

ROCKWOOL®
НЕГОРЮЧАЯ ИЗОЛЯЦИЯ



Эффективная
звукоизоляция строительных
конструкций

Содержание

1. Введение в строительную акустику	3
1.1. Как распространяется звук	3
1.2. Нормирование шума в помещениях	6
1.3. Виды шумов в здании	9
1.4. Звукопоглощение	11
1.5. Звукоизоляция	12
1.6. Нормативные требования к изоляции воздушного шума	14
2. Каркасно-обшивные перегородки и облицовки	16
2.1. Звукопоглощающие плиты Rockwool Акустик Баттс	16
2.2. Конструкции каркасных перегородок	19
2.3. Звукоизоляция каркасно-обшивных перегородок	20
2.4. Огнестойкость каркасно-обшивных перегородок	21
2.5. Расчетные значения индексов изоляции каркасно-обшивных перегородок	23
2.6. Конструктивные мероприятия, направленные на повышение звукоизоляции перегородок	29
3. Междуэтажные перекрытия	37
3.1. Звукопоглощающие плиты Rockwool Флор Баттс	37
3.2. Звукоизоляция перекрытий	39
3.3. Конструктивные мероприятия, направленные на повышение звукоизоляции перекрытий	42
3.4. Расчет ударного шума	45
Список литературы	46
Региональные представительства Rockwool в России и странах СНГ	47

1. Введение в строительную акустику

1.1. Как распространяется звук

Человек живет в мире звуков. Распространение звука представляет собой сложный волнообразный колебательный процесс в упругой среде (в воздухе, материале строительных конструкций). Передача звука в воздухе происходит в виде продольных волн, которые называются так потому, что частицы среды колеблются вдоль оси распространения волны (рис. 1). В твердых телах звук распространяется в виде поперечных волн, в которых частицы колеблются в направлении, перпендикулярном направлению распространения волны (рис. 2).

В тонких конструкциях зданий — плитах, перегородках с толщиной в 6 раз меньше высоты конструкции, звук передается в виде изгибных волн (рис. 3). Колебание источника звука возбуждает в упругой среде колебание частиц, которые последовательно передают возмущение друг другу, в результате чего происходит распространение звуковой волны. При этом частицы среды не перемещаются вместе со звуковой волной, а только колеблются вдоль определенной оси, попеременно смещаясь и возвращаясь в первоначальное положение.

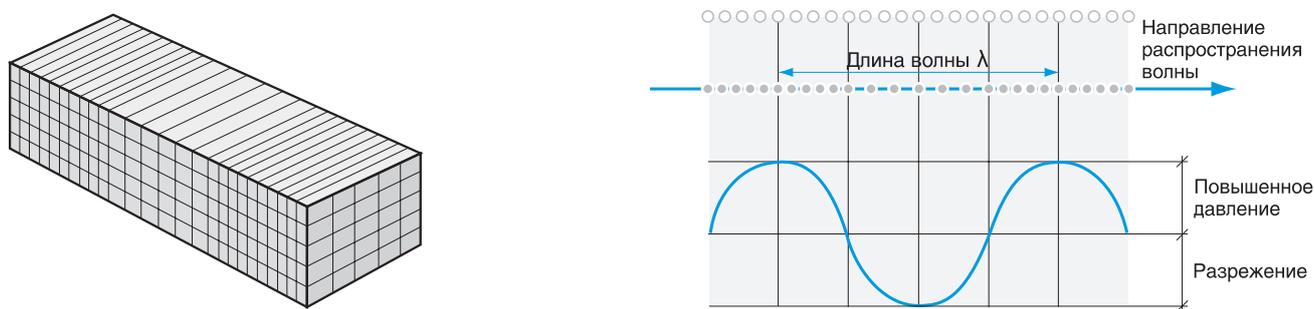


Рисунок 1. Продольная волна. Схема распространения продольной волны в упругой среде

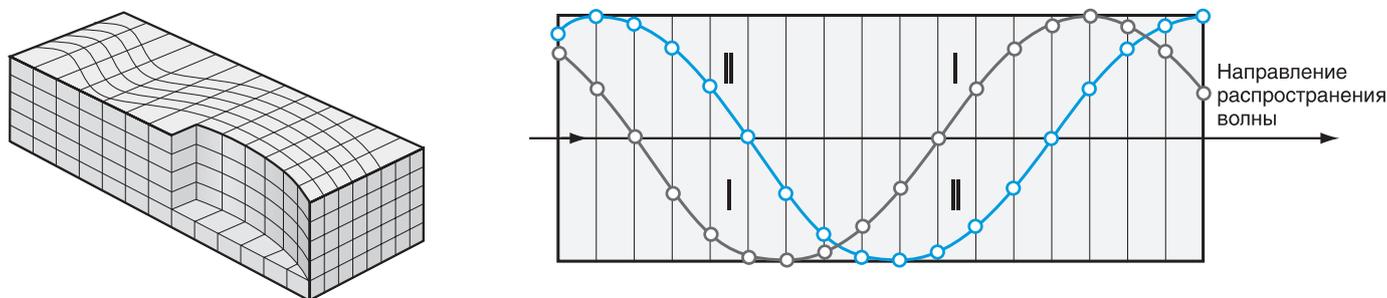


Рисунок 2. Поперечная волна. Схема распространения поперечной волны в упругой среде:
I — Перемещение первой частицы, воспринимающей импульс;
II — Перемещение первой частицы, импульс которой передан позднее

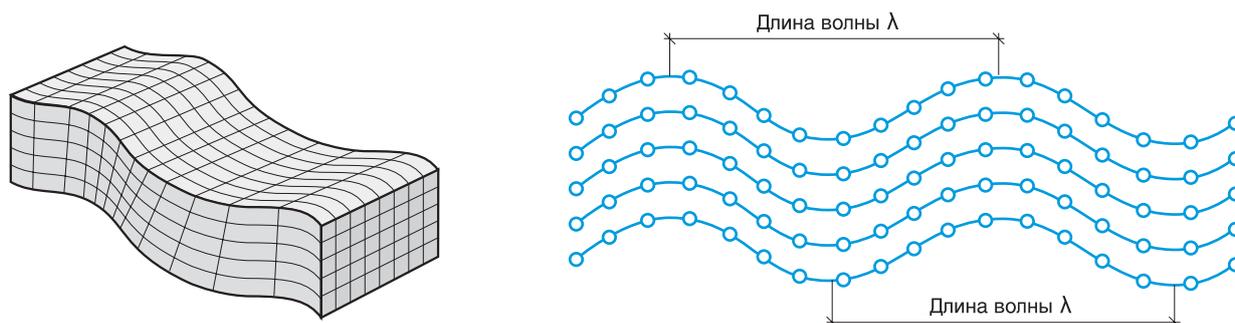


Рисунок 3. Изгибная волна. Схема распространения изгибных волн в упругой среде

Скорость распространения волны зависит от среды, передающей звук. В воздухе при температуре 20 °С и нормальном давлении скорость распространения звука составляет 342 м/с, в пресной воде при 15 °С — 1460 м/с, в древесине мягких пород около 3000 м/с, твердых — 5000 м/с, в бетоне — 4470 м/с, кирпиче — 1200–1699 (3650) м/с, стали — 5000–6000 м/с, песке — 100–320 м/с.

Каждая волна имеет свою длину λ , м, и совершает определенное количество колебаний в секунду, называемое частотой колебаний f и измеряемое в Герцах (Гц) (рис. 4). Амплитуда колебаний частиц определяет громкость звука. Ухо человека воспринимает звук частотой от 16 до 20000 Герц (Гц).

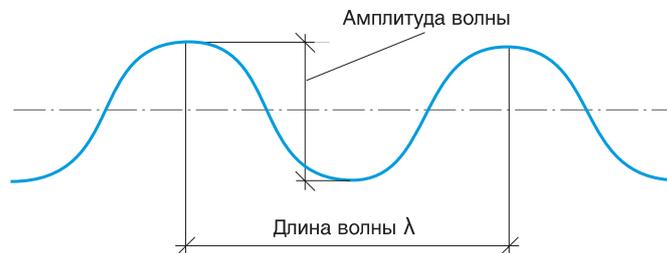


Рисунок 4. Основные характеристики волнового движения: длина волны, амплитуда колебания частиц в волне

С увеличением частоты колебаний длина волны изменяется по зависимости $\lambda = c/f$, где c — скорость распространения звука в воздушной среде, м/с. Длина волны у звуков низкой частоты значительно больше, чем у звуков высокой частоты.

Таблица 1. 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
Спектр звука	Низкие частоты			Средние частоты			Высокие частоты			

За счет колебаний частиц в звуковой волне образуются зоны повышенного и пониженного давления по отношению к атмосферному, которое называется звуковым давлением p (рис. 5). Периодическое изменение звукового давления в волне вызывает колебание барабанной перепонки в ухе, благодаря чему мы слышим звук. Минимальное давление, воспринимаемое человеком, называется пороговым давлением и составляет $p_0 = 2 \times 10^{-5} \text{ Н/м}^2$, а давление свыше 20 Н/м² ощущается человеком как боль, и поэтому его называют болевым порогом.

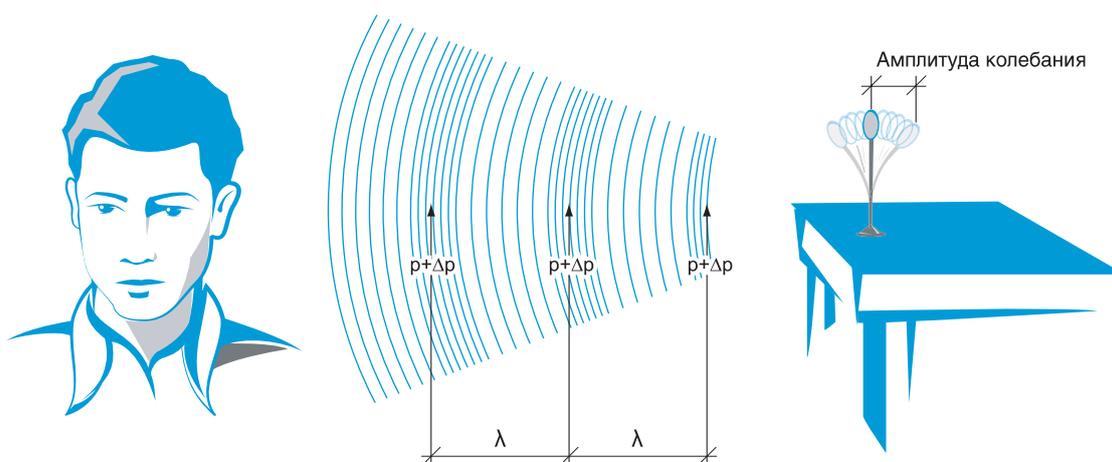


Рисунок 5. Образование зон повышенного и пониженного давления в звуковой волне

Каждый источник звука излучает поток звуковой энергии определенной мощности (табл. 2), а отношение мощности источника звука к площади поверхности, на которую падает звук, является интенсивностью или силой звука I , Вт/м².

Таблица 2. Мощность различных источников звука

Источник звука	Мощность, Вт
Речь человека, разговор	10^{-5}
Электрический миксер, кофемолка	10^{-3}
Громкий крик	2×10^{-3}
Автосигнал	5
Громкоговоритель	10^{-2}
Сирена	3×10^3
Двигатель реактивного самолета	10^4

Сила звука у порога слышимости составляет $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м², звук силой более 1 Вт/м² воспринимается человеком как боль.

Чувствительность уха зависит не от абсолютной величины звукового давления или силы звука, а от их отношения к пороговому значению. Причем эта зависимость является логарифмической. Кроме того, величины звукового давления, силы звука и мощность источников меняются в очень широких пределах (10^6 – 10^{12} раз), и использовать абсолютные значения этих величин в инженерных расчетах не всегда удобно. Для удобства проведения расчетов употребляются числовые значения, представленные в логарифмических единицах, и вводятся понятия «уровень звукового давления» и «уровень силы звука», где абсолютные величины берутся по отношению к пороговым значениям звукового давления и силы звука и измеряются в децибелах (дБ):

—> уровень интенсивности звука $L = 10 \lg (I/I_0)$

—> уровень звукового давления $L = 20 \lg (p/p_0)$.

Изменение звукового давления в 100 раз ухо человека воспринимает как изменение громкости звука в 2 раза.

Зная порог слышимости звука и болевой порог, легко определить, что диапазон слышимости у человека составляет от 0 до 120 дБ (табл. 3).

Таблица 3. Уровни громкости различных процессов

Процесс	Уровень громкости звука, дБ
Тиканье часов, шелест листвы	20
Средний уровень шума в жилье в ночное время	25–30
Речь человека, негромкий разговор	40
Громкая речь, громкое радио или телевизор, крик	65–70
Уличный шум при сильном движении	80
Средний уровень звука при просмотре фильмов в домашнем кинотеатре	90
Громкая музыка, сирена скорой помощи	110
Взлет реактивного самолета	120–134

Большая часть звуков, слышимых человеком, состоит из ряда различных частот. Звук только одной частоты можно получить с помощью специальных инструментов. В зависимости от частоты человеческое ухо по-разному воспринимает звук (рис. 6): на высоких частотах 2000–4000 Гц звук воспринимается лучше, чем на низких. Поэтому болевой порог на низкой частоте 31,5 Гц наступает при уровне силы звука в 135 дБ, в то время как на частоте 2000 Гц ощущение боли появится при $L = 112$ дБ.

Уровень звукового давления неполностью характеризует звук с точки зрения его восприятия ухом, а источники звука излучают энергию различных частот. Поэтому необходимо знать частотную характеристику звука, показывающую распределение звукового давления по частотам. Каждая полоса частот характеризуется нижней f_H и верхней f_B частотами, шириной $\Delta f = f_B - f_H$ и средней геометрической частотой $f_{cp} = f_B / f_H$. Полоса, у которой отношение $f_B / f_H = 2$, называется октавой, а если $\sqrt[3]{f_B / f_H} = 2$, то ширина полосы равна 1/3 октавы. В настоящее время нормирование шума, акустические расчеты и измерения проводятся в общепринятых среднегеометрических частотах 1/3-октавных полос:

63, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500, 3150, 4000 Гц.

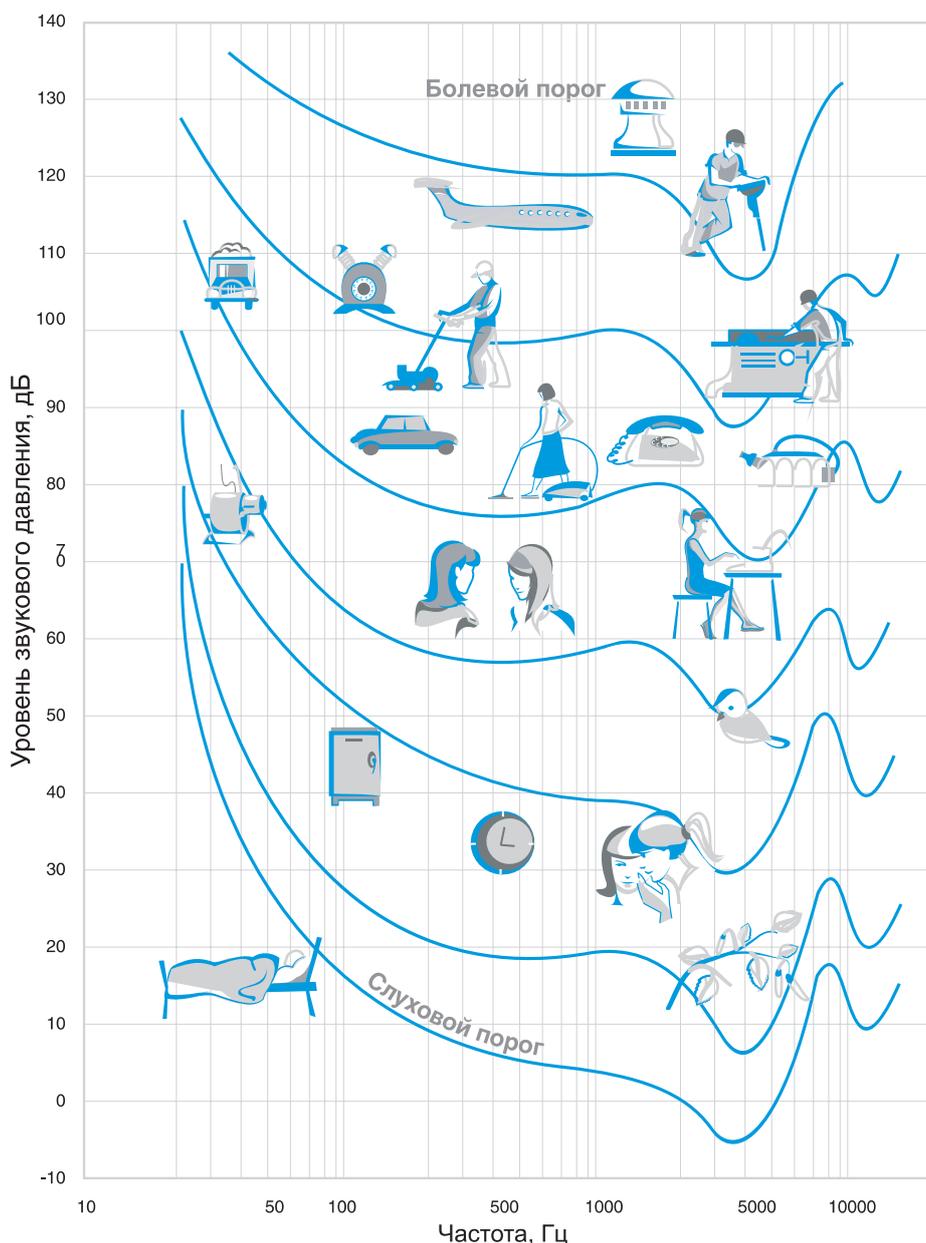


Рисунок 6. Распределение шума по уровню звукового давления и частота

1.2. Нормирование шума в помещениях

Живя в мире звуков, человек должен быть защищен от шумов — любых нежелательных посторонних звуков, являющихся помехой человеку в определенных условиях его жизни и раздражающих нервную систему. Нормирование шума производится в соответствии с категорией комфортности здания, которая устанавливается техническим заданием на проектирование. Различают жилые и общественные здания следующих категорий:

- > категория А — обеспечение высококомфортных условий;
- > категория Б — обеспечение комфортных условий;
- > категория В — обеспечение предельно допустимых комфортных условий.

Гостиницы, имеющие по международной классификации четыре или пять звезд, относятся к категории А, три звезды — к категории Б и менее трех звезд — к категории В. В соответствии с требованиями СНиП 23-03-2003. Защита от шума в помещениях жилых, общественных зданий нормируются уровни звукового давления L , дБ, для постоянного шума и эквивалентные им максимальные уровни звукового давления для непостоянных шумов. Для жилых помещений, больничных палат и санаториев нормирование ведется для дневного и ночного времени (табл. 4). Допустимые уровни шума от внешних источников в помещении устанавливаются при условии обеспечения нормативной вентиляции в жилых помещениях, учебных классах, палатах — при открытых форточках, фрамугах, узких створках окон.

