности, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц								Источник получения данных
			63	I25	250	500	I000	2000	4000	8000	
ДН-I7	Нагнетания	740	67,I	7I,8	77,I	75,7	75,7	74,4	66	55	Хабаровский завод энергетического машиностроения
	Всасывания	740	56,5	63,5	70	69,3	7I,I	73,2	68,5	60,5	
	Нагнетания	980	74,I	75,I	83,6	84,5	80,9	84,7	79,I	68	
	Всасывания	980	63	65	77	78	75,7	8I,5	80	72	
	Нагнетания	I480	83,8	85,2	90,2	95,5	94,I	93,6	92,7	84,3	
	Всасывания	I480	72,8	74,8	8I,8	88,3	87,7	89,4	9I,5	86,8	
ДН-I9Б(ГМ)	Нагнетания	985	II2	II0	II4	I07	I05	98,5	98	86,5	Барнаульский котельный завод
	Всасывания	985	III,5	I04	I08	I06	I08	99	97	83	
	Корпусной	985	93	99,5	97,5	95,6	96,8	98	94,5	85,8	
	Нагнетания	740	I04,5	I02,5	I06,5	99,5	I07,5	9I	90,5	79	
	Всасывания	740	I04	96,5	I00,5	98,5	I00,5	9I,5	89,5	75,5	
	Корпусной	740	95,5	92	90	88,I	89,3	90,5	87	78,3	
	Нагнетания	590	99	97	I0I	94	92	85,5	85	73,5	
	Всасывания	590	98,5	9I	95	93	95	86	84	70	
	Корпусной	590	80	86,5	84,5	82,6	83,8	85	8I,5	72,8	

Продолжение табл. 35

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-21(1М)	Нагнетания	985	115,5	113	117	110	108,5	101,5	101,5	90	Барнаульский котельный 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(1М)	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	

Продолжение табл. 35

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-22х2 -0,62(ГМ)	Нагнетания	740	117	112	115	112,5	108,5	104,5	99	91	Барнаульский котельный 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 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-26(ГМ)	Нагнетания	740	119,5	114,5	117	114,5	110	104,5	98,5	93	Барнаульский котельный 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 ВНИАМом Минэнергомаша.

Таблица 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	
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	
20НД-11х1	99	102	102	100	102	96	88	81	
20НДС	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	116	117	115	108	104	105	107	111	Ясногорский машиностроительный завод
ЦНС(Г) 38-198	118	119	117	110	106	107	109	113	
ЦНС(Г) 38-220	118	119	117	110	106	107	109	113	
ЦНС(Г) 60-66	114	115	113	106	102	103	105	109	
ЦНС(Г) 60-99	116	117	115	108	104	105	107	111	
ЦНС(Г) 60-132	118	119	117	110	106	107	109	113	
ЦНС(Г) 60-165	118	119	117	110	106	107	109	113	
ЦНС(Г) 60-198	118	119	117	110	106	107	109	113	
ЦНС(Г) 60-231	121	122	120	113	109	110	112	116	
ЦНС(Г) 60-264	121	122	120	113	109	110	112	116	
ЦНС(Г) 60-297	121	122	120	113	109	110	112	116	
ЦНС(Г) 60-330	121	122	120	113	109	110	112	116	
ЦНС 300-650	129	130	128	121	117	118	120	124	
ЦНС 300-780	129	130	128	121	117	118	120	124	
ЦНС 300-910	131	132	130	123	119	120	122	126	
ЦНС 300-1040	131	132	130	123	119	120	122	126	
ЦНС 105-98	118	119	117	110	106	107	109	113	
ЦНС 105-147	121	122	120	113	109	110	112	116	
ЦНС 105-198	121	122	120	113	109	110	112	116	
ЦНС 105-245	124	125	123	116	112	113	115	119	
ЦНС 105-294	124	125	123	116	112	113	115	119	
ЦНС 105-343	124	125	123	116	112	113	115	119	
ЦНС 105-392	124	125	123	116	112	113	115	119	

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	
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(16НДв)	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(20НДв)	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(24НДв)	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	
КВ/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)	91	89	85	93	89	87	86	78	
КМ20/18 (2КМ-20/18) или (2КМ-9)									

