



Каталог эффективной звукоизоляции

ROCKWOOL®



Содержание

0 компании	3
1. Физическая и психоэмоциональная природа звука	5
2. Количественная мера звука	9
3. Звукоизоляция и звукопоглощение	12
4. Шум	
Влияние, способы борьбы	14
5. Воздушный и структурный шум	15
6. Нормирование шума	19
7. Конструкции с использованием каменной ваты, увеличивающие изоляцию воздушного шума	
Плиты АКУСТИК БАТТС и АКУСТИК БАТТС ПРО	24
8. Конструкции с использованием каменной ваты, увеличивающие изоляцию приведенного уровня ударного шума	
Плиты ФЛОР БАТТС	46
9. Звукоизоляционные плиты INDUSTRIAL BATTS 80	51
10. Список литературы	54
11. Товар сертифицирован	55
12. Обучение в ROCKWOOL	58
13. Центр проектирования ROCKWOOL	59

О компании Из истории ROCKWOOL

Группа компаний ROCKWOOL является ведущим производителем решений из каменной ваты. Во всем мире продукция компании ценится за высокое качество и широкий ассортимент материалов.

Компания основана в 1909 году в Дании. Первый завод ROCKWOOL по производству теплоизоляции на основе горных пород базальтовой группы начал работу в 1937 году в датском городе Хедехусене. Сегодня 28 заводов компании располагается в 17 странах.

История ROCKWOOL в России насчитывает несколько десятилетий. Начиная с 1970-х годов, продукция ROCKWOOL поставлялась в СССР с европейских заводов компании для нужд судостроительной промышленности. В 1995 году появилось торговое представительство компании в Москве. А в 1999 году компания приобрела первый завод в России, в г. Железнодорожный Московской области, и переоборудовала его в соответствии с международными стандартами Группы.

Сегодня на территории России расположены четыре предприятия ROCKWOOL. Это заводы в Московской, Ленинградской, Челябинской областях, а также открытый в начале 2012 года, самый мощный в России завод в Особой Экономической Зоне «Алабуга», Республика Татарстан.

Одним из подразделений Группы компаний ROCKWOOL является компания ROCKFON – производитель акустических потолочных панелей. Производство акустических потолков было запущено в 1962 году на заводах Группы в Польше, Франции и Голландии. Первая производственная линия ROCKFON в России открылась в марте 2012 года на заводе ROCKWOOL в г. Выборг Ленинградской области. ROCKFON стал первым иностранным производителем акустических потолков, запустившим собственное производство на территории России.

От лавы к изоляции

В качестве основного сырья при производстве негорючей изоляции ROCKWOOL используются горные породы базальтовой группы. Производственный процесс начинается с расплавления вулканической породы при температуре 1500 °С. Расплавленная порода вытягивается в волокна, после чего добавляются связующие и гидрофобизирующие компоненты. Отличительные свойства продукции ROCKWOOL из каменной ваты:



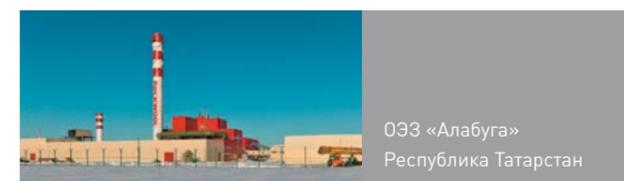
г. Железнодорожный,
Московская обл.



г. Выборг,
Ленинградская обл.



г. Троицк,
Челябинская обл.



ОЭЗ «Алабуга»
Республика Татарстан



Торговые представительства и заводы ROCKWOOL

■ Заводы
■ Строящиеся заводы
● Торговые представительства
● Головной офис Группы компаний ROCKWOOL

- низкий коэффициент теплопроводности;
- негорючесть;
- звукоизоляция;
- гидрофобность и паропроницаемость;
- устойчивость к деформации;
- экологичность.



Особенности материалов ROCKWOOL

Звукоизоляция

Благодаря своей структуре каменная вата обладает отличными акустическими свойствами: улучшает воздушную звукоизоляцию помещений и звукопоглощающие свойства конструкций, снижает звуковой уровень в соседних помещениях.

Низкий коэффициент теплопроводности

Применение материалов ROCKWOOL позволяет создать комфортные условия внутри помещения – хорошо сохраняются тепло зимой и прохлада летом.

Экологичность

Каменная вата ROCKWOOL – натуральный экологичный материал, производится из природного материала – горных пород базальтовой группы. Теплоизоляция ROCKWOOL первой прошла добровольную экологическую сертификацию и получила экомаркировку – знак EcoMaterialGreen, подтверждающий экологичность и безопасность материала для человека и окружающей среды.

Негорючесть

Основа теплоизоляции ROCKWOOL – горные породы базальтовой группы, температура плавления которых составляет 1500 °С. Благодаря этому продукция компании является негорючей (класс пожарной опасности строительного материала КМ0).

Гидрофобность и паропроницаемость

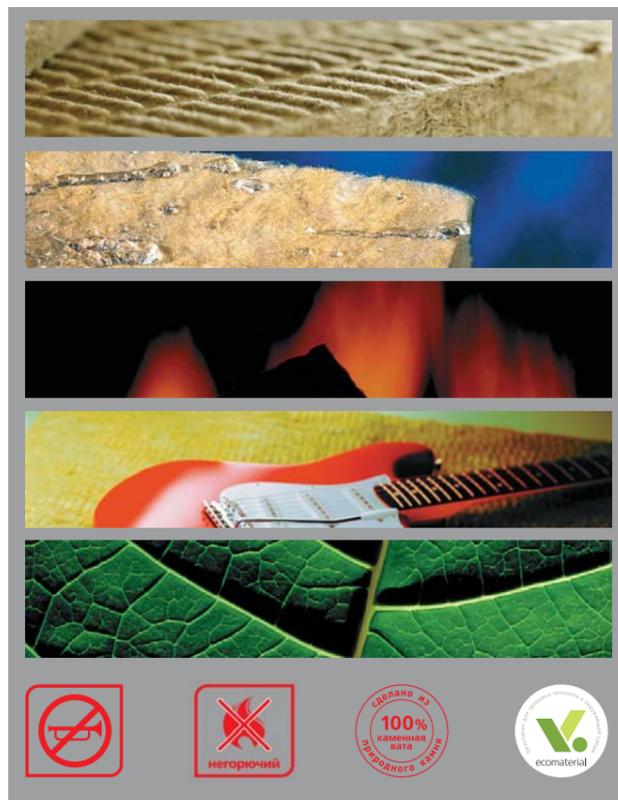
Превосходными водоотталкивающими свойствами обладает и изоляция из каменной ваты ROCKWOOL, что вместе с отличной паропроницаемостью позволяет легко и эффективно выводить пары из помещений и конструкций на улицу.

Химическая стойкость

Волокна каменной ваты химически инертны по отношению к маслам, растворителям, щелочам.

Биостойкость

Каменная вата непригодна в качестве пищи для грызунов и насекомых и не способствует росту грибка, плесени и бактерий.



Устойчивость к деформации

Сопrotивляемость механическим воздействиям – это прежде всего отсутствие усадки на протяжении всего срока эксплуатации материала. Если материал не способен сохранять необходимую толщину при механических воздействиях, его изоляционные свойства теряются. Большинство волокон каменной ваты размещается горизонтально, другие вертикально. В результате общая структура не имеет определенного направления, что обеспечивает высокую жесткость теплоизоляционного материала.

Устойчивость к высоким температурам

Материалы из каменной ваты компании ROCKWOOL могут применяться до +750 °С.

1. Физическая и психоэмоциональная природа звука

Физическая природа звука

Звук является спутником человека в течение всей его жизни, но мало кто задумывается, что он собой представляет.

С физической точки зрения звук можно определить как колебательные движения частиц в упругой среде, вызванные каким-либо источником, коротко – упругие волны.

Скорость звука зависит от свойств среды, в которой он распространяется: в газах скорость звука растет с ростом температуры и давления, в жидкостях при росте температуры наоборот снижается (исключением является вода, в которой скорость звука достигает максимума при 74°С и начинает снижаться только при увеличении данной температуры).

Для воздуха такая зависимость выглядит так:

$$c = 332 + 0,6t_c,$$

где t_c – температура окружающей среды, °С.

Таблица 1. Скорость звука в газах при температуре 0 °С и давлении 1 атм.

Азот	334 м/с
Кислород	316 м/с
Воздух	332 м/с
Гелий	965 м/с
Водород	1284 м/с
Метан	430 м/с
Аммиак	415 м/с

Таблица 2. Скорость звука в жидкостях при температуре 20 °С

Вода	1490 м/с
Бензол	1324 м/с
Спирт этиловый	1180 м/с
Ртуть	1453 м/с
Глицерин	1923 м/с

В твердых телах скорость звука определяется модулем упругости вещества и его плотностью, при этом в продоль-

ном и поперечном направлении в неограниченных изотропных твердых телах она различается.

Таблица 3. Скорость звука в твердом теле

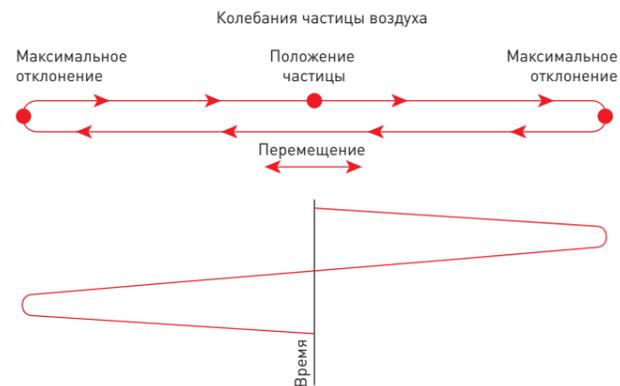
Вид твердого тела	Скорость продольной волны, м/с	Скорость поперечной волны, м/с
Плавленный кварц	5970	3762
Бетон	4200–5300	–
Плексиглас	2675	1110
Стекло	3760–4800	2380–2560
Тефлон	1340	–
Полистирол	2350	1120
Сталь	5740	3092
Золото	3220	1200
Мрамор	3810	–
Алюминий	6400	3130
Полиэтилен	2000	–
Серебро	3650–3700	1600–1690
Дуб	4100	–
Сосна	3600	–

Из таблиц наглядно видно, что скорость звука в газах значительно ниже, чем в твердых телах, именно поэтому в приключенческих фильмах часто можно увидеть, как люди прикладывают ухо к земле, чтобы определить наличие погони за собой, также это явление заметно рядом с железной дорогой, когда звук приходящего поезда, слышится дважды – в первый раз он передается по рельсам, а второй – по воздуху.

Процесс колебательного движения звуковой волны в упругой среде можно описать на примере колебания частицы воздуха:

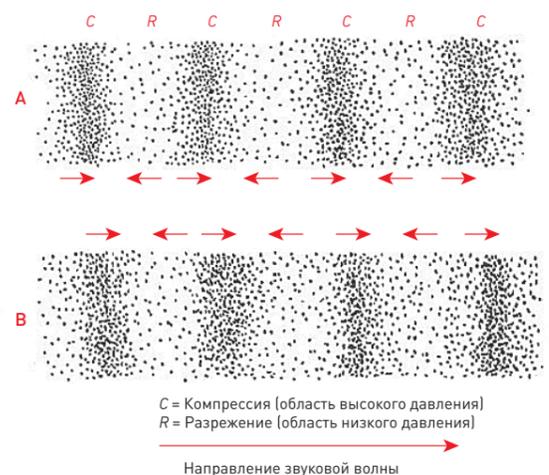
– на частицу воздуха, вынужденную сдвинуться со своей начальной позиции из-за воздействия источника звука, действуют упругие силы воздуха, которые пытаются вернуть ее на свое первоначальное место, но из-за действия сил инерции, возвращаясь, частица не останавливается, а начинает удаляться от начальной позиции в противоположную сторону, где в свою очередь на нее также действуют упругие силы, и процесс повторяется.

Рисунок 1. Процесс колебания частицы воздуха



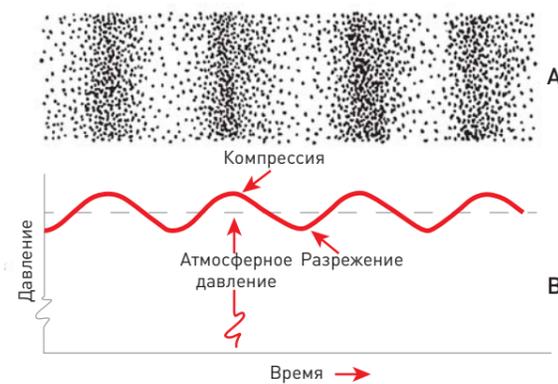
На рисунке (рис. 2) маленькими точками образно представлены молекулы воздуха (в кубометре воздуха их более миллиона). Давление в области компрессии несколько превышает атмосферное, а в области разрежения, наоборот, – ниже атмосферного. Направление малых стрелочек показывает, что в среднем молекулы движутся направо из области высокого давления и налево из области низкого. Любая из представленных молекул сначала проходит определенное расстояние в правую сторону, а затем такое же расстояние в левую, относительно своей первоначальной позиции, в то время как звуковая волна движется равномерно в правую сторону.

Рисунок 2. Перемещение звуковой волны



Логично задать вопрос: почему звуковая волна перемещается вправо? Ответ можно найти при внимательном рассмотрении стрелочек на предыдущем рисунке: в месте, где стрелочки сталкиваются с друг другом, образуется новое скопление молекул, которое будет находиться с правой стороны от первоначальной области компрессии, при удалении от места столкновения стрелочек плотность молекул снижается и образуется новая область разрежения, следовательно, постепенное перемещение области высокого и низкого давления приводит к движению звуковой волны в правую сторону.

Рисунок 3. Процесс перемещения звуковой волны

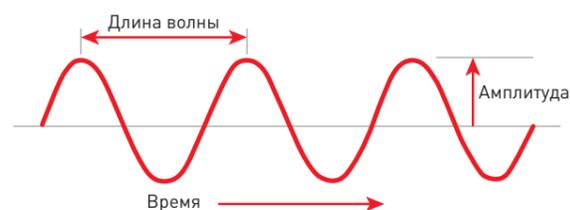


Волновое движение такого рода называется гармоническими или синусоидальными колебаниями, которое описывается следующим образом:

$$x(t) = A \sin(\omega t + \varphi)$$

Простая гармоническая или синусоидальная волна изображена на рисунке (рис. 4):

Рисунок 4. Синусоидальная волна



Длина волны зависит от частоты и скорости звука:

$$\text{Длина волны (м)} = \frac{\text{Скорость волны (м/с)}}{\text{Частота (Гц)}}$$

$$\text{Частота (Гц)} = \frac{\text{Скорость волны (м/с)}}{\text{Длина волны (м)}}$$

Соответственно частота определяется следующим образом:

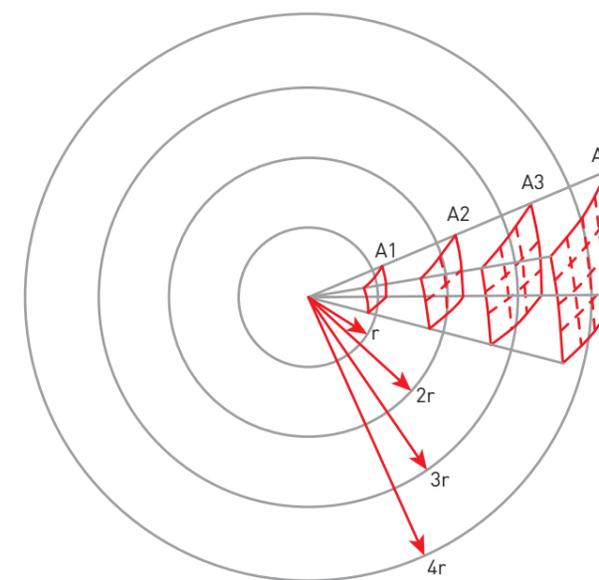
Из этих уравнений видно, что с увеличением частоты длина волны уменьшается.

Таблица 4. Длина волны в зависимости от частоты звука (при температуре воздуха 20 °С)

Частота, Гц	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
Длина волны, м	10,9	5,44	2,74	1,37	0,69	0,34	0,17	0,084	0,043	0,021

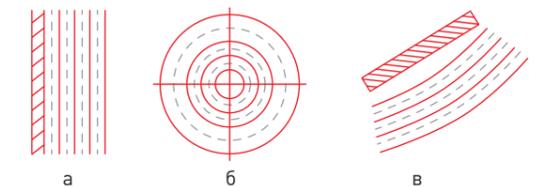
Интенсивность звука снижается по мере увеличения расстояния от источника звука. Если звуковая волна на своем пути не встречает преград, то звук из источника распространяется во всех направлениях. На рисунке (рис. 5) изображен характер изменения интенсивности звука – сила звука остается постоянной, но площадь воздействия увеличивается, именно поэтому в отдельно взятой точке интенсивность звука снижается.

Рисунок 5. Процесс распространения звуковой волны



В зависимости от вида источника звука существует несколько видов звуковых волн: плоские, сферические и цилиндрические.

Рисунок 6. Виды источников звука и схематическое изображение фронта волны



а – протяженная пластина; б – точечный источник; в – линейный источник

Плоские волны при распространении не меняют форму и амплитуду, сферические не меняют форму (амплитуда уменьшается как $1/r$), цилиндрические меняют и форму, и амплитуду (убывает как $\frac{1}{\sqrt{r}}$).

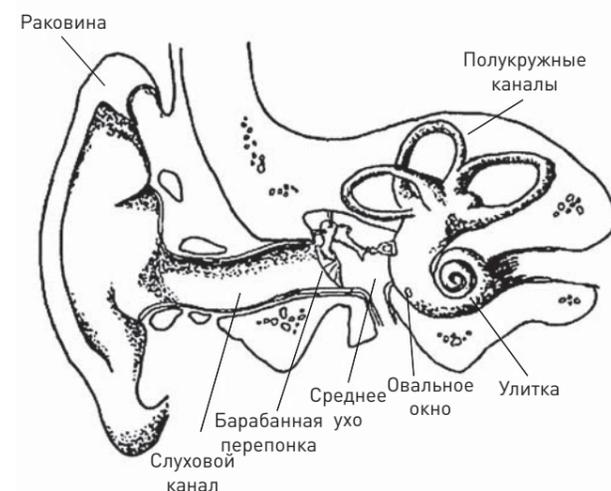
Психоэмоциональная природа звука

Восприятие звука – субъективный процесс, именно поэтому в мире существует множество стилей и разновидностей музыки. Диапазон восприятия звука человеком очень широк, каждый в этом мог убедиться на собственном опыте: когда находишься в тихом помещении, то через некоторое время начинаешь слышать звуки, на которые первоначально не обращаешь внимания: тиканье часов, биение сердца, – и это совершенно не удивительно, если знать, что человеческое ухо способно воспринимать колебания частиц размером 1/10 диаметра молекулы водорода!

К сожалению, в науке нет теории, достоверно объясняющей все аспекты восприятия звука человеком. Вот некоторые из них:

- Струнная теория Гельмгольца;
- Теория бегущей волны Бекеша;
- Микрофонная теория;
- Электромеханическая теория.

Рисунок 7. Структура человеческого уха



В биологии принято разделять человеческое ухо на три части: наружное ухо, среднее ухо и внутреннее ухо. Стоит

отметить, что ухо отвечает в человеческом организме не только за восприятие звуковых импульсов, но и за положение тела в пространстве, а также за способность удерживать равновесие.

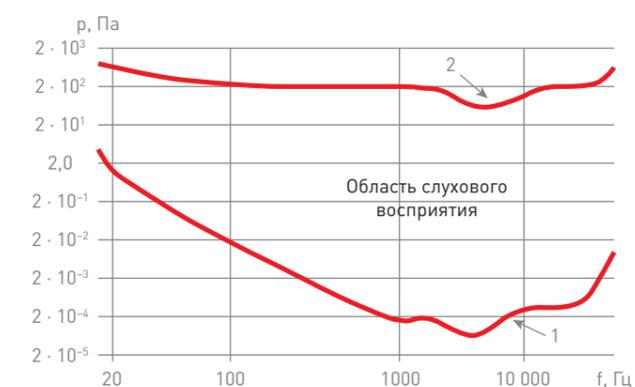
Человек воспринимает звуковые волны в диапазоне от 16 Гц до 20 кГц, упругие волны с частотой ниже называют инфразвуком, а выше – ультразвуком. Считается, что инфразвук негативно влияет на человека, а при длительном воздействии может нанести непоправимый вред его здоровью. Ультразвук используется во многих отраслях науки и техники.



2. Количественная мера звука

Звуковое давление, соответствующее нулевому порогу слышимости человеческого уха на частоте 1000 Гц, равно 2×10^{-5} Па, а максимальное значение звукового давления, которое воспринимает ухо, равно 2×10^3 Па, то есть минимальное и максимальное значение звукового давления отличаются в 100 000 000 раз!

Рисунок 8. Область слухового восприятия человека



1 – порог слышимости, 2 – болевой порог

Легко представить, что математические действия с числами такого порядка будут весьма затруднительны, поэтому основной мерой звука в акустике является децибел (дБ) (отношение двух одноименных физических величин). Для определения уровней звукового давления и уровня звука используется следующая формула:

$$L = 20 * \lg(p / p_0), \text{ дБ,}$$

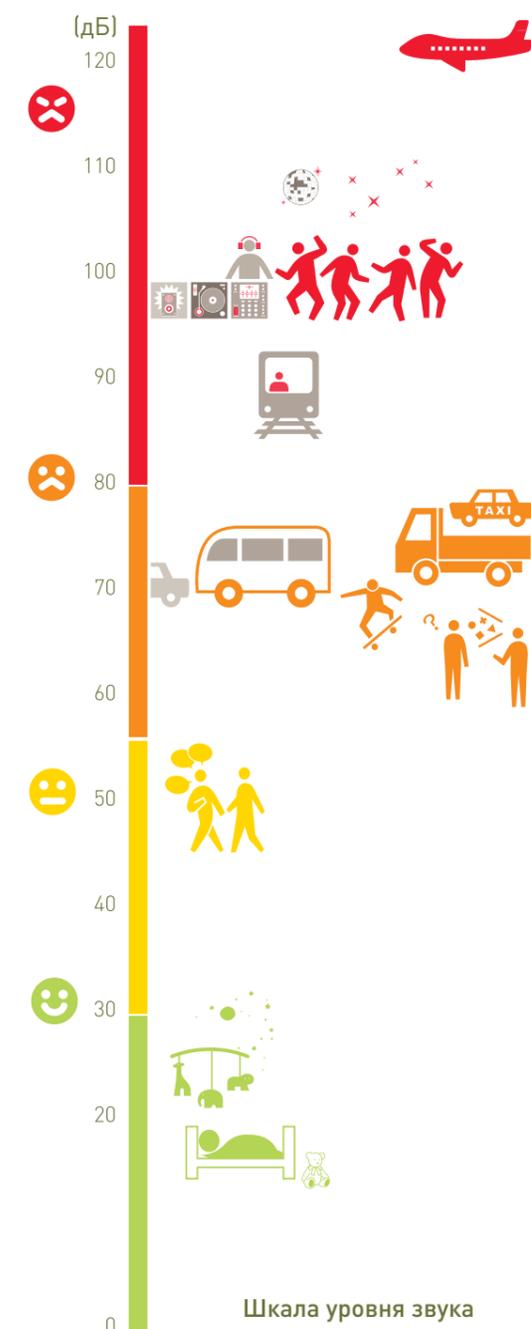
где:

p – среднеквадратичное значение звукового давления, измеряемое в паскалях;

p_0 – нулевой порог слышимости (2×10^{-5} Па).

