

Российская академия архитектуры и строительных наук
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СТРОИТЕЛЬНОЙ ФИЗИКИ
(НИИСФ)

УТВЕРЖДАЮ
Директор НИИСФ
д-р техн. наук, проф.,
академик ВАСН
Г. Д. Осипов
«27» июня 2006г.

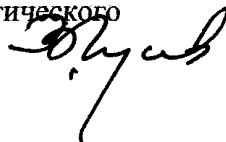


ПРОТОКОЛ
акустических испытаний

по определению влияния покрытий из материалов фирмы
«ISOVER» на звукоизоляцию стенок воздуховодов и
эффективности пластинчатых и трубчатых глушителей

(Договор 32100/2006)

Зав. лабораторией защиты от шума
вентиляционного и инженерно-технологического
оборудования, доктор техн. наук

 В.П. Гусев

Москва
2006

СОДЕРЖАНИЕ

1. Объекты испытаний.....	3
2. Задача и методика испытаний.....	3
3. Результаты испытаний.....	5
4. Некоторые данные по акустической эффективности теплоизолирующих покрытий из вспененных материалов.....	9
5. Сравнение данных по эффективности глушителей шума с разными звукопоглощающими материалами.....	9
6. Акустический расчет вентсистемы (подбор глушителя шума).....	11
7. Заключение.....	13

1. Объекты испытаний

Волокнистый материал типа «ISOVER» - теплозвукоизоляция из стекловаты. Выпускается в виде матов (в рулонах) и плит. Материал может быть каширован стеклохолстом, покрыт алюминиевой фольгой, либо без покрытия. Толщина варьируется от 30 до 100 мм.

2. Задача и методика испытаний

Основной задачей испытаний теплозвукоизоляционного материала «ISOVER» было определение его акустической эффективности при использовании в качестве звукоизолирующего покрытия поверхностей круглых и прямоугольных воздуховодов, а также в качестве звукопоглощающего материала в пластинчатых и трубчатых глушителях.

Для испытаний были выбраны три типа материала «ISOVER»: для определения увеличения звукоизолирующей способности при использовании теплозвукоизоляционного материала в качестве облицовки воздуховодов - рулонный типа KIM-AL, кашированный алюминиевой фольгой, толщиной 30 мм ($\rho=30 \text{ кг/м}^3$) и 100 мм ($\rho=22 \text{ кг/м}^3$); для определения эффективности пластинчатых и трубчатых глушителей при заполнении их материалом «ISOVER» - плиты KVL, кашированные стеклохолстом, толщиной 100 мм ($\rho=41 \text{ кг/м}^3$) и плиты KL 34, без покрытия, толщиной 100 мм ($\rho=19 \text{ кг/м}^3$).

При определении звукоизолирующей способности были использованы три круглых воздуховода диаметром 125, 200, 315 мм и три прямоугольных размером 100x200, 150x300 и 250x500 мм, длина воздуховодов 3 м, толщина стенок 0,55 мм. При испытаниях торцы воздуховодов (открытые концы) плотно закрывались заглушками с повышенной звукоизолирующей способностью. Испытываемый материал полностью закрывал воздуховоды по их длине, плотность прилегания материала к стенкам воздуховодов обеспечивалась с помощью клейкой ленты в два слоя с тем, чтобы полностью устранить щели и добиться максимального акустического эффекта.

Для определения эффективности глушителей использовались пластинчатые глушители с пластинами 1000x500x100 и 1000x500x200 мм (фактор свободной площади 50%) и трубчатые круглые глушители диаметром 160 и 315 мм, длиной активной части 900 мм и толщиной слоя звукопоглощающего материала 100 и 120 мм соответственно.

Испытания проводились реверберационным методом, основанным на акустических измерениях в металлической реверберационной камере объемом 120 м^3 .

Дополнительную информацию, как об экспериментальных установках в сборе, так и их фрагментах, можно получить в институте при консультации.

