

Анализ звукоизоляционных качеств каркасно-обшивных перегородок

Н.А.Минаева, НИИСФ РААСН, Москва

В данной статье приведены результаты испытаний в реверберационной камере НИИСФ каркасно-обшивных перегородок предприятия «КНАУФ» с обшивками из гипсокартонных листов (ГКЛ) и гипсоволокнистых листов влагостойких (ГВЛВ) в один и два слоя, выполненных на одинарных металлических каркасах шириной 50 и 100 мм с заполнением воздушного промежутка минераловатными плитами объёмным весом 15 кг/м³. Проведён сравнительный анализ частотных характеристик звукоизоляции перегородок в зависимости от объёмного веса их обшивок. Также в статье приводится сравнительный анализ частотных характеристик звукоизоляции перегородок в зависимости от толщины звукопоглощающего материала, которым заполнялся воздушный промежуток перегородок. Результатом данных исследований является приведённый обширный каталог каркасно-обшивных перегородок с использованием ГКЛ и ГВЛВ, который позволяет выбрать удобную для потребителя конструкцию с требуемым в соответствии с нормативными документами индексом звукоизоляции R_w .

Ключевые слова: звукоизоляция, перегородка, обшивка, гипсокартонные листы (ГКЛ), гипсоволокнистые листы влагостойкие (ГВЛВ), звукопоглощающий материал

Analysis of Sound Insulation Qualities of Frame-Sheathing Partition Walls

N.A.Minaeva, RAACS, Moscow

The article presents the results of tests of the KNAUF frame-sheath partitions in the NIISF reverberation chamber, with one and two layers of gypsum plasterboard (GKL) and gypsum-fiber moistureproof (GVLV) sheets on single metal frames 50 mm and 100 mm wide, filling the air gap with mineral wool plates with a volume weight of 15 kg/m³. The comparative analysis of frequency characteristics of sound insulation of partitions depending on volume weight of their coverings was carried out. The article also provides a comparative analysis of the frequency characteristics of sound insulation of partitions depending on the thickness of the sound-absorbing material, which filled the air gap of partitions. The results of these studies are presented in the catalog of frame-sheath partitions using GKL and GVLV, which allows to choose a user-friendly design with the sound insulation index R_w required in accordance with regulatory documents.

Keywords: sound proofing, partition, panelling, gypsum plasterboard sheets, gypsum-fiber moistureproof sheets, moisture absorbent material.

За последние пятнадцать лет в гражданском строительстве в качестве внутренних ограждающих конструкций большую популярность приобрели каркасно-обшивные (слоистые) перегородки на основе гипсокартонных (ГКЛ) и гипсоволокнистых (ГВЛВ) листов с заполнением воздушного промежутка звукопоглощающими минераловатными плитами. Это объясняется тем, что при применении таких перегородок уменьшаются сроки их возведения и стоимость строительных работ, а также снижается нагрузка на несущие элементы здания за счёт использования более лёгких слоистых конструкций в отличие от более тяжёлых (бетонных, кирпичных и т.д.) однослойных ограждающих конструкций.

Предприятия, выпускающие гипсокартонные листы и минеральную вату, проявляют активный интерес к исследованию каркасно-обшивных перегородок, их нормированию по звукоизолирующим качествам и созданию каталогов своей продукции. Одними из первых, с кем в этой области начал сотрудничать Научно-исследовательский институт строительной физики, были предприятия «КНАУФ». Наши совместные работы позволили исследовать и сертифицировать почти весь номенклатурный ряд конструкций каркасно-обшивных перегородок.

Измерения проводились в реверберационных камерах НИИСФ в соответствии с ГОСТ 27296-2012. «Методы измерения звукоизоляции ограждающих конструкций» [1].

Испытуемая конструкция монтировалась в проёме между камерой высокого уровня (КВУ) и камерой низкого уровня (КНУ). Объём КВУ – 200 м³, объём КНУ – 112 м³, размер проёма 4,3×2,5 м. Камера низкого уровня выполнена по принципу «коробка в коробке» – на отдельных фундаментах с резиновыми виброизоляторами, она отделена от испытуемого ограждения и конструкций камеры высокого уровня, чтобы на результаты измерений не влияла косвенная передача звука по примыкающим конструкциям.

На основании измеренных частотных характеристик изоляции воздушного шума (значений звукоизоляции в третьоктавных полосах частот в диапазоне 100–3150 Гц) определялись величины индексов изоляции воздушного шума R_w служащие для оценки звукоизоляции конструкции одним числом. Методика определения индексов R_w приведена в актуализированном СНиП 23-03-2003 «Защита от шума» [2].