Таблица 4. Нормы допустимого шума

Назначение помещений или территорий	Время суток, ч	Уровень звукового давления (эквивалентный уровень звукового давления) L , дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц										Уровень звука L_A (эквивалентный уровень звука $L_{A_{эке}}$), дБА	Максимальный уровень звука $L_{A_{эке}}$, дБА
		31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
1. Рабочие помещения административно-управлеческого персонала производственных предприятий, лабораторий, помещения для измерительных и аналитических работ	—	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60	70	
2. Рабочие помещения диспетчерских служб, кабины наблюдения и дистанционного управления с речевой связью по телефону, участки точной сборки, телефонные и телеграфные станции, залы обработки информации на ЭВМ	—	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65	75	
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	07:00-23:00	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50	
	23:00-07:00	69	51	39	31	24	20	17	14	13	25	40	
6. Операционные больниц, 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 и кинотеатров, залы судебных заседаний, культовые здания	—	79	63	52	45	39	35	32	30	27	40	55	
8. Жилые комнаты квартир	07:00-23:00	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50	
	23:00-07:00	69	51	39	31	24	20	17	14	13	25	40	
— в домах категории А	07:00-23:00	79	63	52	45	39	35	35	30	28	40	55	
— в домах категорий Б и В	23:00-07:00	72	55	44	35	29	25	22	20	18	30	45	
9. Жилые комнаты общежитий	07:00-23:00	83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60	
	23:00-07:00	76	59	48	40	34	30	27	23	23	35	50	
10. Номера гостиниц:	категории А	07:00-23:00	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
		23:00-07:00	69	51	39	31	24	20	17	14	13	25	40
	категории Б	07:00-23:00	79	63	52	45	39	35	32	30	28	40	55
		23:00-07:00	72	55	44	35	29	25	22	20	18	30	45
	категории В	07:00-23:00	83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60
		23:00-07:00	76	59	48	40	34	30	27	23	23	35	50

Таблица 4. Нормы допустимого шума

Назначение помещений или территорий	Время суток, ч	Уровень звукового давления (эквивалентный уровень звукового давления) L , дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровень звука L_A (эквивалентный уровень звука $L_{Aэкв}$), дБА	Максимальный уровень звука $L_{Aэкв}$, дБА
		31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
11. Жилые помещения домов отдыха, пансионатов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, спальные помещения детских дошкольных учреждений и школ-интернатов	07:00-23:00	79	63	52	45	39	35	32	30	28	40	55
	23:00-07:00	72	55	44	35	29	25	22	20	18		
12. Помещения офисов, рабочие помещения и кабинеты административных зданий, конструкторских, проектных и научно-исследовательских организаций: — категории А — категорий Б и В	—	83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60
		86	71	61	54	49	45	42	40	38		
13. Залы кафе, ресторанов, фойе театров и кинотеатров: — категории А — категорий Б и В	—	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50	60
		89	75	66	59	54	50	47	45	43		
14. Торговые залы магазинов, пассажирские залы вокзалов и аэровокзалов, спортивные залы	—	93	79	70	63	58	55	52	50	70	60	70
15. Территории, непосредственно прилегающие к жилым зданиям больниц и санаториев	07:00-23:00	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50	65
	23:00-07:00	79	63	52	45	39	35	32	30	28		
16. Территории, непосредственно прилегающие к жилым зданиям, домам отдыха, домам-интернатам для престарелых и инвалидов	07:00-23:00	90	75	66	59	54	50	47	45	44	55	70
	23:00-07:00	83	67	57	49	44	40	37	35	33		
17. 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

Примечания:

1. Допустимые уровни шума в помещениях, приведенные в поз. 1,5–13, относятся только к шуму, проникающему из других помещений 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 (поз. 15–17) могут быть увеличены из расчета обеспечения допустимых уровней в помещениях при закрытых окнах.

3. При тональном и (или) импульсном характере шума допустимые уровни следует принимать на 5 дБ (дБА) ниже значений, указанных в табл. 4.

4. 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 табл. 4. При этом поправку на тональность шума не учитывают.

5. Допустимые уровни шума от транспортных средств (поз. 5, 7–10, 12) разрешается принимать на 5 дБ (5 дБА) выше значений, указанных в табл. 4.

1.3. Виды шумов в здании

Для обеспечения требуемых уровней звукового давления конструкции, ограждающие помещения должны обладать необходимыми звукоизоляционными качествами. При этом следует учитывать особенности распространения звука в зданиях. Различают два основных вида шума:

- > воздушный шум, при котором звуковые колебания возникают и распространяются в воздухе. К воздушным шумам относят речь человека, звуки музыкальных инструментов, радио, телевизора;
- > структурный шум, при котором звуковые колебания распространяются в твердых телах из-за колебаний смежных конструкций.

Механизм передачи воздушного шума заключается в том, что источник колебаний — голосовые связки, струны музыкальных инструментов, мембрана громкоговорителя — вызывают колебания частиц воздуха, которые распространяются в виде продольных звуковых волн. При падении звуковой волны на строительную конструкцию (перегородку, перекрытие) в последней возникают изгибные колебания, которые, в свою очередь, вызывают колебания частиц воздуха в соседнем помещении. Эти колебания воспринимаются барабанной перепонкой, и человек слышит шум, идущий из смежных помещений (рис. 7).

Ударный шум передается за счет того, что удар по конструкции (при ходьбе, танцах) вызывает в ней изгибные колебания, которые приводят в колебательное движение частицы воздуха в смежных помещениях (рис. 8). Звуковые волны распространяются в упругой воздушной среде, и человек слышит ударный шум, возникающий на другом этаже. Расстояние, на которое распространяется, ударный шум по перекрытиям и стенам больше, чем у воздушного.

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 (рис. 9).

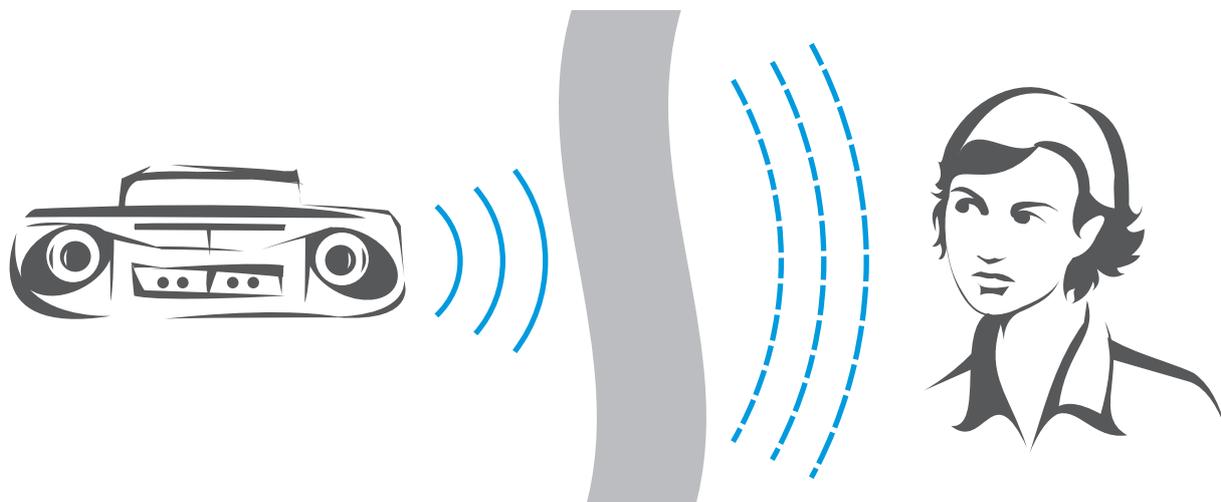


Рисунок 7. Механизм передачи воздушного шума

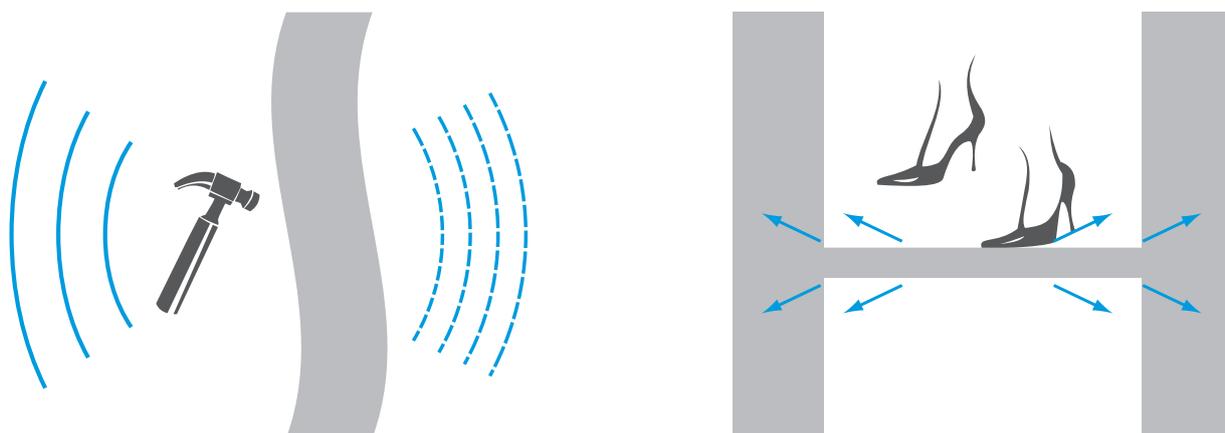
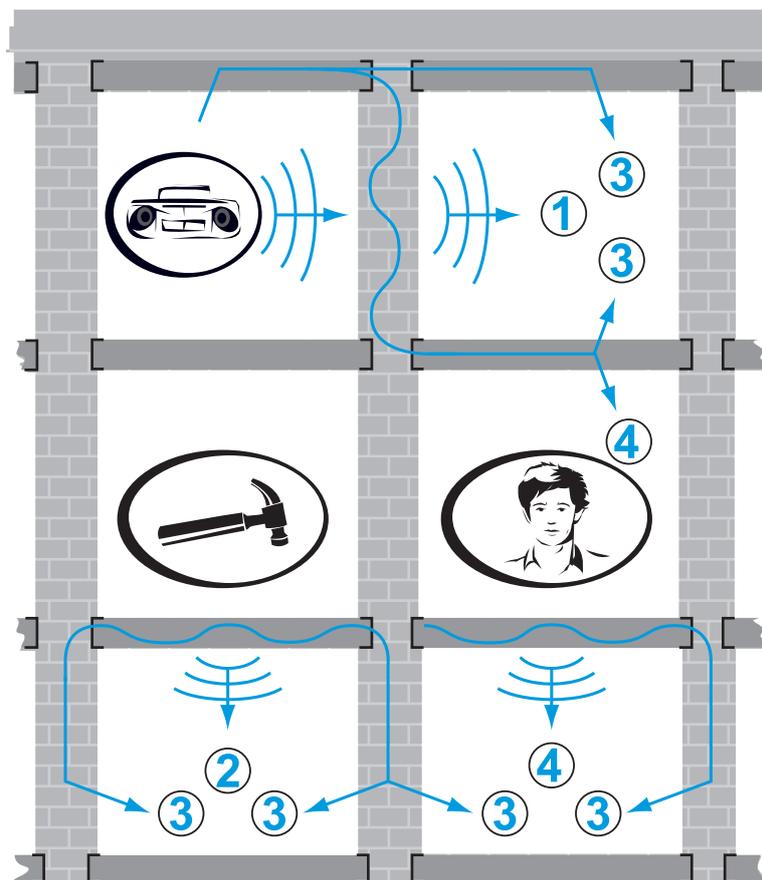


Рисунок 8. Механизм передачи ударного шума



1 — прямой путь передачи воздушного шума; 2 — прямой путь передачи ударного шума;
3, 4 — косвенные пути передачи шума

Рисунок 9. Схема распространения шума в здании

С точки зрения механизма передачи звука различают акустически однородные (однослойные) конструкции и акустически неоднородные (многослойные) конструкции.

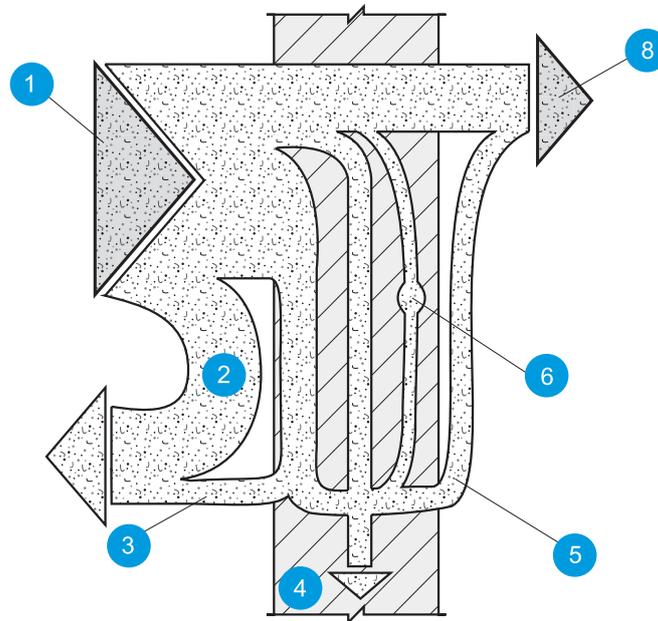
Акустически однородные конструкции могут состоять из одного или нескольких слоев, жестко связанных между собой по всей поверхности и колеблющихся как одно целое. К ним можно отнести оштукатуренные кирпичные стены, плиты перекрытий с покрытием по стяжке линолеумом и др.

Акустически многослойные (неоднородные) конструкции состоят из нескольких слоев, не связанных жестко друг с другом, способных колебаться с разными для каждого слоя амплитудами. Они обладают более высокими звукоизоляционными свойствами по сравнению с однородными конструкциями.

1.4. Звукопоглощение

При падении звуковой волны на конструкцию часть звуковой энергии отражается от поверхности, часть поглощается, а часть проходит через нее, в результате в соседнем помещении слышен звук (рис. 10). Отношение поглощенной звуковой энергии к энергии, падающей на поверхность, называется коэффициентом звукопоглощения

$$\alpha = \frac{E_{\text{полг.}}}{E_{\text{пад.}}}$$



- 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

Рисунок 10. Схема передачи звуковой энергии через конструкцию

Материалы с хорошими звукопоглощающими свойствами имеют большие значения коэффициента звукопоглощения. Звукопоглощение в материалах происходит в результате потери энергии при трении колеблющихся частиц воздуха о стенки пор материала. Материалы с большим количеством пор имеют хорошие звукопоглощающие характеристики. Однако за счет звукопоглощения можно добиться снижения уровня звукового давления на 6–8 дБ.

В соответствии с существующей классификацией материалы и изделия, имеющие $\alpha > 0,8$ в диапазоне низких, средних и высоких частот, относят к первому классу звукопоглотителей, с $\alpha = 0,4-0,8$ — ко второму, с $\alpha = 0,2-0,4$ — к третьему классу. Максимальное снижение уровня звукового давления происходит при использовании звукопоглощающих материалов первого класса.

1.5. Звукоизоляция

Звукоизоляцией называют ослабление звука, обеспечиваемое ограждением. Отношение энергии, прошедшей через конструкцию, к падающей на нее называется коэффициентом звукопередачи τ . Звукоизоляционная способность конструкции вычисляется по зависимости

$$R_w = 10 \lg (1/\tau), \text{ дБ,}$$

где $\tau = \frac{E_{\text{пр.}}}{E_{\text{пад.}}}$

Для обеспечения необходимой звукоизоляции в 50 дБ через конструкцию может проходить не более 0,00001 части энергии. Поэтому звукоизолирующая конструкция должна быть как можно плотнее, чтобы уменьшить передачу звука через поры, щели, неплотности. Как уже отмечалось, звуковые волны, падающие на конструкцию, приводят ее в колебательное движение. 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»:

$$R_w = 20 \lg mf - 47,5, \text{ дБ,}$$

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

В соответствии с «законом масс» удвоение массы конструкции (или частоты колебаний) приводит к улучшению звукоизоляции в среднем на 6 дБ. Например, звукоизоляция кирпичной перегородки в 1/2 кирпича, оштукатуренная с двух сторон, составляет 47 дБ, при толщине в 1 кирпич — 54 дБ, при толщине в 2 кирпича — 60 дБ (рис. 11).

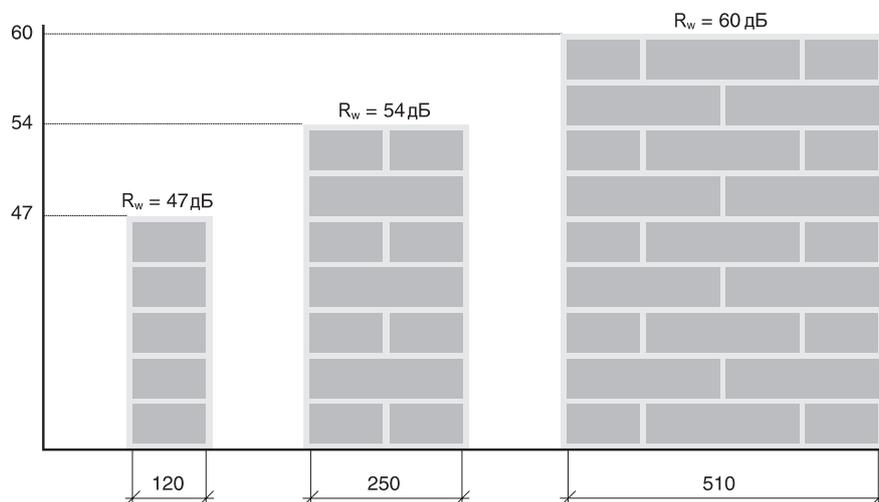


Рисунок 11. Изменение звукоизоляции кирпичной стены при удвоении ее толщины

Звукоизоляция от воздушного шума ухудшается в результате явления «волнового совпадения». Если однослойная конструкция возбуждается в какой-либо точке возбудителем колебаний, то в ней с определенной скоростью распространяются изгибные волны. Их скорость распространения в конструкции зависит от толщины, плотности и модуля упругости материала, частоты возбуждающих колебаний. В звуковой волне, падающей наклонно на конструкцию, чередующиеся области повышенного и пониженного звукового давления вызывают деформацию и изгибные колебания конструкции (рис. 12).

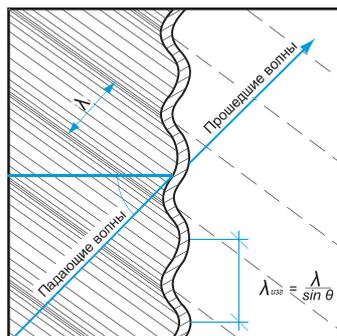


Рисунок 12. Схема возбуждения звуковых колебаний легкой конструкции при косом падении звуковых волн — эффект волнового совпадения

Максимум давления вызывает «выдавливание» участка конструкции вправо, а минимум — «вдавливание» влево. При низких частотах скорость распространения изгибных волн в конструкции меньше скорости звука. При увеличении частоты звука уменьшается длина звуковой волны. При падении звуковой волны под углом Θ при определенной частоте f_0 длина изгибной волны $\lambda_{\text{изг}}$ в конструкции становится равна проекции звуковой волны $\lambda/\sin \Theta$ на конструкцию. При 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

$$\lambda_{\text{изг}} = \lambda/\sin \Theta.$$

Для оценки звукоизоляционных качеств ограждений необходимо определить его граничную частоту колебаний f_0 . На частотах ниже граничной ограждения обладают низкой звукоизоляцией, а на частоте выше граничной звукоизоляция конструкции остается постоянной.

Звукоизоляция ограждений зависит от частоты изолируемого звука. Звуки низкой частоты легче проникают через ограждение, высокой — труднее. При низких частотах звуковое давление действует на ограждение медленно и легче его раскачивает и приводит в колебательное движение. При высоких частотах действие звукового давления кратковременно, и преодолеть инерцию ограждения и заставить его колебаться труднее, поэтому на низких частотах ограждение при колебаниях будет передавать в помещение большее количество звуковой энергии, чем при высоких частотах. Для оценки звукоизоляционных качеств конструкции используют ее частотную характеристику, показывающую зависимость ее звукоизоляции от частоты изолируемого звука в диапазоне от 100 до 3150 Гц.

Частотная характеристика ограждения определяется экспериментально или рассчитывается, а сравнивается с оценочной частотной характеристикой. На рис. 13 приведена оценочная частотная характеристика звукоизоляции от воздушного шума, на рис. 14 — от ударного.