Система измерения звука в децибелах позволяет легко сравнивать величины звука, соизмеримые с чувствительностью человеческого уха, не используя для этого числа с большим количеством нулей. Область восприятия звука человеком в шкале децибел – от 0 дБ (нулевой порог) до 130–140 дБ (болевой порог).

Рисунок 9. Типичные источники звука, измеренные в децибелах



Шкала уровня звука

Для акустических расчетов достаточно часто используются такие характеристики, как уровни интенсивности и уровни звуковой мощности, которые определяются по формулам:

$$L = 10 \cdot \lg(I / I_0), \text{ дБ,}$$

$$L = 10 \cdot \lg(W / W_0), \text{ дБ,}$$

где:

I и W – среднеквадратичные значения интенсивности и мощности звука; $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м², $W_0 = 10^{-12}$ Вт – значения нулевых порогов, соответственно, интенсивности и мощности звука.

Математические действия с децибелами:

Так как децибел – логарифмическая величина, то арифметические действия с ним имеют свои особенности, например:

$$L_1 + L_2 = 60 \text{ дБ} + 60 \text{ дБ} = 10 \lg(10^{0,1 \cdot 60} + 10^{0,1 \cdot 60}) = 10 \lg(10^6 + 10^6) = 10 \lg(2 \cdot 10^6) = 10 \cdot 6,3 = 63 \text{ дБ}$$

а:

$$L_1 + L_2 = 60 \text{ дБ} + 70 \text{ дБ} = 10 \lg(10^{0,1 \cdot 70} + 10^{0,1 \cdot 60}) = 10 \lg(10^7 + 10^6) = 10 \lg(11 \cdot 10^6) = 10 \cdot 7,04 \approx 70 \text{ дБ}$$

Формула сложения децибел имеет вид:

$$L_1 + L_2 = 10 \lg(10^{0,1 L_1} + 10^{0,1 L_2})$$

Удобно для расчетов использовать следующую таблицу:

Таблица 5. Операции с уровнями звукового давления (УЗД)

Разность УЗД (УЗ) двух складываемых источников дБ (дБА)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Добавка (Δ) к большему УЗД (УЗ), дБ (дБА)		3	2,5	2,1	1,8	1,5	1,2	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4

В реальных условиях создать звук строго определенной частоты могут только специальные приборы – зависимость уровней звукового давления от частоты называют спектром звука. В зависимости от частоты человеческое ухо по-разному воспринимает звук: на высоких частотах звук воспринимается лучше, чем на низких. Поэтому болевой порог на низких частотах выше, чем на высоких. Именно поэтому необходимо знать частотную характеристику звука, которая показывает уровни звука в зависимости от его частоты. В акустике используют восемь диапазонов частот, называемых октавными полосами частот, в составе каждой из которых выделяют три частотных диапазона, которые называют третьоктавными полосами частот, в каждой третьоктавной полосе выбрана среднегеометрическая частота, по которой ведется измерение уровней звукового давления.

Таблица 6. Среднегеометрические и граничные частоты октавных и третьоктавных полос

Среднегеометрические частоты Гц	Граничные частоты для полос, Гц	
	октавных	третьоктавных
50		45–56
63	45–90	56–71
80		71–90
100		90–112
125	90–180	112–140
160		140–180
200		180–224
250	180–355	224–280
315		280–355
400		355–450
500	355–710	450–560
630		560–710
800		710–900
1000	710–1400	900–1120
1250		1120–1400
1600		1400–1800
2000	1400–2800	1800–2240
2500		2240–2800
3150		2800–3540
4000	2800–5600	3540–4500
5000		4500–5600
6300		5600–7100
8000	5600–11200	7100–9000
10000		9000–11200

Для измерений уровней звука в реальных условиях используют специальный прибор – шумомер. Так как чувствительность уха зависит как от частоты, так и от интенсивности звука, поэтому шумомер производит замеры по специальным откорректированным частотным характеристикам А, В, С, D, согласно ГОСТ 17187, обязательной в шумомерах является характеристика А, остальные характеристики являются дополнительными. Таким образом, определение уровня звука в акустике следующее: это энергетическая сумма октавных уровней звукового давления в нормируемом диапазоне частот, откорректированных по частотной характеристике А шумомера по ГОСТ 17187, для ее измерения используется специальная величина дБА.

Рисунок 10. Стандартная частотная характеристика «А» шумомера

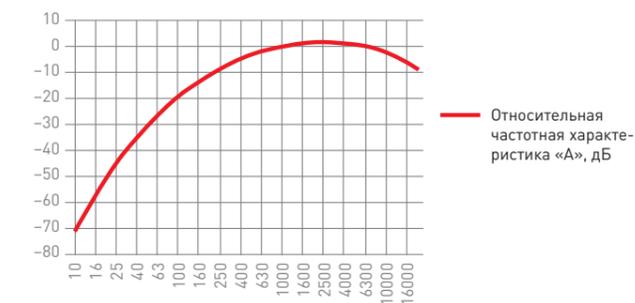


Таблица 7. Стандартная частотная характеристика «А» шумомера

Номинальная частота, Гц	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
Частотная характеристика «А» шумомера, дБ	30,2	26,2	22,5	19,1	16,1	13,4	10,9	8,6	6,6	4,8	3,2	1,9	0,8	0	0,6	1	1,2	1,3	1,2	1	0,5

Таблица 8. Пример определения уровня звука в дБА

Характеристики	Уровни звукового давления (дБ) и поправки в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц							
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000
Измеренная характеристика источника звука	75	65	62	58	55	50	46	40
Стандартная частотная характеристика «А» шумомера	-40	-26	-16	-9	-3	0	+1	+1
Спектр прибора с поправкой на фильтр «А»	35	39	46	49	52	50	47	40
Результаты сложения		41		52		54		48
Уровень звука, L _з , дБА				52		55		57

Рисунок 11. Шумомер



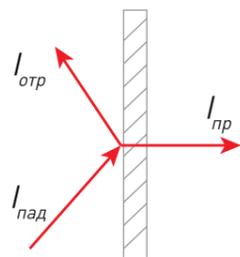
3. Звукоизоляция и звукопоглощение

Представим себе, что звуковая волна падает на бесконечную по размерам преграду – что с ней произойдет?

Очевидно, что часть энергии звуковой волны отразится от преграды, а другая часть пройдет сквозь нее, но если суммировать две эти части, получим, что она меньше, чем количество падающей звуковой энергии:

$$I_{пад} \geq I_{отр} + I_{пр}$$

Рисунок 12. Схема прохождения звука через преграду



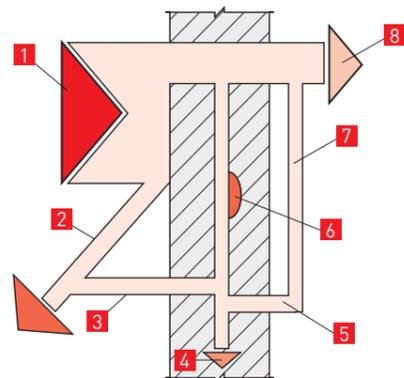
Что же случилось с остальной частью звуковой энергии – ведь мы не зафиксировали звуковой энергии, кроме энергии отраженной и прошедшей звуковой волны? Исходя из закона сохранения энергии можно предположить, что звуковая энергия преобразовалась в энергию другого вида. Если установить высокоточную термопару в толще преграды, можно отследить, что при воздействии звуковой волны температура внутри ограждающей поверхности повышается, а значит, часть звуковой энергии преобразуется в тепловую!

Таким образом, уравнение баланса звуковой энергии будет выглядеть следующим образом:

$$I_{пад} = I_{отр} + I_{пр} + I_{погл}$$

где $I_{пад}$, $I_{отр}$, $I_{пр}$, $I_{погл}$ – интенсивности падающего, поглощенного, отраженного и прошедшего звука, соответственно.

Рисунок 13. Прохождение звука через преграду



1 – падающая на конструкцию звуковая энергия; 2 – отраженная звуковая энергия; 3, 5 – энергия, излучаемая колеблющейся конструкцией в смежные помещения; 4 – энергия структурного шума; 6 – энергия, трансформирующаяся в тепловую; 7 – звуковая энергия, прошедшая через поры и неплотности; 8 – суммарная звуковая энергия, прошедшая через конструкцию

Отношение интенсивности прошедшего звука к интенсивности падающего называется коэффициентом звукопроводности:

$$\tau = \frac{I_{пр}}{I_{пад}}$$

Величина, обратная коэффициенту звукопроводности, называется звукоизоляцией. Звукоизоляция характеризует процесс отражения звука и является мерой звукопроницаемости преграды. Зависимость звукоизоляции от коэффициента звукопроводности записывается следующим образом:

$$R_w = 10 \cdot \lg\left(\frac{1}{\tau}\right)$$

То есть, если какая-либо конструкция обладает показателем 50 дБ, это означает, что интенсивность звука при прохождении через эту преграду снижается в 100 000 раз!

Физический процесс перехода звуковой энергии в тепловую называется звукопоглощением, а мерой его измерения является коэффициент звукопоглощения:

$$\alpha = \frac{I_{погл} + I_{прош}}{I_{пад}}$$

Коэффициент звукопоглощения зависит от свойств материалов – так материалы с большим количеством открытых пор обладают более высоким коэффициентом звукопоглощения, чем материалы с закрытой пористостью. В ГОСТе 23499–2009 вводится понятие индекс звукопоглощения α_w (частотно-независимые значения коэффициентов звукопоглощения, соответствующие величине смещенной нормативной кривой на частоте 500 Гц (среднегеометрической частоте октавной

полосы), в зависимости от величины которого материалу присваивается класс звукопоглощения.

ГОСТ 23499–2009

Таблица 9. Классы звукопоглощения

Класс звукопоглощения	Индекс звукопоглощения α_w
A	0,90; 0,95; 1,00
B	0,80; 0,85
C	0,60; 0,65; 0,70; 0,75
D	0,30; 0,35; 0,40; 0,50; 0,55
E	0,25; 0,20; 0,15

Материалы, обладающие индексом звукопоглощения $\alpha_w \leq 0,2$, в соответствии с ГОСТ 23499–2009, не могут называться звукопоглощающими материалами.

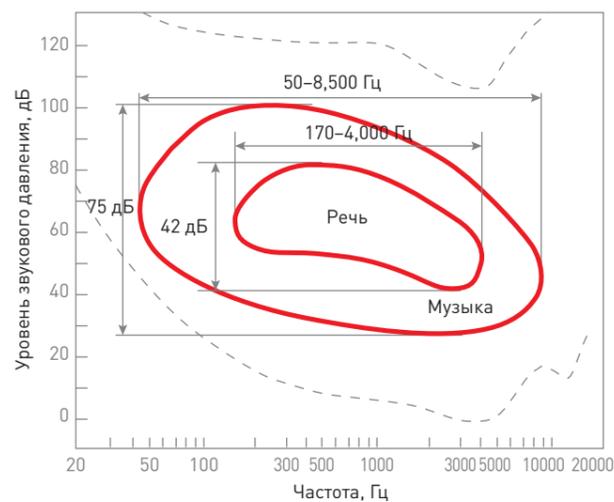


4. Шум. Влияние, способы борьбы

Так как диапазон восприятия звуков у человека очень широк, то часто бывает, что человек слышит звуки, которые мешают и/или раздражают, в акустике такие звуки называют шумом.

Шум – случайное сочетание звуков различной интенсивности и частоты. Интересно, что человеческая речь и музыка занимают не всю часть спектра звуков, воспринимаемых человеком:

Рисунок 14. Спектр музыкального и речевого восприятия человека



В зависимости от местонахождения человека и характера его работы, интенсивности, частотного состава и продолжительности шума, степень его влияния на психическое и физиологическое состояние человека различается.

В ночное время бессонницу и беспокойство может вызвать шум с уровнем 30–40 дБА, а заметную нагрузку на нервную систему и вредное психологическое воздействие на человека, занятого кропотливой умственной работой, оказывает шум 50–60 дБА. При уровне звука до 70 дБА уже могут наблюдаться определенные физиологические реакции и из-

менения в организме, а при 80–90 дБА шум воздействует на слух, вызывая его ухудшение. Дальнейшее увеличение уровня звука может привести к глухоте.

Воздействие шума в течение длительного времени влияет не только на здоровье, но и на работоспособность человека: ухудшается качество восприятия информации, замедляется темп работы, снижается скорость психических реакций. Если шум превышает установленные нормы, то превышение уровня звука на каждые 1–2 дБА снижают производительность труда приблизительно на 1 %.

Реакция на шум зависит от индивидуальных особенностей человека, характера беспокоящего шума (тембр, акустический фон) и, как бы странно это ни звучало, от общественного мнения! Влиянием этих аспектов шума на человека занимается психоакустика.

Физические особенности распространения звука зачастую делают невозможным проводить мероприятия по снижению шума после постройки дома без учета его конструкции, так как они часто касаются в том числе основных вопросов проектирования и строительства зданий.

Для решения возможных проблем с проникновением шума, превышающего допустимые значения, уже на этапе проектирования и перед строительством объекта следует учитывать следующие факторы:

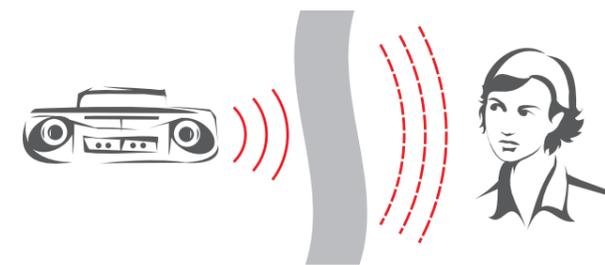
- расположение объекта по отношению к внешним источникам шума (детские площадки, дороги, промышленный и авиационный шум);
- ориентация объекта по отношению к внешним источникам шума;
- расположение помещений (шумные с шумными, тихие с тихими);
- конструктивное исполнение стен и перекрытий (массивные однослойные, легкие многослойные конструкции или их комбинации);
- расположение инженерных сетей и оборудования;

5. Воздушный и структурный шум*

Для обеспечения в помещении требуемых уровней звукового давления ограждающие конструкции должны обладать необходимыми звукоизоляционными характеристиками. В строительной акустике нормируются звукоизоляционные характеристики для двух основных видов шума:

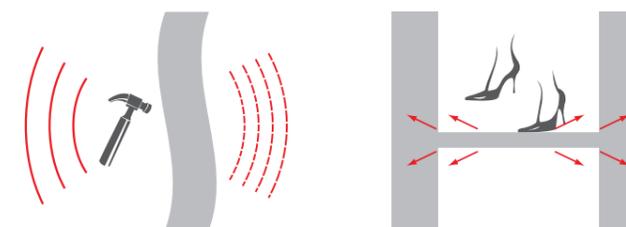
- воздушный шум; звуковые колебания при этом шуме возникают и распространяются в воздухе. К нему относятся человеческая речь, звуки музыкальных инструментов, акустической системы, телевизора;

Рисунок 15. Механизм передачи воздушного шума



- ударный шум; звуковые колебания при этом шуме возникают непосредственно в толще ограждающей конструкции в результате механического воздействия. Он возникает при ударе молотка при забивании гвоздя, при сверлении отверстий в стене, при ходьбе, при хлопанье дверей.

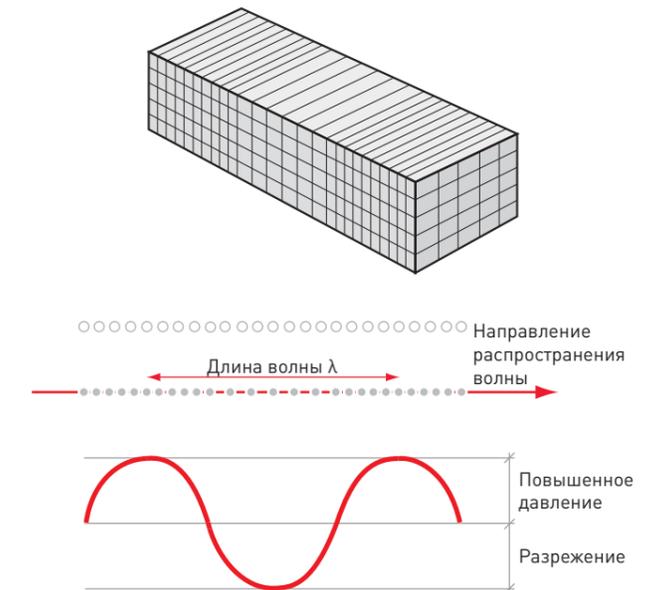
Рисунок 16. Механизм передачи ударного шума



* – ударный шум является частным случаем структурного шума

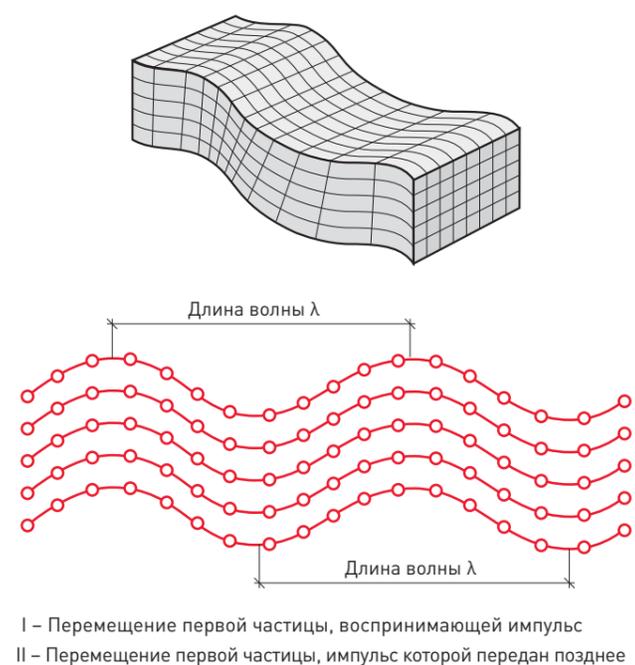
Воздушный шум распространяется следующим образом: источник колебаний – голосовые связки, струны музыкальных инструментов, диффузор громкоговорителя – вызывают колебания частиц воздуха, которые распространяются в виде продольных звуковых волн.

Рисунок 17. Продольная волна. Схема распространения продольной волны в упругой среде



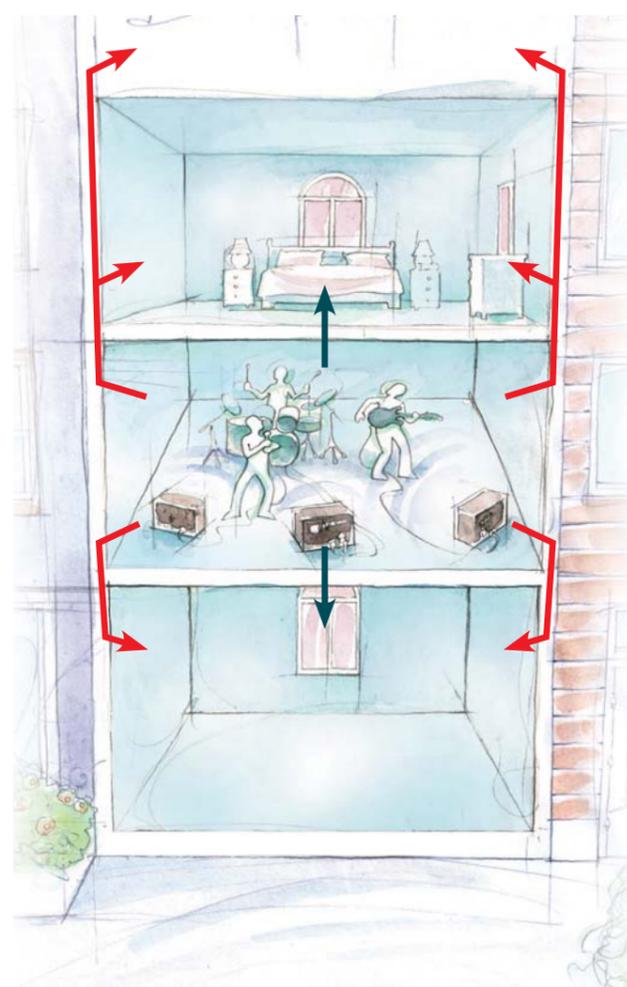
Ударный же шум распространяется за счет того, что механическое воздействие на конструкцию вызывает в ней изгибные колебания, которые приводят в колебательное движение частицы воздуха в смежных помещениях, и человек слышит ударный шум, возникающий на другом этаже. Этот тип шума распространяется на большие расстояния, чем воздушный.

Рисунок 18. Поперечная волна. Схема распространения поперечной волны в упругой среде:



Передача шума в помещение может происходить прямым и косвенным (обходным) путем. Колебания, вызванные воздушным и ударным шумом, распространяются по смежным конструкциям – перегородкам, стенам, перекрытиям, а затем частицам воздуха. В результате распространения структурного шума жители дома могут слышать, как работает перфоратор в квартире, расположенной несколькими этажами выше.

Рисунок 19. Схема распространения шума в здании



→ косвенная передача шума
→ прямая передача шума

Звукоизолирующие преграды, устанавливаемые на пути распространения воздушного шума могут достаточно надежно защищать от него место пребывания человека. Для однослойных массивных ограждений существует зависимость – чем оно массивнее, тем лучше оно изолирует помещение от шума, однако требование рационального расхода ресурсов диктует необходимость развития совре-

менного проектирования звукоизоляции в направлении обеспечения требуемых акустических условий в помещениях за счет регулируемой звукоизоляции ограждений при минимально возможной их массе.

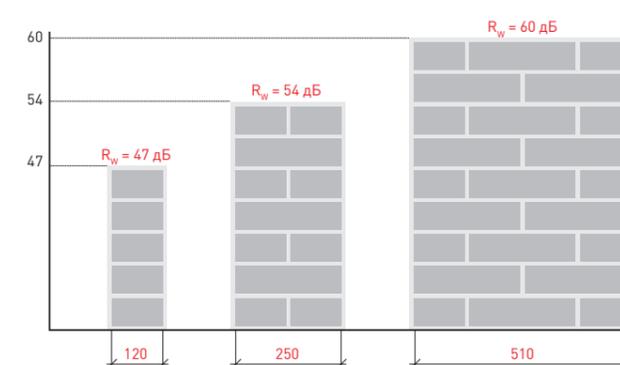
При большой массе однородной конструкции значительная часть звуковой энергии уходит на преодоление внутренних сил трения плотно соприкасающихся частиц, за счет чего звукоизоляция конструкции повышается. На частотах более 100 Гц звукоизоляция подчиняется «закону масс»:

$$R_w = 20 \cdot \lg(m \cdot f) - 47,5,$$

где
m – поверхностная плотность конструкции, кг/м²;
f – частота звука, Гц.