Влияние объёмного веса обшивки перегородки на её звукоизоляцию

При испытаниях в качестве обшивок использовались гипсокартонные листы производства «КНАУФ» с объёмным

весом 850 кг/м³ и гипсоволокнистые листы с объёмным весом 1200 кг/м³.

В таблице 1 приведены частотные характеристики изоляции воздушного шума отдельных листов обшивки. При одинаковой толщине 12,5 мм поверхностная плотность m составляет для ГКЛ – 11,2 кг/м², для ГВЛВ – 15 кг/м².

Из таблицы 1 видно, что у гипсокартонных и гипсоволокнистых листов звукоизоляция R от 100 Гц и выше плавно растёт и достигает максимума в третьоктавной полосе со среднегеометрической частотой $f_1 = 1600$ Гц и составила 35 дБ для ГКЛ и 37 дБ – для ГВЛВ. Далее с ростом частоты звукоизо-

ляция R обоих листов снижается вплоть до граничной частоты нормируемого диапазона $f_2 = 3150$ Гц. Это хорошо согласуется с методом расчёта по Своду правил СП 23-103-2003 [3].

По методике СП частота t . В (максимум частотной характеристики) для ГКЛ и ГВЛВ при объёмной плотности обшивки $\gamma = 850-1100$ кг/м³ определяется как

$$f_1 = \frac{19000}{h} = \frac{19000}{12,5} = 1520 \text{ Гц,}$$

где h – толщина листа обшивки в мм.

Это попадает в третьоктавную полосу со среднегеометрической частотой 1600 Гц и границами 1415–1782 Гц.

Таблица 1. Значения звукоизоляции R, дБ, для листов ГКЛ и ГВЛВ

Среднегеометрическая частота 1/3-октавной полосы частот, Гц	Перегородка из ГКЛ	Перегородка из ГВЛВ
100	16	17
125	18	22
160	22	24
200	22	27
250	24	27
315	25	28
400	26	29
500	27	31
630	29	33
800	29	34
1000	32	35
1250	33	36
1600	35	37
2000	34	36
2500	30	30
3150	28	28
Индекс звукоизоляции R_w , дБ	30	33

Таблица 2. Значения звукоизоляции R (дБ) для перегородок с обшивкой из ГКЛ и ГВЛВ

Среднегеометрическая частота 1/3-октавной полосы частот, Гц	Перегородка по каркасу 50 мм с обшивкой из ГКЛ	Перегородка по каркасу 50 мм с обшивкой из ГВЛВ
100	15	21
125	23	28
160	26	35
200	33	41
250	36	54
315	38	49
400	43	51
500	46	53
630	49	56
800	53	59
1000	54	60
1250	56	60
1600	56	61
2000	55	60
2500	47	54
3150	42	45
Индекс звукоизоляции R_w , дБ	45	51

Таблица 3. Значения звукоизоляции R, дБ, для конструкций толщиной 50 и 100 мм с обшивкой ГКЛ в 1 лист

Среднегеометрическая частота 1/3-октавной полосы частот, Гц	Толщина воздушного промежутка с минплитой 50 мм	Толщина воздушного промежутка с минплитой 100 мм
100	15	25
125	21	30
160	27	36
200	36	39
250	38	42
315	41	47
400	44	49
500	47	50
630	49	54
800	50	57
1000	55	59
1250	55	58
1600	54	59
2000	54	59
2500	49	52
3150	43	45
Индекс звукоизоляции R_w , дБ	45	51

Таблица 4. Значения звукоизоляции R, дБ, для конструкций толщиной 50 и 100 мм с обшивкой ГКЛ в два листа

Среднегеометрическая частота 1/3-октавной полосы частот, Гц	Толщина воздушного промежутка с минплитой 50 мм	Толщина воздушного промежутка с минплитой 100 мм
100	25	36
125	34	39
160	34	41
200	40	43
250	41	46
315	43	49
400	46	52
500	48	54
630	53	56
800	54	58
1000	57	60
1250	58	61
1600	59	62
2000	56	61
2500	51	56
3150	49	51
Индекс звукоизоляции R_w , дБ	51	54

Таблица 5. Индексы изоляции каркасно-обшивных перегородок, выполненных на одном каркасе