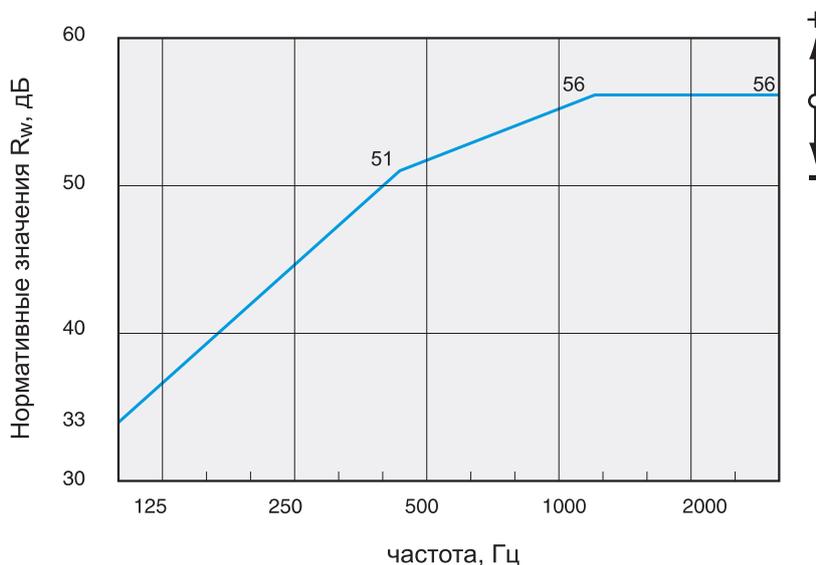


Рисунок 13. Оценочная кривая изоляции воздушного шума

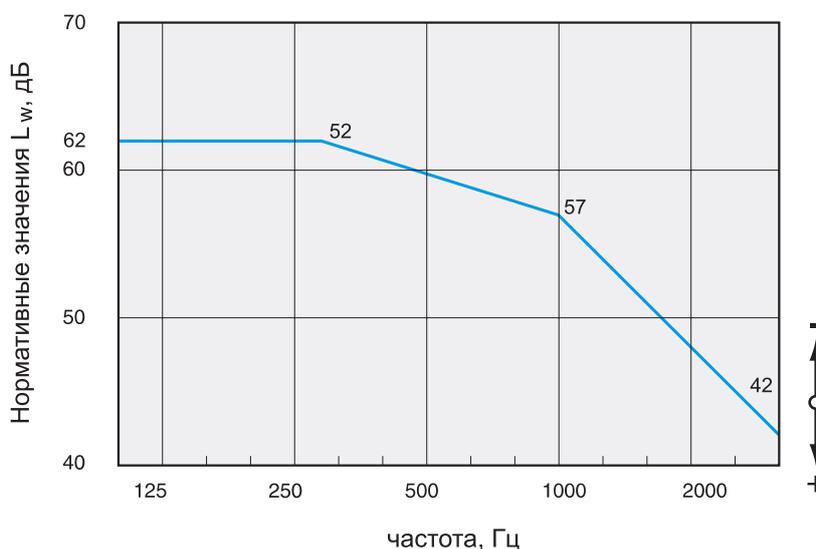


Рисунок 14. Оценочная кривая изоляции ударного шума

1.6. Нормативные требования к изоляции воздушного шума

Внутренние ограждения — стены и перегородки — должны обеспечивать звукоизоляцию воздушного шума, а перекрытия — изоляцию воздушного и ударного шума.

Звукоизоляция воздушного шума ограждающими конструкциями характеризуется индексом изоляции воздушного шума ограждением R_w , дБ, а ударного — индексом приведенного уровня ударного шума под перекрытием L_{wn} . Нормативные значения индексов звукоизоляции приведены в табл. 5.

Таблица 5. Нормативные значения индексов изоляции воздушного шума стенами и внутренними ограждающими конструкциями

Наименование и расположение ограждающей конструкции	R_w , дБ
Жилые здания	
1. Стены и перегородки между квартирами, между помещениями квартир и лестничными клетками, холлами, коридорами, вестибюлями:	
в домах категории А	54
в домах категории Б	52
в домах категории В	50
2. Стены между помещениями квартир и магазинами:	
в домах категории А	59
в домах категорий Б и В	57
3. Стены и перегородки, отделяющие помещения квартир от ресторанов, кафе, спортивных залов:	
в домах категории А	62
в домах категорий Б и В	60
4. Перегородки между комнатами, между кухней и комнатой в квартире:	
в домах категории А	43
в домах категорий Б и В	41
5. Перегородки между санузлом и комнатой одной квартиры	
	47
6. Стены и перегородки, отделяющие помещения культурно-бытового обслуживания общежитий друг от друга и от помещений общего пользования (холлы, вестибюли, лестничные клетки)	
	47
Гостиницы	
7. Стены и перегородки между номерами:	
категории А	52
категории Б	50
категории В	48
8. Стены и перегородки, отделяющие номера от помещений общего пользования (лестничные клетки, вестибюли, холлы, буфеты):	
категории А	54
категорий Б и В	52
9. Стены и перегородки, отделяющие номера от ресторанов, кафе:	
категории А	62
категорий Б и В	59

Продолжение таблицы 5.

Наименование и расположение ограждающей конструкции	R_w , дБ
Административные здания, офисы	
10. Стены и перегородки между кабинетами и отделяющие кабинеты от рабочих комнат:	
категории А	51
категорий Б и В	49
11. Стены и перегородки, отделяющие рабочие комнаты от помещений общего пользования (вестибюли, холлы, буфеты) и от помещений с источниками шума (машбюро, телетайпные и т.п.):	
категории А	50
категорий Б и В	48
12. Стены и перегородки, отделяющие кабинеты от помещений общего пользования и шумных помещений:	
категории А	54
категорий Б и В	52
в домах категорий Б и В	60

2. Каркасно-обшивные перегородки и облицовки

2.1. Звукопоглощающие плиты Rockwool Акустик Баттс



Звукопоглощающие плиты, изготовленные из каменной ваты Rockwool (рис. 15), разработаны специально для обеспечения необходимой звукоизоляции конструкций. Они могут использоваться в ограждениях помещений, к которым предъявляются требования по защите от шума: в конструкциях перегородок, облицовок, междуэтажных перекрытий и др., где нет механической нагрузки на материал.

Основные технические характеристики звукопоглощающих плит Rockwool Акустик Баттс:

- Плотность 45 кг/м³;
- Размер плит 1000 x 600, толщина от 50 до 200 мм;
- Сжимаемость – не более 12 %;
- Водопоглощение – не более 1,5 % по объему;
- Группа горючести – НГ.

Рисунок 15. Rockwool Акустик Баттс

Структура материала и технология его производства обеспечивают высокие **звукопоглощающие** свойства плит Rockwool Акустик Баттс.

При производстве плит горные породы расплавляются при температуре 1500–1600 °С, а затем из полученного расплава производят каменную вату. В результате сложного технологического процесса, после подпрессовки и обработки в камере полимеризации получаются плиты Rockwool Акустик Баттс с незамкнутыми воздушными порами. Степень открытости пор составляет $\epsilon = 1$, что обеспечивает высокие звукопоглощающие характеристики материала. (Сильнопористые материалы с маленькой степенью открытости пор обладают невысокими звукопоглощающими качествами). Плиты Rockwool Акустик Баттс состоят из тончайших волокон, переплетенных друг с другом в различных направлениях и образующих многочисленные мельчайшие воздушные полости, сообщающиеся между собой. Как известно, звукопоглощающие качества материала зависят от его плотности, диаметра волокна и степени открытости пор, а от диаметра волокна и плотности материала зависит удельная площадь поверхности внутренних пор. Правильно подобранное соотношение между толщиной волокна и его количеством в плите (т.е. плотностью) позволяет получить материал с требуемыми звукоизоляционными характеристиками.

В соответствии с существующими нормативами для обеспечения качественной звукоизоляции необходимо использовать плиты из волокнистых материалов плотностью не менее 40 кг/м³ [3]. Прежде всего это связано с повышением акустических свойств волокнистой изоляции с увеличением плотности (см. табл. 7). Так, у волокнистого материала плотностью 11 или 20 кг/м³ значения коэффициентов звукопоглощения в диапазоне низких и средних частот ниже, чем у материала с более высокой плотностью (рис. 16). Однако дальнейшее значительное увеличение плотности ведет к повышению жесткости материала, что, в свою очередь, отрицательно влияет на звукоизоляционные характеристики конструкции. Поэтому оптимальным значением плотности звукопоглощающего материала является плотность 45 кг/м³.

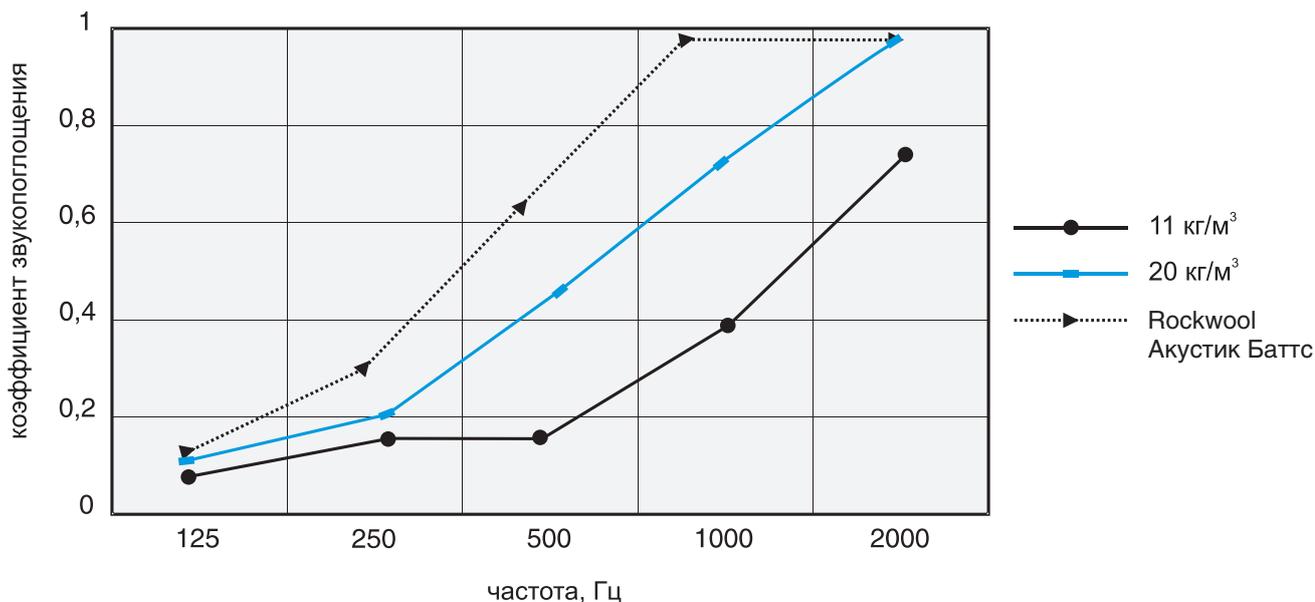


Рисунок 16. Зависимость звукопоглощающих свойств волоконистых материалов от плотности

За счет большого количества сквозных пор и каналов плиты Rockwool Акустик Баттс имеют значительную удельную площадь поверхности внутренних пор, в которых за счет вязкости воздуха и трения его частиц о поверхность волокон, образующих стенки капилляров, происходит интенсивная потеря звуковой энергии, определяющая хорошие акустические свойства.

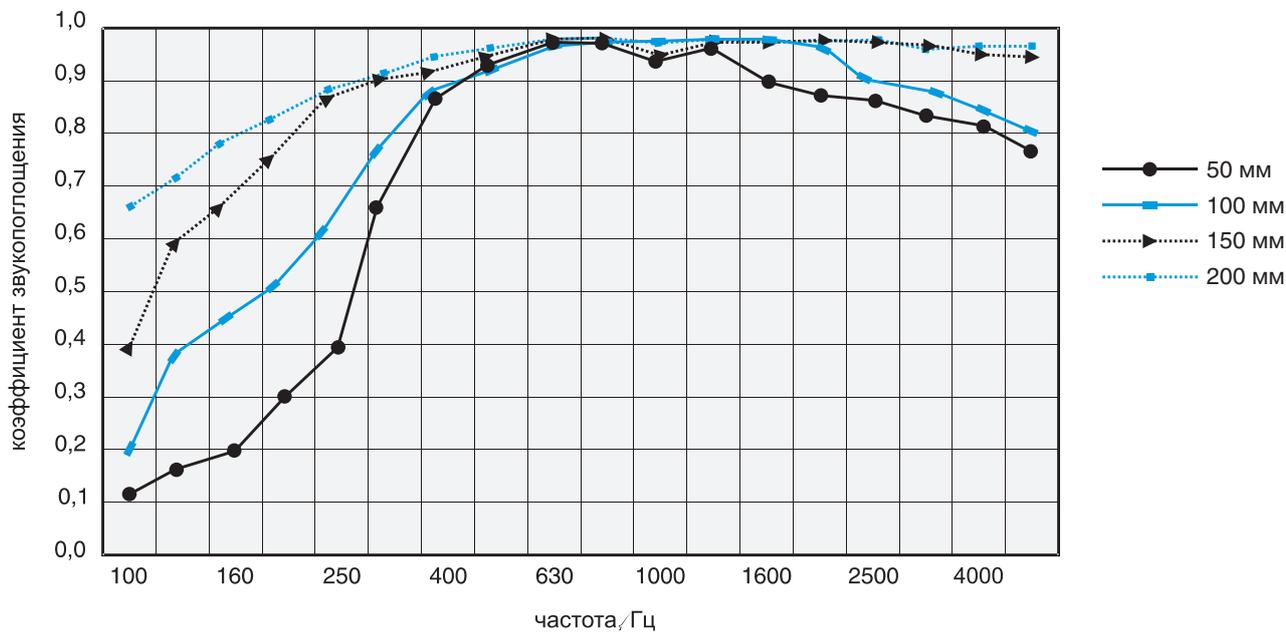


Рисунок 17. Частотные характеристики реверберационных коэффициентов звукопоглощения плит Rockwool Акустик Баттс

Таблица 6. Значения среднеарифметического коэффициента звукопоглощения, присвоенный класс звукопоглощающего материала (НСВ) плит Rockwool Акустик Баттс

Толщина Rockwool Акустик Баттс	Среднеарифметический коэффициент звукопоглощения		Присвоенный класс	
	$\alpha_{ср}$	$\alpha_{ср}$	Н	С
50	0,23	0,96	Н	3
	0,87		С	1
			В	1
100	0,40	0,97	Н	2
	0,94		С	1
			В	1
150	0,63	0,97	Н	2
	0,98		С	1
			В	1
200	0,75	0,99	Н	2
	0,99		С	1
			В	1

Волокна каменной ваты обладая открытой пористостью способны снижать интенсивность звуковой энергии превращая ее в тепловую.

Таблица 7. Динамические характеристики плит Rockwool Акустик Баттс

Толщина образца, мм	Динамический модуль упругости E_d , МПа, и коэффициент относительного сжатия e_d при нагрузках в Н/м ²			
	2000		5000	
	E_d	e_d	E_d	e_d
46,88	0,30	0,27	0,83	0,44

Наличие мельчайших пор и полостей, заполненных воздухом, благоприятно сказывается не только на звукозащитных, но и на теплозащитных характеристиках материала. Плиты Акустик Баттс имеют низкий коэффициент теплопроводности, что позволяет достигать высокого уровня теплозащиты при использовании слоя теплоизоляции незначительной толщины.

Сильно переплетенные волокна плит Rockwool Акустик Баттс при плотности 40 кг/м³ обеспечивают их высокую сопротивляемость механическим воздействиям и **малую сжимаемость**. При нагрузке 2000 Па сжимаемость плит составляет 12%. Благодаря этому в процессе эксплуатации плиты не деформируются и не уплотняются, а толщина материала не меняется. Поэтому с течением времени их звукоизоляционные характеристики и теплозащитные качества конструкций, в которых они установлены, не ухудшаются.

Основой плит Rockwool Акустик Баттс является каменная вата, состоящая из волокон, полученных в результате расплава габбро-базальтовых пород. Волокна являются негорючим материалом, выдерживают температуру, не горя и не плавясь, до 1000 °С. Несмотря на то что связующее вещество начинает терять стабильность при температуре порядка 250 °С, при высоких температурах плотно переплетенные между собой волокна обеспечивают плитам Rockwool Акустик Баттс прочность, а при отсутствии механических воздействий не дают материалу разрушаться. Плиты Rockwool Акустик Баттс сертифицированы как негорючий материал. Поэтому они могут использоваться в конструкциях стен, перекрытий и перегородок, к которым предъявляются требования по огнестойкости и обеспечению нулевого распространения огня, для защиты элементов здания от повреждения огнем.

Для производства плит Rockwool Акустик Баттс используется **гидрофобизированная** каменная вата. За счет этого материал практически не впитывает в себя влагу, имея ничтожно малое водопоглощение.

Как известно, коэффициент теплопроводности воды в 20 раз больше, чем воздуха, и скорость распространения звука в воде почти в 4 раза больше, чем в воздухе. Попадая в пористый материал, влага заполняет воздушные поры. Влажный материал становится более тяжелым, ухудшаются его упругие качества, снижаются теплозащитные и звукоизоляционные свойства материала.

Гидрофобизированные плиты Rockwool Акустик Баттс обладают высокими водоотталкивающими свойствами, и влага, попавшая на поверхность материала, не проникает внутрь плиты и не впитывается. Благодаря этому материал остается сухим и сохраняет высокие изоляционные характеристики в течение длительного периода эксплуатации.

Плиты Rockwool Акустик Баттс широко используются при строительстве и реконструкции зданий и индивидуальных домов не только благодаря своим высоким эксплуатационным характеристикам, но и за счет **удобства работы** с материалом. Плиты 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.

2.2. Конструкции каркасных перегородок

Известно, что массивные ограждения — стены и перегородки — обладают хорошими звукоизоляционными характеристиками. С увеличением массы конструкции изоляция помещения от шума улучшается. Однако современное строительство требует рационального использования строительных материалов, снижения массы конструкций без ущерба для эксплуатационных свойств — в частности, звукозащиты.

С появлением домашних кинотеатров, современных электронных музыкальных инструментов, не говоря о теле-, радиоприемниках и музыкальных центрах, способных воспроизводить звуки большой громкости, уровень мешающего звука в помещениях значительно вырос. Поэтому современные исследования и разработки направлены на создание конструкций с высокими звукоизоляционными качествами при минимальной массе. В первую очередь к ним можно отнести перегородки из гипсокартонных листов на металлическом или деревянном каркасе.

Эти каркасные перегородки, являющиеся одними из наиболее легких конструкций, имеют массу 28–49 кг/м² и обеспечивают хорошую звукоизоляцию помещений. Они предназначены для применения в качестве легких внутренних ограждающих конструкций в жилых, общественных и промышленных зданиях для помещений с температурой внутреннего воздуха не ниже +15 °С и сухим и нормальным температурно-влажностным режимом. Они могут использоваться как при строительстве новых зданий, так и при реконструкции существующих.

Каркас перегородок выполняется из гнутых оцинкованных стальных профилей (стоек), установленных в один или два ряда между верхними и нижними направляющими. Как правило, стойки устанавливаются с шагом 600 мм. Размеры элементов выбраны так, чтобы обеспечить плотную без зазоров стыковку горизонтальных и вертикальных профилей. В качестве стоек каркаса могут быть использованы деревянные бруски сечением 60 x 80 мм. Обшивка перегородок выполняется из гипсокартонных листов, установленных с каждой стороны каркаса в один, два или три ряда. Кроме того, в качестве обшивки могут применяться гипсоволокнистые листы, обладающие повышенной огнестойкостью.

Гипсокартонные перегородки могут использоваться в помещениях с 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.

Высокие звукоизоляционные качества перегородок обеспечиваются заполнением воздушной полости между листами обшивки плитами из каменной ваты Rockwool Акустик Баттс. Из-за незначительной сжимаемости плит Rockwool Акустик Баттс они устанавливаются враспор между стойками (рис. 18). При этом звукоизоляционный материал вплотную прилегает к несущим элементам перегородок. Отсутствие тончайших зазоров и щелей между плитами Rockwool Акустик Баттс и профилями перегородок — одно из основных условий для обеспечения хорошей звукозащиты помещений.



Рисунок 18. Установка Rockwool Акустик Баттс в перегородку

2.3. Звукоизоляция каркасно-обшивных перегородок

Традиционные конструкции перегородок, выполненные из кирпича, керамических камней и блоков при хороших звукоизоляционных качествах имеют очень большую массу (табл. 8). Как отмечалось, звукоизоляция этих акустически однослойных перегородок зависит от массы и улучшается на 6 дБ при двукратном увеличении их массы.