В соответствии с этим законом, удвоение массы конструкции приводит к улучшению звукоизоляции в среднем на 6 дБ.

Рисунок 20. Изменение звукоизоляции кирпичной стены при удвоении ее толщины



В соответствии с СП 23–103–2003, индекс изоляции воздушного шума массивных однослойных стен допускается определять по формуле:

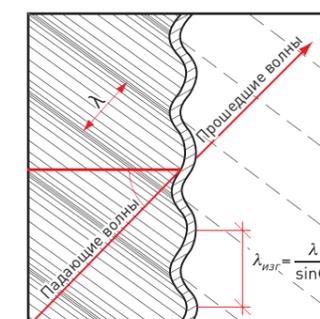
$$R_w = 37 \cdot \lg m + 55 \cdot \lg K - 43,$$

где
m – поверхностная плотность конструкции, кг/м²;
K – коэффициент (по табл. 10–СП 23–103–2003).

С точки зрения передачи звука, различают акустически однородные (однослойные) конструкции и акустически неоднородные (многослойные) конструкции. Однородные конструкции состоят из одного или нескольких слоев, жестко связанных между собой по всей поверхности и колеблющихся как одно целое (оштукатуренные кирпичные стены, плиты перекрытий с покрытием по стяжке линолеумом и др.). Многослойные конструкции состоят из нескольких слоев, не связанных жестко друг с другом, способных колебаться с разными для каждого слоя амплитудами. Звукоизоляционные свойства неоднородных конструкций выше, чем однородных.

Для однослойных конструкций одним из факторов снижения звукоизоляции воздушного шума является явление «волнового совпадения». При возбуждении однослойной конструкции в какой-либо точке под действием источника колебаний, в ней распространяются изгибные волны, скорость которых зависит от толщины, плотности, модуля упругости и частоты возбуждающих колебаний. В звуковой волне, падающей наклонно на конструкцию, чередующиеся области повышенного и пониженного звукового давления вызывают деформацию и изгиб конструкции.

Рисунок 21. Схема возбуждения звуковых колебаний легкой конструкции при косом падении звуковых волн – эффект волнового совпадения



При низких частотах скорость распространения изгибных волн в конструкции меньше скорости звука. При падении звуковой волны под углом θ на определенной частоте f_0 длина изгибной волны $\lambda_{изг}$ в конструкции становится равна проекции звуковой волны на конструкцию. На этой так называемой граничной частоте происходит совпадение волн, в результате интенсивность колебаний конструкции резко возрастает, что приводит к снижению изоляции звука. Это явление называется волновым совпадением, при котором:

$$\lambda_{изг} = \frac{\lambda}{\sin\theta}$$

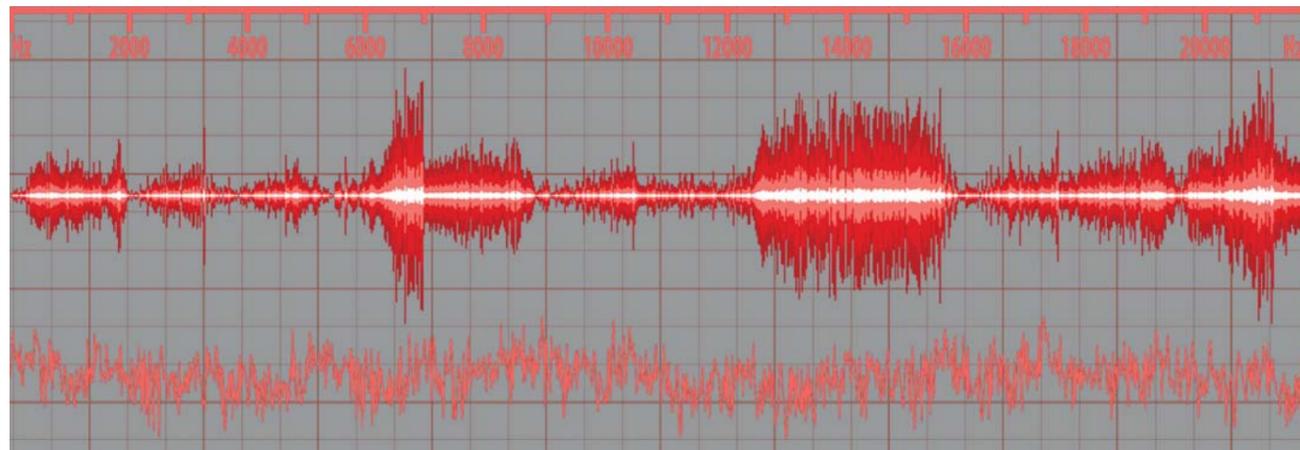
Для оценки звукоизоляционных качеств ограждений необходимо определить его граничную частоту колебаний f_0 , на частотах ниже – ее ограждения обладают низкой звукоизоляцией.

Эффективность звукоизоляции катастрофически падает, если в ограждении есть щели и отверстия: например, если в сплошном массивном металлическом листе сделать 13% (к общей площади) отверстий, то лист пропустит 97% падающего на него звука. Небольшая щель под дверью или неплотно смонтированная электрическая розетка в стене существенно снизят звукоизоляционные свойства любой, даже самой качественной конструкции. Герметичность ограждений – основополагающий фактор защиты от проникновения воздушного шума.

Частота звука, падающего на ограждение, влияет на ее звукоизоляционные свойства. Звуки низкой частоты легче проникают через ограждение, высокой – труднее. При низких частотах звуковое давление воздействует медленнее и легче раскачивает и приводит в колебательное движение ограждение. На высоких – действие звукового давления кратковременно, поэтому преодолеть инерцию и заставить ограждение колебаться – труднее.

Заставить вибрировать твердое тело под действием воздушного шума очень сложно, а вот двигатель, работающий на бетонном перекрытии, офисный принтер, установленный не полу, или же перфоратор, сверлящий отверстие, довольно легко возбуждают колебания в структуре материала. Эти вибрации могут перемещаться на огромные расстояния без больших потерь: например сила звука горизонтальных вибраций в структуре дерева, бетона или кирпича снижается всего на 2 дБ на каждые 30,5 метра длины, а в стали звук движется в 20 раз быстрее при тех же потерях.

Конструкция плиты перекрытия не может обеспечить снижение уровня ударного шума до комфортных для человека значений, поскольку затухание звука в железобетонной плите перекрытия настолько мало, что, даже увеличивая толщину плиты, добиться приемлемых значений излучаемого шума невозможно.



6. Нормирование шума

В соответствии с требованиями СП 51.13330.2011, для жилых и общественных помещений, расположенных на территории жилой застройки, определены предельно допустимые и допустимые уровни звукового давления, дБ

(эквивалентные уровни звукового давления, дБ), а также допустимые эквивалентные и максимальные уровни звука на рабочих местах в производственных и вспомогательных зданиях, на площадках промышленных предприятий.

Таблица 10. Предельно допустимые и допустимые уровни звукового давления, уровни звука, эквивалентные и максимальные уровни звука проникающего шума в помещениях жилых и общественных зданий и шума на территории жилой застройки

Назначение помещений или территорий	Время суток, ч	Уровни звукового давления (эквивалентные уровни звукового давления), дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц										Уровень звука L_A (эквивалентный уровень звука $L_{Aэкв}$), дБА	Максимальный уровень звука L_{Amax} , дБА
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
1. Рабочие помещения административно-управленческого персонала производственных предприятий, лабораторий, помещения для измерительных и аналитических работ	–	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60	75	
2. Рабочие помещения диспетчерских служб, кабины наблюдения и дистанционного управления с речевой связью по телефону, участки точной сборки, телефонные и телеграфные станции	–	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65	80	
3. Помещения лабораторий для проведения экспериментальных работ, кабины наблюдения и дистанционного управления без речевой связи по телефону	–	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75	90	
4. Помещения с постоянными рабочими местами производственных предприятий, территории предприятий с постоянными рабочими местами (за исключением работ, перечисленных в поз. 1–3)	–	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80	95	
5. Палаты больниц и санаториев	7.00–23.00	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50	
	23.00–7.00	69	51	39	31	24	20	17	14	13	25	40	
6. Операционные больницы, кабинеты врачей больниц, поликлиник, санаториев	–	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50	
7. Классные помещения, учебные кабинеты, аудитории учебных заведений, конференц-залы, читальные залы библиотек, зрительные залы клубов, залы судебных заседаний, культовые здания, зрительные залы клубов с обычным оборудованием	–	79	63	52	45	39	35	32	30	28	40	55	
8. Музыкальные классы	–	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50	

9. Жилые комнаты квартир	7.00-23.00	79	63	52	45	39	35	32	30	28	40	55
	23.00-7.00	72	55	44	35	29	25	22	20	18	30	45
10. Жилые комнаты общежитий	7.00-23.00	83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60
	23.00-7.00	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
11. Номера гостиниц:												
гостиницы, имеющие по международной классификации пять и четыре звезды	7.00-23.00	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
	23.00-7.00	69	51	39	31	24	20	17	14	13	25	40
гостиницы, имеющие по международной классификации три звезды	7.00-23.00	79	63	52	45	39	35	32	30	28	40	55
	23.00-7.00	72	55	44	35	29	25	22	20	18	30	45
гостиницы, имеющие по международной классификации менее трех звезд	7.00-23.00	83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60
	23.00-7.00	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
12. Жилые помещения домов отдыха, пансионатов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, спальные помещения детских дошкольных учреждений и школ-интернатов	7.00-23.00	79	63	52	45	39	35	32	30	28	40	55
	23.00-7.00	72	55	44	35	29	25	22	20	18	30	45
13. Помещения офисов, рабочие помещения и кабинеты административных зданий, конструкторских, проектных и научно-исследовательских организаций												
	-	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50	65
14. Залы кафе, ресторанов												
	-	89	75	66	59	54	50	47	45	43	55	70
15. Фойе театров и концертных залов												
	-	83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	*
16. Зрительные залы театров и концертных залов												
	-	72	55	44	35	29	25	22	20	18	30	*
17. Многоцелевые залы												
	-	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	*
18. Кинотеатры с оборудованием «Долби»												
	-	72	55	44	35	29	25	22	20	18	30	45
19. Спортивные залы												
	-	83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	*
20. Торговые залы магазинов, пассажирские залы вокзалов и аэровокзалов												
	-	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60	75
21. Территории, непосредственно прилегающие к зданиям больниц и санаториев	7.00-23.00	83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60
	23.00-7.00	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
22. Территории, непосредственно прилегающие к жилым зданиям, домам отдыха, домам-интернатам для престарелых и инвалидов	7.00-23.00	90	75	66	59	54	50	47	45	44	55	70
	23.00-7.00	83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60
23. Территории, непосредственно прилегающие к зданиям поликлиник, школ и других учебных заведений, детских дошкольных учреждений, площадки отдыха микрорайонов и групп жилых домов												
		90	75	66	59	54	50	47	45	44	55	70

* Максимальные уровни звука в данных помещениях не нормируются.

Примечания:

1. Допустимые уровни шума в помещениях, приведенные в поз. 1, 5-13, относятся только к шуму, проникающему из других помещений и извне.
2. Допустимые уровни шума от внешних источников в помещениях, приведенные в поз. 5-12, установлены при условии обеспечения нормативного воздухообмена, т.е. при отсутствии принудительной системы вентиляции или кондиционирования воздуха, – должны выполняться при условии открытых форточек или иных устройств, обеспечивающих приток воздуха. При наличии систем принудительной вентиляции или кондиционирования воздуха, обеспечивающих нормативный воздухообмен, допустимые уровни внешнего шума у зданий (15-17) могут быть увеличены из расчета обеспечения допустимых уровней в помещениях при закрытых окнах.
3. Допустимые уровни шума от оборудования систем вентиляции, кондиционирования воздуха и воздушного отопления, а также от насосов систем отопления и водоснабжения и холодильных установок встроенных (пристроенных) предприятий торговли и общественного питания следует принимать на 5 дБ (дБА) ниже значений, указанных в таблице 1, за исключением поз. 9-12 (для ночного времени суток). При этом поправку на тональность шума не учитывают.

Также СП 51.13330.2011 предъявляет требования к значениям индексов изоляции воздушного шума ограждающих конструкций и индексов приведенного уровня ударного шума для перекрытий.

Таблица 11. Требуемые нормативные индексы изоляции воздушного шума ограждающих конструкций и приведенные уровни ударного шума перекрытий при передаче звука сверху вниз

Наименование и расположение ограждающей конструкции	R_w , дБ	L_{pw} , дБ*
Жилые здания		
1. Перекрытия между помещениями квартир и перекрытия, отделяющие помещения квартир от холлов, лестничных клеток и используемых чердачных помещений	52	60
2. Перекрытия между помещениями квартир и расположенными под ними магазинами	55	60
3. Перекрытия между комнатами в квартире в двух уровнях	45	63
4. Перекрытия между жилыми помещениями общежитий	50	60
5. Перекрытия между помещениями квартиры и расположенными под ними ресторанами, кафе, спортивными залами	57	63**
6. Перекрытия между помещениями квартиры и расположенными под ними административными помещениями, офисами	52	63
7. Стены и перегородки между квартирами, между помещениями квартир и офисами; между помещениями квартир и лестничными клетками, холлами, коридорами, вестибюлями	52	-
8. Стены между помещениями квартир и магазинами	55	-
9. Стены и перегородки, отделяющие помещения квартир от ресторанов, кафе, спортивных залов	57	-
10. Перегородки без дверей между комнатами, между кухней и комнатой в квартире	43	-
11. Перегородки между санузелом и комнатой одной квартиры	47	-
12. Стены и перегородки между комнатами общежитий	50	-
13. Входные двери квартир, выходящие на лестничные клетки, в вестибюли и коридоры	32	-
Гостиницы		
14. Перекрытия между номерами:		
- гостиницы, имеющие по международной классификации пять и четыре звезды	53	55
- гостиницы, имеющие по международной классификации три звезды	51	58
- гостиницы, имеющие по международной классификации менее трех звезд	50	60
15. Перекрытия, отделяющие номера от помещений общего пользования (вестибюли, холлы, буфеты):		
- гостиницы, имеющие по международной классификации пять и четыре звезды	53	55
- гостиницы, имеющие по международной классификации три звезды и менее	51	58

16. Перекрытия, отделяющие номера от помещений ресторанов, кафе:		
– гостиницы, имеющие по международной классификации пять и четыре звезды	60	58
– гостиницы, имеющие по международной классификации три звезды и менее	57	60
17. Стены и перегородки между номерами:		
– гостиницы, имеющие по международной классификации пять и четыре звезды	53	–
– гостиницы, имеющие по международной классификации три звезды	51	–
– гостиницы, имеющие по международной классификации менее трех звезд	50	–
18. Стены и перегородки, отделяющие номера от помещений общего пользования (лестничные клетки, вестибюли, холлы, буфеты):		
– гостиницы, имеющие по международной классификации пять и четыре звезды	53	–
– гостиницы, имеющие по международной классификации три звезды и менее	51	–
19. Стены и перегородки, отделяющие номера от ресторанов, кафе:		
– гостиницы, имеющие по международной классификации пять и четыре звезды	60	–
– гостиницы, имеющие по международной классификации три звезды и менее	57	–
Административные здания, офисы		
20. Перекрытия между рабочими комнатами, кабинетами, секретариатами и отделяющие эти помещения от помещений общего пользования (вестибюли, холлы)	45	63
21. Стены и перегородки между кабинетами и отделяющие кабинеты от рабочих комнат	45	–
22. Стены и перегородки между офисами различных фирм, между кабинетами различных фирм	48	–
Больницы и санатории		
23. Перекрытия между палатами, кабинетами врачей	48	60
24. Перекрытия между операционными и отделяющие операционные от палат и кабинетов	54	60
25. Перекрытия, отделяющие палаты, кабинеты врачей от помещений общего пользования (вестибюли, холлы)	50	63
26. Перекрытия, отделяющие палаты, кабинеты врачей от столовых, кухонь	54	63
27. Стены и перегородки между палатами, кабинетами врачей	48	–
28. Стены и перегородки между операционными и отделяющие операционные от других помещений	54	–
Учебные заведения		
29. Перекрытия между классами, кабинетами, аудиториями и отделяющие эти помещения от помещений общего пользования (коридоры, вестибюли, холлы)	47	63
30. Перекрытия между музыкальными классами средних учебных заведений	55	58
31. Перекрытия между музыкальными классами высших учебных заведений	57	55
32. Стены и перегородки между классами, кабинетами и аудиториями и отделяющие эти помещения от помещений общего пользования	48	–
33. Стены и перегородки между музыкальными классами средних учебных заведений и отделяющие эти помещения от помещений общего пользования	55	–
34. Стены и перегородки между музыкальными классами высших учебных заведений	57	–
Детские дошкольные учреждения		
35. Перекрытия между групповыми комнатами, спальнями	47	63
36. Перекрытия, отделяющие групповые комнаты, спальни от кухонь	51	63
37. Стены и перегородки между групповыми комнатами, спальнями и между другими детскими комнатами	47	–
38. Стены и перегородки, отделяющие групповые комнаты, спальни от кухонь	52	–

* Требования относятся также к передаче ударного шума в защищаемое от шума помещение при ударном воздействии на пол лестничной площадки и лестничный марш в помещении лестничной клетки (в том числе и находящейся на том же этаже).

** При использовании в указанных помещениях громкой музыки необходимо выполнение акустического расчета требуемой звукоизоляции.

Определение индекса изоляции воздушного шума ограждающей конструкции происходит путем сравнения ее частотной характеристики (полученной или измеренной) с нормативным спектром.

Для определения индекса изоляции воздушного шума R_w необходимо определить сумму неблагоприятных отклонений данной частотной характеристики от нормативного спектра.

Неблагоприятными считают отклонения вниз от нормативного спектра.

Если сумма неблагоприятных отклонений максимально приближается к 32 дБ, но не превышает эту величину, величина индекса R_w составляет 52 дБ.

Таблица 12. Нормативный спектр изоляции воздушного шума

Среднегеометрические частоты третьоктавных полос, Гц	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
Изоляция воздушного шума R , дБ	33	36	39	42	45	48	51	52	53	54	55	56	56	56	56	56

Определение индекса приведенного уровня ударного шума происходит путем сравнения ее частотной характеристики (полученной или измеренной) с нормативным спектром.

Для вычисления индекса L_{nw} необходимо определить сумму неблагоприятных отклонений данной частотной характеристики от нормативного спектра. Неблагоприятными считают отклонения вверх от нормативного спектра.

Если сумма неблагоприятных отклонений максимально приближается к 32 дБ, но не превышает эту величину, то величина индекса L_{nw} составляет 60 дБ.

Если сумма неблагоприятных отклонений превышает 32 дБ, нормативный спектр смещается вверх (на целое число

Если сумма неблагоприятных отклонений превышает 32 дБ, нормативный спектр смещается вниз на целое число децибел так, чтобы сумма неблагоприятных отклонений не превышала указанную величину.

Если сумма неблагоприятных отклонений значительно меньше 32 дБ или неблагоприятные отклонения отсутствуют, нормативный спектр смещается вверх на целое число децибел так, чтобы сумма неблагоприятных отклонений от смещенного нормативного спектра максимально приближалась к 32 дБ, но не превышала эту величину.

За величину индекса R_w принимают ординату смещенного вверх или вниз нормативного спектра в третьоктавной полосе со среднегеометрической частотой 500 Гц.

децибел) так, чтобы сумма неблагоприятных отклонений от смещенного нормативного спектра не превышала указанную величину.

Если сумма неблагоприятных отклонений значительно меньше 32 дБ или неблагоприятные отклонения отсутствуют, нормативный спектр смещается вниз (на целое число децибел) так, чтобы сумма неблагоприятных отклонений от смещенного нормативного спектра максимально приближалась к 32 дБ, но не превышала эту величину.

За величину индекса L_{nw} принимают ординату смещенного вверх или вниз нормативного спектра в третьоктавной полосе со среднегеометрической частотой 500 Гц.

Таблица 13. Нормативный спектр приведенного уровня ударного шума

Среднегеометрические частоты третьоктавных полос, Гц	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
Приведенный уровень ударного шума L_n , дБ	62	62	62	62	62	62	61	60	59	58	57	54	51	48	45	42

7. Конструкции с использованием каменной ваты, увеличивающие изоляцию воздушного шума

7.1. Звукопоглощающие плиты АКУСТИК БАТТС и АКУСТИК БАТТС ПРО

Звукопоглощающие плиты АКУСТИК БАТТС и АКУСТИК БАТТС ПРО, изготовленные из каменной ваты ROCKWOOL, разработаны специально для использования в конструкциях, к которым предъявляются высокие требования к характеристикам звукоизоляции.

Плиты АКУСТИК БАТТС предназначены для применения в межкомнатных перегородках, межквартирных стенах, междуэтажных перекрытиях.

Плиты АКУСТИК БАТТС ПРО предназначены для применения в конструкциях перегородок в зданиях с повышенными требованиями к изоляции от воздушного шума, таких как общественные здания, офисы, студии, кинотеатры и т.д.

Рисунок 22. Плиты АКУСТИК БАТТС



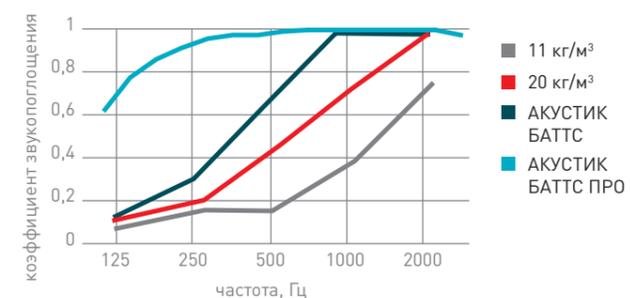
Основные технические характеристики звукопоглощающих плит АКУСТИК БАТТС:

	АКУСТИК БАТ	АКУСТИК БАТТС ПРО
■ Плотность	45 кг/м ³	60 кг/м ³
■ Размер плит	1000 × 600 мм	1000 × 600 мм
■ Сжимаемость	не более 12 %	
■ Водопоглощение	не более 1 кг/м ²	не более 1 кг/м ²
■ Класс пожарной опасности	КМ0	КМ0

Структура материала плит АКУСТИК БАТТС и АКУСТИК БАТТС ПРО обеспечивает их высокие звукопоглощающие свойства. Плиты состоят из тончайших волокон, переплетенных друг с другом в различных направлениях и образующих многочисленные мельчайшие воздушные полости, сообщающиеся между собой. Степень открытости пор плит АКУСТИК БАТТС и АКУСТИК БАТТС ПРО составляет $\epsilon \approx 1$, данный параметр наряду с плотностью материала и диаметром его волокна напрямую влияет на его звукопоглощающие свойства. Правильно подобранное соотношение между толщиной волокна и его количеством в плите (плотностью) позволяет производить материал с требуемыми акустическими характеристиками.