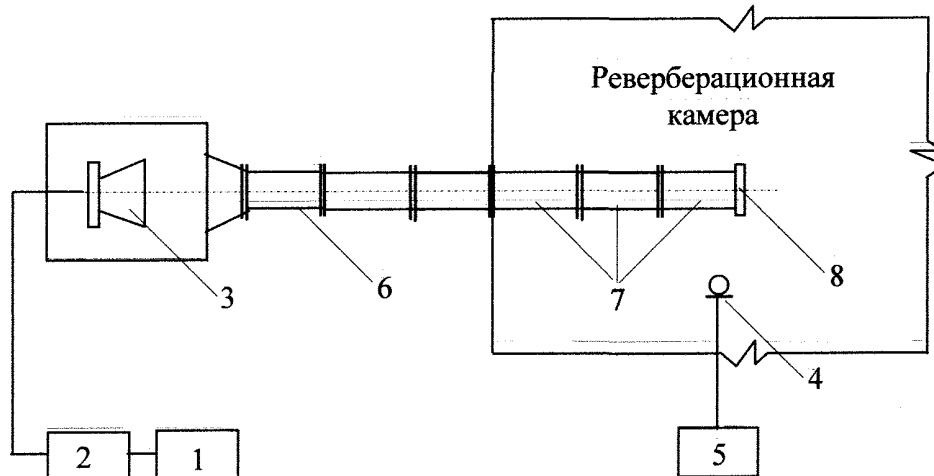


Рис. 2.1. Схема экспериментальной установки для испытания облицовки воздуховодов.
 1 – генератор белого шума; 2 – усилитель мощности; 3 – источник звука;
 4 – измерительный микрофон; 5 – шумомер-анализатор спектра типа 2800
 фирмы «Ларсон и Девис» (США) 6 – соединительный воздуховод;
 7 – испытываемый воздуховод (облицовывается); 8 – звукоизолирующая заглушка.

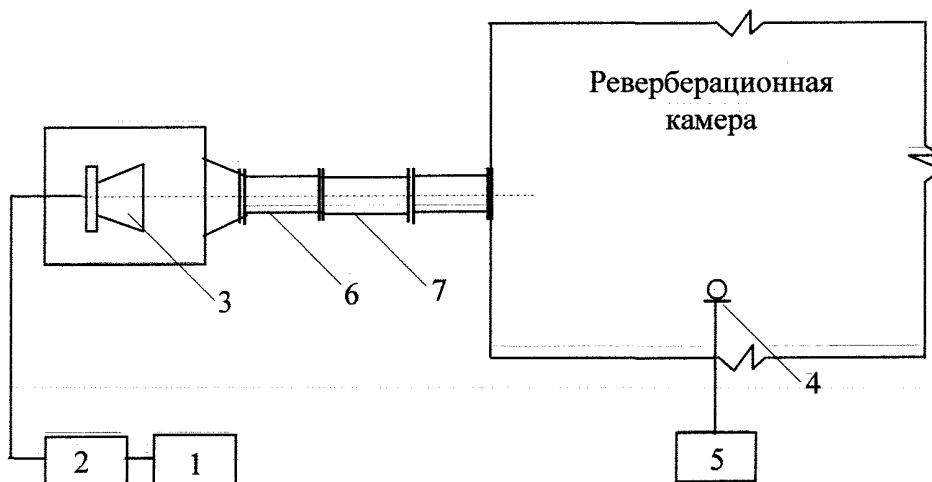


Рис. 2.2. Схема экспериментальной установки для испытания цилиндрических глушителей шума.
 1 – генератор белого шума; 2 – усилитель мощности; 3 – источник звука;
 4 – измерительный микрофон; 5 – шумомер-анализатор спектра типа 2800
 фирмы «Ларсон и Девис» (США) 6 – соединительный воздуховод;
 7 – испытываемый воздуховод (глушитель).

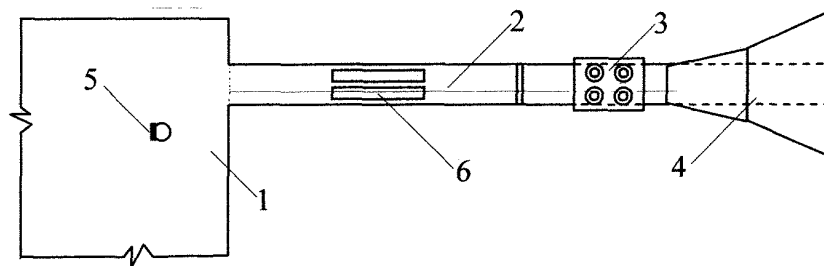


Рис. 2.3. Схема экспериментальной установки для испытания пластинчатых глушителей
 1 – реверберационная камера ($V_{\text{кам}} = 130\text{м}^3$); 2 – испытательный канал (сеч. 800x500мм);
 3 – источник звука; 4 – концевое поглощающее устройство; 5 – измерительный микрофон;
 6 – испытываемый глушитель шума.