Тип перегородки	Толщина обшивки, мм	Толщина перегородки, мм	Толщина каркаса, мм	Толщина минваты, мм	R _w , дБ	Перечень помещений
Однослойная обшивка	Один слой ГКЛ 12,5 с каждой стороны	75	50	50	44	В квартире межкомнатные перегородки
		90	65	50	45	В офисах между кабинетами и между рабочими комнатами
		100	75	50	45	
		125	100	75	46	В дошкольных учреждениях между групповыми комнатами
				50	47	
				75	48	Между кабинетами разных фирм; между палатами и кабинетами врачей; между классами
Двуслойная обшивка	Два слоя ГКЛ 2х12,5 с каждой стороны	100	50	50	50	Между комнатами общежитий; между номерами гостиниц класса менее 3-х звёзд
		115	65	50	50	
		125	75	50	51	Между номерами для 3-звёздочных гостиниц; между номерами и помещениями общего пользования
				75	53	Между номерами, между номерами и помещениями общего пользования в 4- и 5-звёздочных гостиницах
		150	100	50	54	Между операционными; между операционными и другими помещениями
				75	54	
				100	58	Между музыкальными классами высших учебных заведений
		Однослойная обшивка	Один слой ГВЛВ 12,5 с каждой стороны	75	50	50
90	65			50	51	
100	75			50	51	
				75	52	
125	100			50	51	Между номерами, между номерами и помещениями общего пользования в 4- и 5-звёздочных гостиницах
				75	53	
100	54	Между операционными; между операционными и другими помещениями				
Двуслойная обшивка	Два слоя ГВЛВ 2х12,5 с каждой стороны	100	50	50	57	Между музыкальными классами высших учебных заведений и в любых помещениях с повышенными требованиями к звукоизоляции.
		115	65	50	57	
		125	75	50	57	
				75	57	
		150	100	50	56	
				75	57	
100	58					

Частота провала частотной характеристики звукоизоляции обшивки:

$$f_c = \frac{38000}{h} = \frac{38000}{12,5} = 3040 \text{ Гц} \approx 3150 \text{ Гц.}$$

Индекс изоляции составил $R_w = 30$ дБ для ГКЛ и $R_w = 33$ дБ для ГВЛВ.

В целом, можно считать, что ГВЛВ по сравнению с ГКЛ имеют преимущество по звукоизоляции практически во всём исследуемом диапазоне частот.

В таблице 2 приведены частотные характеристики звукоизоляции двух перегородок, выполненных по металлическому каркасу 50 мм с заполнением воздушного промежутка минераловатными плитами с объёмным весом 15 кг/м^3 и толщиной 50 мм с обшивкой из ГКЛ и ГВЛВ по одному листу с каждой стороны.

По результатам измерений каркасно-обшивная перегородка с обшивкой из ГКЛ имеет индекс изоляции $R_w = 43$ дБ, а с обшивкой из ГВЛВ – $R_w = 51$ дБ, то есть индекс изоляции перегородки с ГВЛВ, у которой объёмный вес обшивки составляет 1100 кг/м^3 , на 6 дБ выше, чем для перегородки с обшивкой из ГКЛ, объёмный вес которой составляет 850 кг/м^3 . Во всем частотном диапазоне звукоизоляция перегородки с ГВЛВ выше звукоизоляции перегородки с ГКЛ на 1–10 дБ.

Так же были проведены сравнительные измерения звукоизоляции перегородок с обшивкой из ГКЛ и ГВЛВ (по два слоя с каждой стороны) при толщине каркаса 100 мм с заполнением воздушного промежутка минплитами толщиной 100 мм. Замена гипсокартонных листов на ГВЛВ дала увеличение индекса изоляции R_w на 1 дБ (с 58 дБ до 59 дБ). То есть при высокой звукоизоляции перегородки увеличение объёмного веса обшивки незначительно увеличивает её звукоизоляцию.

Влияние толщины звукопоглощающего слоя на звукоизоляцию перегородки

Другим существенным параметром, влияющим на звукоизоляцию каркасно-обшивной перегородки, является толщина звукопоглощающего материала, которым заполняется воздушный промежуток перегородки [4; 5].

При прохождении звуковых волн через двойное ограждение с воздушным промежутком образуются стоячие волны, которые являются жёсткими связями между двумя панелями. При заполнении воздушного промежутка между обшивками звукопоглощающим материалом достигается подавление резонансов в этом воздушном пространстве за счёт поглощения звуковой энергии при многократном прохождении в нём (звукопоглощающем материале) отражённых волн. Известно, что поглощение звуковой энергии оценивается коэффициентом звукопоглощения, и чем он выше, тем большего эффекта звукоизоляции конструкции можно ожидать.

Для определения влияния толщины звукопоглощающего слоя были проведены испытания перегородок с различной толщиной воздушного промежутка: 50 и 100 мм.

В таблице 3 приведены сравнительные частотные характеристики звукоизоляции перегородок с металлическими каркасами

50 и 100 мм с обшивкой гипсокартонными листами по одному слою с каждой стороны при заполнении воздушного промежутка минплитами толщиной 50 и 100 мм плотностью 15 кг/м^3 .