Плотность материала плит АКУСТИК БАТТС и АКУСТИК БАТТС ПРО подобрана в соответствии с исследованиями, которые показали, что оптимальными для волокнистого звукопоглощающего материала является плотности 45 кг/м³ и 60 кг/м³ в зависимости от типа помещений, которые разделяет перегородка. При этом плиты АКУСТИК БАТТС ПРО обладают более высокими характеристиками на низких частотах. У материалов с меньшей плотностью значение коэффициентов звукопоглощения в области низких и средних частот заметно ниже, а значительное увеличение плотности ведет к снижению упругих свойств материала, что отрицательно влияет на звукоизоляционные характеристики конструкции.

Рисунок 23. Зависимость звукопоглощающих свойств волокнистых материалов от плотности



За счет большого количества сквозных пор и каналов плиты АКУСТИК БАТТС и АКУСТИК БАТТС ПРО имеют значительную площадь поверхности внутренних пор, в которых за счет вязкости воздуха и трения его частиц о поверхность волокон, образующих стенки капилляров, происходит интенсивное преобразование звуковой энергии в тепловую, что определяет хорошие акустические свойства материала.

Рисунок 24. Частотные характеристики реверберационных коэффициентов звукопоглощения плит АКУСТИК БАТТС

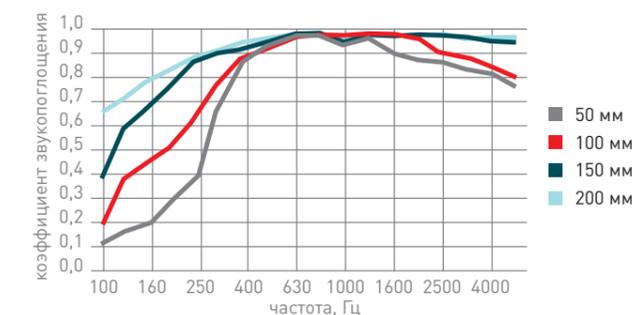


Рисунок 25. Частотные характеристики АКУСТИК БАТТС ПРО

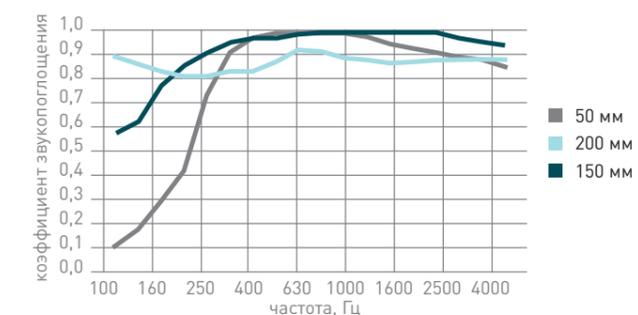


Таблица 14. Индексы и класс звукопоглощения плит АКУСТИК БАТТС и АКУСТИК БАТТС ПРО

Толщина	Материал	Индекс звукопоглощения, α_w	Присвоенный класс
50	Акустик Баттс	0,7	C
	Акустик Баттс Про	0,9	A
	Акустик Баттс Про кашированный стеклохолстом	0,95	A
100	Акустик Баттс	0,9	A
	Акустик Баттс Про	1,0	A
200	Акустик Баттс	1,0	A
	Акустик Баттс Про	0,9	A

Кроме звукозащитных свойств, структура плит АКУСТИК БАТТС и АКУСТИК БАТТС ПРО обеспечивает отличные теплозащитные характеристики материала. Их низкий коэффициент теплопроводности позволяет достигать высоких показателей термического сопротивления при использовании слоя теплоизоляции незначительной толщины.

Благодаря переплетенным волокнам и высокой плотности плиты АКУСТИК БАТТС и АКУСТИК БАТТС ПРО имеют высокую сопротивляемость механическим воздействиям и малую сжимаемость, поэтому в процессе эксплуатации плиты не деформируются и не уплотняются, а толщина материала не меняется. Поэтому с течением времени их звукоизоляционные и теплозащитные характеристики конструкций, в которых они установлены, не ухудшаются.

Коэффициент теплопроводности воды в 20 раз больше, чем воздуха, а скорость распространения звука выше почти в 4 раза. Попадая в материал с открытой пористостью, влага заполняет воздушные поры, вследствие чего он становится более тяжелым, ухудшаются его упругие качества, снижаются теплозащитные и звукоизоляционные свойства материала.

Поэтому для производства плит АКУСТИК БАТТС и АКУСТИК БАТТС ПРО используется гидрофобизированная каменная вата. За счет этого материал практически не впитывает в себя влагу, имея ничтожно малое водопоглощение. Влага, попадающая на поверхность плиты, не проникает в массу материала и не впитывается. Благодаря

этому материал остается сухим и сохраняет высокие изоляционные характеристики в течение длительного периода эксплуатации.

С плитами АКУСТИК БАТТС и АКУСТИК БАТТС ПРО удобно в работе: их можно переносить и поднимать на нужную высоту вручную, они легко режутся ножом и ножовкой, им можно придать необходимые размеры, контуры, форму, установить вплотную к строительным конструкциям и друг к другу без образования щелей.

Каркасные перегородки

Как уже говорилось выше, массивные конструкции обладают хорошими звукоизоляционными характеристиками, но требование рационального расхода материалов и повышение стоимости квадратного метра жилого помещения сделали каркасные перегородки наиболее распространенной стеновой конструкцией, решающей проблемы звукоизоляции.

Каркасные перегородки, обладая небольшой массой – 28–49 кг/м², в то же время обеспечивают хорошую звукоизоляцию помещений. Наибольшее распространение получили перегородки из гипсокартонных листов на металлическом или деревянном каркасе. Они применяются в качестве легких внутренних ограждающих конструкций в жилых, общественных и промышленных зданиях для помещений с температурой внутреннего воздуха не менее 15 °С. Гипсокартонные перегородки могут использоваться в помещениях с сухим, нормальным, а также влажным и мокрым режимом эксплуатации с влажностью воздуха до 90 %, в этом случае для обшивки должны применяться влагостойкие гипсокартонные листы, установленные в два слоя, а в зоне возможного попадания воды поверхность гипсокартонных листов должна быть защищена от воды специальными гидроизоляционными составами и покрыта керамической плиткой.

Каркас перегородок выполняется из гнутых оцинкованных стальных профилей (стоек), установленных в один или два ряда между верхними и нижними направляющими. Также в качестве стоек каркаса могут использоваться деревянные бруски. Как правило, стойки устанавливаются с шагом 600 мм. Размеры элементов выбираются таким образом, чтобы обе-

спечить плотную без зазоров стыковку горизонтальных и вертикальных профилей. Обшивка перегородок выполняется из гипсокартонных или гипсоволокнистых листов, установленных с каждой стороны каркаса в один или несколько слоев.

Хорошие звукоизоляционные качества перегородок обеспечиваются заполнением воздушной полости между листами обшивки плитами АКУСТИК БАТТС или АКУСТИК БАТТС ПРО. Упругость плит позволяет устанавливать их враспор между стойками, таким образом материал вплотную прилегает к несущим элементам перегородок, исключая появление тончайших зазоров и щелей между звукоизоляционными плитами и профилями перегородок, что является одним из основных условий обеспечения хорошей звукозащиты помещений.

Рисунок 26. Установка АКУСТИК БАТТС в перегородку



Высокие звукоизоляционные характеристики каркасных перегородок, несмотря на их относительно невысокий вес, достигаются за счет устройства многослойной конструкции, в которой воздушный промежуток между обшивками заполняется плитами АКУСТИК БАТТС или АКУСТИК БАТТС ПРО, за счет чего колебания от слоя к слою происходят с меньшей интенсивностью. При падении на перегородку звуковой волны часть звуковой энергии уходит на преодоление сопротивления изгибу гипсокартонных листов, а затем значительная часть энергии теряется при прохождении звуковой волны через плиты каменной ваты ROCKWOOL.

Ослабленная звуковая волна, достигнув другой стороны обшивки, снова теряет энергию, вызывая вынужденные колебания гипсокартонного листа.

Таблица 15. Звукоизоляционные характеристики каркасно-обшивных перегородок с обшивкой из гипсокартонных листов по металлическому каркасу (по результатам испытаний НИИСФ)

Ширина металлического профиля, мм	Индекс изоляции воздушного шума R_w , дБ			
	Один слой обшивки с каждой стороны	Два слоя обшивки с каждой стороны	Два слоя обшивки с каждой стороны	Два слоя обшивки с каждой стороны
50	43	49	57	58
75	44	54	57	59
	45	51	59	59
100	48	55	59	60
	50	56		
	51	57		

Таблица 16. Звукоизоляционные характеристики каркасно-обшивных перегородок с обшивкой из гипсокартонных листов по металлическому каркасу с применением плит АКУСТИК БАТТС ПРО (по результатам измерений НИИСФ)

Ширина металлического профиля, мм	Индекс изоляции воздушного шума R_w , дБ			
	Один слой обшивки с каждой стороны	Два слоя обшивки с каждой стороны	Один слой обшивки с каждой стороны	Два слоя обшивки с каждой стороны
50	44	51	53	
100			56	59

Звукоизоляция перегородки Тип 1

Перегородки данного типа состоят из металлических направляющих и стеновых профилей, между которыми установлены звукоизоляционные плиты ROCKWOOL, каркас обшит листами гипсокартона толщиной 12,5 мм по одному с каждой стороны.

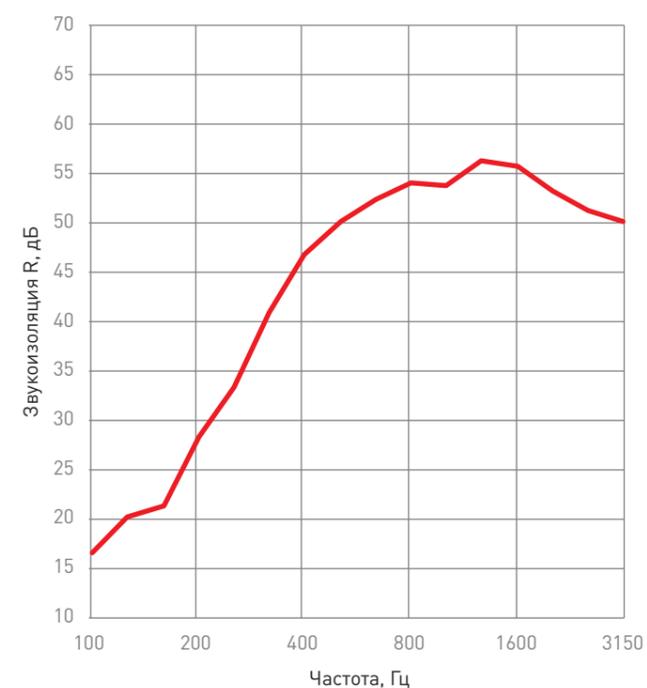
Рисунок 27. Перегородка Тип 1



Конструкция перегородки Тип 1.1

Металлический профиль ПС 50/50, плита АКУСТИК БАТТС плотностью 45 кг/м³ и толщиной 50 мм, гипсокартонные листы толщиной 12,5 мм по 1 с каждой стороны.

Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
100	16,7
125	20,2
160	21,4
200	28,3
250	33,2
315	40,7
400	46,7
500	50,1
630	52,3
800	54
1000	53,6
1250	56,3
1600	55,6
2000	53
2500	51,1
3150	50,1

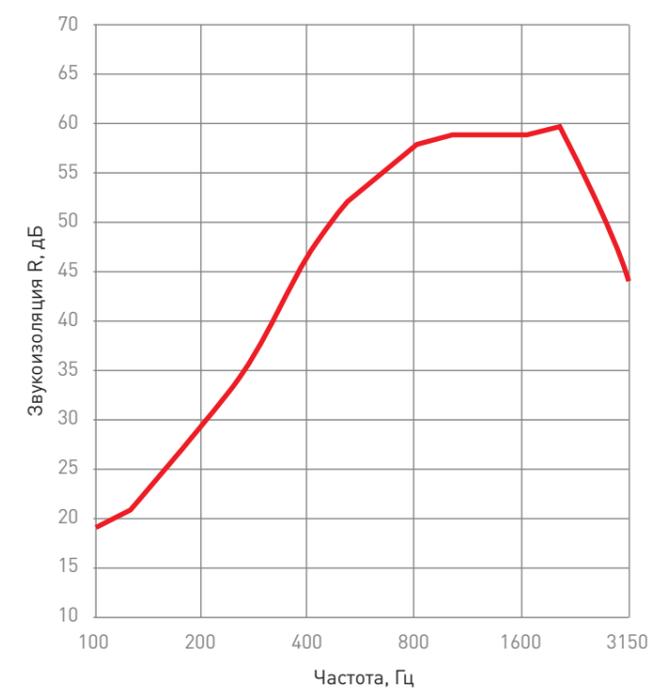


Индекс изоляции $R_w = 43$ дБ.
Поверхностная плотность 22 кг/м², общая толщина 75 мм.

Конструкция перегородки Тип 1.2

Металлический профиль ПС 50/50, плита АКУСТИК БАТТС ПРО плотностью 60 кг/м³ и толщиной 50 мм, гипсокартонные листы толщиной 12,5 мм по 1 с каждой стороны.

Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
100	19
125	21
160	26
200	30
250	34
315	40
400	47
500	52
630	55
800	58
1000	59
1250	59
1600	59
2000	60
2500	53
3150	44

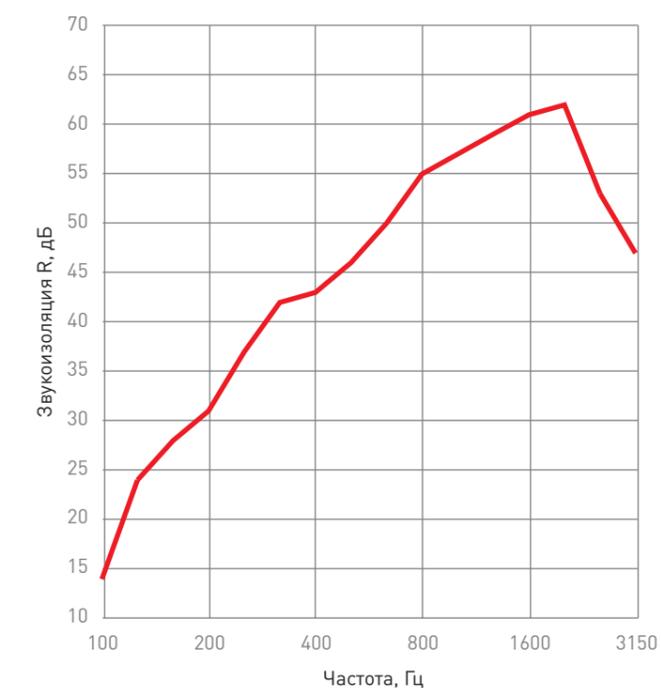


Индекс изоляции $R_w = 44$ дБ.
Поверхностная плотность 24 кг/м², общая толщина 75 мм.

Конструкция перегородки Тип 1.3

Металлический профиль ПС 75/50, плита АКУСТИК БАТТС плотностью 45 кг/м³ и толщиной 75 мм, гипсокартонные листы толщиной 12,5 мм по 1 с каждой стороны.

Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
100	14
125	24
160	28
200	31
250	37
315	42
400	43
500	46
630	50
800	55
1000	57
1250	59
1600	61
2000	62
2500	53
3150	47

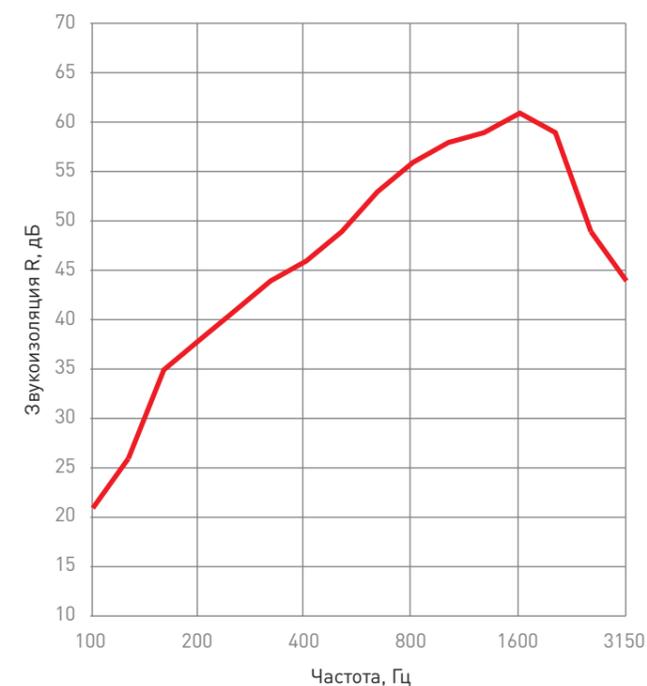


Индекс изоляции $R_w = 45$ дБ.
Поверхностная плотность 22 кг/м², общая толщина 100 мм.

Конструкция перегородки Тип 1.4

Металлический профиль ПС 100/50, плита АКУСТИК БАТТС плотностью 45 кг/м³ и толщиной 50 мм, гипсокартонные листы толщиной 12,5 мм по 1 с каждой стороны.

Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
100	21
125	26
160	35
200	38
250	41
315	44
400	46
500	49
630	53
800	56
1000	58
1250	59
1600	61
2000	59
2500	49
3150	44



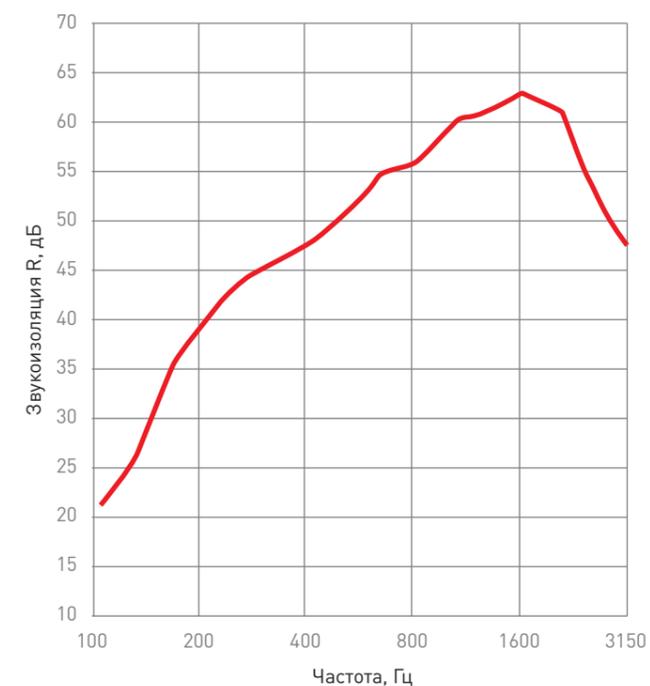
Индекс изоляции $R_w = 48$ дБ.

Поверхностная плотность 23 кг/м², общая толщина 100 мм.

Конструкция перегородки Тип 1.5

Металлический профиль ПС 100/50, плита АКУСТИК БАТТС плотностью 45 кг/м³ и толщиной 75 мм, гипсокартонные листы толщиной 12,5 мм по 1 с каждой стороны.

Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
100	21
125	26
160	35
200	40
250	44
315	46
400	48
500	51
630	55
800	56
1000	60
1250	61
1600	63
2000	61
2500	52
3150	47



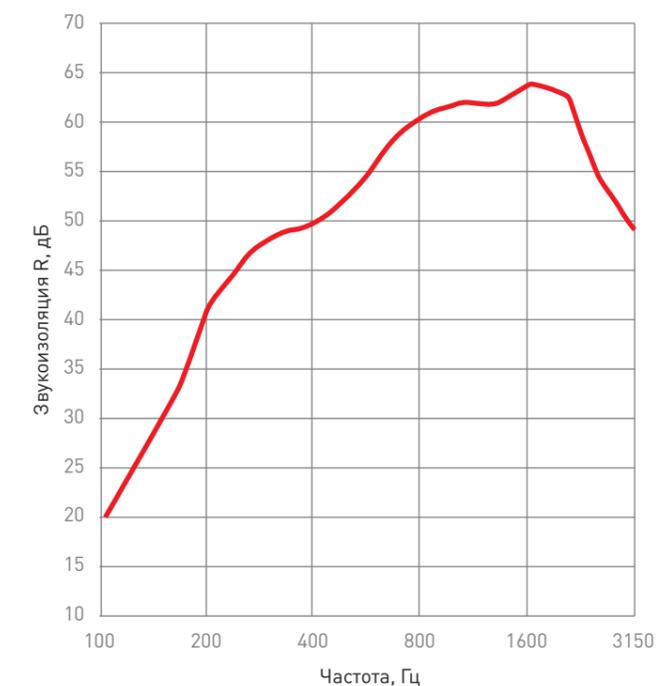
Индекс изоляции $R_w = 50$ дБ.

Поверхностная плотность 23 кг/м², общая толщина 125 мм.

Конструкция перегородки Тип 1.6

Металлический профиль ПС 100/50, плита АКУСТИК БАТТС плотностью 45 кг/м³ и толщиной 100 мм, гипсокартонные листы толщиной 12,5 мм по 1 с каждой стороны.

Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
100	20
125	26
160	33
200	42
250	47
315	49
400	50
500	53
630	58
800	61
1000	62
1250	62
1600	64
2000	63
2500	54
3150	49



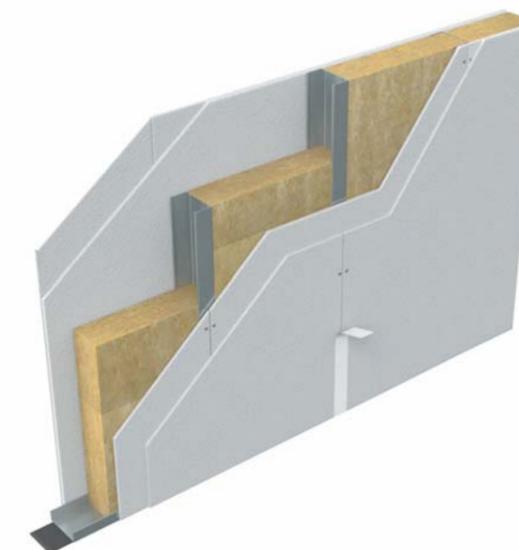
Индекс изоляции $R_w = 51$ дБ.

Поверхностная плотность 24 кг/м², общая толщина 125 мм.

Звукоизоляция перегородки Тип 2

Перегородки данного типа состоят из металлических направляющих и стеновых профилей, между которыми установлены звукоизоляционные плиты ROCKWOOL, каркас обшит листами гипсокартона толщиной 12,5 мм по два с каждой стороны.