3. Результаты испытаний

Результаты испытаний – эффект увеличения звукоизолирующей способности воздуховодов при покрытии (обертывании) их материалом «ISOVER» приведены в табл. 3.1, а эффективность глушителей шума с материалом «ISOVER» - в табл. 3.2.

Таблица 3.1

Результаты испытаний

Наименование испытанного объекта	Толщина материала, мм	Плотность материала, кг/м ³	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц							
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Объект испытаний: воздуховоды со звукоизолирующим покрытием										
Круглый облицованный воздуховод										
Ø125мм	δ =30мм	30	0.7	1.4	1.7	1.8	4.0	10.4	14.3	17.7
Ø200мм	δ =30мм	30	-0.6	-4.3	1.5	2.6	6.0	11.9	14.7	18.0
Ø315мм	δ =30мм	30	4.4	4.8	1.7	3.1	5.4	14.6	18.3	15.9
Средние значения			1.5	1.0	1.5	2.5	5.1	12.5	15.8	17.2
Ø125мм	δ =100мм	22	1.2	1.8	2.1	7.4	11.2	17.2	17.6	20.1
Ø200мм	δ =100мм	22	2.1	-0.4	3.7	8.0	13.0	17.0	18.9	20.2
Ø315мм	δ =100мм	22	6.6	6.9	3.1	5.7	8.8	17.9	22.8	17.4
Средние значения			3.3	2.8	3.0	7.0	11.0	17.4	19.8	19.2
Прямоугольный облицо- ванный воздуховод										
100x200мм	δ =30мм	30	0.6	0.5	4.5	7.0	7.9	8.7	5.1	4.6
150x300мм	δ =30мм	30	1.3	2.8	2.5	7.6	9.4	8.1	6.2	6.9
250x500мм	δ =30мм	30	1.9	2.6	3.1	6.2	9.4	12.0	12.1	8.7
Средние значения			1.3	2.0	3.4	6.9	8.9	9.6	7.8	6.7
100x200мм	δ =100мм	22	-0.1	2.5	5.2	11.4	11.7	10.4	6.1	5.8
150x300мм	δ =100мм	22	1.8	2.1	8.0	12.7	14.3	13.7	10.8	12.6
250x500мм	δ =100мм	22	2.2	2.9	8.7	11.3	11.8	14.7	15.9	12.9
Средние значения			2.4	2.5	7.3	11.8	12.6	12.9	10.9	10.3

Таблица 3.2

Результаты испытаний										
Наименование испытанного Объекта	Толщина материала, мм	Плотность материала, Кг/м ³	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц							
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Объект испытаний: глушители										
Пластинчатый глушитель 1000x500мм	$\delta = 100\text{мм}$	41	1	3	10	26	29	22	15	12
	$\delta = 200\text{мм}$	41	2	6	14	16	16	13	9	8
Трубчатый глушитель Ø160мм	$\delta = 100\text{мм}$	19	9	10	27	44	39	23	18	11
	$\delta = 120\text{мм}$	19	4	8	22	24	20	13	9	7

На рис. 3.1, рис. 3.2 представлены иллюстрации, как теплозвукоизолирующее покрытие из материала «ISOVER» влияет на звукоизолирующие качества круглого воздуховода. То же влияние на звукоизоляцию прямоугольных воздуховодов иллюстрируют рис. 3.3 и 3.4. Приводятся средние значения по результатам испытаний круглых воздуховодов диаметрами: 125, 200 и 315 мм и прямоугольных с поперечными размерами: 100x200, 150x300 и 250x500 мм.

Видно, что на низких частотах звукоизолирующая способность воздуховодов повышается, но не более чем на 3-5 дБ. С ростом частоты она существенно возрастает и достигает 20 дБ и более. Это важно, когда требуется снижение шума транзитных воздуховодов систем на базе высокооборотных вентиляторов, генерирующих высокочастотный аэродинамический шум.

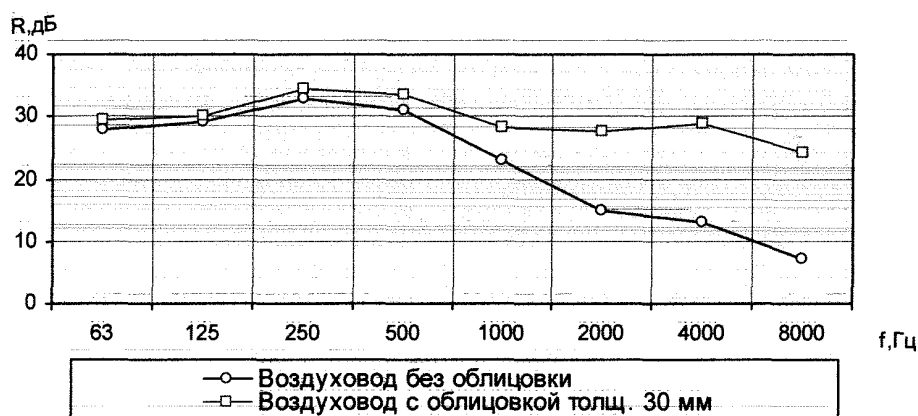


Рис.