Таблица 8. Изоляция воздушного шума однослойными перегородками

Конструкция перегородки	Поверхностная плотность, кг/м ²	Индекс изоляции воздушного шума, дБ
Керамические камни толщиной 180 мм с облицовкой гипсокартонными листами	302	50
Керамические камни толщиной 250 мм с облицовкой гипсокартонными листами	380	51
Красный глиняный или силикатный кирпич толщиной 250 мм с облицовкой гипсокартонными листами	505	55
Гипсовые пазогребневые плиты толщиной 80 мм	87	41

Устройство многослойных конструкций с воздушной прослойкой между слоями позволяет снизить массу конструкций без ухудшения звукоизоляции. Находясь между слоями тяжелого материала, воздушный зазор выполняет роль амортизатора, за счет которого передача колебаний от слоя к слою происходит с меньшей интенсивностью. Поэтому звукоизоляция конструкций с воздушной прослойкой оказывается достаточно высокой при большей толщине и значительно меньшей массе (табл. 9).

Таблица 9. Изоляция воздушного шума отдельными конструкциями стен с воздушной прослойкой

Конструкция перегородки	Толщина слоя, мм	Толщина воздушной прослойки, мм	Поверхностная плотность, кг/м ²	Индекс изоляции воздушного шума, дБ
Керамические камни с гипсокартонными листами	90	60	151	50
Гипсошлакобетонные плиты с затиркой	80	60	202	50
Пустотелые гипсовые плиты с беспесчаной накрывкой	100	60	210	50
Шлакобетонные щелевые камни с беспесчаной накрывкой	90	60	144	52

В отличие от вышеперечисленных конструкций, современные каркасно-обшивные перегородки имеют высокие звукоизоляционные характеристики при небольшой толщине и при массе меньше, в 5–10 раз.

Высокая звукоизоляция обеспечивается за счет использования в качестве облицовки перегородок гипсокартонных листов большой плотности — 850 кг/м³, установленных в один, два или три слоя. Пространство между листами заполняется звукоизоляционными плитами Rockwool Акустик Баттс. 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 минераловатные плиты. Ослабленная звуковая волна, достигнув другой стороны обшивки, снова ослабевает, вызывая вынужденные колебания гипсокартонного листа. В табл. 12 приведены звукоизоляционные характеристики каркасно-обшивных перегородок в зависимости от количества листов обшивки, толщины слоя звукоизоляционных плит Rockwool Акустик Баттс и толщины воздушной

2.4. Огнестойкость каркасно-обшивных перегородок

Для обеспечения безопасности людей в помещении и для беспрепятственной эвакуации в случае пожара конструкции зданий должны обладать способностью сопротивляться воздействию пожара, которая называется огнестойкостью. Огнестойкость конструкций оценивается пределом огнестойкости.

Предел огнестойкости характеризуется временем, в течение которого конструкции при стандартном воздействии огня и высоких температур сохраняют несущую способность, не теряют устойчивости, не дают сквозных трещин, и температура на необогреваемой поверхности не превышает в среднем 160 °С.

Предел огнестойкости устанавливается по времени, мин, наступления одного или нескольких признаков предельных состояний:

- > потери несущей способности — *R*;
- > потери целостности — *E*;
- > потери теплоизолирующей способности — *I*.

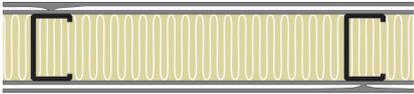
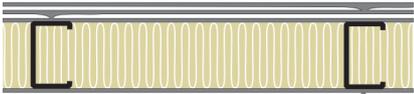
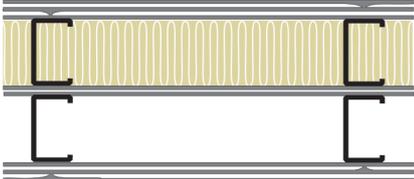
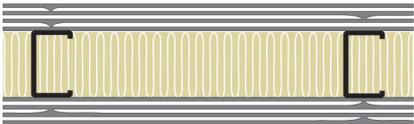
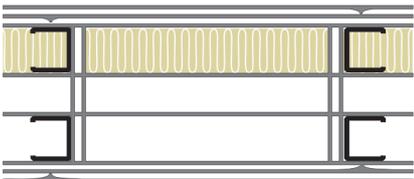
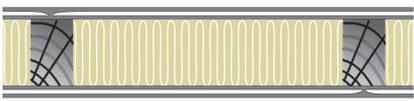
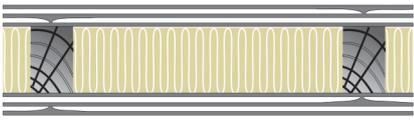
Таблица 10. Требуемые пределы огнестойкости строительных конструкций в зависимости от степени огнестойкости здания

Конструкция перегородки	Предел огнестойкости конструкций, мин., не менее						
	Несущие элементы здания	Наружные несущие стены	Перекрытия междуэтажные, чердачные, над подвалами	Элементы бесчердачных покрытий		Лестничные клетки	
				Настилы (в том числе с утеплителем)	Фермы, балки, прогоны	Внутренние стены	Марши и площадки лестниц
I	<i>R</i> 120	<i>E</i> 30	<i>REI</i> 60	<i>RE</i> 30	<i>R</i> 30	<i>REI</i> 120	<i>R</i> 60
II	<i>R</i> 90	<i>E</i> 15	<i>REI</i> 45	<i>RE</i> 15	<i>R</i> 15	<i>REI</i> 90	<i>R</i> 60
III	<i>R</i> 45	<i>E</i> 15	<i>REI</i> 45	<i>RE</i> 15	<i>R</i> 15	<i>REI</i> 60	<i>R</i> 45
IV	<i>R</i> 15	<i>E</i> 15	<i>REI</i> 15	<i>RE</i> 15	<i>R</i> 15	<i>REI</i> 45	<i>R</i> 15
V	Не нормируется						

Высокая огнестойкость каркасно-обшивных перегородок обеспечивается благодаря совместному использованию гипсокартонных листов и звукоизоляционных плит Rockwool Акустик Баттс. С точки зрения пожарной безопасности конструкция не должна иметь воздушные полости, по которым происходит интенсивное распространение огня. Поэтому заполнение воздушного пространства между гипсокартонными обшивками негорючими плитами из каменной ваты Rockwool Акустик Баттс приводит не только к улучшению звукоизоляционных характеристик, но и повышению огнестойкости конструкции.

Для гипсокартонных перегородок значения пределов огнестойкости приведены в табл. 11.

Таблица 11. Пределы огнестойкости перегородок

Тип перегородки	Конструктивное решение	Предел огнестойкости, мин	
		ГКЛ	ГКЛО
	Одинарный металлический каркас с заполнением негорючей плитой из каменной ваты толщиной 50 мм и обшивкой одним слоем гипсокартонных листов с обеих сторон. Крепление листов к каркасу с помощью шурупов. Стык между смежными листами заделан специальной шпаклевкой	E145	E160
	Одинарный металлический каркас с заполнением негорючей плитой из каменной ваты толщиной 50 мм и обшивкой двумя слоями гипсокартонных листов с обеих сторон. Крепление листов к каркасу с помощью шурупов. Стык между смежными листами заделан специальной шпаклевкой	E175	E190
	Двойной металлический каркас с заполнением негорючей плитой из каменной ваты толщиной 50 мм и обшивкой двумя слоями гипсокартонных листов с обеих сторон. Крепление листов к каркасу с помощью шурупов. Стык между смежными листами заделан специальной шпаклевкой	E175	E190
	Одинарный металлический каркас с заполнением негорючей плитой из каменной ваты толщиной 80 мм и обшивкой тремя слоями гипсокартонных листов с обеих сторон. Крепление листов к каркасу с помощью шурупов. Стык между смежными листами заделан специальной шпаклевкой	E240	-
	Двойной металлический каркас с заполнением негорючей плитой из каменной ваты толщиной 50 мм и обшивкой двумя слоями гипсокартонных листов с обеих сторон. Крепление листов к каркасу с помощью шурупов. Стык между смежными листами заделан специальной шпаклевкой	E175	E190
	Одинарный деревянный каркас с заполнением негорючей плитой из каменной ваты толщиной 50 мм и обшивкой одним слоем гипсокартонных листов с обеих сторон. Крепление листов к каркасу с помощью шурупов. Стык между смежными листами заделан специальной шпаклевкой	E160	E175
	Одинарный деревянный каркас с заполнением негорючей плитой из каменной ваты толщиной 50 мм, обшитый двумя гипсокартонными листами с обеих сторон. Крепление листов к каркасу с помощью шурупов. Стык между смежными листами заделан специальной шпаклевкой	E175	E190

2.5. Расчетные значения индексов изоляции каркасно-обшивных перегородок

В 2005 г. в НИИ Строительной физики (г. Москва) по заказу компании Rockwool Russia было проведено исследование звукоизоляции каркасно-обшивных перегородок (х/д № 31450 от 10.08.2005). Были испытаны 19 наиболее распространенных конструкций каркасно-обшивных перегородок из гипсокартонных листов по металлическому каркасу с заполнением промежутка между ГКЛ Rockwool Акустик Баттс. Измерения проводились в акустических камерах НИИСФ по методике ГОСТ 27296-87. Испытуемая конструкция перегородки монтировалась в проеме между камерой высокого уровня (КВУ) и камерой низкого уровня (КНУ). При проведении измерений в КВУ воспроизводился белый шум в третьооктавных полосах частот. Величины изоляции воздушного шума определялись по формуле:

$$R = L_1 - L_2 + 10 \lg S/A, \text{ дБ},$$

Где L_1 — средний уровень звукового давления в КВУ, дБ;
 L_2 — средний уровень звукового давления в КНУ, дБ;
 S — площадь перегородки, м²;
 A — эквивалентная площадь поглощения в КНУ, м².

В процессе исследований удалось уточнить некоторые закономерности, определяющие звукоизоляцию каркасно-обшивных перегородок. Так, по существующей методике расчета и построения частотной характеристики изоляции воздушного шума такими перегородками, приведенными в Своде правил СП 23-103-2003, звукоизоляция не меняется при заполнении воздушного промежутка от 50 до 100 %. На рис. 19, 20 приведены частотные характеристики звукоизоляции близких по конструкции перегородок с каркасом из профиля 50/100 мм с однослойной (рис. 19) и двухслойной (рис. 20) облицовкой ГКЛ при толщине заполнения Rockwool Акустик Баттс от 50 до 100 мм. Четко видно, что полное заполнение промежутка повысило звукоизоляцию в области частот выше 160 Гц на 3–6 дБ, что привело к увеличению индекса звукоизоляции на 3 дБ. При двухслойной облицовке, в том же диапазоне частот звукоизоляция возросла на 2–4 дБ, индекс увеличился на 2 дБ, что также весьма существенно.

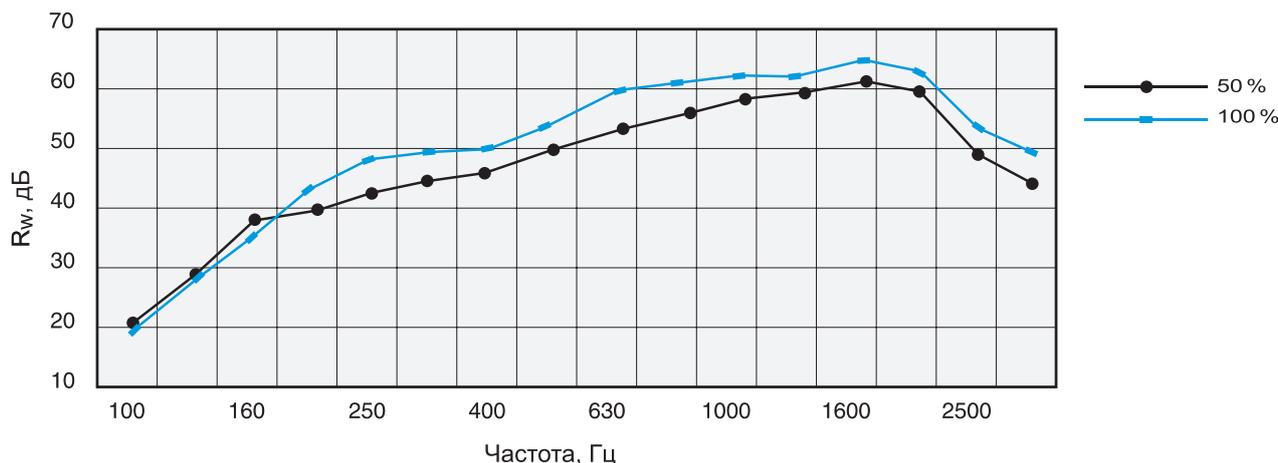


Рисунок 19. Сравнительные частотные характеристики перегородки с металлическим каркасом 100 мм при заполнении плитами Rockwool Акустик Баттс толщиной 50 и 100 мм (однослойная облицовка ГКЛ)

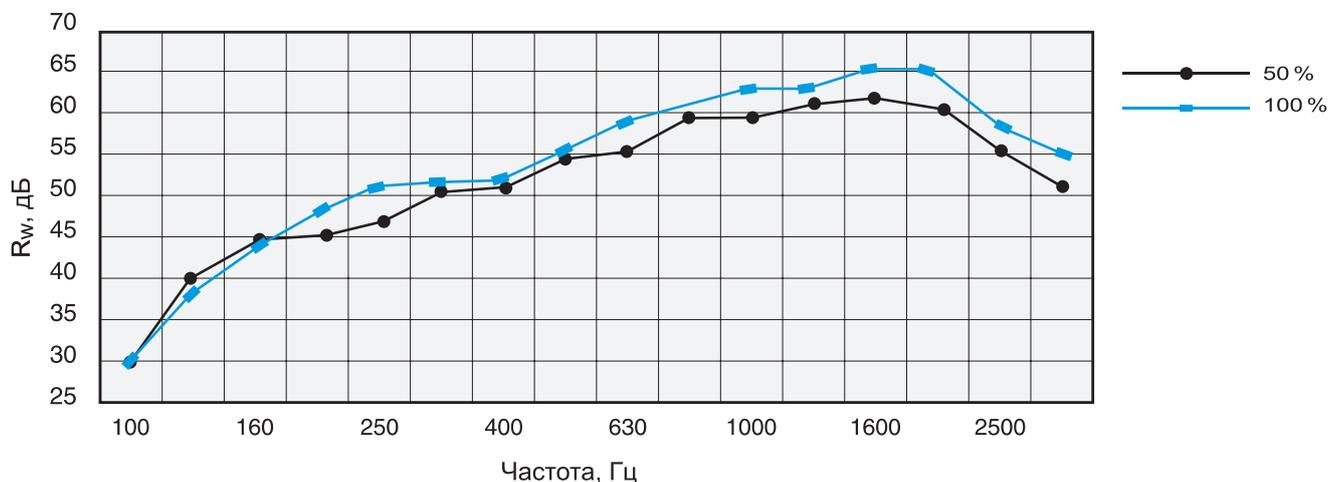


Рисунок 20. Сравнительные частотные характеристики перегородки с металлическим каркасом 100 мм при заполнении плитами Rockwool Акустик Баттс толщиной 50 и 100 мм (двухслойная облицовка ГКЛ)

Звукоизоляция перегородки С111

Конструкция перегородки (рис. 21): металлический профиль ПС/ПН шириной 50, 75, 100 мм, плита Rockwool Акустик Баттс толщиной от 50, 75, 100 мм, гипсокартонные листы толщиной 12,5 мм по одному с каждой стороны. Значения индекса звукоизоляции R_w — результаты лабораторных испытаний в НИИ Стройфизики (х/д № 31450 от 10.08.2005).

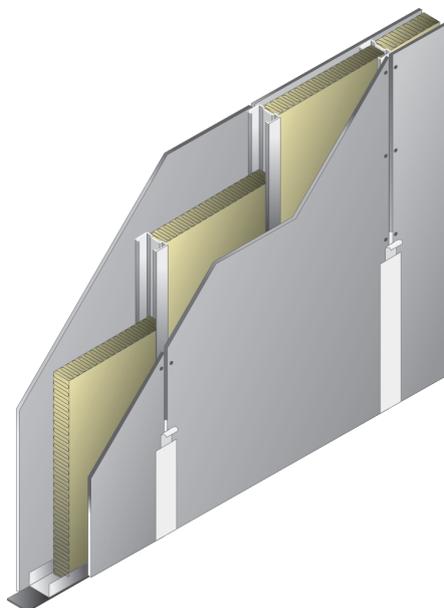


Рисунок 21. Перегородка С111

Таблица 12. Значения индекса звукоизоляции перегородки в зависимости от толщин профиля и теплоизоляции

№п/п	Индекс перегородки	Профиль	ГКЛ (кол-во, толщина, мм)	Толщина плиты Акустик Баттс, мм	R_w , дБ
1	С 111	ПС 50/50	2 x 12,5	50	43
2	С 111	ПС 75/50	2 x 12,5	50	44
3	С 111	ПС 75/50	2 x 12,5	75	45
4	С 111	ПС 100/50	2 x 12,5	50	48
5	С 111	ПС 100/50	2 x 12,5	75	50
6	С 111	ПС 100/50	2 x 12,5	100	51

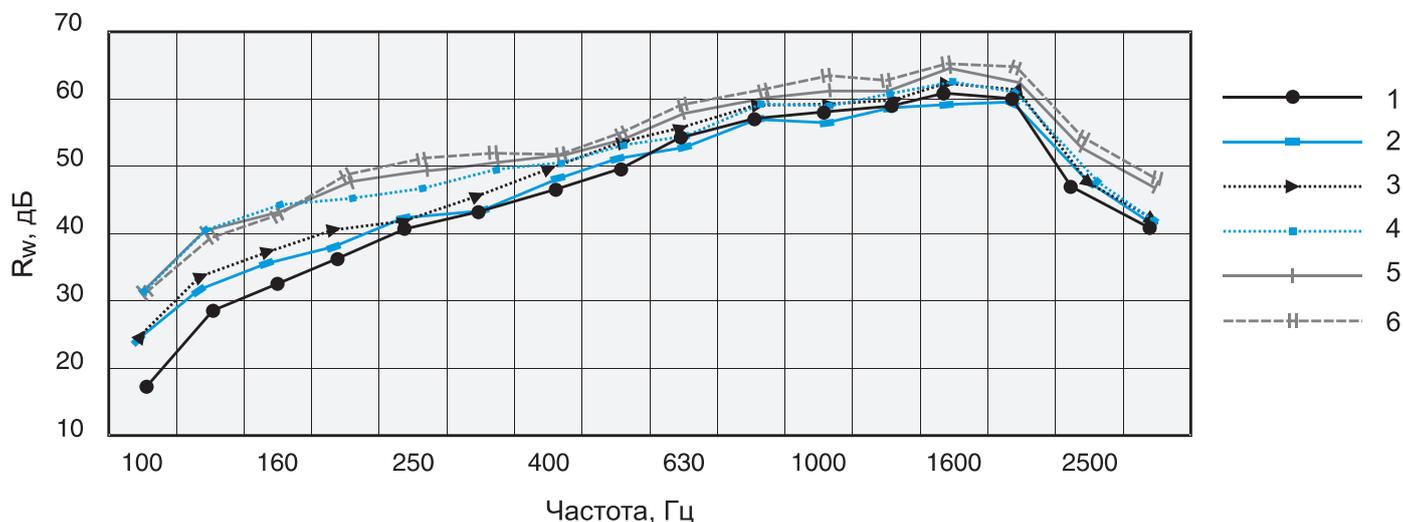


Рисунок 22. Расчетная частотная характеристика звукоизоляционной перегородки С111

Звукоизоляция перегородки С112

Конструкция перегородки (рис. 23): металлический профиль ПС/ПН шириной 50, 75, 100 мм, плита Rockwool Акустик Баттс толщиной от 50, 75, 100 мм, гипсокартонные листы толщиной 12,5 мм по два с каждой стороны. Значения индекса звукоизоляции R_w — результаты лабораторных испытаний в НИИ Стройфизики (х/д № 31450 от 10.08.2005).

