

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Дроздова Л.Ф.¹, Куртичников В.Ю.², Кудаев А.В.¹

Балтийский государственный технический университет
«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова (1),
ФГУП «ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова» (2)

Авторами проведено экспериментальное исследование по оценке частотных характеристик условной звукоизоляции некоторых строительных конструкций. Приведена информация об ослаблении уровней шума, полученная авторами при проведении акустического обследования предприятий.

Экспериментальное исследование акустических характеристик строительных конструкций производилось в диапазоне частот от 20 Гц до 20 кГц. Значения измеряемых параметров шума определены в третьоктавных (преимущественно) или в октавных полосах частот

Важнейшей акустической характеристикой любого помещения является звукоизоляция строительных конструкций – ограждений помещений (стен, потолка, пола, перегородок и т.п.), преград на пути распространения звуковой энергии от ее источника.

Сведения о звукоизоляции строительных конструкций содержатся в большом числе работ отечественных и зарубежных авторов (1, 3, 4). В некоторых работах приведены методики измерения звукоизоляции. Вопросу испытаний звукоизоляции от воздушного шума между помещениями посвящен международный стандарт ИСО 140/IV-78. Акустика. Измерение звукоизоляции в зданиях и строительных элементах. Часть IV. Испытания звукоизоляции от воздушного шума между комнатами, проводимые на месте.

По физической сути звукоизоляция строительной конструкции является акустическим параметром, количественно характеризующим прохождение звука сквозь препятствие на пути распространения звуковой энергии.

На практике обычно измеряют не звукоизоляцию, а перепад уровней звукового давления (УЗД), т.е. разницу между значениями УЗД в “шумном” и “тихом” помещениях. По величине перепада в помещениях можно рассчитать звукоизоляцию и, наоборот, с использованием звукоизоляции – перепад УЗД при прохождении звука через строительную конструкцию.

В основу методики, использованной при измерениях величин ослабления уровней шума при его распространении от источника в здании, положены методические рекомендации по измерению перепада УЗД (условно звукоизоляции).

Приведем результаты измерений величин перепада УЗД (условно звукоизоляции строительных конструкций), полученные авторами работы при проведении акустического обследования некоторых предприятий.

А. Звукоизоляция наружной стены производственного помещения ООО “Колтушский домостроительный комбинат” (Ленинградская область, Всеволожский район, п/о Колтуши).

Стена изготовлена из панелей П-100 (толщина 100 мм), представляющих собой два скрепленных стальных листа толщиной 0,8 мм, пространство между которыми заполнено теплоизоляционным материалом типа Isover.

Ориентировочные размеры шумного помещения в плане 100х40 м. Высота помещения – около 8 м. Источник шума – дисковые пилы, вентиляционные установки и пр.

Измерения уровней шума в производственном помещении производились на расстоянии 1 м от наружной стены здания в трех точках, расположенных вблизи одной из дисковых пил.

Измерения уровней шума снаружи помещения выполнялись на таком же расстоянии от стены и в таком же количестве точек, расположенных напротив внутренних точек измерения.

Результаты измерений УЗД, дБ, в октавных и третьоктавных полосах частот и УЗ, дБА, в частотной полосе А содержатся в таблицах 1 и 2 Там же приводятся расчетные значения условной звукоизоляции строительной конструкции (ЗИ, дБ).

Таблица 1

№№ точек измерения	УЗД, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										УЗ, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	
В помещении											
точка 1	78	86	80	73	71	75	72	76	75	70	82
точка 2	79	85	80	75	74	74	74	75	74	68	81
точка 3	78	84	79	76	78	71	69	76	77	73	82
Средний	78	85	80	75	75	74	72	76	75	71	82
Снаружи помещения											
точка 4	69	72	60	51	45	44	43	33	22	15	52
точка 5	69	72	59	50	44	41	40	32	20	14	51
точка 6	67	72	60	49	47	42	40	31	22	15	51
Средний	69	72	60	50	46	42	41	32	22	15	51
ЗИ, дБ	10	13	20	25	30	32	31	44	54	56	30