3.1. Увеличение звукоизолирующей способности круглых воздуховодов за счет покрытия «ISOVER» толщиной 30 мм.

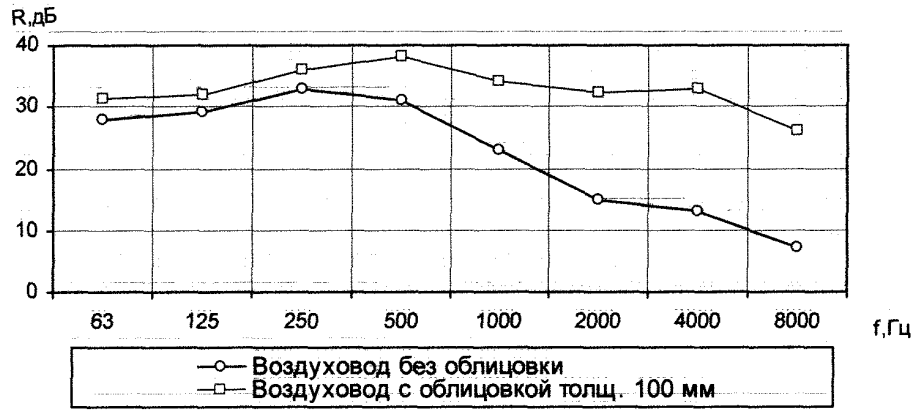


Рис. 3.2. Увеличение звукоизолирующей способности круглых воздуховодов за счет покрытия «ISOVER» толщиной 100 мм.

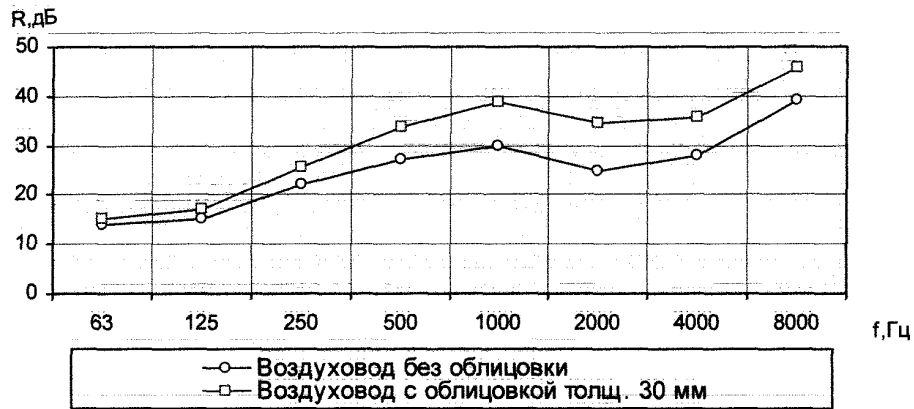


Рис. 3.3. Увеличение звукоизолирующей способности прямоугольных воздуховодов за счет покрытия «ISOVER» толщиной 30 мм.

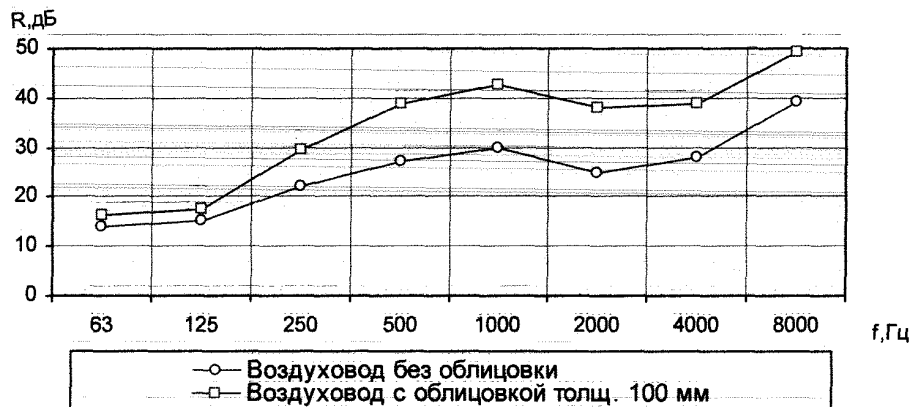


Рис. 3.3. Увеличение звукоизолирующей способности прямоугольных воздуховодов за счет облицовки материалом «ISOVER» толщиной 30 мм.