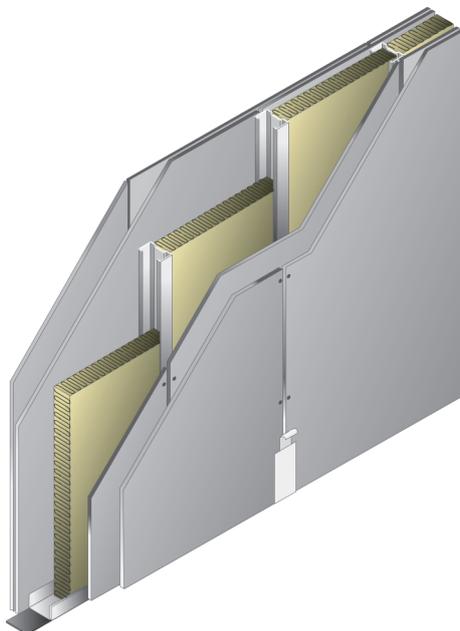


Рисунок 23. Перегородка С112

Таблица 13. Значения индекса звукоизоляции перегородки в зависимости от толщин профиля и теплоизоляции

№п/п	Индекс перегородки	Профиль	ГКЛ (кол-во, толщина, мм)	Толщина плиты Акустик Баттс, мм	R_w , дБ
1	С 112	ПС 50/50	4 x 12,5	50	49
2	С 112	ПС 75/50	4 x 12,5	50	50
3	С 112	ПС 75/50	4 x 12,5	75	54
4	С 112	ПС 100/50	4 x 12,5	50	55
5	С 112	ПС 100/50	4 x 12,5	75	56
6	С 112	ПС 100/50	4 x 12,5	100	57

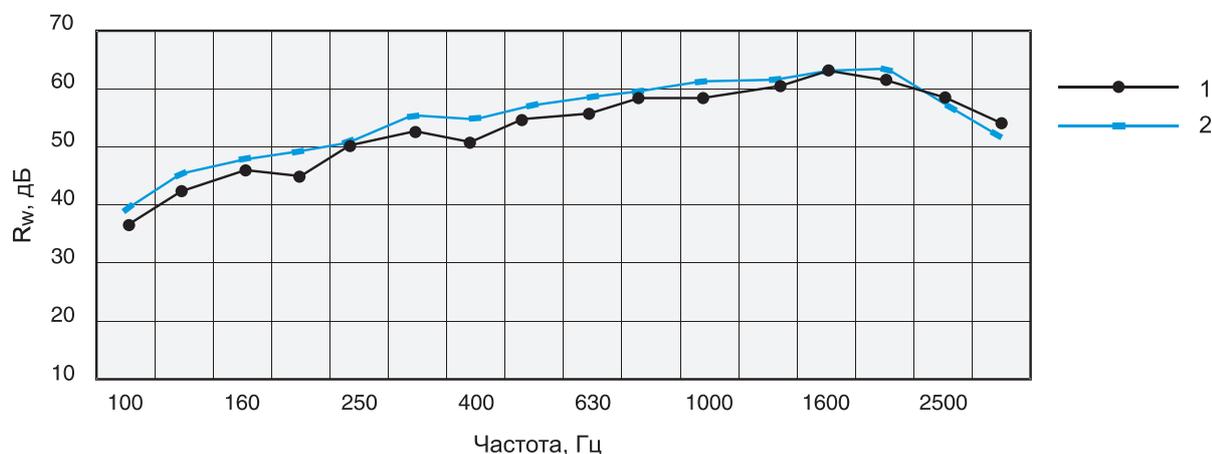


Рисунок 24. Расчетная частотная характеристика звукоизоляционной перегородки С112

Звукоизоляция перегородки С115

Конструкция перегородки (рис. 25): металлический профиль ПС/ПН шириной 50, 75, 100 мм, плита Rockwool Акустик Баттс толщиной от 50, 75, 100 мм, гипсокартонные листы толщиной 12,5 мм по два с каждой стороны. Значения индекса звукоизоляции R_w — результаты лабораторных испытаний в НИИ Стройфизики (х/д № 31450 от 10.08.2005).

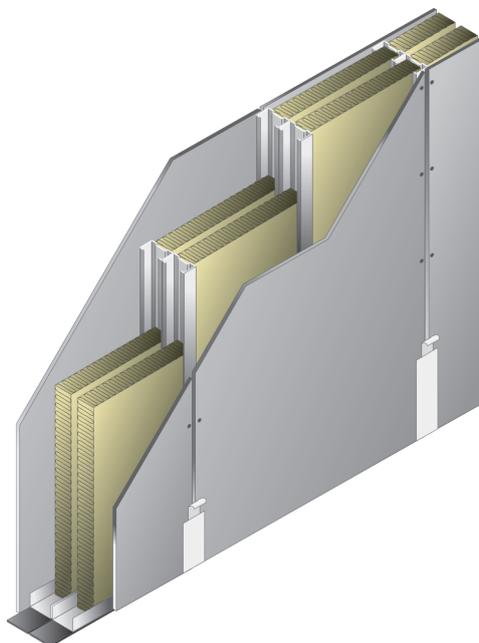


Рисунок 25. Перегородка С115

Таблица 14. Значения индекса звукоизоляции перегородки в зависимости от толщин профиля и теплоизоляции

№п/п	Индекс перегородки	Профиль	ГКЛ (кол-во, толщина, мм)	Толщина плиты Акустик Баттс, мм	R_w , дБ
1	С 115	ПС 50/50 x 2	4 x 12,5	2 x 50	57
2	С 115	ПС 75/50 x 2	4 x 12,5	75	57
3	С 115	ПС 75/50 x 2	4 x 12,5	2 x 75	59
4	С 115	ПС 100/50 x 2	4 x 12,5	100	59
5	С 115	ПС 100/50 x 2	4 x 12,5	2 x 100	60

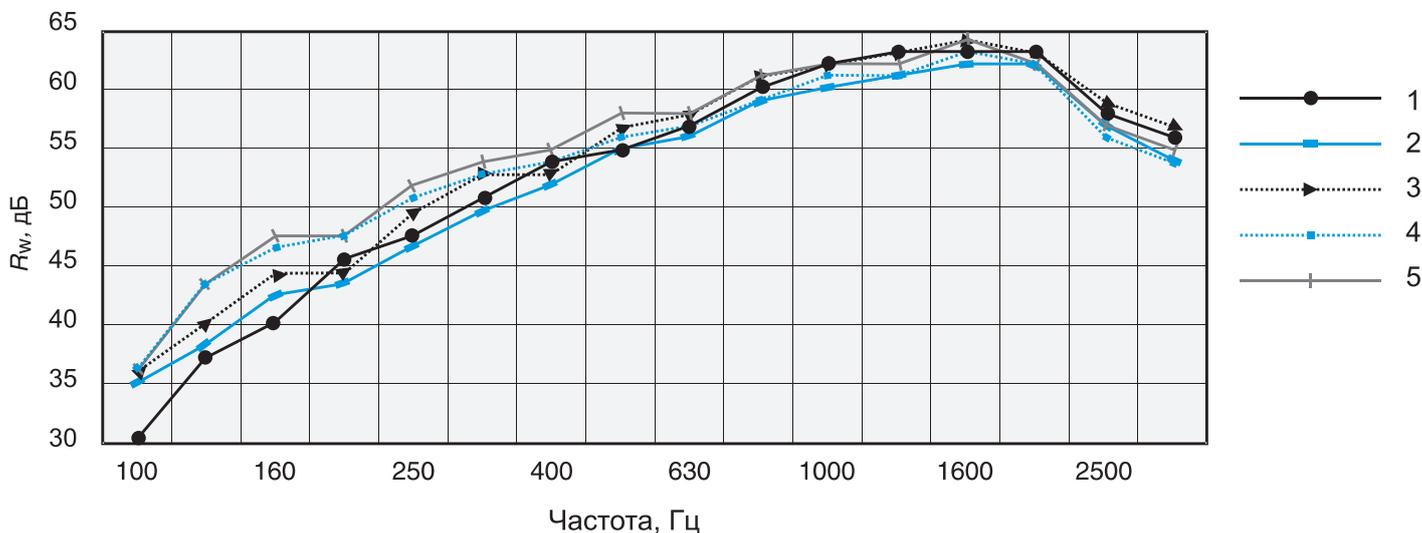


Рисунок 26. Расчетная частотная характеристика звукоизоляционной перегородки С115

Звукоизоляция перегородки С116

Конструкция перегородки (рис. 27): двойной металлический профиль ПС/ПН шириной 50, 75 или 100 мм установленный вразнос, расстояние между профилями 50 мм, плита Rockwool Акустик Баттс толщиной 50, 75, 100 мм, гипсокартонные листы толщиной 12,5 мм по два с каждой стороны. Значения индекса звукоизоляции R_w — результаты лабораторных испытаний в НИИ Стройфизики (х/д №31450 от 10.08.2005).

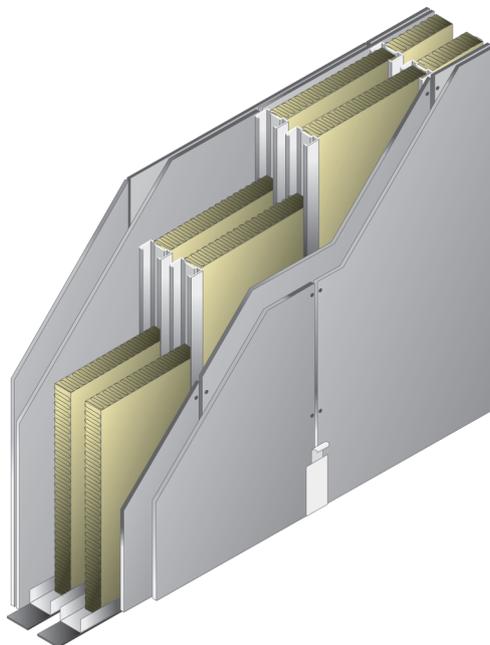


Рисунок 27. Перегородка С116

Таблица 15. Значения индекса звукоизоляции перегородки в зависимости от толщин профиля и теплоизоляции

№п/п	Индекс перегородки	Профиль	ГКЛ (кол-во, толщина, мм)	Толщина плиты Акустик Баттс, мм	R_w , дБ
1	С 116	ПС 50/50 x 2 с промежутком 50 мм	4 x 12,5	4 x 12,5	58
2	С 116	ПС 50/50 x 2 с промежутком 50 мм	4 x 12,5	4 x 12,5	59

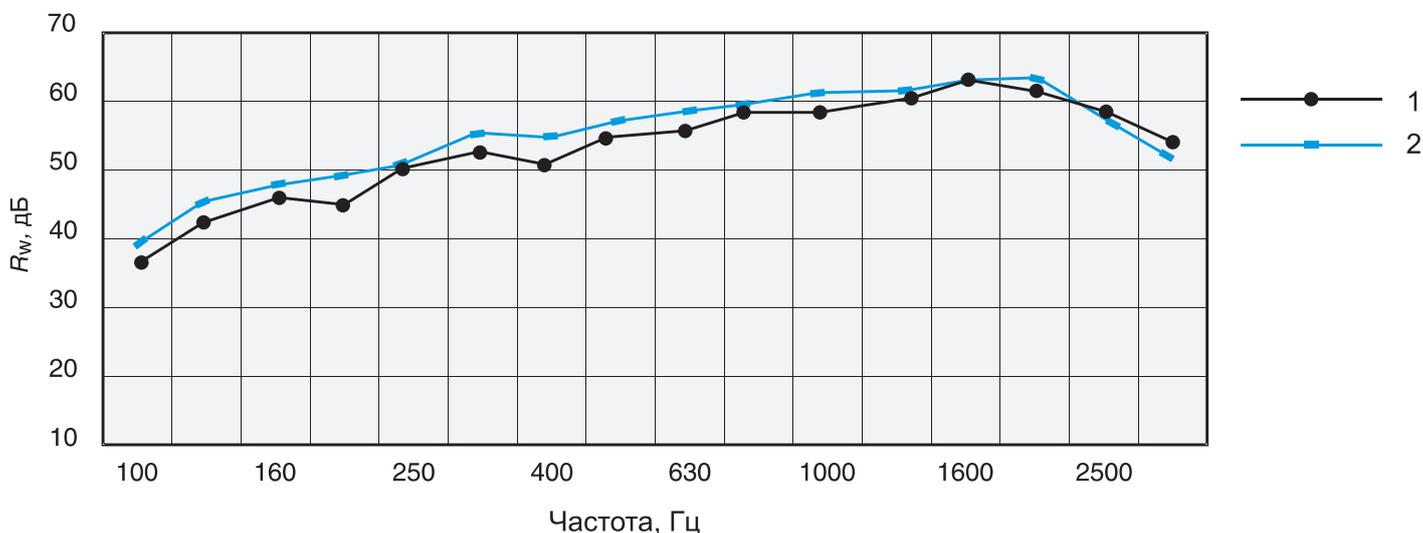
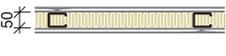
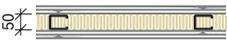
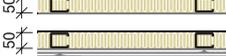
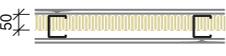
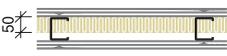
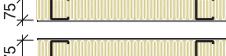
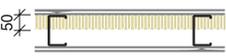
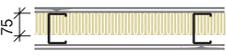


Рисунок 28. Расчетная частотная характеристика звукоизоляционной перегородки С116

Звукоизоляционные характеристики каркасно-обшивных перегородок с заполнением пространства между обшивными плитами Rockwool Акустик Баттс, полученные в ходе испытаний в НИИСФ РАН, приведены в табл. 16.

Таблица 16. 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							
		43		49		57		58
75		44		50				
		45		54		57		
						59		59
100		48		55		59		
		50		56				
		51		57		60		
Тип каркаса	Одинарный профиль		Одинарный профиль		Двойной профиль		Двойной профиль с расстоянием 50 мм между профилями	
Количество слоев обшивки с каждой стороны	Один		Два		Два		Два	

2.6. Конструктивные мероприятия, направленные на повышение звукоизоляции перегородок

Звукоизоляционные характеристики каркасно-обшивных перегородок сильно зависят от толщины слоя звукоизоляционных плит Rockwool Акустик Баттс, расположенных между листами обшивки (рис. 29). Установка плит Rockwool 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.

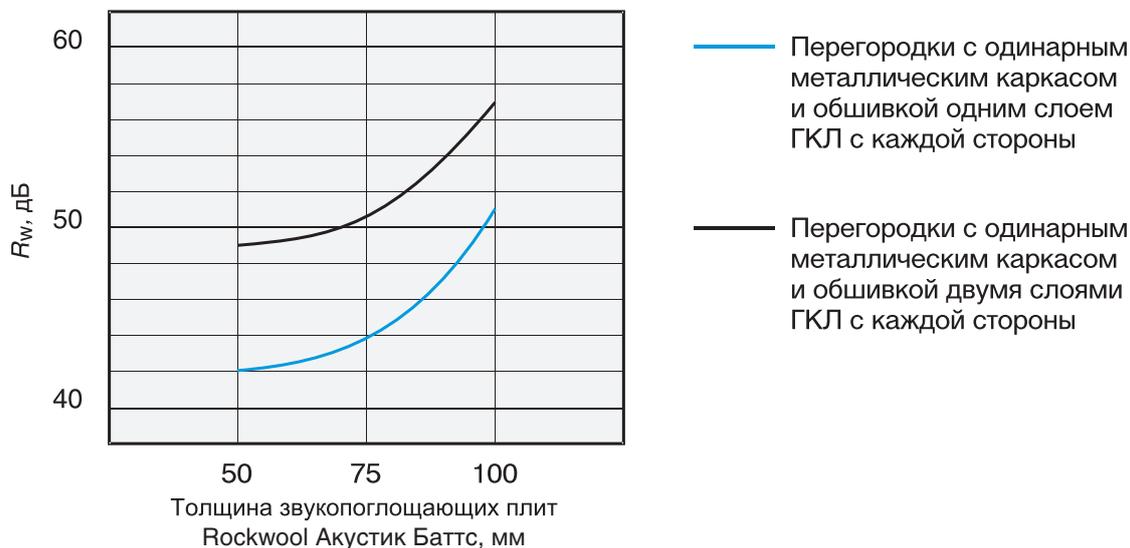


Рисунок 29. Повышение звукоизоляции каркасно-обшивных перегородок при увеличении толщины плит Rockwool Акустик Баттс, установленных между листами обшивки, при 100%-ном заполнении воздушного пространства

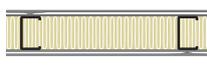
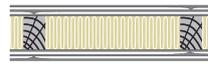
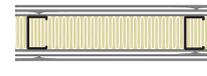
Как показал анализ звукоизоляционных качеств перегородок, наиболее низким индексом звукоизоляции воздушного шума $R_w = 38$ – 39 дБ обладают перегородки с однослойной обшивкой деревянного каркаса гипсокартонными листами.

Устройство обшивки из двух рядов ГКЛ по сторонам деревянных стоек, позволяющее увеличить поверхностную плотность конструкции, приводит к улучшению звукоизоляции на 8–9 дБ. Однако при этом масса конструкции увеличивается с 30 до 50 кг/м², т.е. в 1,6 раза. Замена деревянного каркаса на одинарный металлический позволяет повысить звукоизоляцию на 3–5 дБ, при 20%-ном уменьшении массы перегородки с 30 до 25 кг/м².

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. Звукоизоляционные плиты Rockwool Акустик Баттс, установленные в толще перегородки, гасят энергию звуковых волн, но жесткий узел соединения обшивок со стойкой хорошо передает звуковые колебания и ухудшает звукоизоляцию перегородки. Поэтому замена одинарного каркаса на двойной, состоящий из двух рядов не связанных между собой стоек, позволяет улучшить звукоизоляцию еще на 6 дБ (табл. 17).

Таблица 17. Звукоизоляция каркасно-обшивных перегородок [3]

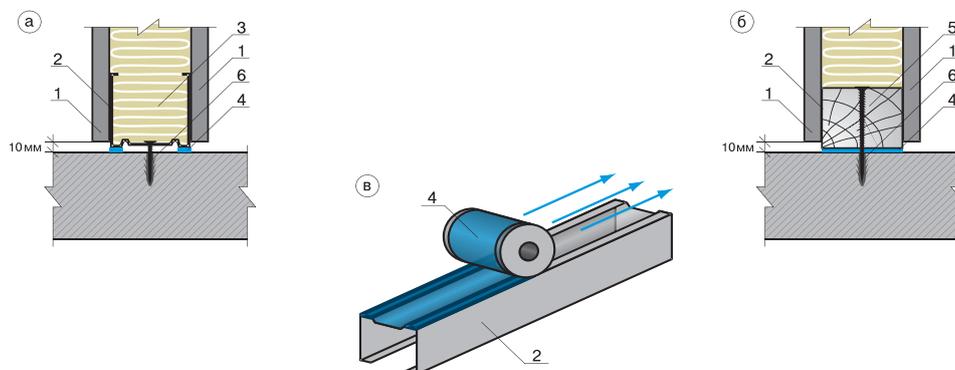
Индекс изоляции воздушного шума, дБ					57–59 дБ
60				50–51 дБ	
55		44–45 дБ	46–48 дБ**		
50					
45	38–39 дБ**				
40					
35					
Схема конструкции перегородки					
Материал каркаса	Деревянный каркас из брусков толщиной 60–80 мм	Замена деревянного каркаса на одинарный металлический из профиля	Деревянный каркас из брусков толщиной 60–80 мм	Одинарный металлический каркас из профиля ПС 75/50	Замена одинарного металлического 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 дается по отношению к перегородкам с одинарным деревянным каркасом с однослойной обшивкой из гипсокартонных листов при толщине плит ROCKWOOL АКУСТИК БАТТС® 75 мм.

** По данным СП 55-101-2000.

Известно, что одним из способов передачи звука является структурный шум: колебания элементов перегородки передаются смежным конструкциям через достаточно жесткие стыковые соединения. Поэтому для улучшения звукоизоляции перегородки необходимо уменьшить жесткость узла сопряжения каркаса перегородки с несущим перекрытием, а при установке перегородок следует особое внимание обратить на конструкции примыкания элементов перегородки друг к другу и к существующим конструкциям здания.