Таблица 2

№№ точек измерения	УЗД, дБ, в третьоктавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц														
	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
В помещении															
точка 1	67	69	71	77	84	80	80	77	77	70	66	67	71	69	65
точка 2	67	72	75	75	83	78	78	75	77	72	69	70	70	73	67
точка 3	62	73	73	73	81	76	79	75	74	72	72	68	73	76	72
Средний	66	72	74	75	83	78	79	76	76	71	70	69	72	73	69
Снаружи помещения															
точка 4	67	65	65	64	71	63	65	58	53	51	47	46	44	43	39
точка 5	71	66	64	64	71	63	65	58	53	50	47	44	43	42	38
точка 6	68	64	62	63	71	63	66	59	53	49	45	44	43	43	43
Средний	69	65	64	64	71	63	65	58	53	50	47	45	43	43	40
ЗИ, дБ	-3	7	10	11	12	15	14	17	23	21	23	24	28	30	29

№№ точек измерения	УЗД, дБ, в третьоктавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц															
	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000	20000
В помещении																
точка 1	65	73	70	68	67	68	68	69	72	73	70	71	69	68	65	61
точка 2	66	68	67	72	71	68	68	68	70	71	71	69	68	66	63	58
точка 3	68	67	65	68	64	65	65	69	72	72	73	72	71	70	68	65
Средний	66	70	68	70	68	67	67	69	71	72	71	71	69	68	66	62
Снаружи помещения																
точка 4	38	37	38	41	41	39	34	31	28	24	20	16	13	11	10	10
точка 5	36	35	35	37	37	35	31	29	27	23	19	14	11	10	9	9
точка 6	38	38	36	37	38	36	30	28	27	23	20	16	13	11	9	9
Средний	38	37	37	39	39	37	32	29	27	24	20	15	13	11	10	9
ЗИ, дБ	29	33	31	31	29	30	35	40	44	49	51	56	57	58	56	53

Обращаясь к таблице 1, видим, что в октавных частотных полосах величины звукоизоляции строительной конструкции из стеновых панелей П-100 равняются: 10 и 13 дБ в полосах 31,5 и 63 Гц; 20 и 25 дБ в полосах 125 и 250 Гц; 30, 32 и 31 дБ в полосах 500, 1000 и 2000 Гц; 44 дБ в полосе 4000 Гц; 54 и 56 дБ в полосах 8000 и 16000 Гц. Ослабление строительной конструкцией уровня звука в частотной полосе А оказалось равным 30 дБА.

Анализ экспериментальных данных, содержащихся в таблице 2, показал, что различие в величинах звукоизоляции в третьоктавных полосах, попадающих в одну и ту же октавную полосу, составляет примерно 5 дБ. Меньшее различие зарегистрировано в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 500 Гц (1 дБ), 1000 Гц (2 дБ) и 63 Гц (3 дБ), а большее – в полосе 4000 Гц (9 дБ), а также в полосах 125, 2000 и 8000 Гц (6 дБ).

Частотные характеристики октавной и третьоктавной звукоизоляции имеют тенденцию повышения значений с ростом частоты. Явно выраженные “про-

валы” в значениях звукоизоляции, обусловленные волновыми явлениями в конструкции, отсутствуют.

Б. Звукоизоляция внутренней стены, разделяющей шумное производственное и тихие служебные помещения ООО “Русал” (Ленинградская область, г. Всеволожск).

Стена изготовлена из панелей типа сэндвич, описанных в п. А.

Ориентировочные размеры производственного помещения 100x100 м. Высота помещения – около 12 м. Источники шума – многочисленное оборудование основного производственного цикла и вентиляционные системы.

Размеры в плане тихих служебных помещений – ориентировочно 5x8 м (№ 1) и 6x10 м (№ 2). Высота потолка – около 3 м.

Измерения уровней шума в производственном помещении производились при движении оператора на расстоянии 1 м вдоль участков стены, находящихся напротив служебных помещений.

Измерения уровней шума в каждом из служебных помещений проводились в трех точках на расстоянии 1 м от стены, отделяющей их от производственного помещения.

Результаты измерений третьоктавных уровней звукового давления, дБ, и уровня звука в частотной полосе А, дБА, в шумном и тихих помещениях содержатся в таблице 3. Там же приведены рассчитанные уровни условной звукоизоляции разделяющей помещения стены.