Эффективность пластинчатых и трубчатых глушителей шума, в которых в качестве звукопоглощающего материала (ЗПМ) использован материал типа «ISOVER», показана на рис. 3.5 и рис. 3.6.

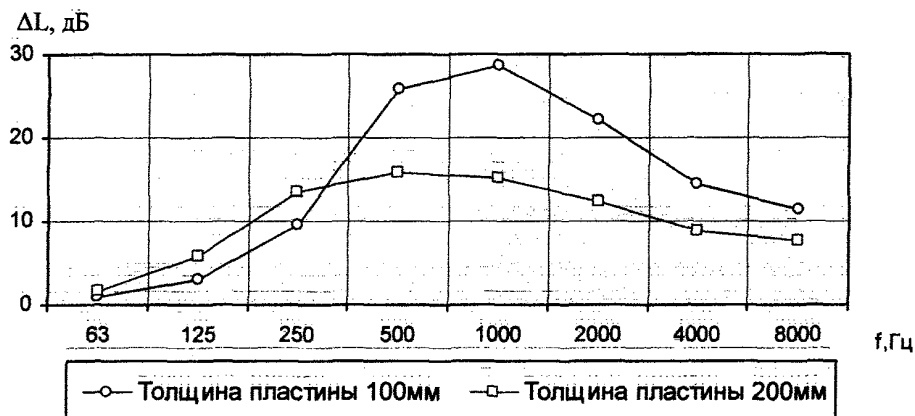


Рис. 3.5. Эффективность пластинчатых глушителей шума с ЗПМ типа «ISOVER» KVL, SKL-M.

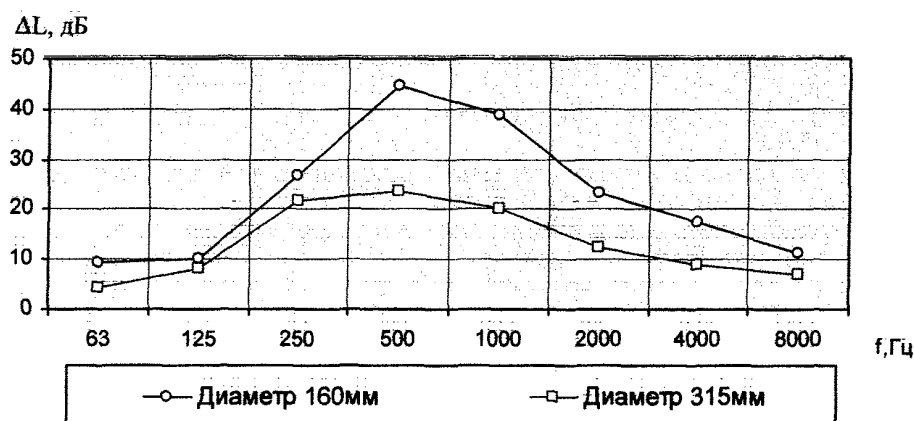


Рис. 3.6. Эффективность трубчатых глушителей шума с ЗПМ типа «ISOVER» KL 34.

Толщина слоя ЗПМ в трубчатых глушителях: диаметром 160 мм – 100 мм, диаметром 315 мм – 120 мм (соответствует Альбому шумоглушителей – приложению к СНиП «Защита от шума»). В трубчатых глушителях плотность набивки материала типа KL-34 составляет 19 кг/м^3 , а в пластинчатых глушителях материала типа KVL – 41 кг/м^3 , материала типа SKL-M – 30 кг/м^3 .

Материалы типа KL-35, KL-37, KL-40 и имеют близкие (с KL-34) физико-механические параметры, поэтому при их применении в глушителях (с плотностью набивки $15\text{-}17 \text{ кг/м}^3$) следует ожидать результаты, приведенные выше.