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	
К20/30 (2К-20/30) или (2К-6)									ГОСТ 22247-76
КМ20/30(2КМ-20/30) или (2КМ-6)	92	90	89	96	90	88	87	79	
К45/30 (3К-45/30) или (3К-9)	94	93	96	97	95	92	93	81	
КМ45/30(3КМ-45/30) или (3КМ-9)									
К 45/85	92	95	103	102	101	101	96	92	
К90/20 (4К-90/20) или (4К-18)									
КМ90/20(4КМ-90/20) или (4КМ-18)	94	93	96	97	95	92	93	81	
КС-10/55-2	75	85	86	86	85	81	80	75	Китайский насосный 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	
НКУ-90	82	82	86	89	94	83	81	72	
НКУ-140	83	83	87	89	89	83	78	77	
НКУ-150	85	85	86	88	88	86	80	77	
НКУ-250	86	86	89	92	93	88	84	80	
К45/90	87	96	98	93	92	89	86	81	
К45/55(3К-6)									
КМ45/55(3КМ-6)	77	83	83	87	87	84	78	73	
К90/85(4К-6)	90	92	95	98	97	95	88	87	

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	
К90/55(4К-8) КМ90/55(4КМ-8)	88	86	92	95	93	92	85	78	
К90/35(4К-12) КМ90/35(4КМ-12)	81	86	94	90	88	87	79	76	
К 160/30(6К-8)	68	85	87	92	95	82	79	71	
КМ160/20(6КМ-12) К160/20(6К-12)	75	82	83	84	90	81	74	65	Катайский насосный завод
К290/30(8К-12) КМ290/30(8КМ-12)	78	88	91	89	93	87	79	76	
К290/18(8К-18)	76	83	87	83	91	83	77	71	
1,5Х-6Д	67	77	81	88	84	78	75	75	
2Х-9Д	73	90	92	95	86	82	77	75	
3Х-6Д	88	93	101	101	99	97	90	85	
3Х-9Д	79	86	88	92	90	87	80	81	
4Х-12Д	87	95	102	101	100	96	92	90	
6Х-9Д	79	88	93	94	90	89	82	79	
3Х-4	91	98	101	102	100	95	91	88	
3Х-6	90	97	106	103	100	99	93	88	
4Х-4	91	98	100	103	103	101	97	91	
4Х-6	89	95	101	108	108	96	93	90	
4Х-9	90	98	104	103	100	98	88	77	
4Х-12	82	90	98	97	94	91	87	85	
4Х-18	79	86	91	92	100	92	89	86	
5Х-12	103	95	101	103	98	96	90	88	
6Х-9	84	88	98	94	90	87	82	79	
8Х-9	84	93	95	94	92	88	83	80	
8Х-12	81	90	93	93	92	88	78	78	

Продолжение табл. 36

Марка насоса	Октавные уровни звуковой мощности, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц								Источник получения данных
	63	I25	250	500	I000	2000	4000	8000	
ВК-I,5	79	83	86	9I	88	84	80	77	Бессоновский компрессорный завод
ВК-3МI	72	76	76	78	86	79	73	67	
ВК-6	78	79	87	86	90	88	83	8I	
ВК-I2	86	90	97	90	94	9I	86	83	
ВВНI-3	85	86	85	90	87	80	73	67	
ВВН-I,5М	77	9I	92	88	87	77	77	85	
ВВНI-6	83	9I	I03	I0I	9I	88	8I	75	
ВВНI-I2	93	98	II0	95	94	82	83	85	
НД 0,5Р	50	52	66	7I	73	68	65	63	завод-изготовитель
НД 0,5Э	50	60	68	67	65	72	63	60	
НД	58	63	60	74	79	72	64	60	
ВВН-I2 и ВК-I2	89,2	90,2	94,2	93,2	I0I,2	94,2	88,2	79,2	завод-изготовитель
ВВНI-3 и ВК-3	80,7	84,7	89,7	9I,7	87,7	8I,7	80,7	8I,7	
ВВН I-25 и ВК-25	86,3	89,3	92,3	98,3	I02,8	I06,3	I00,3	94,3	
СЭ 500-70-I6	I27	I28	I26	II9	II5	II6	II8	I22	ПО "Дивгидромаш"
СЭ 800-55-II	I23	I24	I22	II5	III	II2	II4	II8	
ЦВ-4/85	II8	II9	II7	II0	I06	I07	I09	II3	
ЦВ-5/I05	II8	II9	II7	II0	I06	I07	I09	II3	
ЦВ-6,3/I60	I2I	I22	I20	II8	I09	II0	II2	II6	
ЦВ-5/I40	I2I	I22	I20	II8	I09	II0	II2	II6	
ВК (ВКС,ВКО)I/I6	98	99	97	90	86	87	89	93	
ВК (ВКС,ВКО)2/26	I02	I08	I0I	94	90	9I	98	97	
ВК (ВКС,ВКО)4/24	I06	I07	I05	98	94	95	97	I0I	
ВК (ВКС,ВКО)5/24	II0	III	I09	I02	98	99	I0I	I05	
ВК (ВКС,ВКО)I0/45	II2	II8	III	I04	I00	I0I	I08	I07	