Для этого при монтаже перегородок между поверхностью основания и горизонтальными направляющими устанавливают уплотнительные ленты, эластичные прокладки (рис. 30). Аналогично уплотняющие прокладки устраивают в узле примыкания перегородки к потолку.

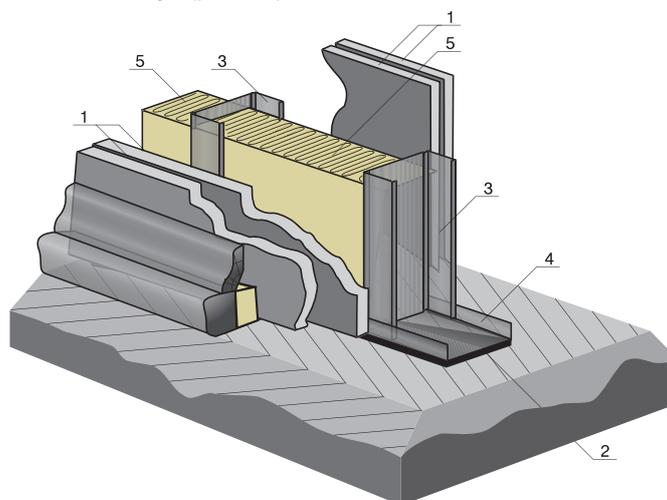


- а) — перегородка по металлическому каркасу; б) — перегородка по деревянному каркасу;
в) — наклейка уплотнительной ленты на горизонтальную направляющую.
- 1 — обшивка из ГКЛ; 2 — горизонтальный профиль; 3 — плита Rockwool Акустик Баттс;
4 — уплотнительная лента; 5 — деревянный брусок; 6 — винт с дюбелем.

Рисунок 30. Установка перегородки на уплотнительные ленты

Звук хорошо распространяется через малые щели и трещины. Это объясняется тем, что при падении звуковой волны на поверхность с трещиной частицы конструкции по каждую сторону от трещины начинают колебаться, в результате возникает звуковое поле, создаваемое несколькими колеблющимися источниками, интенсивность звука в котором будет складываться из суммы интенсивностей звука каждого источника. В результате звукопередача через конструкции с трещинами будет увеличиваться.

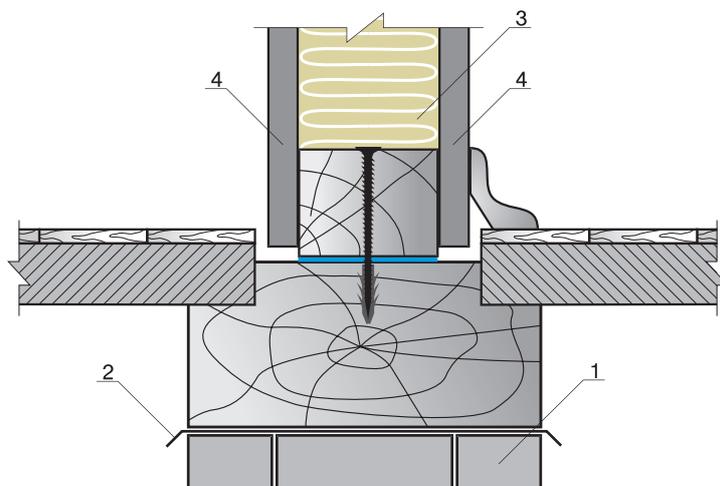
Поэтому некачественно выполненное решение какого-либо узла, приводящее к появлению мельчайших трещин, резко снижает звукоизоляцию. Поверхность перекрытия не идеально гладкая, и перегородки лучше устанавливать на слой раствора или выравнивающую стяжку. Это позволит ликвидировать мельчайшие неровности поверхности и обеспечить плотное примыкание перегородки к перекрытию, что приведет к отсутствию маленьких воздушных полостей и щелей, хорошо проводящих звук (рис. 31).



- 1 — обшивка из ГКЛ; 2 — уплотнительная прокладка; 3 — вертикальная стойка;
4 — горизонтальная направляющая; 5 — плиты Акустик Баттс.

Рисунок 31. Установка перегородки на основание пола

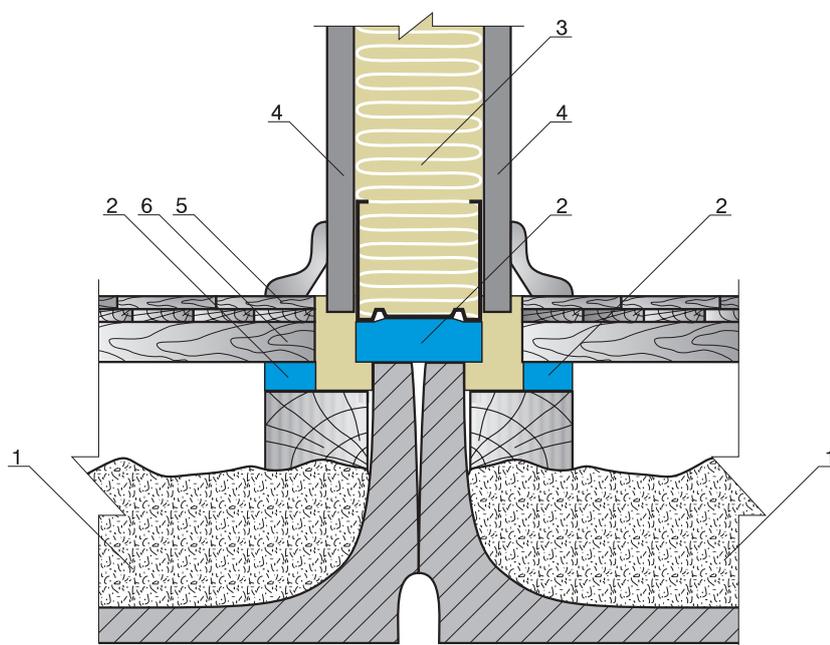
Перегородки нельзя устанавливать непосредственно на пол. Изгибные колебания перегородки, вызванные воздушной звуковой волной, будут передаваться покрытию пола, а от него лагам и конструкциям перекрытия, и звукоизоляция ухудшится. Поэтому при устройстве межкомнатных перегородок пол и лаги двух смежных комнат не должны соприкасаться (рис. 32).



1 — кирпичный столбик; 2 — прокладка из рубероида или гидроизола;
3 — плиты ROCKWOOL АКУСТИК БАТТС[®]; 4 — гипсокартонные листы

Рисунок 32. Установка межкомнатной перегородки

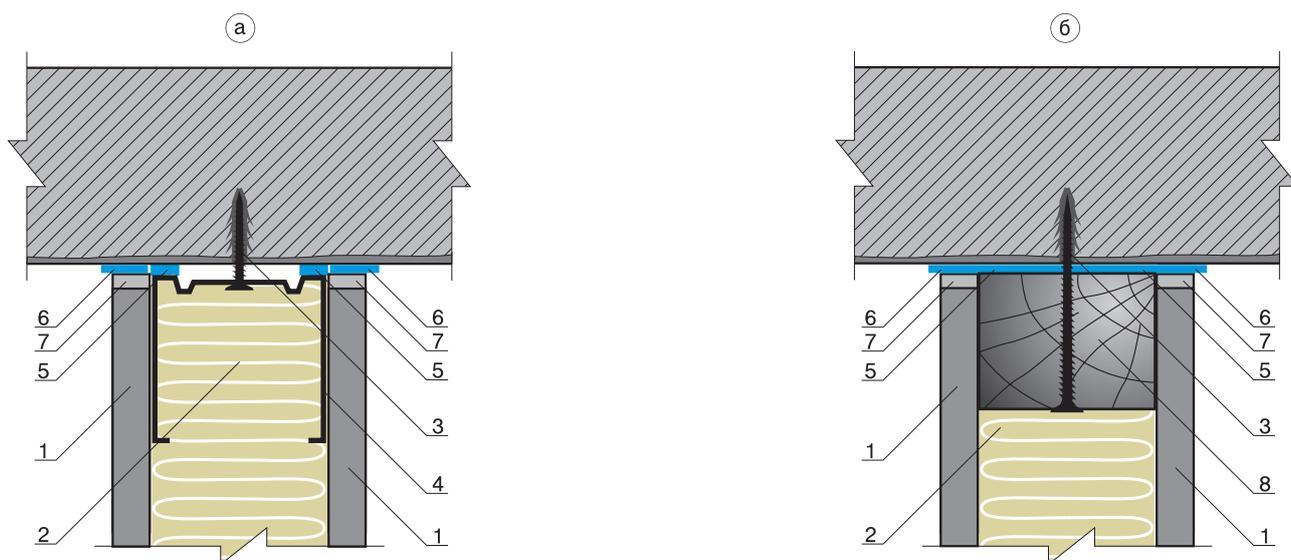
При установке перегородок поперек лаг или по ребрам междуэтажного перекрытия для уменьшения передачи воздушного шума из одного помещения в соседнее под перегородкой по всей ее длине следует установить диафрагму из бетона, кирпича, бруса, толщиной не менее толщины перегородки (рис. 33). Все швы надо тщательно заделать.



1 — звукоизоляционная засыпка; 2 — упругие прокладки;
3 — плиты Rockwool Акустик Баттс; 4 — гипсокартонные листы; 5 — паркет по черному полу; 6 — лага

Рисунок 33. Установка перегородок на ребристое перекрытие

Элементы каркаса, соприкасающиеся с боковыми стенами и перекрытием, также должны быть изолированы упругими ленточными прокладками, уменьшающими жесткость соединения (рис. 34).



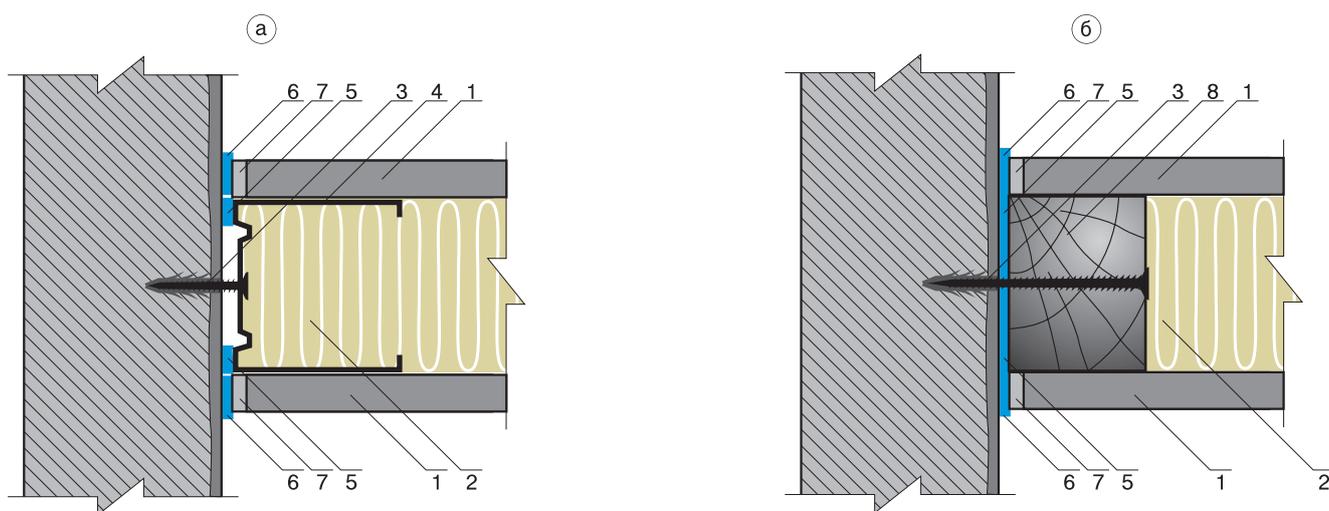
1 — гипсокартонные листы; 2 — плиты Rockwool Акустик Баттс; 3 — винт с дюбелем; 4 — металлический профиль; 5 — лента уплотнительная; 6 — лента разделительная; 7 — шпатлевка; 8 — деревянный брус

Рисунок 34. Примыкание перегородок к боковым стенам

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 лучше использовать не монтажную пену, а эластичные герметики (акриловые, силиконовые и др.).

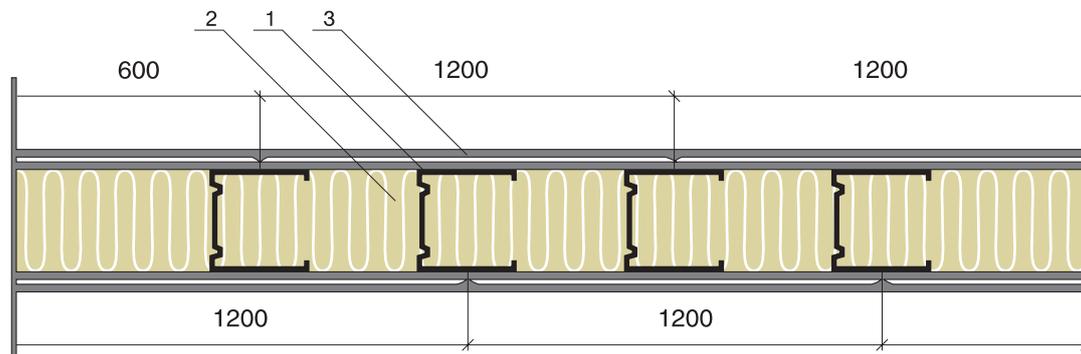
Наличие жестких связей снижает звукоизоляцию, поэтому листы обшивки (например, из гипсокартона) не должны упираться в потолок или вплотную примыкать к стене. Их надо не доводить до поверхности потолка или смежной конструкции на 10 мм. Чтобы не было щели, образовавшееся пространство следует заполнить герметиком или установить между торцом гипсокартонного листа и стеной или потолком упругую разделительную ленту (рис. 35).



1 — гипсокартонные листы; 2 — плиты Rockwool Акустик Баттс; 3 — винт с дюбелем; 4 — металлический профиль; 5 — лента уплотнительная; 6 — лента разделительная; 7 — шпатлевка; 8 — деревянный брус

Рисунок 35. Примыкание перегородок к боковым стенам

Для обеспечения хорошей звукоизоляции шаг стоек должен быть 600 мм. При его уменьшении (до 400 мм) количество жестких соединений между листами обшивки увеличится и звукоизоляция перегородки станет хуже на несколько децибел. Помимо этого, размер звукоизоляционных плит Rockwool Акустик Баттс 600 x 1000 мм, что позволяет установить их между стойками вплотную без щелей, не отрезая ненужных кусков.



1 — стойки каркаса с шагом 600 мм;
2 — звукопоглощающие плиты Rockwool Акустик Баттс; 3 — обшивка из ГКЛ

Рисунок 36. Конструктивная схема каркасно-обшивной перегородки

Для ослабления звуковых колебаний, передаваемых поверхностью перегородок через вертикальные стойки, гипсокартонные листы по одну сторону перегородки следует крепить не к каждой стойке, а через одну. При этом вертикальные стыки листов обшивок будут находиться на разных рядах стоек (см. рис. 30). Стандартная ширина гипсокартонных листов 1200 мм позволяет без труда это сделать. При этом крепить два смежных листа нужно вразбежку.

При креплении гипсокартонных листов к каркасу следует крепить их точно к вертикальным стойкам с помощью самонарезных шурупов, с шагом не менее 250–300 мм (рис. 37).

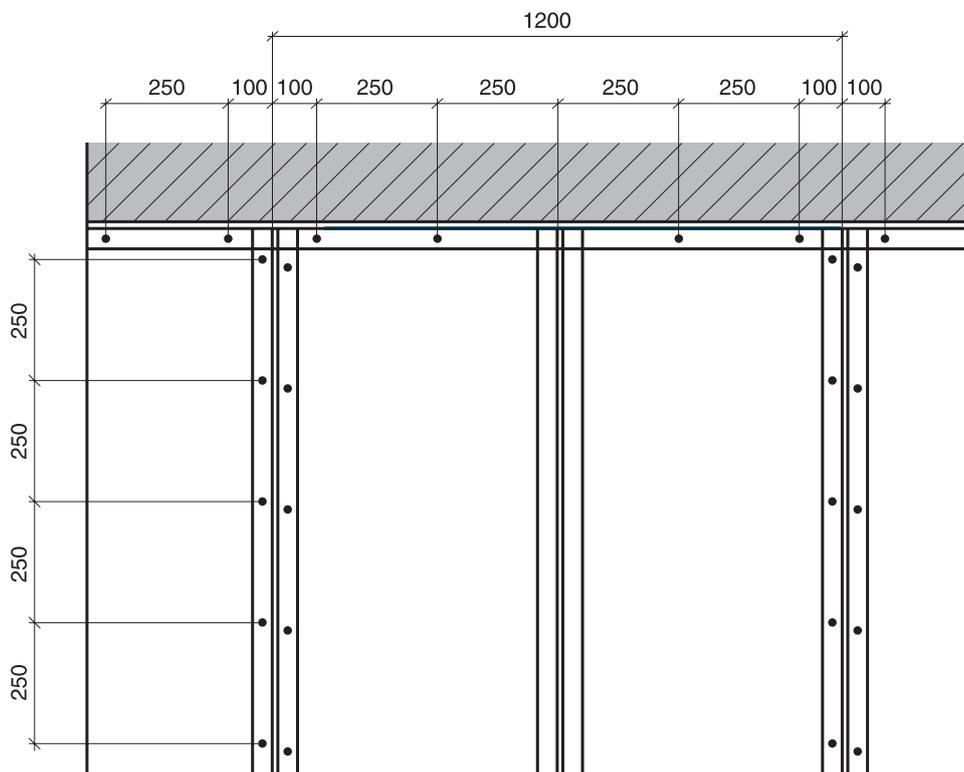
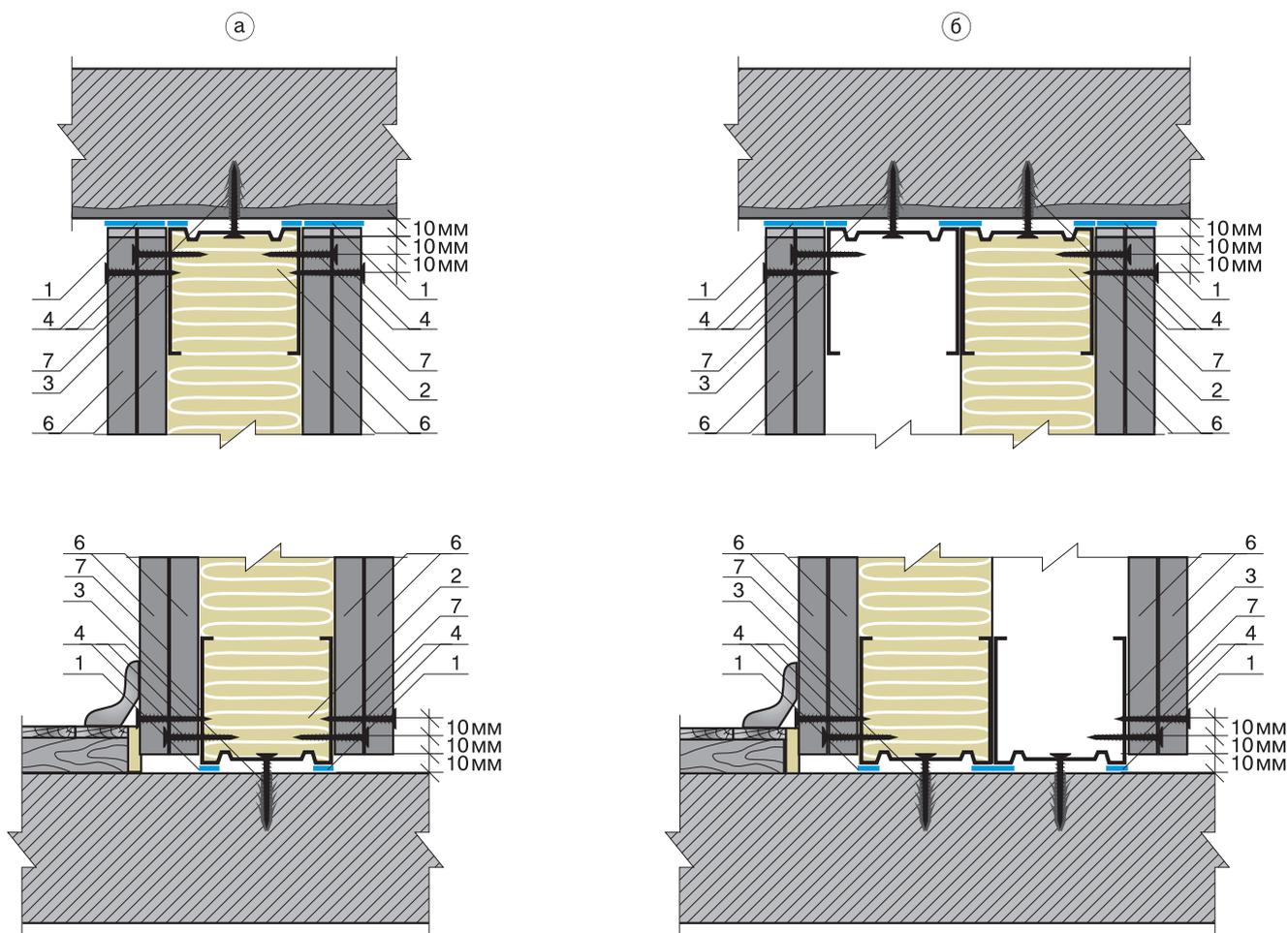


Рисунок 37. Крепление гипсокартонных листов к стойкам каркаса

Устройство обшивки из двух листов гипсокартона позволяет повысить звукозащитные качества перегородок (см. табл. 16). Однако в этом случае листы облицовки не должны быть склеены между собой, а их вертикальные стыки с каждой стороны перегородки должны устраиваться вразбежку.