4. Некоторые данные по акустической эффективности теплоизолирующих покрытий из вспененных материалов

Здесь приводятся результаты испытаний покрытий из легких вспененных материалов (плотностью 25 - 35 кг/м³) и определения их влияния на звукоизолирующую способность воздуховодов. Результаты таких испытаний сведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Увеличение звукоизолирующей способности воздуховодов за счет обработки вспененными материалами

1	2	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц							
		3	4	5	6	7	8	9	10
Синтетический материал «Пеноплэкс», $\delta=35$ кг/м ³ (скорлупы на круглые воздуховоды)									
Круглый	40 мм	1	3	3	1	-2	0	5	9
	50 мм	1	0	0	4	-4	2	5	10
«Энергофлекс Блэк Стар ДАКТ-Ал», $\delta=25$ кг/м ³ (вспененный полиэтилен)									
Прямоугольный	10 мм	1	2	1	1	1	2	2	4
	20 мм	2	2	1	2	1	0	3	6
Круглый	10 мм	1	-4	4	0	-1	0	4	4
	20 мм	0	1	0	-1	-2	-1	4	4

Как видно, покрытие воздуховодов легкими вспененными материалами типа «Пеноплэкс» и «Энергофлекс Блэк Стар ДАКТ-Ал» проявляется на звукоизоляции воздуховодов только на самых высоких частотах. Увеличение звукоизоляции всего на 6-10 дБ достигается только в октавной полосе со среднегеометрической частотой 8000 Гц. Это значит, что для решения большинства практических задач снижения шума транзитных воздуховодов, такие материалы непригодны.

5. Сравнение данных по эффективности глушителей шума с разными звукопоглощающими материалами

Приводятся результаты сравнения акустической эффективности пластинчатых и трубчатых глушителей шума, выпускаемых разными фирмами. Результаты испытаний представлены в наглядной графической форме.

В частности, на рис. 3.7 и рис. 3.8 сравниваются результаты испытаний пластинчатых глушителей с толщиной пластин 100 мм (расстояние между ними 100 мм) и 200 мм (расстояние между ними 200 мм). На рис. 3.9 и рис. 3.10 представлены эксперимен-

тальные данные по испытаниям трубчатых глушителей с внутренними диаметрами 160 и 315 мм. На рисунках указаны плотности набивки ЗПМ.

По поводу представленных на рис. 3.7- рис. 3.10 данных достаточно сказать, что материал типа «ISOVER» KL 34 по акустическим качествам имеет определенные преимущества над другими ЗПМ, прежде все в диапазоне низких и частично средних частот. Для иллюстрации этих преимуществ ниже рассматривается пример акустического расчета вентиляционной системы и подбора глушителя необходимой длины.

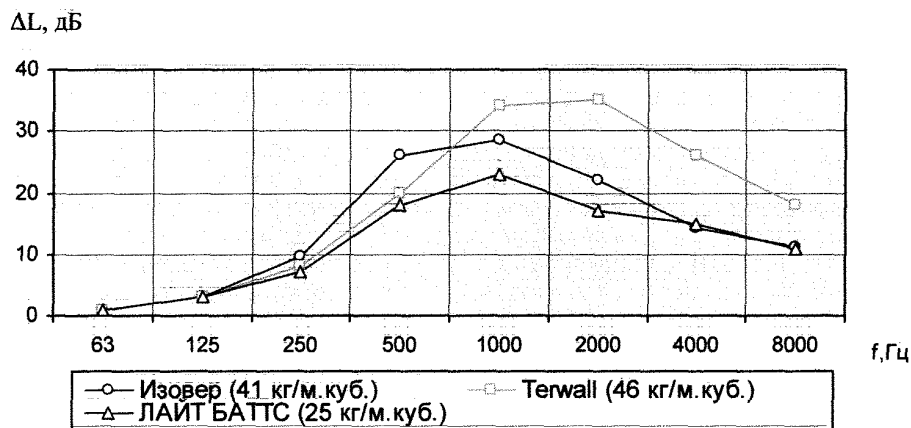


Рис. 3.7. Эффективность пластинчатых глушителей шума в зависимости от ЗПМ (длина пластины 1000 мм, толщина 100 мм).