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	ВНПО "Союзпромгаз"
	мазут	70	78	75	73	72	78	75	58	
ГМГ-16	Газ,	96	90	86	82	78	78	74	71	Каменский опытный завод Мингазпрома
	мазут	90	86	80	76	74	78	70	68	
Г-0,4	Газ	82	82	76	78	80	79	79	75	ВНИИпромгаз
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/см²		Октавные уровни звукового давления, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц (на расстоянии I м)								Источник получения данных
на входе	на выходе	63	I25	250	500	I000	2000	4000	8000	
6	2	64	65	65	76	85	94	92	77	Союзтехэнерго
5,8	0,48	57	62	77	86	94	I03	I02	95	Средазтехэнерго
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 I м)								Источник получения данных
		63	I25	250	500	I000	2000	4000	8000	
РОУ 22/6	40	8I	84	80	83	85	89	89	84	Средазтехэнерго
РОУ 30/I0	60	90	9I	87	9I	92	98	I0I	I0I	
РОУ 35/I3	50	53	63	72	8I	9I	94	96	87	
РОУ I00/9	I20	96	95	93	96	I00	I09	I09	95	
БРОУ I00/I0	I50	89	86	83	86	90	98	99	93	
РОУ 6/3		83	82	79	8I	8I	85	89	89	Союзтехэнерго

Приложение 6

Расчет звукоизолирующей способности металлической трехслойной стеновой панели

Панель серии I.432.2-I7 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/м^3.

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

Таблица 40

Толщина, мм			Поверхностная плотность, кг/м^2			$f_{кр}$, Гц
панели δ	наружного листа δ_1	среднего слоя δ_2	панели m	наружного листа m_1	среднего слоя m_2	
50	0,8	48,4	8,9	6,24	2,66	I3264
80	0,8	78,4	I0,54	6,24	4,3	I442I
I00	0,8	98,4	II,65	6,24	5,4I	I5I78

Критическая частота панели [5]

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

$$f_{кр} = \frac{343,4^2}{2\times 3,14}\sqrt{\frac{6\cdot m\cdot 10^9}{21\times 10^{10}\times 0,8^3}} = 4451\sqrt{m},$$

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

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

$E_I = 2I \times I0^{I0}$ н/м^2 модуль Юнга материала наружных стальных листов [5].

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

$$R = I2 \lg f + I8 \lg m - 25, \qquad (43)$$

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]:

$$I.\ E_I \times \delta_1^3 \leq 30m \qquad (44)$$

В данном случае для толщины панели δ =80 мм $2IxI0^{I0}x0,8^3 \times xI0^{-9} \leq 30x8,9$

$$I07,5 \leq 267;$$

$$2.\ E_2 \times \delta_2 \leq I,5 \times I0^5 m\ , \qquad (45)$$

где $E_2 = 2 \times I0^7$ н/м^2 модуль Юнга материала среднего слоя - - пенополиуретана [5].

В данном случае для толщины панели δ =80 мм второе условие тоже соблюдено

$$2 \times I0^7 \times 48,4 \times I0^{-3} \leq I,5 \times I0^5 \times 8,9;$$

$$9,68 \times I0^5 \leq I3,35 \times I0^5.$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

I. СНиП II-I2-77, часть II, гл. I2. Защита шума. М.: I978.

2. Справочник проектировщика. Защита от шума. М.: Стройиздат, I974.

3. Руководство по расчету и проектированию шумоглушения вентиляционных установок. М.: Стройиздат, I982.

4. Руководство по расчету и проектированию шумоглушения в промышленных зданиях. М.: Стройиздат, I982.

5. Боголепов И.И., Авферонок Э.И. Звукоизоляция на судах. Л.: "Судостроение," I970.

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

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

gost.e-ecolog.ru