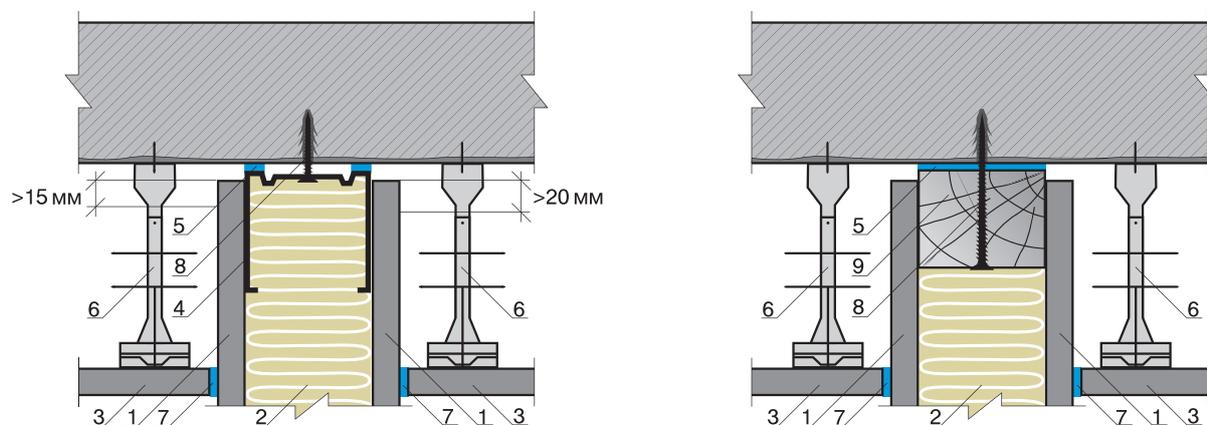


а) — одинарный металлический профиль; б) — двойной металлический профиль:
1 — лента уплотнительная; 2 — плиты Rockwool Акустик Баттс; 3 — горизонтальный профиль;
4 — шуруп; 6 — гипсокартонный лист; 7 — стык гипсокартонных листов

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

Жесткий каркас создает условия для беспрепятственной передачи звуковых колебаний от одной обшивки к другой. Наличие звукоизоляционных плит Rockwool Акустик Баттс позволяет частично погасить энергию звуковых волн, но наличие общего жесткого каркаса снижает звукоизоляцию перегородки. Устройство каркаса из двух рядов не связанных друг с другом стоек позволяет значительно улучшить звукозащитные качества конструкций. В этом случае каждый ряд стоек опирается на направляющие горизонтальные профили, не соединенные между собой. Для улучшения звукоизоляции таких перегородок между парными вертикальными стойками следует установить уплотнительную ленту или упругие прокладки (рис. 38).

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 (рис. 39). В месте примыкания подвесного потолка к обшивке перегородки надо проложить уплотнительную ленту, позволяющую частично погасить звуковые колебания.



- 1 — обшивка из ГКЛ; 2 — звукоизоляционная плита Rockwool Акустик Баттс;
 3 — плита подвесного потолка; 4 — горизонтальный профиль; 5 — уплотнительная лента; 6 — подвес;
 7 — уплотнительная лента; 8 — дюбель; 9 — древесноволокнистая плита, твердая или битумизированная

Рисунок 39. Схема примыкания подвесного потолка к перегородке

3. Междуэтажные перекрытия

3.1 Звукоизоляционные плиты Rockwool Флор Баттс



Жесткие гидрофобизированные теплоизоляционные плиты, изготовленные из каменной ваты на основе габбро-базальтовых пород. Плиты Rockwool Флор Баттс (рис. 40) 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 высоко эффективных звукоизоляционных прокладочных материалов.

Основные технические характеристики звукоизоляционных плит Rockwool Флор Баттс:

- Плотность 125 кг/м³
- Размер плит 1000 x 600, толщина 25 и 50 мм;
- Водопоглощение не более 1,5 % по объему;
- Группа горючести — НГ;
- Максимально допустимая нагрузка 3,0 кПа.

Рисунок 40. Rockwool Флор Баттс

Были проведены акустические испытания образцов плит Флор Баттс производства Rockwool, в ходе испытаний определялись динамический модуль упругости, относительное сжатие, индекс снижения приведенного уровня ударного шума.

Результаты проведенных акустических испытаний образцов плит Rockwool Флор Баттс производства Rockwool свидетельствуют о том, что эти плиты отвечают требованиям СНиП 23-03-2003.

Защита от шума и ГОСТ 23499-79 и относятся к классу высокоэффективных звукоизоляционных прокладочных материалов. Применение звукоизоляционных прокладок обеспечивает нормативные требования по изоляции ударного шума в зданиях всех категорий: А, Б и В. Эти результаты дают основание рекомендовать указанные материалы для применения в строительных конструкциях перекрытий жилых и общественных зданий, а также для виброизоляции инженерного оборудования зданий.

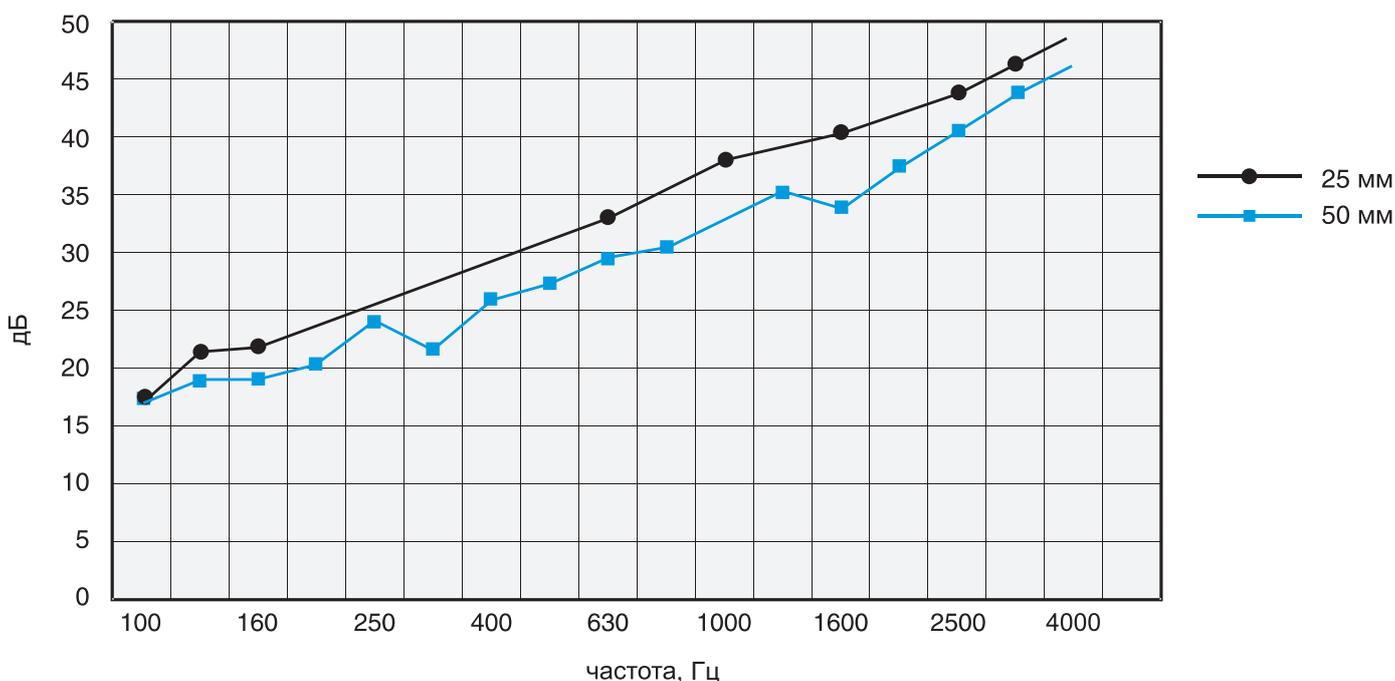


Рисунок 41. Улучшение изоляции ударного шума стяжкой плотностью 100 кг/м³, уложенной по звукоизоляционному слою из минераловатной плиты

Значение индекса улучшения изоляции ударного шума при использовании в качестве звукоизоляционного слоя в конструкции плавающей стяжки минераловатных плит Флор Баттс ΔL . результаты испытаний в НИИ СтройФизики № 05/411-33 от 25 апреля 2007 года приведены в табл. 18:

Таблица 18. Значение индекса улучшения изоляции ударного шума

Толщина плиты Флор Баттс, мм	Индекс улучшения ударного шума стяжкой ΔL , дБ
25	35
50	38

Согласно своду правил СП 23-103-2003 индекс приведенного уровня ударного шума под перекрытием определяется по формуле:

$$L_{nw} = L_{nw_0} - \Delta L, \text{ дБ},$$

где L_{nw_0} — индекс приведенного уровня ударного шума для несущей плиты перекрытия, дБ, принимаемый по табл. 14; L — индекс снижения приведенного уровня ударного шума, дБ, табл. № 19.

Таблица 19. Значение индекса приведенного уровня ударного шума

Поверхностная плотность несущей плиты перекрытия, кг/м ²	Значения L_{nw_0} , 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_{nw_0} вычитается 1 дБ.
2. При заполнении пространства над подвесным потолком звукопоглощающим материалом из значений L_{nw_0} 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
Многopустотная	220	260–300
	260	300–350

3.2. Звукоизоляция перекрытий

Перекрытия являются горизонтальными конструкциями, разделяющими пространство здания по высоте на этажи. В зависимости от расположения перекрытия могут быть чердачными, отделяющими чердак от верхнего этажа, междуэтажными, разделяющими помещения двух смежных этажей, и т.д.

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.

Конструкции, имеющие хорошую изоляцию ударного шума, гасят значительную часть энергии звуковых волн, в результате уровень звука под междуэтажным перекрытием становится ниже. Если перекрытие плохо поглощает звуковые колебания, то уровень шума под перекрытием оказывается выше. Поэтому конструкции междуэтажных перекрытий, удовлетворяющие по звукоизоляции требованиям норм, должны иметь индекс изоляции воздушного шума выше нормативного, а индекс приведенного уровня ударного шума под перекрытием — меньше нормативного.

Таблица 21. Нормативные требования к звукоизоляции перекрытий

Наименование и расположение ограждающей конструкции	R_w , дБ	L_{nw} , дБ
Жилые здания		
1. Перекрытия между помещениями квартир и отделяющие помещения квартир от холлов, лестничных клеток и используемых чердачных помещений:		
в домах категории А	54	55*
в домах категории Б	52	58*
в домах категории В	50	60*
2. Перекрытия между помещениями квартир и расположенными под ними магазинами:		
в домах категории А	59	55 45**
в домах категорий Б и В	57	58
3. Перекрытия между комнатами в квартире в двух уровнях:		
в домах категории А	47	60
в домах категории Б	45	63
в домах категории В	43	66
4. Перекрытия между жилыми помещениями общежитий	50	60
5. Перекрытия, отделяющие помещения культурно-бытового обслуживания общежитий друг от друга и от помещений общего пользования (холлы, вестибюли и пр.)	47	65*
6. Перекрытия между помещениями квартир и расположенными под ними ресторанами, кафе, спортивными залами		
в домах категории А	62	55 45**
в домах категорий Б и В	60	58 48**
7. Перекрытия между помещениями квартир и расположенными под ними административными помещениями, офисами:		
в домах категории А	52	58**
в домах категорий Б и В	50	60**

Наименование и расположение ограждающей конструкции	R_w , дБ	L_{nw} , дБ
Гостиницы		
8. Перекрытия между номерами		
категории А	52	57
категории Б	50	60
категории В		
9. Перекрытия, отделяющие номера от помещений общего пользования (вестибюли, холлы, буфеты):		
категории А	54	55
		50**
категорий Б и В	52	58
10. Перекрытия, отделяющие номера от помещений, ресторанов, кафе:		
категории А	62	57
		45**
категорий Б и В	59	60
		48**
Административные здания, офисы		
11. Перекрытия между рабочими комнатами, кабинетами, секретариатами и отделяющие эти помещения от помещений общего пользования (вестибюли, холлы):		
категории А	52	63**
категорий Б и В	50	66**
12. Перекрытия, отделяющие рабочие комнаты, кабинеты от помещений с источниками шума (машбюро, телетайпные и т.п.):		
категории А	54	60**
категорий Б и В	52	63**
Больницы и санатории		
13. Перекрытия между палатами, кабинетами врачей	47	60
14. Перекрытия между операционными и отделяющие операционные от палат и кабинетов	57	60
15. Перекрытия, отделяющие палаты, кабинеты врачей от помещений общего пользования (вестибюли, холлы)	52	63
16. Перекрытия, отделяющие палаты, кабинеты врачей от столовых, кухонь	57	50**
Учебные заведения		
17. Перекрытия между классами, кабинетами, аудиториями и отделяющие эти помещения от помещений общего пользования (коридоры, вестибюли, холлы)	47	63
18. Перекрытия между музыкальными классами средних учебных заведений	57	58
19. Перекрытия между музыкальными классами высших учебных заведений	60	53
Детские дошкольные учреждения		
20. Перекрытия между групповыми комнатами, спальнями	47	63
21. Перекрытия, отделяющие групповые комнаты, спальни от кухонь	51	63**

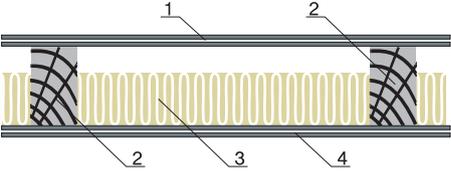
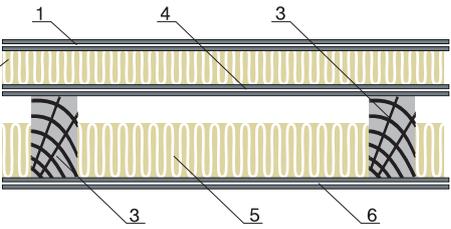
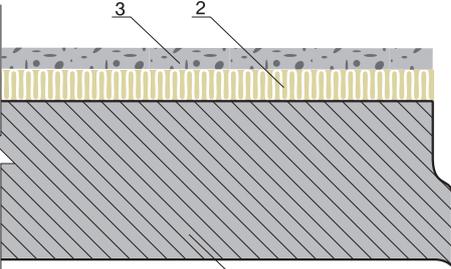
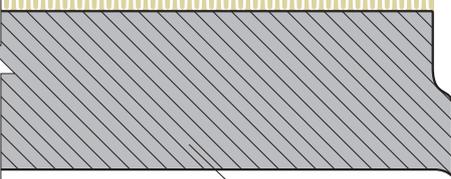
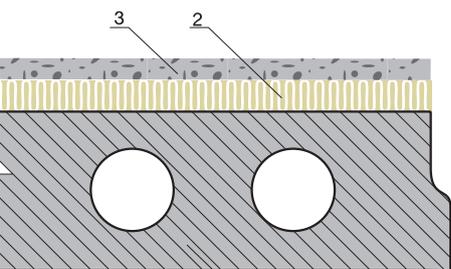
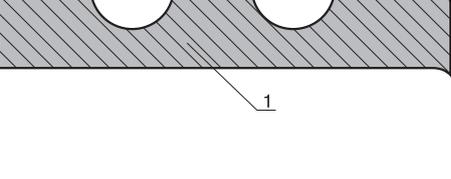
* Требования предъявляют также к передаче ударного шума в жилые помещения квартир при ударном воздействии на пол помещения смежной квартиры (в том числе и находящейся на том же этаже).

** Требования предъявляют к передаче ударного шума в защищаемое от шума при ударном воздействии на пол помещения, являющегося источником шума.

Междуэтажные перекрытия, обладающие хорошей звукоизоляцией, имеют высокие значения индекса изоляции воздушного шума R_w .

Значения звукоизоляционных характеристик междуэтажных перекрытий различных конструкций приведены в табл. 22.

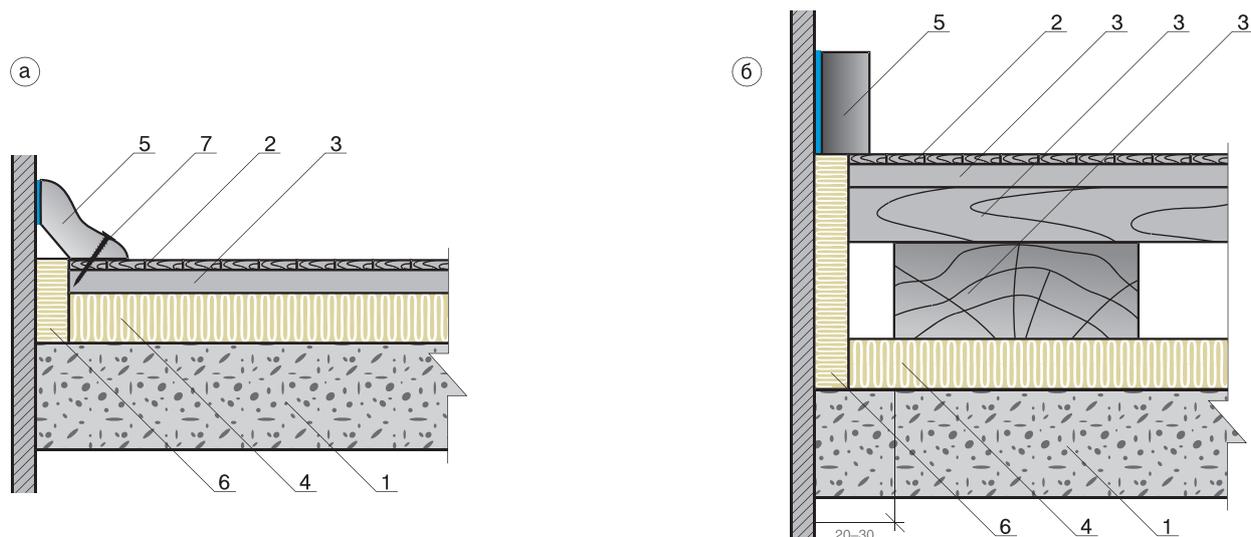
Таблица 22. Звукоизоляционные характеристики междуэтажных перекрытий

Конструкция междуэтажного перекрытия	Индекс приведенного уровня ударного шума под перекрытием, L _{пw} , 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 40 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: <ul style="list-style-type: none"> 5 мм 30 мм 50 мм 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 12мм 	69* 68* 68*
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сплошная железобетонная плита толщиной 160 мм 2. Жесткая плита Флор Баттс толщиной: <ul style="list-style-type: none"> 25 мм 50 мм 3. Стяжка из бетонной плиты, плотностью 100 кг/м³ 	46** 43**
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сплошная железобетонная плита толщиной 180 мм 2. Жесткая плита Флор Баттс толщиной: <ul style="list-style-type: none"> 25 мм 50 мм 3. Стяжка из бетонной плиты, плотностью 100 кг/м³ 	44** 41**
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сплошная железобетонная плита толщиной 200 мм 2. Жесткая плита Флор Баттс толщиной: <ul style="list-style-type: none"> 25 мм 50 мм 3. Стяжка из бетонной плиты, плотностью 100 кг/м³ 	43** 40**
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сплошная железобетонная плита толщиной 200 мм 2. Жесткая плита Флор Баттс толщиной: <ul style="list-style-type: none"> 25 мм 50 мм 3. Стяжка из бетонной плиты, плотностью 100 кг/м³ 	43** 40**
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сплошная железобетонная плита толщиной 200 мм 2. Жесткая плита Флор Баттс толщиной: <ul style="list-style-type: none"> 25 мм 50 мм 3. Стяжка из бетонной плиты, плотностью 100 кг/м³ 	43** 40**

* По данным испытаний Rockwool International A/S Lydlaboratorium.
** Расчетные данные.