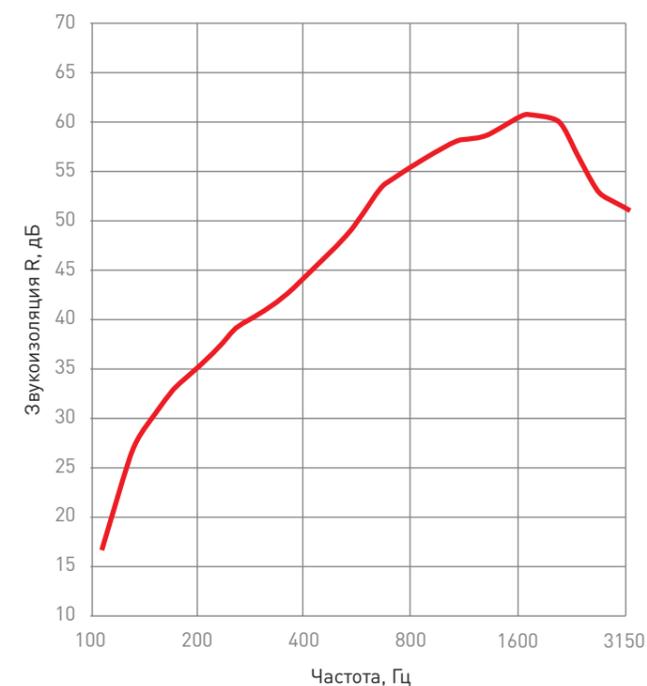
Рисунок 28. Перегородка Тип 2



Конструкция перегородки Тип 2.1

Металлический профиль ПС 50/50, плита АКУСТИК БАТТС плотностью 45 кг/м³ и толщиной 50 мм, гипсокартонные листы толщиной 12,5 мм по 2 с каждой стороны.

Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
100	17
125	28
160	33
200	36
250	40
315	42
400	45
500	49
630	54
800	56
1000	58
1250	59
1600	61
2000	60
2500	53
3150	51

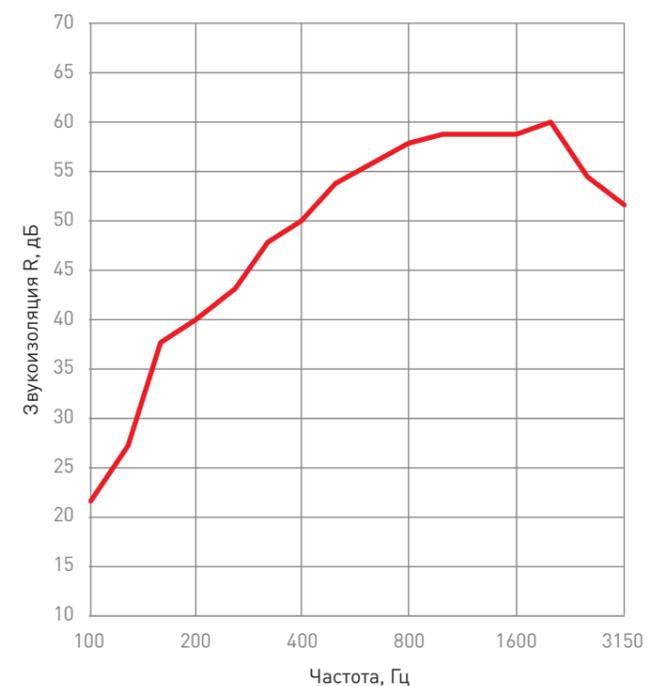


Индекс изоляции $R_w = 49$ дБ.
Поверхностная плотность 42 кг/м², общая толщина 100 мм.

Конструкция перегородки Тип 2.2

Металлический профиль ПС 50/50, плита АКУСТИК БАТТС ПРО плотностью 60 кг/м³ и толщиной 50 мм, гипсокартонные листы толщиной 12,5 мм по 2 с каждой стороны.

Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
100	21
125	27
160	38
200	40
250	43
315	48
400	50
500	54
630	56
800	58
1000	59
1250	59
1600	59
2000	60
2500	55
3150	52

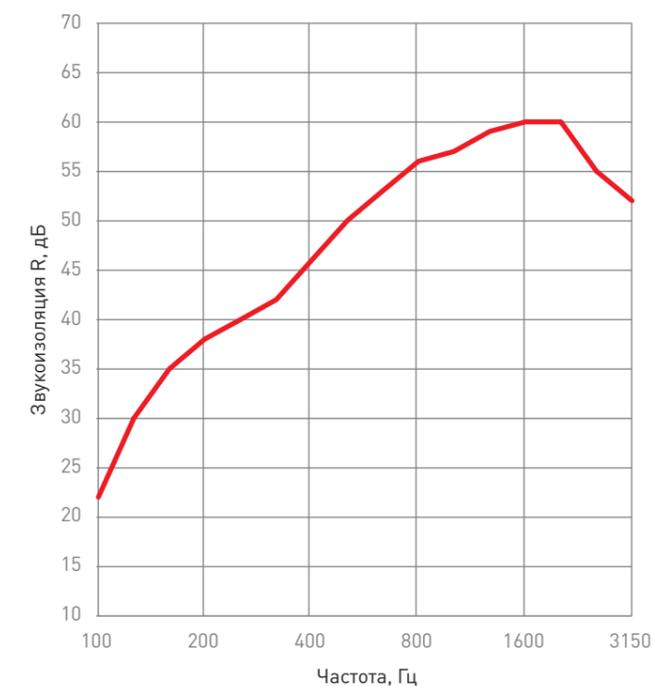


Индекс изоляции $R_w = 51$ дБ.
Поверхностная плотность 45 кг/м², общая толщина 100 мм.

Конструкция перегородки Тип 2.3

Металлический профиль ПС 75/50, плита АКУСТИК БАТТС плотностью 45 кг/м³ и толщиной 50 мм, гипсокартонные листы толщиной 12,5 мм по 2 с каждой стороны.

Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
100	22
125	30
160	35
200	38
250	40
315	42
400	46
500	50
630	53
800	56
1000	57
1250	59
1600	60
2000	60
2500	55
3150	52

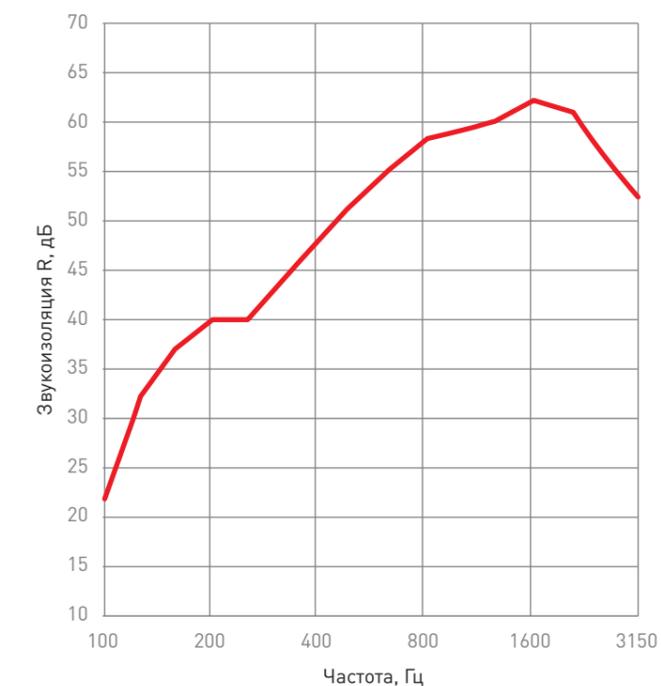


Индекс изоляции $R_w = 55$ дБ.
Поверхностная плотность 43 кг/м², общая толщина 125 мм.

Конструкция перегородки Тип 2.4

Металлический профиль ПС 75/50, плита АКУСТИК БАТТС плотностью 45 кг/м³ и толщиной 75 мм, гипсокартонные листы толщиной 12,5 мм по 2 с каждой стороны.

Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
100	22
125	32
160	37
200	40
250	40
315	44
400	48
500	52
630	55
800	58
1000	59
1250	60
1600	62
2000	61
2500	56
3150	52

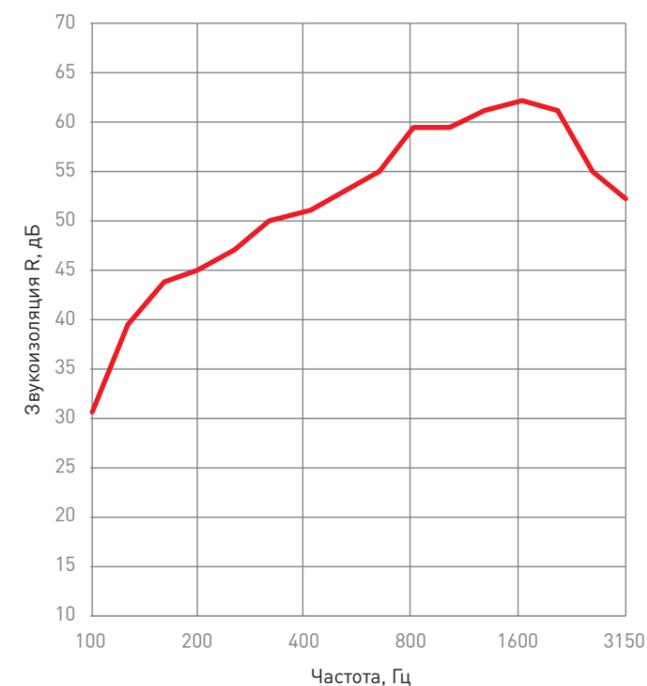


Индекс изоляции $R_w = 51$ дБ.
Поверхностная плотность 43 кг/м², общая толщина 125 мм.

Конструкция перегородки Тип 2.5

Металлический профиль ПС 100/50, плита АКУСТИК БАТТС плотностью 45 кг/м³ и толщиной 50 мм, гипсокартонные листы толщиной 12,5 мм по 2 с каждой стороны.

Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
100	31
125	39
160	44
200	45
250	47
315	50
400	51
500	53
630	55
800	59
1000	59
1250	61
1600	62
2000	61
2500	55
3150	52



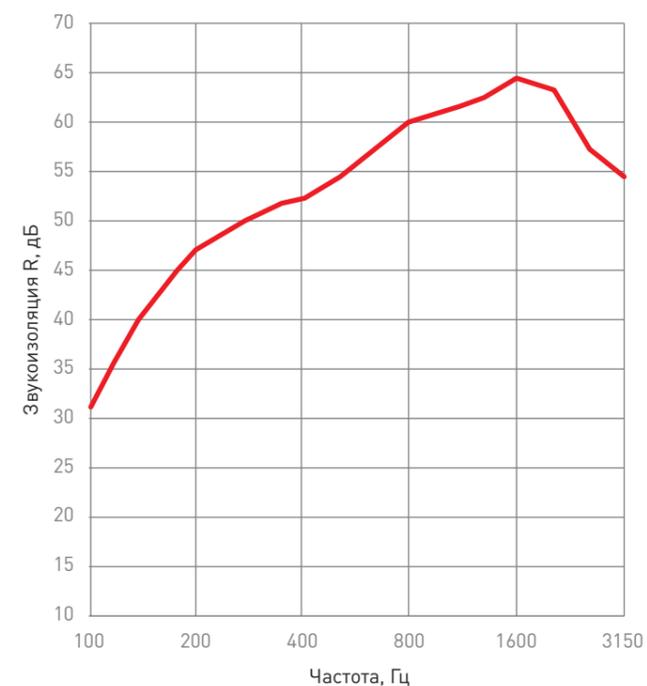
Индекс изоляции $R_w = 55$ дБ.

Поверхностная плотность 42 кг/м², общая толщина 150 мм.

Конструкция перегородки Тип 2.6

Металлический профиль ПС 100/50, плита АКУСТИК БАТТС плотностью 45 кг/м³ и толщиной 75 мм, гипсокартонные листы толщиной 12,5 мм по 2 с каждой стороны.

Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
100	31
125	38
160	43
200	47
250	49
315	51
400	52
500	54
630	57
800	60
1000	61
1250	62
1600	64
2000	63
2500	57
3150	54



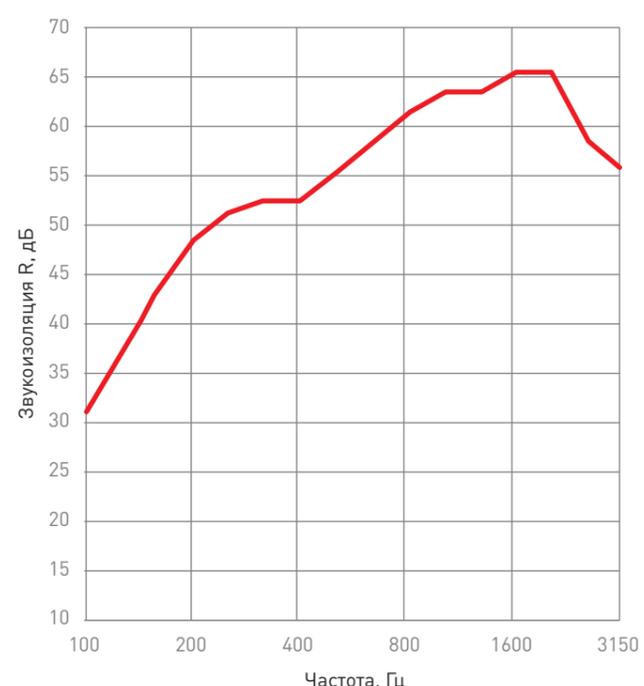
Индекс изоляции $R_w = 56$ дБ.

Поверхностная плотность 43 кг/м², общая толщина 150 мм.

Конструкция перегородки Тип 2.7

Металлический профиль ПС 100/50, плита АКУСТИК БАТТС плотностью 45 кг/м³ и толщиной 100 мм, гипсокартонные листы толщиной 12,5 мм по 2 с каждой стороны.

Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
100	31
125	37
160	43
200	48
250	51
315	52
400	52
500	55
630	58
800	61
1000	63
1250	63
1600	65
2000	65
2500	58
3150	55



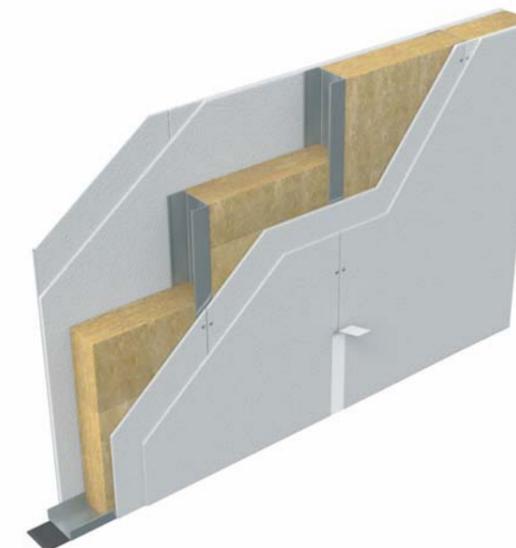
Индекс изоляции $R_w = 57$ дБ.

Поверхностная плотность 44 кг/м², общая толщина 150 мм.

Звукоизоляция перегородки Тип 3

Перегородки данного типа состоят из металлических направляющих и стеновых профилей в два ряда, между которыми установлены звукоизоляционные плиты ROCKWOOL, каркас обшит листами гипсокартона толщиной 12,5 мм по два с каждой стороны.

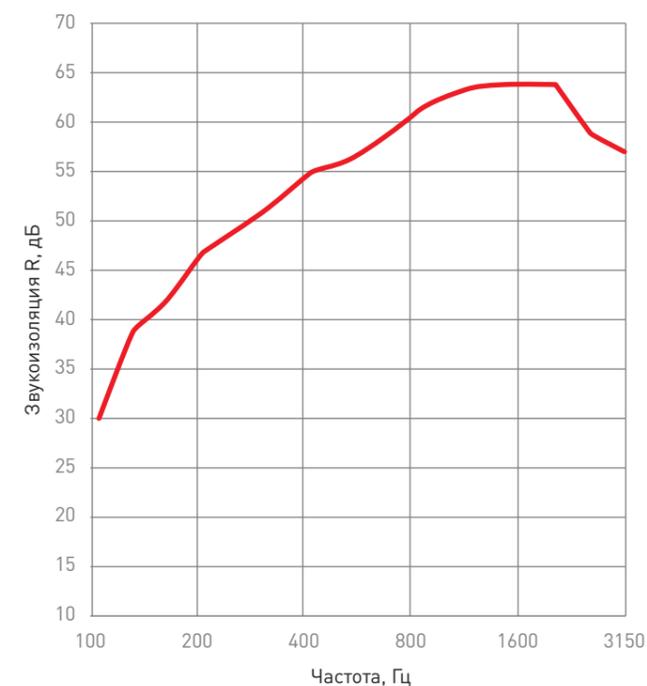
Рисунок 29. Перегородка Тип 3



Конструкция перегородки Тип 3.1

Два металлических профиля ПС 50/50, плиты АКУСТИК БАТТС плотностью 45 кг/м³ и толщиной 50 мм в два ряда, гипсокартонные листы толщиной 12,5 мм по 2 с каждой стороны.

Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
100	30
125	39
160	42
200	47
250	49
315	52
400	55
500	56
630	58
800	61
1000	63
1250	64
1600	64
2000	64
2500	59
3150	57

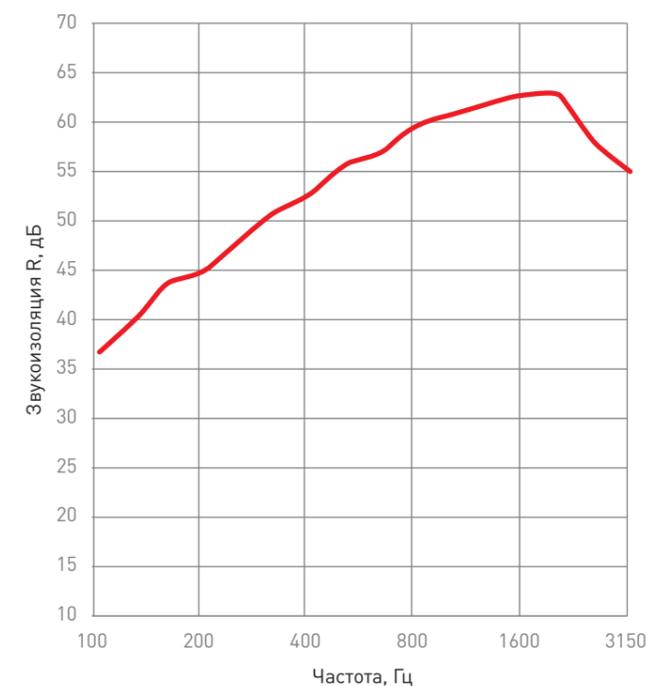


Индекс изоляции $R_w = 57$ дБ.
Поверхностная плотность 44 кг/м², общая толщина 150 мм.

Конструкция перегородки Тип 3.2

Два металлических профиля ПС 75/50, плита АКУСТИК БАТТС плотностью 45 кг/м³ и толщиной 75 мм, гипсокартонные листы толщиной 12,5 мм по 2 с каждой стороны.

Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
100	37
125	40
160	44
200	45
250	48
315	51
400	53
500	56
630	57
800	60
1000	61
1250	62
1600	63
2000	63
2500	58
3150	55

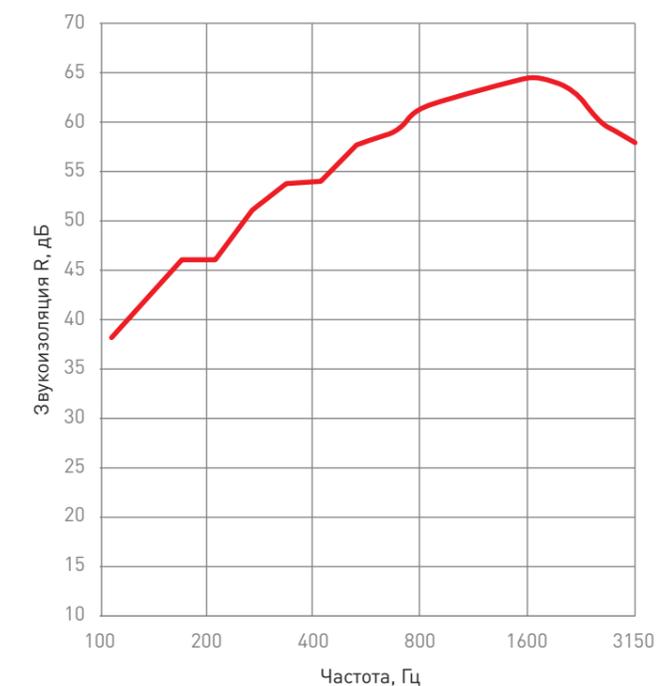


Индекс изоляции $R_w = 51$ дБ.
Поверхностная плотность 43 кг/м², общая толщина 200 мм.

Конструкция перегородки Тип 3.3

Два металлических профиля ПС 75/50, плиты АКУСТИК БАТТС плотностью 45 кг/м³ и толщиной 75 мм в два ряда, гипсокартонные листы толщиной 12,5 мм по 2 с каждой стороны.

Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
100	38
125	42
160	46
200	46
250	51
315	54
400	54
500	58
630	59
800	62
1000	63
1250	64
1600	65
2000	64
2500	60
3150	58

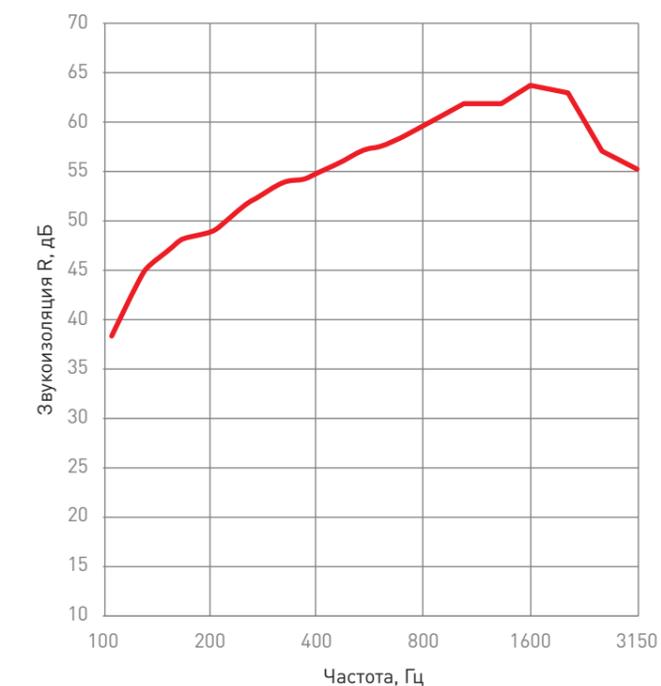


Индекс изоляции $R_w = 59$ дБ.
Поверхностная плотность 46 кг/м², общая толщина 200 мм.

Конструкция перегородки Тип 3.4

Два металлических профиля ПС 100/50, плита АКУСТИК БАТТС плотностью 45 кг/м³ и толщиной 100 мм, гипсокартонные листы толщиной 12,5 мм по 2 с каждой стороны.

Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
100	38
125	45
160	48
200	49
250	52
315	54
400	55
500	57
630	58
800	60
1000	62
1250	62
1600	64
2000	63
2500	57
3150	55

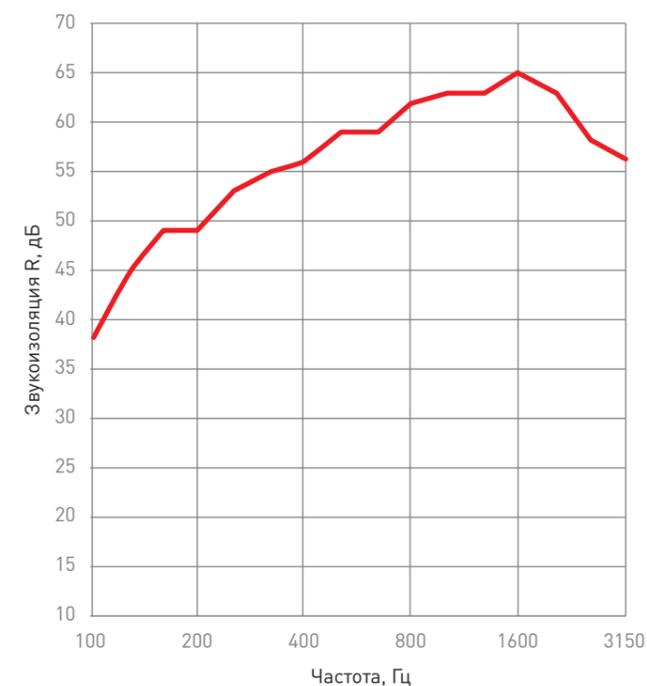


Индекс изоляции $R_w = 59$ дБ.
Поверхностная плотность 44 кг/м², общая толщина 250 мм.

Конструкция перегородки Тип 3.5

Два металлических профиля ПС 100/50, плиты АКУСТИК БАТТС плотностью 45 кг/м³ и толщиной 100 мм в два ряда, гипсокартонные листы толщиной 12,5 мм по 2 с каждой стороны.

Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
100	38
125	45
160	49
200	49
250	53
315	55
400	56
500	59
630	59
800	62
1000	63
1250	63
1600	65
2000	63
2500	58
3150	56



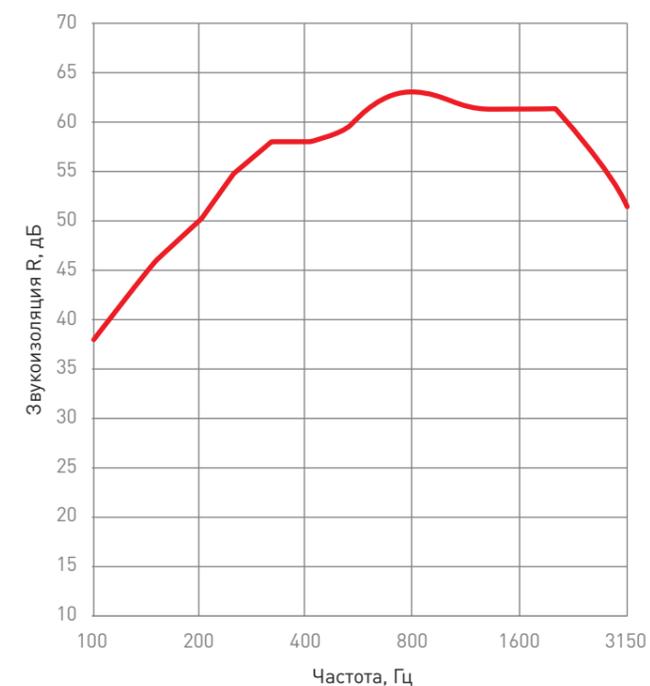
Индекс изоляции $R_w = 60$ дБ.

Поверхностная плотность 48 кг/м², общая толщина 250 мм.

Конструкция перегородки Тип 3.6

Два металлических профиля ПС 100/50, плиты АКУСТИК БАТТС ПРО плотностью 60 кг/м³ и толщиной 200 мм, гипсокартонные листы толщиной 12,5 мм по 2 с каждой стороны.

Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
100	38
125	43
160	47
200	50
250	55
315	58
400	58
500	59
630	62
800	63
1000	62
1250	61
1600	61
2000	61
2500	57
3150	51



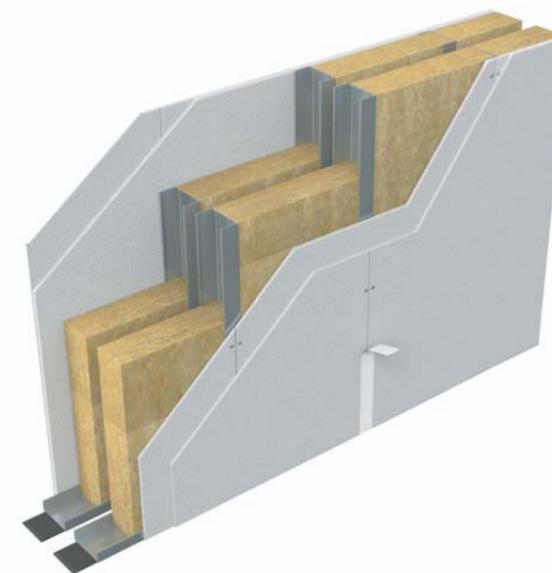
Индекс изоляции $R_w = 59$ дБ.

Поверхностная плотность 54 кг/м², общая толщина 250 мм.

Звукоизоляция перегородки Тип 4

Перегородки данного типа состоят из металлических направляющих и стеновых профилей в два ряда с воздушным промежутком 50 мм между рядами, в которые установлены плиты АКУСТИК БАТТС, каркас обшит листами гипсокартона толщиной 12,5 мм по два с каждой стороны.

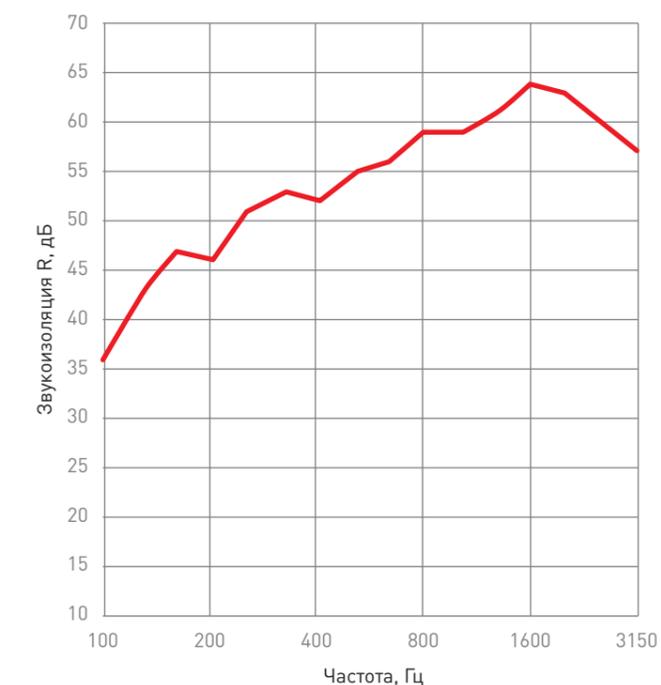
Рисунок 30. Перегородка Тип 4



Конструкция перегородки Тип 4.1

Два металлических профиля ПС 50/50 с воздушным промежутком 50 мм между ними, плиты АКУСТИК БАТТС плотностью 45 кг/м³ и толщиной 50 мм в два ряда, гипсокартонные листы толщиной 12,5 мм по 2 с каждой стороны.

Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
100	36
125	43
160	47
200	46
250	51
315	53
400	52
500	55
630	56
800	59
1000	59
1250	61
1600	64
2000	63
2500	60
3150	57



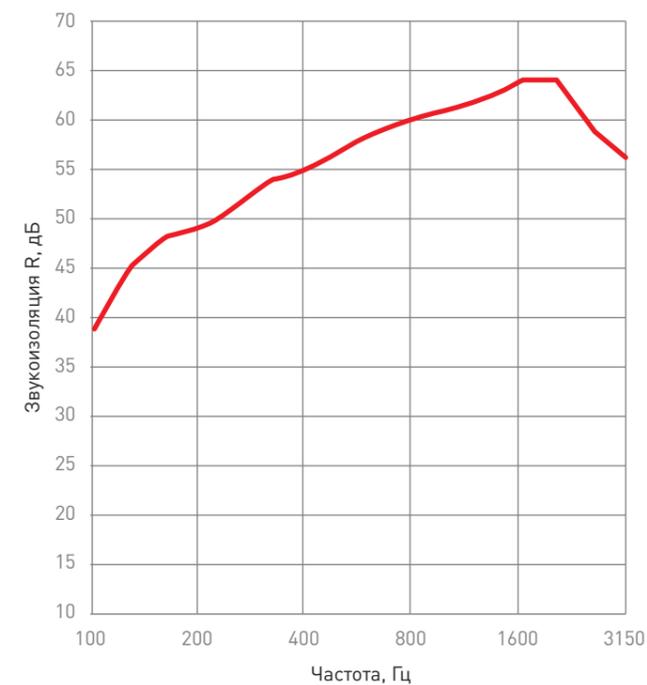
Индекс изоляции $R_w = 59$ дБ.

Поверхностная плотность 44 кг/м², общая толщина 200 мм.

Конструкция перегородки Тип 4.2

Два металлических профиля ПС 75/50 с воздушным промежутком 50 мм между ними, плиты АКУСТИК БАТТС плотностью 45 кг/м³ и толщиной 75 мм в два ряда, гипсокартонные листы толщиной 12,5 мм по 2 с каждой стороны.

Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
100	39
125	45
160	48
200	49
250	51
315	54
400	55
500	57
630	59
800	60
1000	61
1250	62
1600	64
2000	64
2500	59
3150	56



Индекс изоляции $R_w = 59$ дБ.

Поверхностная плотность 46 кг/м², общая толщина 250 мм.

Звукоизоляция перегородки Тип 5

Перегородки данного типа состоят из металлических направляющих и стеновых профилей в два ряда, между которыми установлены плиты БАТТС ПРО, каркас обшит листами гипсокартона толщиной 12,5 мм по одному с каждой стороны.

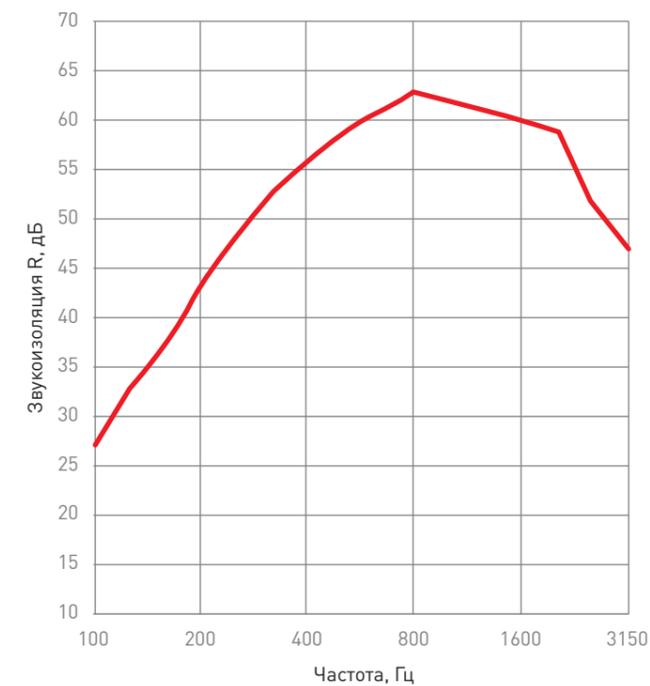
Рисунок 31. Перегородка Тип 5



Конструкция перегородки Тип 5.1

Два металлических профиля ПС 50/50, плиты БАТТС ПРО плотностью 60 кг/м³ и толщиной 50 мм в два ряда, гипсокартонные листы толщиной 12,5 мм по 1 с каждой стороны.

Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
100	27
125	33
160	37
200	43
250	48
315	53
400	56
500	59
630	61
800	63
1000	62
1250	61
1600	60
2000	59
2500	51
3150	47



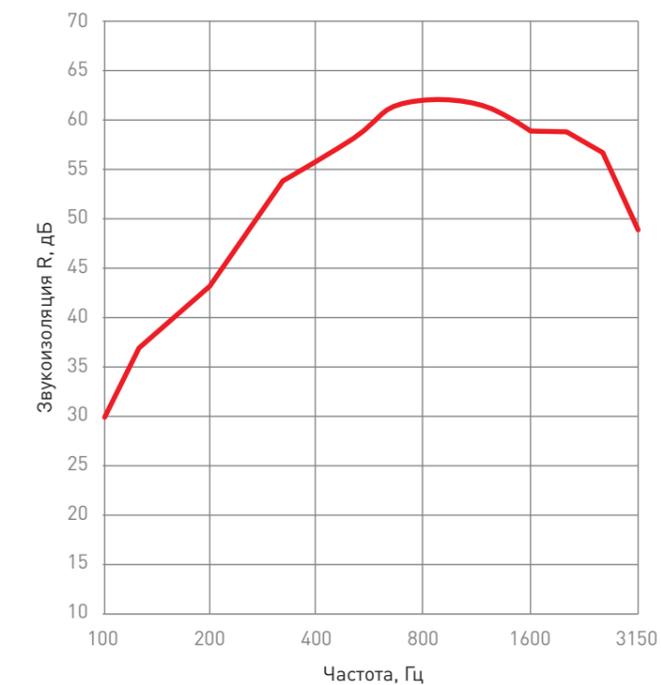
Индекс изоляции $R_w = 53$ дБ.

Поверхностная плотность 27 кг/м², общая толщина 125 мм.

Конструкция перегородки Тип 5.2

Два металлических профиля ПС 100/50, плиты БАТТС ПРО плотностью 60 кг/м³ и толщиной 100 мм в два ряда (или 200 мм в один ряд), гипсокартонные листы толщиной 12,5 мм по 1 с каждой стороны.

Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
100	30
125	37
160	40
200	43
250	49
315	54
400	56
500	58
630	61
800	62
1000	62
1250	61
1600	59
2000	59
2500	57
3150	49



Индекс изоляции $R_w = 56$ дБ.

Поверхностная плотность 33 кг/м², общая толщина 225 мм.

7.2. Конструктивные мероприятия, направленные на повышение звукоизоляции перегородок

Звукоизоляционные характеристики каркасно-обшивных перегородок достаточно сильно зависят от толщины слоя звукоизоляционных плит ROCKWOOL, расположенных между листами обшивки. Например, установка плит АКУСТИК БАТТС толщиной 100 мм вместо 50 мм при соответствующем увеличении общей толщины перегородок позволяет улучшить звукоизоляцию при однослойной обшивке гипсокартонными листами до $R_w = 51$ дБ, а при двухслойной обшивке – до $R_w = 57$ дБ.

Анализ звукоизоляционных качеств перегородок показал, что наиболее низкой эффективностью обладают перегородки с однослойной обшивкой деревянного каркаса гипсокартонными листами.

Устройство обшивки из двух рядов ГКЛ по сторонам деревянных стоек, позволяющее увеличить поверхностную плотность конструкции, приводит к улучшению звукоизоляции на 8–9 дБ. Замена деревянного каркаса на одинарный металлический позволяет повысить звукоизоляцию на 3–5 дБ, при 20%-ном снижении массы перегородки.

Хорошую звукоизоляцию могут обеспечить перегородки по металлическому каркасу с двухслойной обшивкой, у которых индекс изоляции воздушного шума на 6 дБ больше по сравнению с однослойной.

Наличие жесткого каркаса создает условия для беспрепятственной передачи звука через его конструкцию от одной обшивки к другой. Поэтому замена одинарного каркаса на двойной, состоящий из двух рядов не связанных между собой стоек, позволяет значительно улучшить звукоизоляционные характеристики.

Таблица 16. Звукоизоляция каркасно-обшивных перегородок [3]

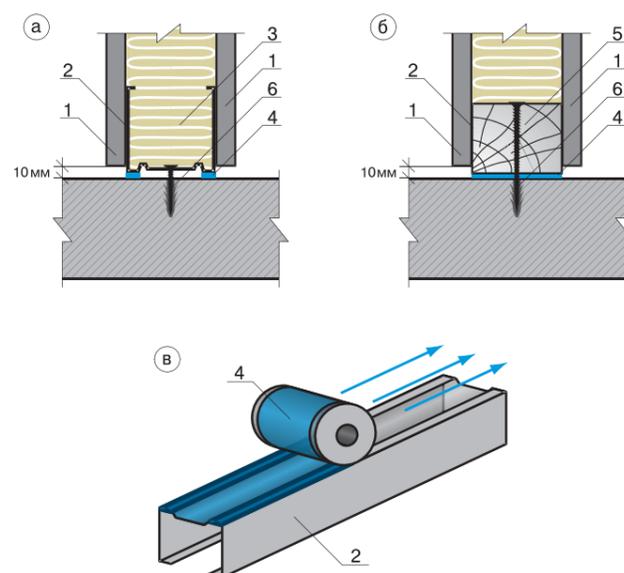
Индекс изоляции воздушного шума, дБ	38–39 дБ**	44–45 дБ	46–48 дБ**	50–51 дБ	57–59 дБ
Схема конструкции перегородки					
Материал каркаса	Деревянный каркас из брусков толщиной 60–80 мм	Замена деревянного каркаса на одинарный металлический из профиля	Деревянный каркас из брусков толщиной 60–80 мм	Одинарный металлический каркас из профиля ПС 75/50	Замена одинарного на двойной металлический каркас из профиля
Количество слоев обшивки из гипсокартонных листов	Однослойная обшивка с каждой стороны	Однослойная обшивка с каждой стороны	Замена однослойной на двухслойную обшивку с каждой стороны	Замена однослойной на двухслойную обшивку с каждой стороны	Двухслойная обшивка с каждой стороны
Улучшение индекса звукоизоляции, дБ	–	+6	+8 и +9	+12	+18 и +19

* Увеличение звукоизоляции приведено по отношению к перегородкам с одинарным деревянным каркасом с однослойной обшивкой из гипсокартонных листов при толщине плит АКУСТИК БАТТС 75 мм.

** По данным СП 55–101–2000.

Улучшения звукоизоляции перегородки можно добиться, уменьшив жесткость узла сопряжения каркаса перегородки с несущим перекрытием и элементов перегородок друг с другом. Для этого при монтаже перегородок между поверхностью основания и горизонтальными направляющими устанавливают уплотнительные ленты, эластичные прокладки. Аналогично уплотняющие прокладки устраивают в узле примыкания перегородки к потолку.

Рисунок 32. Установка перегородки на уплотнительные ленты



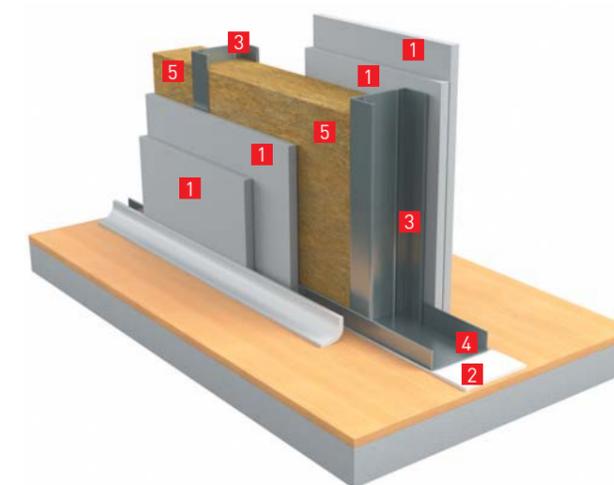
а) – перегородка по металлическому каркасу; б) – перегородка по деревянному каркасу; в) – наклейка уплотнительной ленты на горизонтальную направляющую.

1 – обшивка из ГКЛ; 2 – горизонтальный профиль; 3 – плита АКУСТИК БАТТС; 4 – уплотнительная лента; 5 – деревянный брус; 6 – винт с дюбелем.

Как известно, звук хорошо распространяется через малые щели и трещины, поэтому некачественно выполненное решение какого-либо узла, приводящее к появлению мельчайших трещин, резко снижает звукоизоляцию.

Так как поверхность перекрытия не идеально гладкая, перегородки лучше устанавливать на слой раствора или выравнивающую стяжку, что позволит ликвидировать мельчайшие неровности и обеспечить плотное примыкание перегородки к перекрытию.

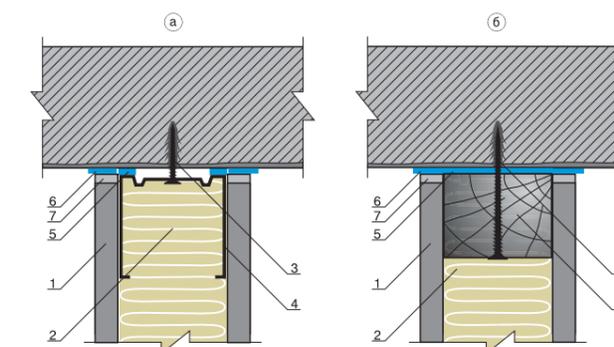
Рисунок 33. Установка перегородки на основание пола



1 – обшивка из ГКЛ; 2 – уплотнительная прокладка; 3 – вертикальная стойка; 4 – горизонтальная направляющая; 5 – плиты АКУСТИК БАТТС.

Элементы каркаса, сопрягающиеся с боковыми стенами и перекрытием, должны быть изолированы упругими ленточными прокладками, уменьшающими жесткость соединения.

Рисунок 34. Примыкание перегородок к боковым стенам

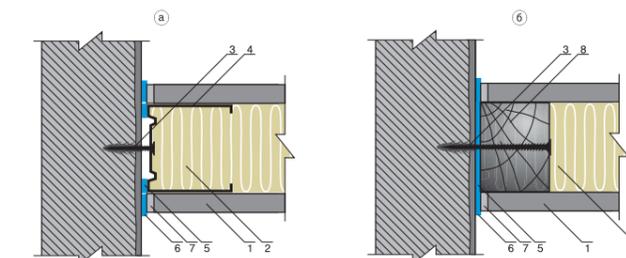


1 – гипсокартонные листы; 2 – плиты АКУСТИК БАТТС; 3 – винт с дюбелем; 4 – металлический профиль; 5 – лента уплотнительная; 6 – лента разделительная; 7 – шпатлевка; 8 – деревянный брус

Для уменьшения вероятности образования трещин в стыках места сопряжения гипсокартонных листов со стеной и потолком (при отсутствии прогибов более 6–8 мм) проклеивают полосами из штапельного волокна или серпянки. При появлении трещин для их заделки необходимо использовать эластичные герметики, а не монтажную пену.

Листы обшивки не должны упираться в потолок или вплотную примыкать к стене. Их надо не доводить до поверхности потолка или смежной конструкции на 10 мм, образовавшееся пространство необходимо заполнить герметиком или установить между торцом гипсокартонного листа и ограждающей конструкцией упругую разделительную ленту.