Таблица 3

Помещения	УЗД, дБ, в третьоктавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц														
	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
Шумное помещение	79	86	83	81	84	84	83	85	84	85	85	84	83	82	84
Тихое помещение №1	65	63	70	64	64	64	58	62	57	59	56	55	52	51	50
ЗИ, дБ	14	23	13	17	20	20	25	23	27	26	29	29	31	31	34
Шумное помещение	74	86	82	81	84	83	84	86	83	84	85	83	82	83	84
Тихое помещение №2	59	67	66	63	68	69	66	63	56	55	53	48	45	41	41
ЗИ, дБ	15	19	16	18	16	14	18	23	27	30	33	35	37	42	43

Помещения	УЗД, дБ, в третьоктавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц															
	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000	20000
Шумное помещение	84	82	81	81	82	81	83	83	80	77	76	74	71	71	65	59
Тихое помещение №1	47	47	48	49	48	47	47	48	47	44	42	37	32	29	28	26
ЗИ, дБ	37	35	33	32	34	34	36	35	33	33	34	37	39	42	37	33
Шумное помещение	84	81	80	79	82	80	80	79	77	77	75	72	70	70	62	56
Тихое помещение №2	37	38	41	37	33	30	29	33	36	31	29	23	23	23	24	25
ЗИ, дБ	47	43	39	42	49	50	51	46	41	46	46	49	47	47	38	31

Обращаясь к таблице 3, видим, что в некоторых полосах (1600, 2000 и 2500 Гц и т.д.) значения звукоизоляции, полученные с использованием результатов измерений УЗД в разных тихих помещениях, отличаются друг от друга достаточно существенно (на величину до 16 дБ). В большинстве частотных полос значения звукоизоляции оказались примерно одинаковыми.

Как и следовало ожидать, значения звукоизоляции растут с увеличением частоты. Заметный (на величину 5 дБ) меньший уровень звукоизоляции в сравнении с уровнями в соседних полосах был зарегистрирован лишь в полосе со среднегеометрической частотой 4000 Гц. Уменьшение звукоизоляции в треть-октавных полосах 16000–20000 Гц в сравнении с величинами звукоизоляции в полосах 400–12500 Гц, по всей видимости, связано с низкими уровнями акустического сигнала (ультразвука) в шумном помещении (или высокими уровнями помехи в тихих помещениях).

В. Звукоизоляция внутренней стены в производственном корпусе ООО «Чупа-Чупс Рус» (Санкт-Петербург).

Стена изготовлена из бетона. Толщина стены – 100 мм.

Измерения проводились в производственном (участок фасовки) и складском (в режиме тишины) помещениях. Площадь разделяющего помещения ограждения – около 80 м².

Измерения уровней шума (октавных уровней звукового давления в полосах со среднегеометрическими частотами 31,5–8000 Гц) в помещениях выполнялись при движении оператора вдоль ограждения на расстоянии от него 1 м.

Результаты измерений уровней звукового давления содержатся в таблице 4.

Таблица 4

Помещения	УЗД, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									УЗ, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Фасовочный участок	73	70	70	69	72	74	73	72	68	79
Склад	67	69	59	51	46	47	45	44	37	52
ЗИ, дБ	6	1	11	18	26	27	28	28	31	27

Обращаясь к таблице 4, видим, что в диапазоне, включающем октавные полосы 31,5–500 Гц, звукоизоляция имеет тенденцию роста с частотой. На более высоких частотах ее значения в октавных полосах оказываются практически одинаковыми. Уменьшение ограждением уровня звука в частотной полосе А составило 27 дБА.

Заключение

К основным результатам выполненной работы можно отнести следующее: измерены частотные характеристики условной звукоизоляции следующих

строительных конструкций:

- наружной стены производственного помещения ООО «Колтушский домостроительный комбинат» (Ленинградская область, Всеволожский район, п/о Колтуши); стена изготовлена из сэндвич-панелей типа П-100, представляющих собой два скрепленных стальных листа толщиной 0,8 мм, пространство между которыми (100 мм) заполнено теплоизоляционным материалом типа Isover;
- внутренней стены из сэндвич-панелей типа П-100, разделяющей шумное производственное и тихие служебные помещения ООО «Русал» (Ленинградская область, г. Всеволожск);
- внутренней бетонной стены толщиной 100 мм, разделяющей участок фасовки и склад ООО «Чупа-Чупс Рус» (Санкт-Петербург).

Литература

1. И.И.Боголепов. Промышленная звукоизоляция, Ленинград, Судостроение, 1986.
2. ГОСТ 15116-79. Шум. Методы измерения звукоизоляции внутренних ограждающих конструкций зданий.
3. Э.В.Ретлинг. Исследование звукоизоляции ограждающих конструкций зданий и ее повышение. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук, Волгоградская государственная архитектурно-строительная академия, Нижний Новгород, 1999.
4. А.М.Сенан. Звукоизоляция междуэтажных перекрытий гражданских зданий. Кубанский государственный технологический университет. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Краснодар, 2007.