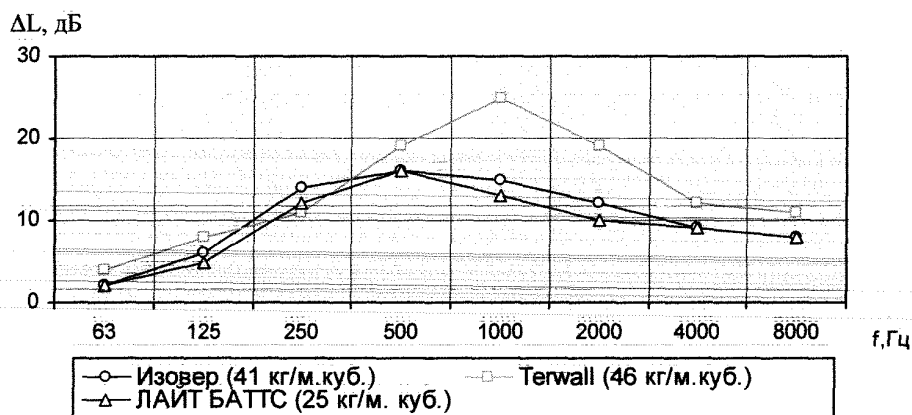


Рис. 3.8. Эффективность пластинчатых глушителей шума в зависимости от ЗПМ (длина пластины 1000 мм, толщина 200 мм).

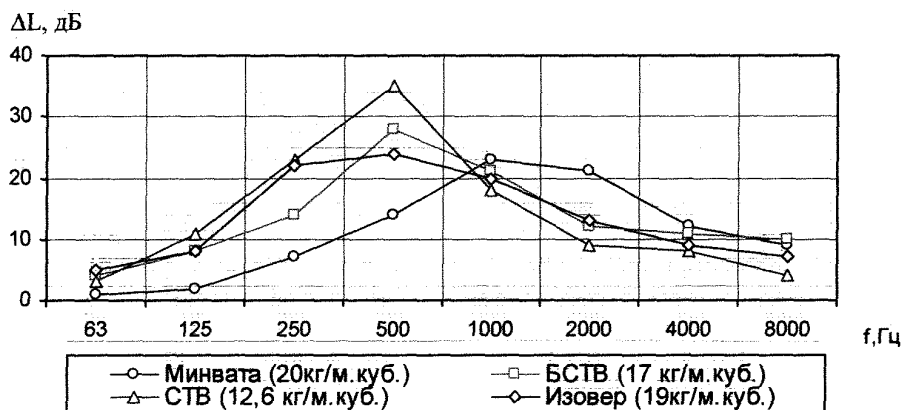


Рис. 3.9. Эффективность трубчатых глушителей шума в зависимости от ЗПМ (диаметр 315 мм, длина активной части 900 мм, толщина слоя ЗПМ 100 мм).

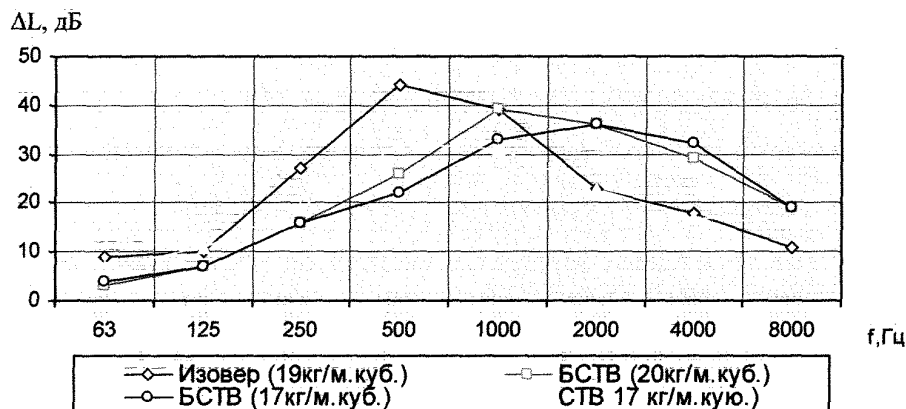


Рис. 3.10. Эффективность трубчатых глушителей шума в зависимости от ЗПМ (диаметр 160 мм, длина активной части 900 мм, толщина слоя ЗПМ 100 мм)

6. Акустический расчет вентсистемы (подбор глушителя шума)

Для правильного подбора типа, конструктивных особенностей и длины глушителя шума, устанавливаемого после (по ходу воздуха) приточной части вентустановки (нагнетающего патрубка вентилятора) необходимо выполнить акустический расчет вентсистемы, в котором учитываются акустические потери в ее элементах (разветвления, повороты, резкие изменения сечений, потери по длине воздуховодов от вентилятора до обслуживаемого помещения, отражения части звуковой энергии обратно в возду-

ховод при вводе последнего в обслуживаемое помещение) и акустическую характеристику обслуживаемого помещения и его назначение.