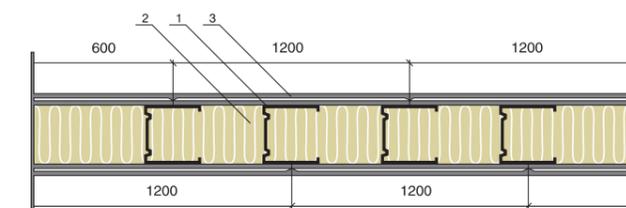
Рисунок 35. Примыкание перегородок к боковым стенам



1 – гипсокартонные листы; 2 – плиты АКУСТИК БАТТС; 3 – винт с дюбелем; 4 – металлический профиль; 5 – лента уплотнительная; 6 – лента разделительная; 7 – шпатлевка; 8 – деревянный брус.

Оптимальный шаг установки стоек при использовании плит АКУСТИК БАТТС – 600 мм, при его уменьшении увеличивается количество жестких соединений между листами обшивки, что ухудшает звукоизоляционные характеристики перегородок. Размер плит 600 x 1000 мм, что позволяет установить их между стойками вплотную без щелей, сокращая количество отходов.

Рисунок 36. Конструктивная схема каркасно-обшивной перегородки

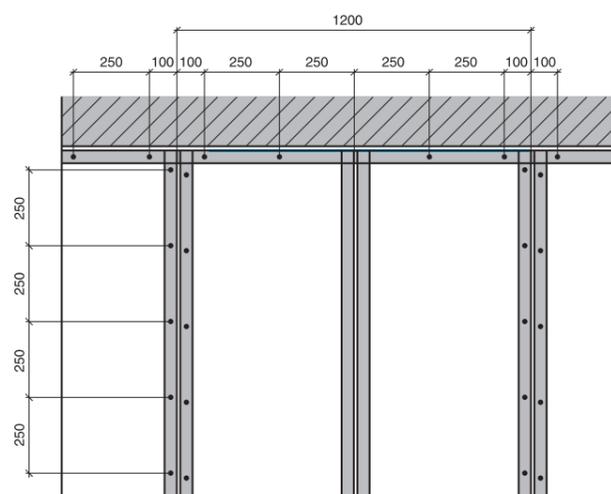


1 – стойки каркаса с шагом 600 мм; 2 – звукопоглощающие плиты АКУСТИК БАТТС; 3 – обшивка из ГКЛ.

Для ослабления звуковых колебаний, передаваемых поверхностью перегородок через вертикальные стойки, допу-

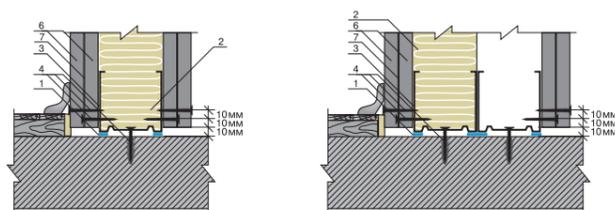
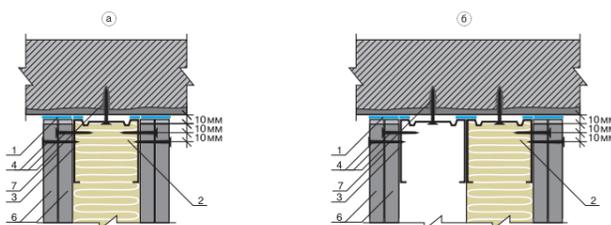
скается крепить гипсокартонные листы не к каждой стойке, а через одну. Также необходимо, чтобы вертикальные стыки листов обшивок находились на разных рядах стоек. При этом крепить два смежных листа нужно вразбежку. Крепление гипсокартонных листов к стойкам осуществляется точно с помощью самонарезающих винтов, с шагом не менее 250–300 мм.

Рисунок 37. Крепление гипсокартонных листов к стойкам каркаса



Устройство обшивки из двух листов гипсокартона повышает звукозащитные качества перегородок, но в данном случае листы обшивки не должны быть склеены между собой, а их вертикальные стыки с каждой стороны перегородки должны устраиваться вразбежку.

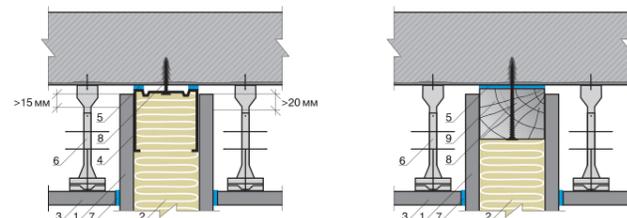
Рисунок 38. Схема крепления двухслойной обшивки из ГКЛ к стойкам каркаса



а) – одинарный металлический профиль; б) – двойной металлический профиль;
1 – лента уплотнительная; 2 – плиты АКУСТИК БАТТС; 3 – горизонтальный профиль; 4 – шуруп; 6 – гипсокартонный лист; 7 – стык гипсокартонных листов.

При примыкании перегородок к перекрытиям с подвесными потолками для лучшей звукоизоляции у смежных помещений не должен быть один общий потолок. Для этого перегородку следует довести до перекрытия, а подвесной потолок расположить по сторонам перегородки. В месте примыкания подвесного потолка к обшивке перегородки надо проложить уплотнительную ленту, позволяющую частично погасить звуковые колебания.

Рисунок 39. Схема примыкания подвесного потолка к перегородке



1 – обшивка из ГКЛ; 2 – звукоизоляционная плита АКУСТИК БАТТС; 3 – плита подвесного потолка; 4 – горизонтальный профиль; 5 – уплотнительная лента; 6 – подвес; 7 – разделительная лента; 8 – дюбель; 9 – древесноволокнистая плита, твердая или битумизированная.

7.3. Конструктивные мероприятия, направленные на повышение показателей существующей ограждающей конструкции

В современных условиях строительства на первый план выходит рациональное использование несущей способности плит перекрытий, поэтому целесообразно использовать для внутренних стен из кирпича, монолитного или ячеистого бетона дополнительную звукоизоляцию на отnose.

Дополнительная изоляция существующей стены представляет собой металлический каркас, обшитый гипсокартонными или гипсоволокнистыми листами в один или несколько слоев, между стойками которого устанавливаются плиты АКУСТИК БАТТС. Стойки каркаса устанавливают по направляющим профилям, которые монтируются к полу и потолку через уплотнительную ленту на расстоянии 10 мм от стены (на отnose). Крепление листов обшивки осуществляется с теми же рекомендациями, что и при их использовании в каркасно-обшивных перегородках.

Использование дополнительной звукоизоляции на отnose позволяет снизить нагрузки на перекрытие и уменьшить

толщину конструкции (по сравнению с массивной однослойной). Данное решение позволяет увеличить индекс изоляции конструкций на значительные величины, которые равноценны увеличению толщины массивной стены в 4 раза.

Рисунок 40. Установка АКУСТИК БАТТС в перегородку на отnose



Таблица 17. Значение индексов изоляции воздушного шума некоторых конструкций

Тип конструкции	Толщина конструкции, мм	Толщина АКУСТИК БАТТС, мм	Нагрузка на перекрытие ¹ , кг/м.п.	R _w , дБ
Стена из полнотелого кирпича	120	–	604,8	46 ²
Стена из газобетонных блоков (D600)	380	–	638,4	57 ²
Стена из железобетона	200	–	1400	57 ²
Стена из полнотелого кирпича	250	–	1260	55 ²
Кирпичная стена, δ = 120 мм, с дополнительной звукоизоляцией на отnose	195	50	688,1	58 ³
Кирпичная стена, δ = 120 мм, с дополнительной звукоизоляцией на отnose	220	75	691,3	60 ³
Кирпичная стена, δ = 120 мм, с дополнительной звукоизоляцией на отnose	245	100	694,4	61 ³
Кирпичная стена, δ = 120 мм с дополнительной звукоизоляцией на отnose	295	150	700,7	63 ³

1 – нагрузки на перекрытие определены при высоте стены 2,8 м;

2 – расчетный показатель по СП 23–103–2003;

3 – результат, полученный в результате испытаний НИИСФ (от 18.11.2011).

Применение звукоизоляции на отnose с использованием плит АКУСТИК БАТТС является эффективным решением, характеристики которого соответствуют абсолютному большинству требований нормативных документов, предъявляемых к показателям индекса изоляции воздушного шума ограждающих конструкций.

8. Конструкции с использованием каменной ваты, увеличивающие изоляцию приведенного уровня ударного шума

8.1. Звукоизоляционные Плиты ФЛОР БАТТС

Жесткие гидрофобизированные теплоизоляционные плиты, изготовленные из каменной ваты на основе габбро-базальтовых пород. Плиты ФЛОР БАТТС предназначены для устройства акустических плавающих полов, а также для тепловой изоляции полов по грунту. Обладают динамическими характеристиками, отвечающими требованиям по защите от шума, и относятся к классу высокоэффективных звукоизоляционных прокладочных материалов.

Рисунок 41. Плиты ФЛОР БАТТС



Основные технические характеристики звукоизоляционных плит ФЛОР БАТТС:

- Плотность – 125 кг/м³;
- Размер плит – 1000 x 600 мм;
- Толщина – 25, 30–170 мм;
- Максимально допустимая нагрузка 3,0 кПа;
- Водопоглощение – не более 1,5 % по объему;
- Класс пожарной опасности материала – КМ0.

Такие характеристики плит ФЛОР БАТТС, как динамический модуль упругости, относительное сжатие, индекс снижения приведенного уровня ударного шума, дают основание использовать данный материал в строительных конструкциях перекрытий жилых и общественных зданий.

Рисунок 42. Улучшение изоляции ударного шума стяжкой с поверхностной плотностью 100 кг/м², уложенной по звукоизоляционному слою из плит ФЛОР БАТТС

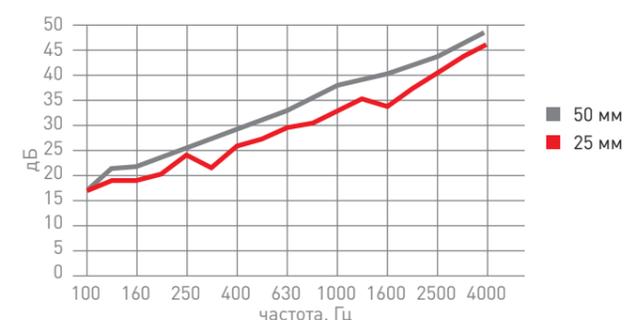


Таблица 18. Индекс улучшения ударного шума ΔL, дБ

Толщина плиты ФЛОР БАТТС, мм	Индекс улучшения ударного шума стяжкой ΔL, дБ
25	35
50	38

8.2. Звукоизоляция перекрытий

Перекрытия являются горизонтальными конструкциями, разделяющими пространство здания по высоте на этажи. Междуэтажные перекрытия изолируют внутренние пространства друг от друга и устраняют неблагоприятное воздействие шума, распространяющегося с соседних этажей на человека. Поэтому к ним предъявляются жесткие требования по звукоизоляции от воздушного и ударного шума (см. раздел «Нормативные требования»). В большинстве реальных случаев сама по себе плита перекрытия не может обеспечить снижение уровней ударного шума до нормативных значений величин, поскольку затухание звука в железобетонной плите перекрытия слишком мало для того, чтобы, даже увеличивая толщину плит, добиться минимально возможных значений излучаемого шума.

Для того чтобы выполнить нормативные требования, необходимо дополнительное устройство пола, укладываемого поверх монолитной плиты перекрытия. В некоторых случаях частичное решение проблемы обеспечивается устройством подвесного потолка.

Величина снижения уровня ударного шума плавающим полом зависит от динамической жесткости материала изоляционного слоя и поверхностной плотности стяжки плавающего пола.

Из рациональных соображений варьирование значений поверхностной плотности возможно только в малых пределах, поэтому управление изолирующими свойствами пола осуществляется главным образом изменением динамической жесткости упругого слоя.

Согласно своду правил СП 23–103–2003, индекс приведенного уровня ударного шума под перекрытием допускается определять по формуле:

$$L_{nw} = L_{nw0} - \Delta L,$$

где ΔL индекс улучшения изоляции ударного шума, а L_{nw0} – индекс приведенного уровня ударного шума несущей плиты перекрытия, принимаемый по таблице 19.

Таблица 19. Значение индекса приведенного уровня ударного шума

Поверхностная плотность несущей плиты перекрытия, кг/м ²	Значения L_{nw0} , дБ
150	86
200	84
250	82
300	80
350	78
400	77
450	76
500	75
550	74
600	73

Примечания:

1. При подвесном потолке из листовых материалов (ГКЛ, ГВЛ и т.п.) из значений L_{nw0} вычитается 1 дБ.
2. При заполнении пространства над подвесным потолком звукопоглощающим материалом из значений L_{nw0} вычитается 2 дБ.

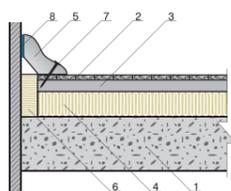


Таблица 20. Наиболее распространенные перекрытия из железобетонных (ж.б.) плит

Ж/Б. плита	Толщина, мм	Поверхностная плотность, кг/м ²
Сплошная	160	350–400
	180	320–360
	200	360–400
Многослойная	220	260–300
	260	300–350

Жесткое соединение между элементами перекрытия со стеной или перегородкой создает условия для распространения структурного шума по зданию. Чтобы не передавались колебания смежным ограждениям, пол не должен вплотную примыкать к стене или к перегородке. Между ними следует предусматривать зазор толщиной 10–20 мм. Зазор следует заполнять упругими звукоизоляционными материалами – полосками, вырезанными из плит ФЛОР БАТТС, мягкой древесноволокнистой плиты, вспененного пенополиэтилена. Плинтусы или галтели следует крепить только к полу или только к стене, для улучшения звукоизоляционных свойств к ним приклеивается звукоизолирующая прокладка из специального линолеума или пенополиуретана.

Рисунок 43. Примыкание полов к стенам и перегородкам

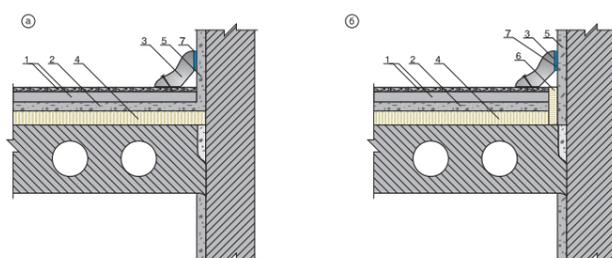


1 – железобетонная плита перекрытия; 2 – покрытие пола; 3 – древесноволокнистая плита, твердая или битумизированная; 4 – жесткая плита ФЛОР БАТТС 25 мм/50 мм; 5 – галтель или плинтус; 6 – звукоизолирующая прокладка, вырезанная из плиты ФЛОР БАТТС; 7 – гвоздь или шуруп с шагом 800–1200 мм; 8 – уплотнительная лента.

Использование данного способа закрепления перегородок на перекрытиях будет препятствовать передаче ударного шума от пола. Звуковые волны будут гаситься упругими материалами, и вибрации не будут излучаться через перегородки и стены на перекрытия.

Очень важно следовать этим рекомендациям, так как неправильное расположение упругой прокладки сводит на нет ее звукоизоляционный эффект.

Рисунок 44. Конструктивные решения сопряжений между элементами зданий



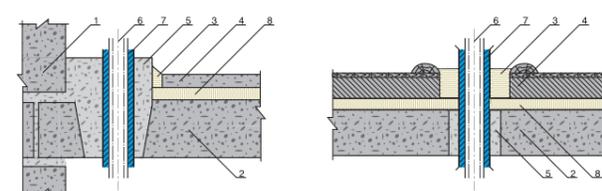
а) неправильное расположение упругой прокладки; б) рекомендуемое решение сопряжения стены с перекрытием:
1 – покрытие пола; 2 – бетонная стяжка; 3 – плинтус; 4 – жесткая плита ФЛОР БАТТС; 5 – штукатурка; 6 – упругая прокладка из плиты АКУСТИК БАТТС; 7 – уплотнительная лента.

При устройстве плавающих полов с основанием в виде монолитной стяжки на плиты ФЛОР БАТТС нужно уложить слой водонепроницаемого материала, чтобы избежать затекания свежего цементного раствора в упругий слой. Все стыки между внутренними ограждающими конструкциями, их сопряжения с наружными ограждениями и внутренними коммуникациями не должны иметь сквозных трещин, щелей или неплотностей.

Трубы отопления и водоснабжения не допускается пропускать через межквартирные стены. Трубы водяного отопления, водоснабжения следует пропускать через перегородки и междуэтажные перекрытия в гильзах из эластичного

материала, так как в процессе эксплуатации водопроводные и отопительные трубы подвержены температурным деформациям и незначительным вибрациям, которые компенсируются данной конструкцией, благодаря чему в местах их прохождения через конструкцию не образуются сквозные щели и обеспечивается плотное примыкание труб к конструкции. Оптимальным решением для заделки отверстий является использование безусадочного бетона, что предотвратит образование трещин и щелей.

Рисунок 45. Схема пропуска стояка через междуэтажное перекрытие

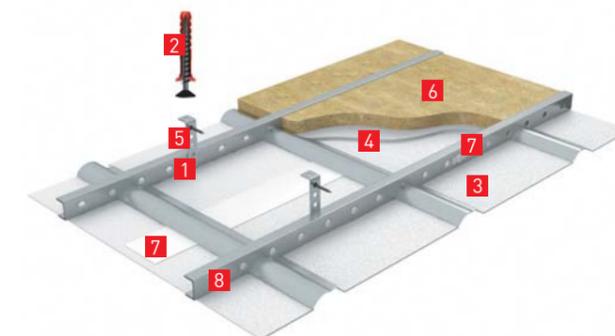


1 – стена; 2 – несущая часть перекрытия; 3 – звукоизолирующая прокладка, вырезанная из плиты ФЛОР БАТТС; 4 – плита пола или бетонное основание пола; 5 – безусадочный раствор или бетон; 6 – труба стояка отопления; 7 – эластичная гильза; 8 – плита ФЛОР БАТТС.

Звукоизоляция между этажами может ухудшиться, если при установке светильника сделать сквозное отверстие в перекрытии. Если это произошло, то верхнюю часть отверстия следует заделать безусадочным раствором, а затем уложить слой звукоизоляционного материала типа ФЛОР БАТТС и заделать раствором.

Когда отсутствует возможность устройства плавающего пола по перекрытию, для улучшения звукоизоляции можно использовать подвесные потолки, с заполнением потолочного пространства плитами АКУСТИК БАТТС, стоит иметь в виду, что данный способ эффективен только при борьбе с воздушным шумом, серьезно снизить уровень ударного шума, используя только подвесной потолок не представляется возможным.

Рисунок 46. Конструктивная схема подвесного потолка



1 – регулирование профиля по высоте; 2 – дюбель-винт; 3 – лицевой элемент; 4 – прокладочный слой; 5 – подвеска; 6 – звукоизоляционная плита АКУСТИК БАТТС; 7 – соединительная накладка; 8 – несущий профиль.

Используя в конструкции подвесного потолка специальные звукопоглощающие панели (например, ROCKFON), кроме повышения звукоизоляции воздушного шума, обеспечивается акустический комфорт внутри помещения.

Пример расчет индекса приведенного уровня ударного шума

Требуется рассчитать индекс приведенного уровня ударного шума под междуэтажным перекрытием. Перекрытие состоит из железобетонной несущей плиты плотностью 2500 кг/м³, толщиной 22 см, звукоизоляционного слоя из каменной ваты ФЛОР БАТТС толщиной 25 мм.

Определяем поверхностную плотность элемента перекрытия:

$$m = 2500 \text{ кг/м}^3 \times 0,22 \text{ м} = 550 \text{ кг/м}^2$$

По таблице (таблица 19, стр. 47, колонка 2) находим $L_{нв0} = 74 \text{ дБ}$.

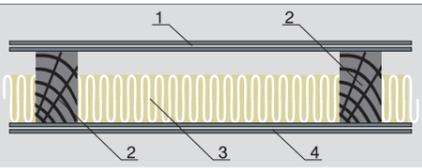
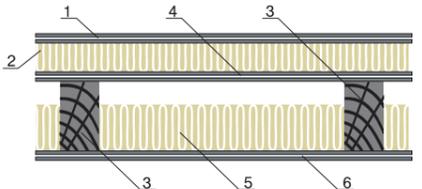
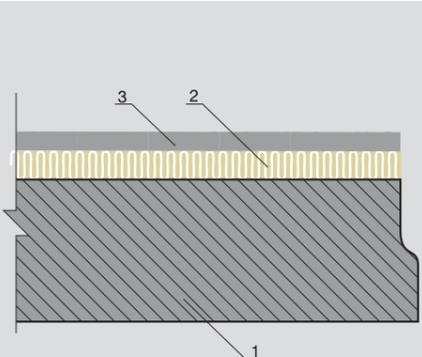
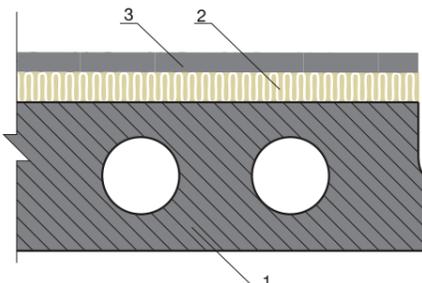
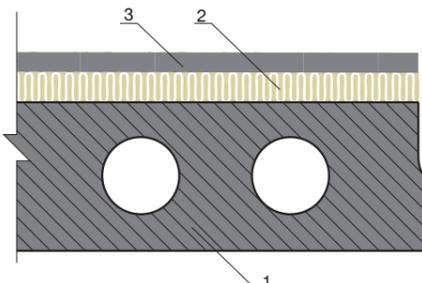
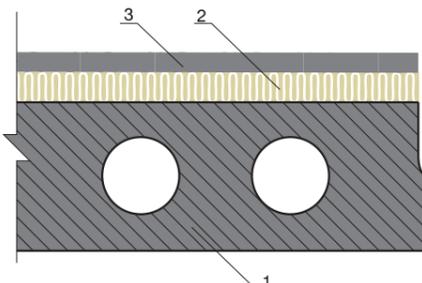
По таблице (таблица 18, стр.46, колонка 2) находим индекс улучшения ударного шума плиты ФЛОР БАТТС толщиной 25 мм $\Delta L = 35 \text{ дБ}$.