3.3. Конструктивные мероприятия, направленные на повышение звукоизоляции перекрытий

Как уже отмечалось, 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 предусмотреть небольшой воздушный зазор толщиной 10–15 мм. Зазор следует заполнить упругими звукоизоляционными прокладками — полосками, вырезанными из плит Rockwool Флор Баттс, мягкой древесно-волокнистой плитой, пенополиэтиленом. Со стороны помещения зазор закрывают плинтусом, который прибивают гвоздями к полу через каждые 500 мм. Если прибить плинтус одновременно к полу и перегородке, появится жесткая связь между вертикальным ограждением и перекрытием, и звукоизоляция ухудшится. Поэтому при необходимости плинтус можно прикрепить только к стене, не прибивая его в этом случае к полу (рис. 42). Для улучшения звукоизоляции к плинтусу или галтели приклеивается звукоизолирующая прокладка из звукоизоляционного линолеума, асбестового картона или пенополиуретана.



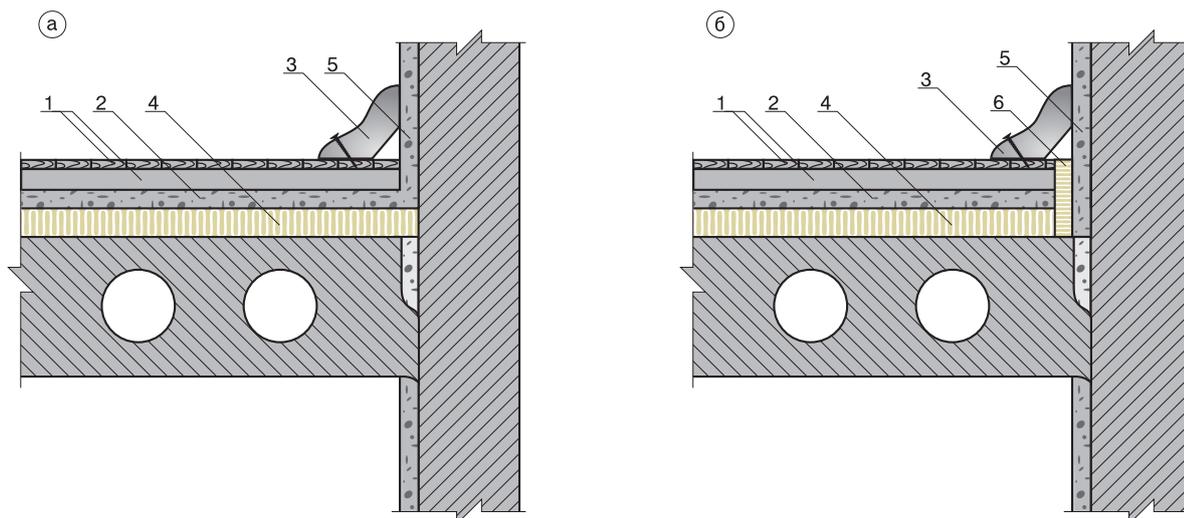
- 1 — железобетонная плита перекрытия; 2 — покрытие пола; 3 — древесноволокнистая плита, твердая или битумизированная; 4 — жесткая плита Rockwool Флор Баттс; 5 — галтель или плинтус;
6 — звукоизолирующая прокладка, вырезанная из плиты Rockwool Флор Баттс;
7 — гвоздь или шуруп с шагом 800–1200 мм.

Рисунок 42. Примыкание полов к стенам и перегородкам

Такое закрепление перегородок на перекрытиях будет препятствовать передаче ударного шума от пола, возникающего чаще всего при ходьбе по полу в жесткой обуви, особенно с каблуком, при падении каких-либо предметов (ударах мяча, бильярдных шаров). Звуковые волны будут гаситься упругими материалами, и вибрации не будут передаваться перегородкам, а от них на перекрытия.

Если конструкция перекрытия имеет плохую звукоизоляцию, то его нельзя покрывать линолеумом на волокнистой основе, снижающим изоляцию воздушного шума на 1 дБ. В этом случае лучше использовать покрытие из линолеума на вспененной основе, не влияющее на изоляцию воздушного шума и улучшающее изоляцию ударного шума.

Улучшение звукоизоляции перекрытий при уменьшении их массы может осуществляться за счет устройства многослойных конструкций. Устройство «плавающего пола» позволяет значительно повысить звукоизоляцию. Плавающий пол состоит из стяжки или плиты из гипса или бетона толщиной 30–50 мм, уложенных на слой упругого изоляционного материала толщиной 30 мм. Пол на звукоизоляционном слое не должен иметь жестких связей с несущим перекрытием, стенами, другими конструкциями зданий, а лишь «плавать» на пружинящем упругом основании. Неправильное расположение упругой прокладки сводит на нет ее звукоизоляционный эффект (рис. 43).



а) неправильное расположение упругой прокладки; б) рекомендуемое решение сопряжения стены с перекрытием:
1 — покрытие пола; 2 — бетонная стяжка; 3 — плинтус;
4 — жесткая плита Rockwool Флор Баттс; 5 — штукатурка;
6 — звукоизолирующая прокладка вырезанная из плиты Rockwool Флор Баттс.

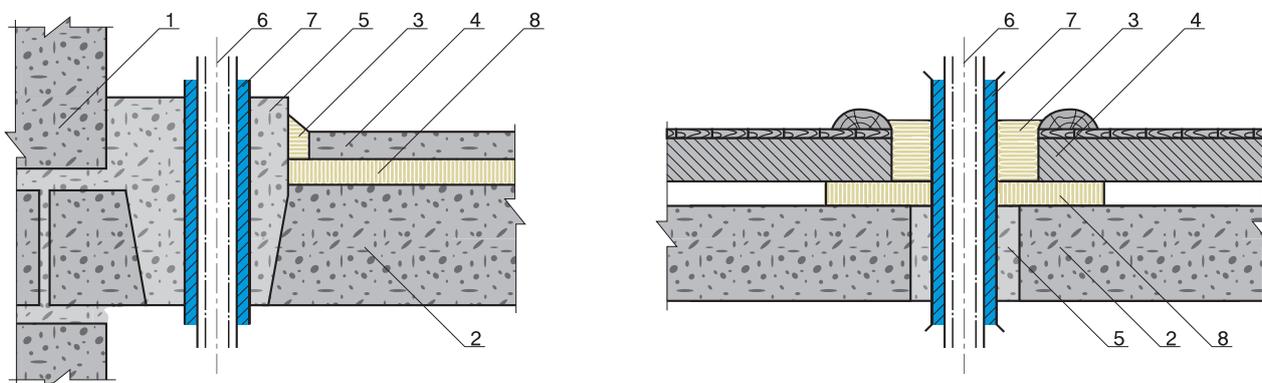
Рисунок 43. Конструктивные решения сопряжений между элементами зданий

Для лучшей звукоизоляции в качестве упругого основания можно использовать 2 слоя материала с различной жесткостью (жесткие плиты Rockwool Флор Баттс). При этом их лучше уложить в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

При устройстве плавающих полов с основанием в виде монолитной стяжки на упругое основание нужно уложить слой водонепроницаемого материала, чтобы избежать затекания свежего цементного раствора в упругий слой. Для повышения звукоизоляции перекрытий в дополнение к основному звукоизоляционному материалу можно добавить слой из песка, в котором значительная часть звуковой энергии тратится на преодоление сил трения между плотно лежащими песчинками.

Для обеспечения хорошей звукоизоляции помещений все стыки между внутренними ограждающими конструкциями их сопряжения с наружными ограждениями и внутренними коммуникациями не должны иметь сквозных трещин, щелей или неплотностей.

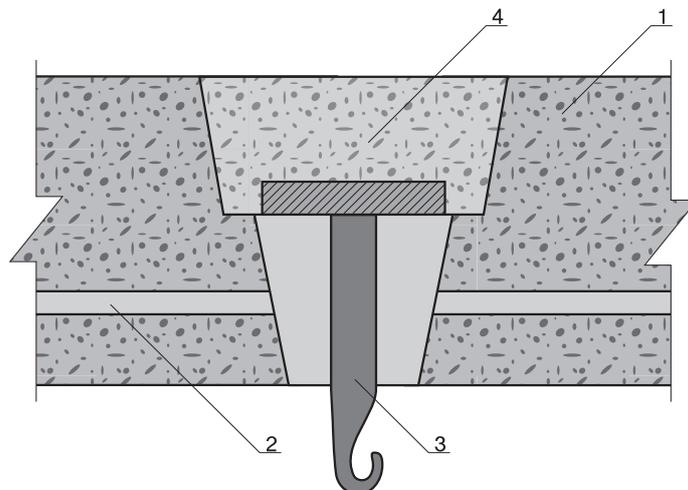
Трубы отопления и водоснабжения не допускается пропускать через межквартирные стены. Трубы водяного отопления, водоснабжения следует пропускать через перегородки и междуэтажные перекрытия в гильзах из эластичного материала. В процессе эксплуатации водопроводные и отопительные трубы подвержены температурным деформациям и незначительным вибрациям. Упругий эластичный материал гильз компенсирует любые деформации, благодаря чему в местах их прохождения через конструкцию не образуются сквозные щели и обеспечивается плотное примыкание труб к конструкции. Заделка отверстий безусадочным бетоном препятствует образованию трещин и щелей, через которые может происходить интенсивная передача воздушного шума (рис. 44).



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

Рисунок 44. Схема пропуска стояка через междуэтажное перекрытие

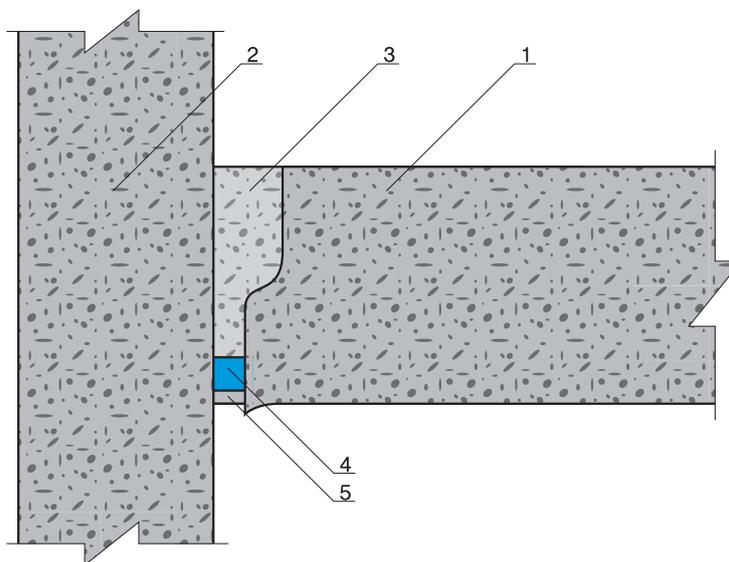
Звукоизоляция между этажами может ухудшиться, если при установке светильника сделать сквозное отверстие в перекрытии. Если это произошло, то верхнюю часть отверстия следует заделать безусадочным раствором, затем уложить слой звукоизоляционного материала типа Rockwool Акустик Баттс и заделать раствором (рис. 45).



1 — плита перекрытия; 2 — электроканал; 3 — крюк; 4 — раствор

Рисунок 45. Установка потолочного светильника

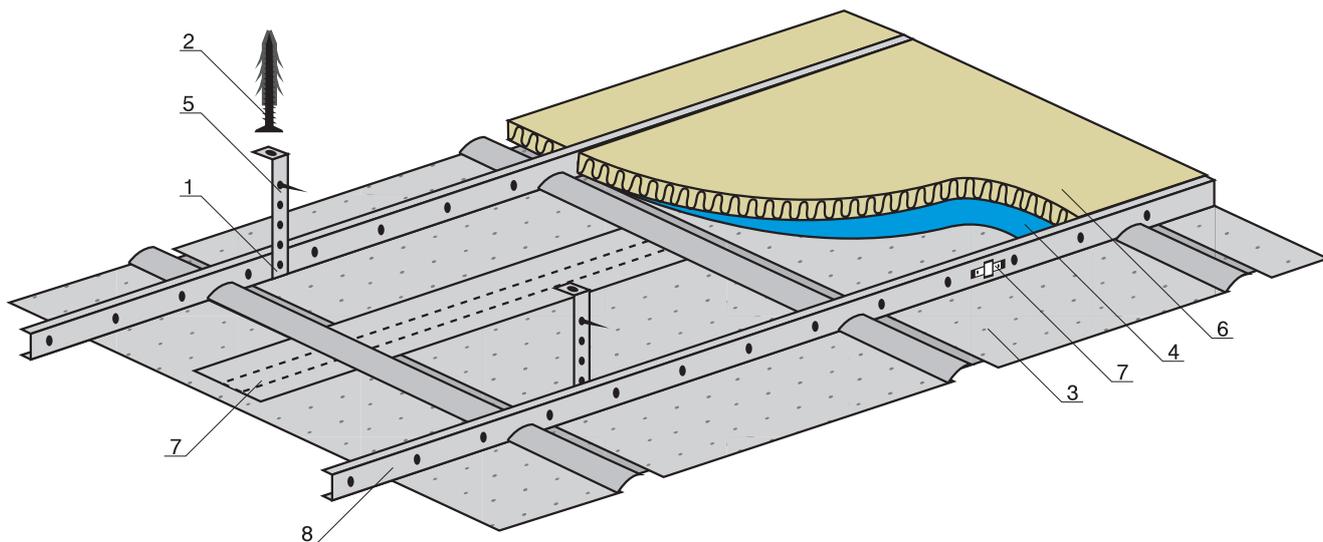
При укладке несущих плит междуэтажных перекрытий, чтобы не было малых щелей при сопряжении конструкций, плиты следует заводить в толщу стен и заделывать раствором. Если плиты примыкают впритык к стене, то имеющийся зазор заделывают паклей или минеральным войлоком, смоченным в гипсовом растворе, а затем заделывают раствором (рис. 46).



1 — несущая часть перекрытия; 2 — стена; 3 — бетон или раствор;
4 — герметик, уплотняющая прокладка или шнур; 5 — раствор

Рисунок 46. Примыкание перекрытия к стене

Подвесные потолки позволяют улучшить звукоизоляцию. При этом потолок должен быть изолирован от несущей плиты. При размещении в воздушной прослойке между перекрытием и потолком звукопоглощающих плит Rockwool Акустик Баттс звукоизоляция между помещениями станет значительно лучше (рис. 41)



- 1 — регулирование профиля по высоте; 2 — дюбель-винт; 3 — лицевой элемент;
4 — прокладочный слой; 5 — подвеска; 6 — звукоизоляционная плита Rockwool Акустик Баттс;
7 — соединительная накладка; 8 — несущий профиль

Рисунок 47. Конструктивная схема подвесного потолка

Устройство подвесных потолков с звукоизоляционными плитами Rockwool Акустик Баттс позволяет не только улучшить звукоизоляцию перекрытий, но и обеспечить хорошее звукопоглощение в помещении (рис. 47).

3.4. Расчет ударного шума

Пример 1

Требуется рассчитать индекс приведенного уровня ударного шума под междуэтажным перекрытием. Перекрытие состоит из железобетонной несущей плиты плотностью 2500 кг/м^3 , толщиной 18 см, звукоизоляционного слоя из каменной ваты Rockwool Акустик Баттс, толщиной 25 мм.

Определяем поверхностную плотность элемента перекрытия, наиболее распространенные перекрытия из железобетонных плит приведены в табл. 20:

$$m = 2500 \times 0,18 = 450 \text{ кг/м}^2.$$

По табл. 19 находим $L_{nw_0} = 76 \text{ дБ}$.

По табл. 18 находим индекс улучшения приведенного уровня ударного шума для Rockwool Флор Баттс, толщиной 25 мм $\Delta L = 35 \text{ дБ}$.

Индекс приведенного уровня ударного шума: $L_{nw} = 76 - 35 = 41 \text{ дБ}$.

Данный индекс изоляции уровня ударного шума согласно СНиП 23-10-2003 не превышает нормы междуэтажного перекрытия для домов категории А.

Список литературы

1. СНиП 23-03-2003. Защита от шума. М., 2004.
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. МГСН 2.94-97. Допустимые уровни шума, вибрации и требования к звукоизоляции в жилых и общественных зданиях. М., 1997.
5. Пособие к МГСН 2.04-97. Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий. М., 1998.
6. Пособие к МГСН 2.04-97. Проектирование защиты от шума и вибраций инженерного оборудования в жилых и общественных зданиях. М., 1999.
7. МСК 2.12-1. Полы гражданских зданий. М., 1999.
8. СНиП 23-02-2003. Теплозащита зданий. М., 2004.
9. Осипов Г. Л., Бобылев В. И., Борисов Л. А. Звукоизоляция и звукопоглощение. / Учеб. пособие; под ред. Осипова Г.Л., Бобылева В.И. М., 2004.
10. Умнякова Н. П., Матвиевский А. А. Устройство и звукоизоляция внутренних перегородок // Технологии строительства. 2002, № 4. С. 22-23
11. Комплектные системы Кнауф. Альбом рабочих чертежей. Перегородки поэлементной сборки из гипсокартонных листов (Кнауф ГКЛ) на металлическом и деревянном каркасах для жилых, общественных и производственных зданий.
12. Пособие по проектированию пределов огнестойкости конструкций, пределов распространения огня по конструкциям и групп возгораемости материалов. М., 1985.
13. Умнякова Н. П. Теремок. Эффективная теплоизоляция Rockwool. М., 2000.

Региональные представительства Rockwool в России и странах СНГ:

8 800 200 22 77

профессиональные консультации
(бесплатный звонок на территории РФ)

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
+7 831 415 41 26
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
+7 909 212 88 39
evgeny.cherenkov@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
+7 918 435 35 36
pavel.komarov@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
+7 902 879 93 06
alexey.kalmykov@rockwool.ru

Уфа
+7 347 299 20 02
yuri.khakimov@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

Казахстан

Алма-Ата
+7 777 814 21 77
andrey.pak@rockwool.ru

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

Украина

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

Республика Беларусь

Минск
+375 296 06 06 79
andrei.muravlev@rockwool.ru

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



Техническое свидетельство выдано
федеральным центром сертификации
в строительстве Госстроя России



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

The logo features the word "ROCKWOOL" in a bold, red, sans-serif font with a registered trademark symbol. Below it, the Russian phrase "НЕГОРЮЧАЯ ИЗОЛЯЦИЯ" is written in a smaller, black, sans-serif font. The background of the top half of the page is a solid blue color with two white curved lines that sweep across the page from the left side.

ROCKWOOL®
НЕГОРЮЧАЯ ИЗОЛЯЦИЯ

Rockwool СНГ:
Ул. Земляной вал, д. 9, г. Москва, 105064
Тел.: +7 495 995 77 55
Факс: +7 495 995 77 75
www.rockwool.ru
www.rockwool.by
www.rockwool.ua

Издание 06.2011