Индекс изоляции для этих перегородок увеличился с 45 дБ для конструкции толщиной 50 мм до 51 дБ для конструкции толщиной 100 мм, при этом частотная характеристика звукоизоляции перегородки с минплитой 100 мм превышает звукоизоляцию перегородки с минплитой 50 мм во всём диапазоне частот от 3 до 10 дБ.

В таблице 4 приведены сравнительные частотные характеристики звукоизоляции перегородок с металлическим каркасом 50 и 100 мм при заполнении воздушного промежутка минплитами толщиной 50 и 100 мм, обшитые ГКЛ по два листа с каждой стороны.

Индекс изоляции перегородки с минватой толщиной 50 мм составил $R_w = 51$ дБ, индекс изоляции перегородки с минватой толщиной 100 мм увеличился до 54 дБ.

Как видим, влияние толщины звукопоглощающего слоя также снижается при увеличении абсолютной величины звукоизоляции конструкции. Так, в первом случае увеличение толщины минплиты привело к увеличению индекса изоляции на 6 дБ, а во втором случае – всего на 3 дБ.

Таким образом, изменяя ширину воздушного промежутка и количество слоёв обшивки, было обследовано более 20 конструкций. Индексы звукоизоляции составили: минимальный индекс $R_w = 44$ дБ – для самой простой конструкции с обшивкой из ГКЛ по одному листу с каждой стороны и толщиной воздушного промежутка с минватой 50 мм; максимальный $R_w = 58$ дБ – для перегородок с обшивкой по два слоя ГКЛ и минватой 100 мм.

Результатом проведённых исследований является обширный каталог каркасно-обшивных перегородок с использованием ГКЛ и ГВЛВ, который позволяет выбрать удобную для потребителя конструкцию с требуемым индексом звукоизоляции R_w в соответствии с нормативными документами.

Литература

1. ГОСТ 27296-2012. Здания и сооружения. Методы измерения звукоизоляции ограждающих конструкций. – М.: Стандартинформ, 2014.
2. Свод правил СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03 -2003 / Министерство регионального развития Российской Федерации. – М., 2011.
3. СП 23-103-2003. Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий. – М.: Госстрой России, 2004.
4. Минаева Н.А. Экспериментальные исследования звукоизоляции пазогребневых плит, обшитых гипсокартонными листами / Н.А. Минаева // Academia. Архитектура и строительство. – 2010. – № 3. – С. 194–197.
5. Кочкин А.А. Исследование изоляции воздушного шума двойными ограждающими конструкциями / А.А. Кочкин, А.В. Киряткова, И.Л. Шубин // Бюллетень строительной техники. – 2018. – № 6 (1006). – С. 20–21.

Literature

1. GOST 27296-2012. Zdaniya i sooruzheniya. Metody izmereniya zvukoizolyatsii ograzhdayushhih konstruksij. M.: Standartinform, 2014.

2. Svod pravil SP 51.13330.2011. Zashhita ot shuma. Aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 23-03-2003 / Ministerstvo regional'nogo razvitiya Rossijskoj Federatsii. – M., 2011.

3. SP 23-103-2003. Proektirovanie zvukoizolyatsii ograzhdayushhih konstruksij zhilyh i obshhestvennyh zdaniy. – M.: Gosstroj Rossii, 2004.

4. *Minaeva N.A.* Eksperimental'nye issledovaniya zvukoizolyatsii pazogrebnykh plit, obshityh gipsokartonnymi listami / N.A. Minaeva // Academia. Arhitektura i stroitel'stvo. – 2010. – № 3. – S. 194–197.

5. *Kochkin A.A.* Issledovanie izolyatsii vozdušnogo shuma dvojnymi ograzhdayushhimi konstruksiyami / A.A. Kochkin, A.V. Kiryatkova, I.L. Shubin // Byulleten' stroitel'noj tehniki. – 2018. – № 6 (1006). – S. 20–21.

Минаева Нина Александровна (Москва). Старший научный сотрудник ФГБУ «Научно-исследовательский институт строительной физики РААСН» (127238, Москва, Локомотивный пр., д. 21. НИИСФ РААСН). Сфера научных интересов: борьба с шумами в жилых и общественных зданиях. Автор 10 научных трудов. Тел.: +7 (916) 351-14-49. E-mail: ninaminaeva@gmail.com.

Minaeva Nina Alexandrovna (Moscow). Senior Researcher at the Research Institute of Building Physics of RAACS (127238, Moscow, Lokomotivny proezd, 21. NIISF). Research interests: noise protection of residential and public buildings. The author of 10 scientific publications. Tel.: +7 (916) 351-14-49. E-mail: ninaminaeva@gmail.com.