Индекс приведенного уровня ударного шума:

$$L_{нв} = L_{нв0} - \Delta L = 74 - 35 = 39 \text{ дБ}$$

9. Звукоизоляционные плиты INDUSTRIAL BATTS 80

Таблица 21. Звукоизоляционные характеристики междуэтажных перекрытий

Конструкция междуэтажного перекрытия	Индекс приведенного уровня ударного шума под перекрытием L_{nw} , дБ						
 <ol style="list-style-type: none"> 1. Древесно-стружечная плита толщиной 22 мм 2. Несущие балки перекрытия сечением 95 x 170 мм 3. Плита АКУСТИК БАТТС плотностью 45 кг/м³ 4. Гипсокартонный лист толщиной 12,5 мм 	74*						
 <ol style="list-style-type: none"> 1. Древесно-стружечная плита толщиной 22 мм 2. Жесткая плита толщиной: <table border="1"> <tr><td>5 мм</td><td>69*</td></tr> <tr><td>30 мм</td><td>68*</td></tr> <tr><td>50 мм</td><td>68*</td></tr> </table> 3. Несущие балки перекрытия сечением 95 x 170 мм 4. Настил из досок толщиной 22 мм 5. Плита АКУСТИК БАТТС толщиной 95 мм 6. Гипсокартонный лист толщиной 12 мм 	5 мм	69*	30 мм	68*	50 мм	68*	
5 мм	69*						
30 мм	68*						
50 мм	68*						
 <ol style="list-style-type: none"> 1. Сплошная железобетонная плита толщиной 160 мм 2. Жесткая плита ФЛОР БАТТС толщиной: <table border="1"> <tr><td>25 мм</td><td>46**</td></tr> <tr><td>50 мм</td><td>43**</td></tr> </table> 3. Стяжка из бетонной плиты, плотностью 100 кг/м² 	25 мм	46**	50 мм	43**			
25 мм	46**						
50 мм	43**						
 <ol style="list-style-type: none"> 1. Сплошная железобетонная плита толщиной 180 мм 2. Жесткая плита ФЛОР БАТТС толщиной: <table border="1"> <tr><td>25 мм</td><td>44**</td></tr> <tr><td>50 мм</td><td>41**</td></tr> </table> 3. Стяжка из бетонной плиты, плотностью 100 кг/м² 	25 мм	44**	50 мм	41**			
25 мм	44**						
50 мм	41**						
 <ol style="list-style-type: none"> 1. Сплошная железобетонная плита толщиной 200 мм 2. Жесткая плита ФЛОР БАТТС толщиной: <table border="1"> <tr><td>25 мм</td><td>43**</td></tr> <tr><td>50 мм</td><td>40**</td></tr> </table> 3. Стяжка из бетонной плиты, плотностью 100 кг/м² 	25 мм	43**	50 мм	40**			
25 мм	43**						
50 мм	40**						
 <ol style="list-style-type: none"> 1. Сплошная железобетонная плита толщиной 200 мм 2. Жесткая плита ФЛОР БАТТС толщиной: <table border="1"> <tr><td>25 мм</td><td>43**</td></tr> <tr><td>50 мм</td><td>40**</td></tr> </table> 3. Стяжка из бетонной плиты, плотностью 100 кг/м² 	25 мм	43**	50 мм	40**			
25 мм	43**						
50 мм	40**						

* По данным испытаний ROCKWOOL International A/S Lydlaboratorium.

** Расчетные данные.

Гидрофобизированные, теплоизоляционные плиты, изготовленные из каменной ваты на основе габбро-базальтовых пород, покрытые с одной стороны стеклохолстом. Плиты INDUSTRIAL BATTС 80 предназначены для тепло- и звукоизоляции внутренней поверхности вентиляционных коробов, для использования в конструкциях щелевых и камерных глушителей, звукопоглощающих экранов.

Рисунок 47. Плиты INDUSTRIAL BATTС 80



Основные технические характеристики звукоизоляционных плит INDUSTRIAL BATTС 80:

- Плотность – 80 кг/м³;
- Размер плит – 1000 x 600 мм;
- Толщина – 35, 40–100 мм с шагом 10 мм;
- Температура применения – от –180 до +250 °С;
- Водопоглощение – не более 1,5% по объему;
- Класс пожарной опасности материала – КМ 1.

При применении плит INDUSTRIAL BATTС 80 максимальная допустимая скорость движения воздуха в канале составляет 20 м/с.

По результатам расчета индексов звукопоглощения плиты теплозвукоизоляционные из минеральной ваты INDUSTRIAL BATTС 80 следует отнести к классам:

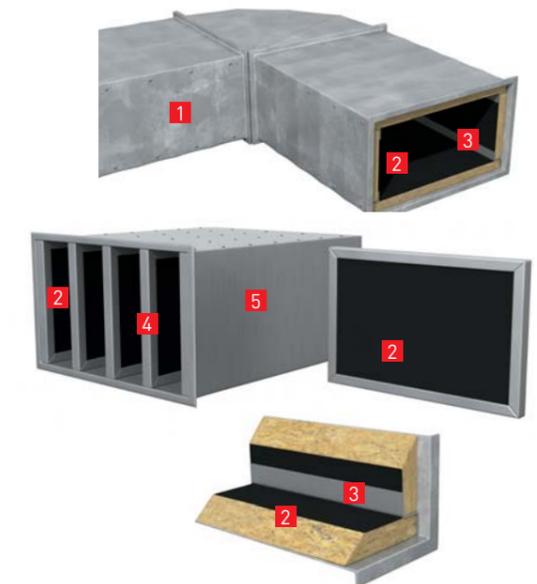
1. Плиты INDUSTRIAL BATTС 80 кашированные, без перфорированного покрытия относятся:

- Толщиной 35 мм – с индексом $\alpha_w = 0,70$ [МН] к классу С;
- Толщиной 50 мм – с индексом $\alpha_w = 0,90$ [МН] к классу А.

2. Плиты INDUSTRIAL BATTС 80 кашированные, с перфорированным покрытием относятся:

- Толщиной 35 мм – с индексом $\alpha_w = 0,70$ [МН] к классу С;
- Толщиной 50 мм – с индексом $\alpha_w = 0,85$ [МН] к классу В.

Рисунок 48. Примеры монтажа плит INDUSTRIAL BATTС 80 на воздуховодах



1 – воздухоотвод; 2 – плита INDUSTRIAL BATTС 80; 3 – Z-образный профиль; 4 – внутренние панели глушителя; 5 – корпус.

Эффективность глушения шума при облицовке воздуховода плитами INDUSTRIAL BATTС 80 зависит от их толщины и геометрических параметров воздуховода.

Таблица 22. Эффективность глушения при облицовке воздуховодов изнутри плитами INDUSTRIAL BATTС 80 толщиной 35 мм, дБ

Сечение воздуховода, мм	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	Гц	Гц	Гц	Гц	Гц	Гц	Гц	Гц
300x150	6	6	9	27	41	40	38	35
400x200	4	5	9	27	41	40	38	35
500x250	–	5	9	26	34	36	29	29
500x300	2	4	4	20	29	30	17	14
600x350	1	2	3	18	25	27	16	13
700x400	–	2	2	14	24	18	16	13

Рисунок 49. Частотные характеристики реверберационных коэффициентов звукопоглощения плит из полимерной ваты INDUSTRIAL BATTs 80 плотностью 80 кг/м³, толщиной 35 и 50 мм, кашированных, с покрытием и без покрытия перфорированным листом

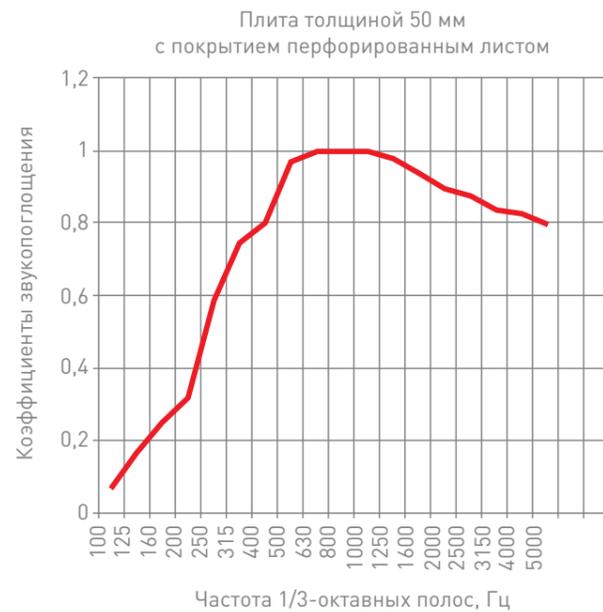
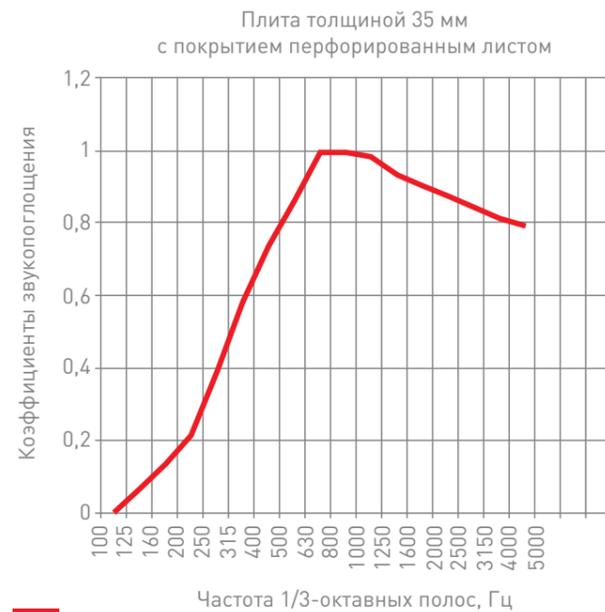
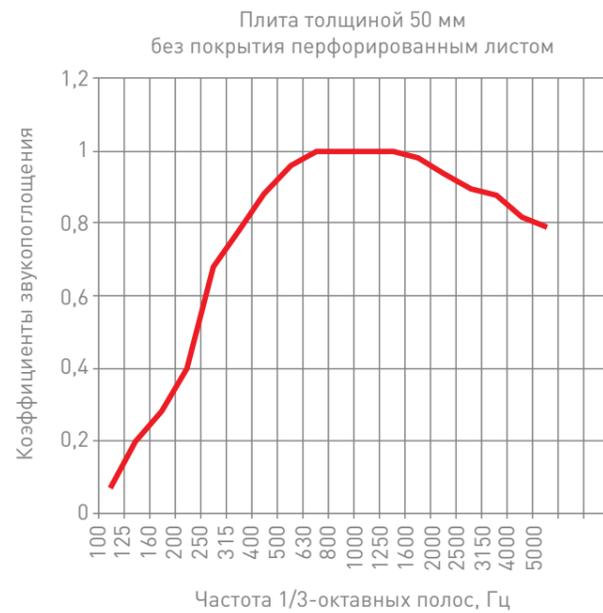
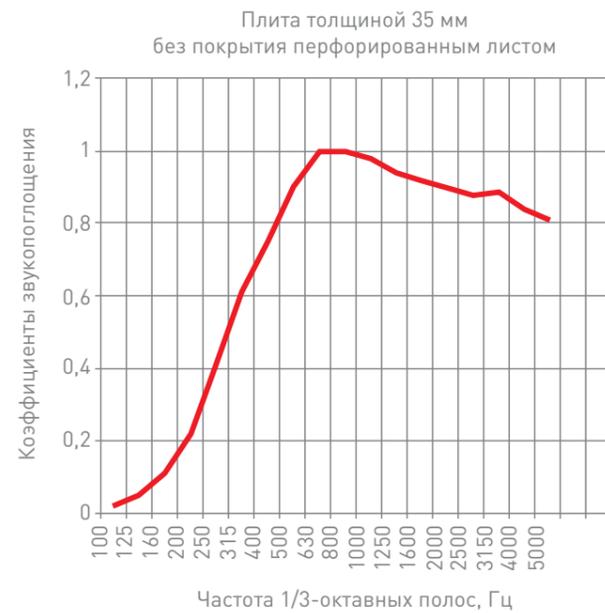


Таблица 23. Частотные характеристики реверберационных коэффициентов звукопоглощения α_s (f) плит из минеральной ваты INDUSTRIAL BATTs 80 плотностью 80 кг/м³, толщиной 35 и 50 мм, с покрытием (с/п) и без покрытия (б/п) перфорированным листом

Среднегеометрические частоты 1/3 октавных полос, Гц	Коэффициенты звукопоглощения α_s (f) плит INDUSTRIAL BATTs толщиной:			
	35 б/п, мм	50 б/п, мм	35 с/п, мм	50 с/п, мм
100	0,02	0,07	0,01	0,07
125	0,05	0,20	0,07	0,17
160	0,11	0,28	0,14	0,25
200	0,22	0,40	0,22	0,32
250	0,41	0,68	0,40	0,59
315	0,61	0,78	0,59	0,75
400	0,75	0,88	0,74	0,89
500	0,90	0,96	0,87	0,97
630	1,00	1,00	1,00	1,00
800	1,00	1,00	1,00	1,00
1000	0,98	1,00	0,99	1,00
1250	0,94	1,00	0,94	0,98
1600	0,92	0,98	0,91	0,94
2000	0,90	0,94	0,88	0,90
2500	0,88	0,90	0,85	0,88
3150	0,86	0,88	0,82	0,84
4000	0,84	0,82	0,80	0,83
5000	0,81	0,79	0,77	0,80

Таблица 24. Частотные характеристики реверберационных коэффициентов звукопоглощения α_s (f) образцов плит марок INDUSTRIAL BATTs 80 в октавных полосах частот

Среднегеометрические частоты 1/3 октавных полос, Гц	Толщиной			
	35 б/п, мм	35 с/п, мм	50 б/п, мм	50 с/п, мм
125	0,06	0,07	0,20	0,90
250	0,40	0,40	0,60	0,85
500	0,90	0,90	0,90	0,90
1000	1,00	1,00	1,00	0,90
2000	0,90	0,90	0,90	0,90
4000	0,85	0,80	0,80	0,90



Список литературы

1. СП 51.13330.2011. Защита от шума. М., 2011.
2. СП 23-103-2003. Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий. М., 2004.
3. СП 55-101-2000. Ограждающие конструкции с применением гипсокартонных листов. М., 2000.
4. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий. М., 2004.
5. СП 29.13330.2011. Полы. М., 2011.
6. СНиП 3.04.01-87. Изоляционные и отделочные покрытия. М., 1987.
7. Осипов Г.Л., Бобылев В.Н. «Звукоизоляция и звукопоглощение». М., 2004.
8. Иванов Н.И. «Инженерная акустика». М., 2008.
9. F. Alton Everest «Master Handbook of Acoustics. Fourth Edition», McGraw-Hill, 2001.
10. Рахимов Р.З., Шелихов Н.С., Смирнова Т.В. «Теплоизоляция из каменной ваты: Учебное пособие». М., 2010.

Товар сертифицирован



Сертификат пожарной безопасности: негорючий ВНИИПО г. Балашиха, Московская область



Госкомсанэпиднадзор России – Гигиеническое заключение



Сертификат соответствия, выдан Федеральным Центром Сертификации в Строительстве Госстроя России



Продукты, маркированные Знаком Качества ассоциации Росизол, соответствуют всем обязательным нормам и стандартам, предъявляемым к теплоизоляционным материалам, и отвечают строгим требованиям по энергоэффективности, долговечности, экологичности и пожаробезопасности



Согласно результатам экологической экспертизы, проведенной компанией EcoStandard Group, указанные материалы признаны соответствующими стандарту EcoMaterial 1.3, что означает, что материалы рекомендованы для использования во внутренней отделке объектов, в том числе для спален и детских комнат



Данная продукция изготавливается на предприятии с системой менеджмента качества, сертифицированной в соответствии с требованиями ISO 9001



Техническое Свидетельство, выдано Федеральным Центром Сертификации в Строительстве Госстроя России



Обучение в ROCKWOOL

Наша компания предоставляет возможность пройти обучение и повысить профессиональный уровень в области современных технологий использования теплоизоляционных материалов ROCKWOOL и систем в различных конструкциях. Программы обучения включают в себя как теоретическую часть, так и практический курс монтажа на специальных стендах-тренажерах. Срок обучения в зависимости от выбранной программы – 1–3 дня. По окончании обучения выдается сертификат ROCKWOOL.



Пройти обучение могут как профессионалы (дистрибьюторы, подрядчики строительства, архитекторы, проектировщики), так и частные лица, самостоятельно строящие себе дом и желающие научиться правильному выбору и монтажу теплоизоляции. У нас вы можете получить полный спектр технической поддержки специалистов ROCKWOOL, а также печатные материалы с рекомендациями, видеофильмы с демонстрацией правил монтажа.



Запись для обучения на сайте компании www.rockwool.ru в разделе «Университет ROCKWOOL» или по телефону +7 963 996 64 94



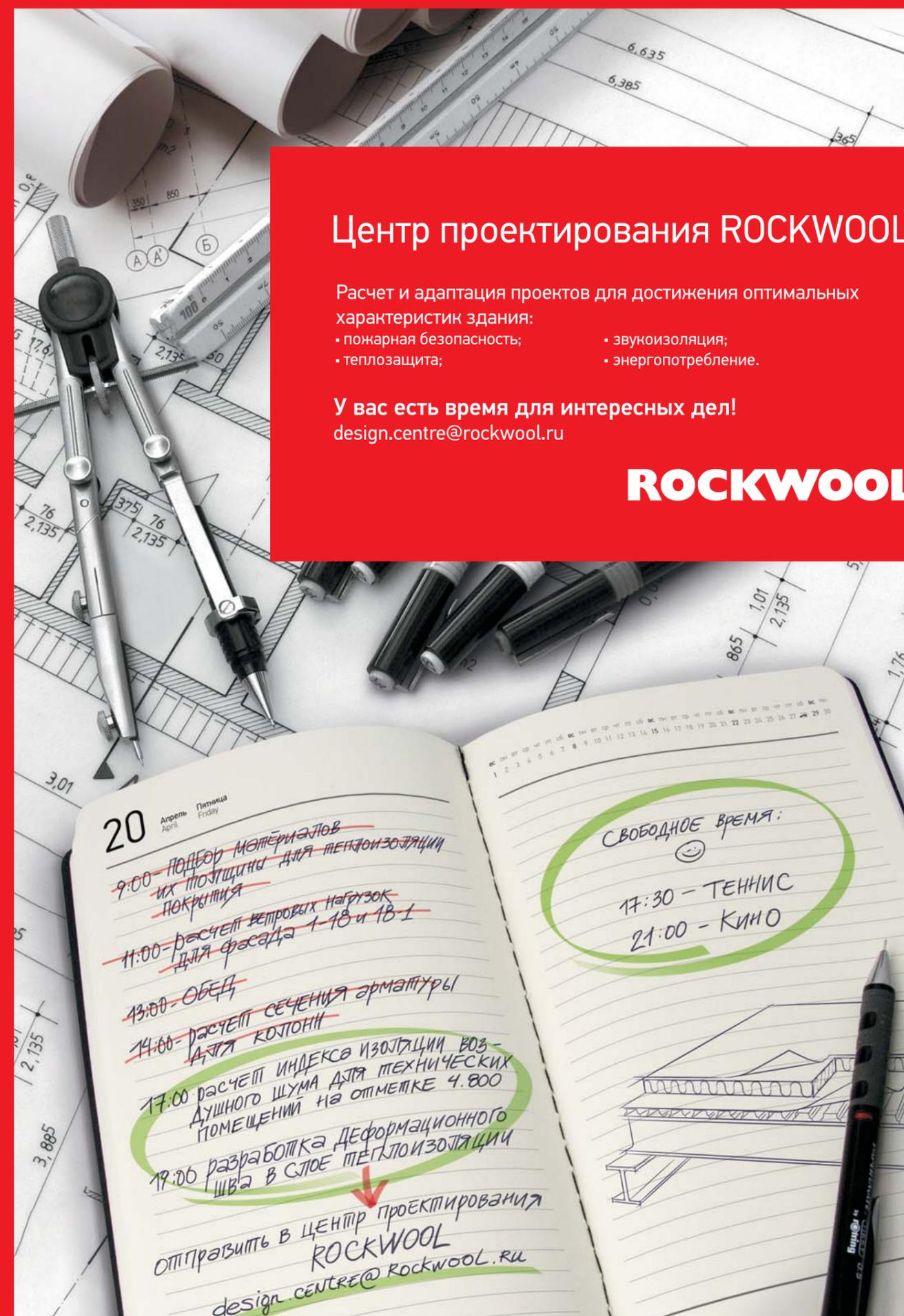
Центр проектирования ROCKWOOL

Расчет и адаптация проектов для достижения оптимальных характеристик здания:

- пожарная безопасность;
- звукоизоляция;
- теплозащита;
- энергопотребление.

У вас есть время для интересных дел!
designcentre@rockwool.ru

ROCKWOOL®



8 800 200 22 77

профессиональные консультации
(бесплатный звонок на территории РФ)



Библиотека

Региональные представительства ROCKWOOL в России и странах СНГ:

Санкт-Петербург
+7 812 953 53 32
konstantin.solntsev@rockwool.ru

Северо-Западный регион
+7 921 228 09 76
andrey.karelsky@rockwool.ru

Нижний Новгород
+7 953 415 41 36
alexey.domrachev@rockwool.ru

Казань
+7 843 297 31 78
dmitry.tereschenko@rockwool.ru

Самара
+7 846 272 81 17
lenar.khalitov@rockwool.ru

Воронеж
+7 919 180 88 90
evgeny.cherenkov@rockwool.ru

Курск
+7 910 279 08 00
dmitry.shatokhin@rockwool.ru

Ростов-на-Дону и Элиста
+7 918 554 36 75
alexander.khlystunov@rockwool.ru

Ставропольский край
и республики Северного Кавказа
+7 918 305 00 65
sergey.marchenko@rockwool.ru

Краснодар
+7 918 157 57 77
timofey.paramonov@rockwool.ru

Волгоград и Астрахань
+7 918 554 36 75
alexander.khlystunov@rockwool.ru

Сочи
+7 918 157 57 77
timofey.paramonov@rockwool.ru

Екатеринбург
+7 343 319 41 07
eduard.davidenko@rockwool.ru

Уфа
+7 909 349 20 02
artur.timerbaev@rockwool.ru

Пермь
+7 342 243 24 04
kirill.zelenov@rockwool.ru

Тюмень
+7 3452 98 35 85
konstantin.pakshin@rockwool.ru

Новосибирск
+7 913 912 97 20
roman.kartashev@rockwool.ru

Красноярск
+7 913 030 00 69
sergey.lavygin@rockwool.ru

Владивосток
+7 914 707 70 72
stanislav.pryakha@rockwool.ru

Республика Казахстан
Алма-Ата
+7 777 814 21 77
svetlana.zinchenko@rockwool.com

Астана
+7 705 292 33 57
kuandyk.nurpeisov@rockwool.ru

Украина
Киев
+38 044 586 49 79
irina.kukushkina@rockwool.com

Республика Беларусь
Минск
+375 296 06 06 79
andrei.muravlev@rockwool.by

Компания ROCKWOOL:
Ул. Земляной вал, д. 9, г. Москва, 105064
Тел.: +7 495 995 77 55
Факс: +7 495 995 77 75
Обучение по продукции: +7 963 996 64 94
Центр проектирования:
design.centre@rockwool.ru
www.rockwool.ru



Все об энергосбережении на странице Rockwool Russia Group



Видеотека на канале RockwoolRussia

ROCKWOOL®