Для примера материалы такого расчета приведены в табл. 5.1. Сравнивая ожидаемые расчетные уровни шума в обслуживаемом помещении с допустимыми уровнями шума (согласно санитарных норм), получаем разницу, которая характеризует величину требуемого снижения шума для данного помещения. Имея эту разницу и учитывая размеры канала после вентилятора, по данным каталога фирмы, изготавливающей глушители, подбираем требуемый. Если размеры канала превышают 400x400 мм или диаметр 500 мм, то необходимо применить пластинчатый глушитель шума. Если размеры меньше, то можно устанавливать трубчатые глушители.

В нашем случае на напорной стороне вентустановки запроектирован канал диаметром 315 мм. Поэтому выбираем трубчатый глушитель, изготовленный фирмой «Климатехника» (табл. 3.2) с ЗПМ типа KL-34 с плотностью набивки 19 кг/м³.

В табл. 5.1 в строке 12 приведена эффективность этого трубчатого глушителя длиной 1 м

Таблица 5.1

Акустический расчет приточной системы вентиляции

N п/п	Рассматриваемая величина	Значения рассматриваемой величины, дБ, при среднегеометрической частоте октавной полосы, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	УЗМ вентустановки, сторона нагнетания	87	86	94	96	87	76	74	68
2	Затухание в разветвл-ях	18	18	18	18	18	18	18	18
3	Затухание в воздуховодах	12	12	7	4	3	3	3	3
4	Затухание при изменении попереч. сеч. Воздуховода	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Затухание в поворотах	0	0	0	1	3	5	6	6
6	Затухание при отражении от конца воздуховода	18	13	8	4	1	0	0	0
7	Затухание в помещении	3	2	2	3	3	4	5	5
8	Общее затухание	51	45	35	30	28	30	32	32
9	Уровни звук. Давления в расчетной точке	36	41	59	66	59	46	42	36
10	Допустимые УЗД для выставочных залов	66	56	49	44	40	37	35	33
11	Требуемое снижение шума	-	-	10	22	19	9	7	3
12	Эффективность трубчатого глушителя длиной 1 м:								
	ЗПМ – KL-34 (19 кг/м ³)	4	8	22	24	20	13	9	7
	ЗПМ – Ultratouch (40 кг/м ³)	4	5	13	20	28	25	17	13
	ЗПМ – Минвата (20 кг/м ³)	1	2	7	14	23	21	12	9

Видно, что для достижения величины требуемого снижения, определяемой уровнями в частотной полосе 500 Гц, с материалом фирмы **ISOVER** достаточно установить трубчатый глушитель длиной 1 м.

Если использовать в таком же трубчатом глушителе другие материалы, например, хлопковое ультратонкое волокно Ultratouch (США) плотностью 40 кг/м^3 или минеральную вату плотностью 40 кг/м^3 , потребуются глушитель существенно большей длины (см. требуемое снижение шума на частоте 500 Гц).

Примечание. На практике при подборе глушителей определяющими, как правило, являются значения требуемого снижения шума в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 250 и 500 Гц.

7. Заключение

Представленные результаты проведенных акустических испытаний убедительно показывают преимущества материала фирмы «ISOVER» (плиты KVL, SKL-M, KL 34, маты KIM-AL) над другими как при покрытии воздуховодов для увеличения их звукоизолирующей способности, так и при использовании в качестве ЗПМ в пластинчатых и трубчатых глушителях. В частности, есть основание отметить следующее:

1. Средние значения звукоизоляции стенок круглых воздуховодов за счет покрытия материалом типа «ISOVER» при толщине 30мм увеличивается на 5 - 17 дБ в средне- и высокочастотном диапазонах частот (1000-8000 Гц), а при толщине слоя 100 мм на 11 - 20 дБ.

2. Средние значения увеличения звукоизоляции стенок прямоугольных воздуховодов за счет покрытия материалом типа «ISOVER» несколько ниже, чем круглых. Вместе с тем, при толщине 30мм они составляют 7 - 10 дБ, а при толщине слоя 100 мм 10 - 13 дБ.

3. Эффективность пластинчатых и трубчатых глушителей, заполненных материалом «ISOVER», в наиболее важном низкочастотном и частично среднечастотном диапазонах выше, чем у глушителей, заполненных другими ЗПМ.

Таким образом, волокнистый материал типа «ISOVER» может быть рекомендован проектным организациям для широкого использования для повышения звукоизоляции воздуховодов, а также фирмам, изготавливающим абсорбционные (диссипативные) глушители аэродинамического шума, генерируемого вентиляторами и другими элементами вентиляционных систем, в качестве звукопоглощающего материала.