

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

---

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства»

**А.В. Гречишкин, О.Л. Викторова, С.В. Зворыгина**

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ**

Рекомендовано Редсоветом университета в качестве  
учебного пособия по курсовому проектированию для студентов,  
обучающихся по направлению 270800.62 «Строительство»

Пенза 2013

УДК 725.8.01.053.1(075.8)

ББК 38.712 – 02 я 75

Г81

Рецензенты: кандидат технических наук, доцент  
В.М. Разживин (ПГУАС);  
главный конструктор ООО «Граждан-  
проект»; кандидат технических наук,  
доцент В.В. Викторов

**Гречишкин А.В.**

Г81 Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций:  
учеб. пособие / А.В. Гречишкин, О.Л. Викторова, С.В. Зворыгина. –  
Пенза: ПГУАС, 2013. – 88 с.

Рассмотрены вопросы по распространению шумов в зданиях и определению звукоизолирующей способности ограждающих конструкций зданий согласно новой системы оценки звукоизоляции, которая соответствует международному стандарту. Приведены методика и примеры по расчету звукоизоляции различных видов ограждающих конструкций.

Учебное пособие подготовлено на кафедре «Городское строительство и архитектура» и предназначено для студентов, обучающихся по направлению 270800.62 «Строительство».

© Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства, 2013

© Гречишкин А.В., Викторова О.Л.,  
Зворыгина С.В., 2013

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Улучшение труда и быта является важной социальной задачей. Ее решение связано с решением многих научных проблем в области психологии, санитарной гигиены, научной организации труда, функциональной технологии и др.

Важное место в этом широком комплексе проблем принадлежит архитектуре и строительству, так как одной из характеристик среды, окружающей человека, является акустический режим помещений (качество восприятия звука, уровень мешающего шума, вопросы звукоизоляции ограждающих конструкций, снижение шума в зданиях и др.). Данные вопросы являются предметом изучения строительной акустики, прикладной области физики, тесно связанной с теорией проектирования зданий.

В городах наблюдается ежегодное возрастание уровней шума, вызванное повышением интенсивности и мощности транспортных средств, увеличением шума промышленных предприятий и др.

В связи с введением новой системы оценки звукоизоляции, соответствующей стандарту 717 Международной организации по стандартизации (ИСО), произошло изменение в численных значениях индексов изоляции воздушного шума и индексов приведенных уровней ударного шума и, соответственно, изменение их нормативных значений.

Настоящее пособие, разработанное в дополнение к СНиП 23-03–2003 «Защита от шума», содержит методы расчета звукоизоляции ограждающих конструкций зданий, примеры расчета, рекомендации по проектированию ограждений, их стыков и примыканий с точки зрения обеспечения требуемой звукоизоляции зданий, варианты заданий на расчетно-графическую работу по строительной акустике. Пособие рекомендуется использовать студентам, обучающимся по направлению 270800.62 «Строительство», при выполнении курсового и дипломного проектирования.

# 1. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

## 1.1. Основные термины и определения

Под звуком понимают процесс распространения колебательного движения от одной частицы к другой. Поскольку передача колебаний совершается в средах с конечной скоростью, называемой скоростью звука, то распространение звука происходит в виде волн.

В воздухе звук передается в виде уплотнений и разрежений частиц воздуха, чередующихся вдоль пути распространения звука (рис. 1.1).

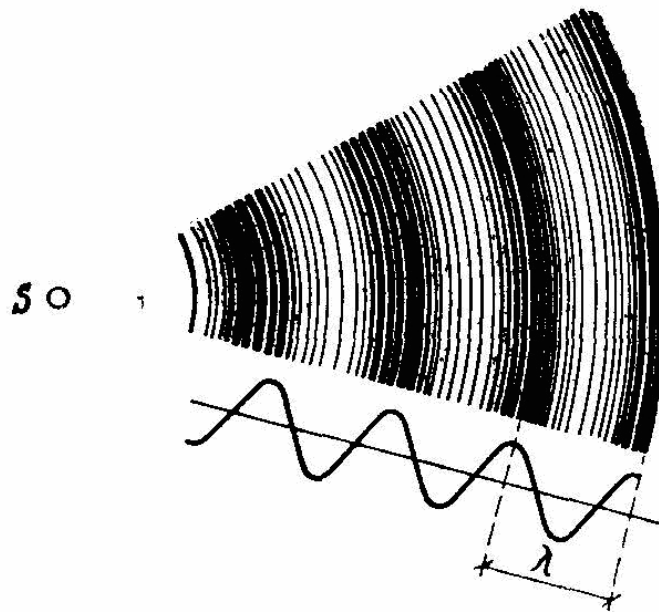


Рис. 1.1. Уплотнения и разрежения в звуковых волнах

Область среды, в которой распространяются звуковые волны, называется *звуковым полем*. Скорость распространения звука зависит от характеристик воздушной среды (плотности, температуры и др.). Скорость звука в воздухе при температуре  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  равна  $331,5\text{ м/с}$ , а при  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  –  $340\text{ м/с}$ . Отношение скорости звука  $c$  к частоте колебаний,  $f$  определяет *длину звуковой волны*  $\lambda = c / f$ , м. За единицу частоты принят герц (Гц), равный одному колебанию в секунду. Время, в течение которого совершается одно полное колебание, называют *периодом колебаний*  $T = 1 / f$ , тогда  $\lambda = c \cdot T$ .

В воздухе и жидкостях образуются и распространяются только *продольные волны* (рис. 1.2, а), в которых смещения частиц среды происходят в направлении распространения волны.

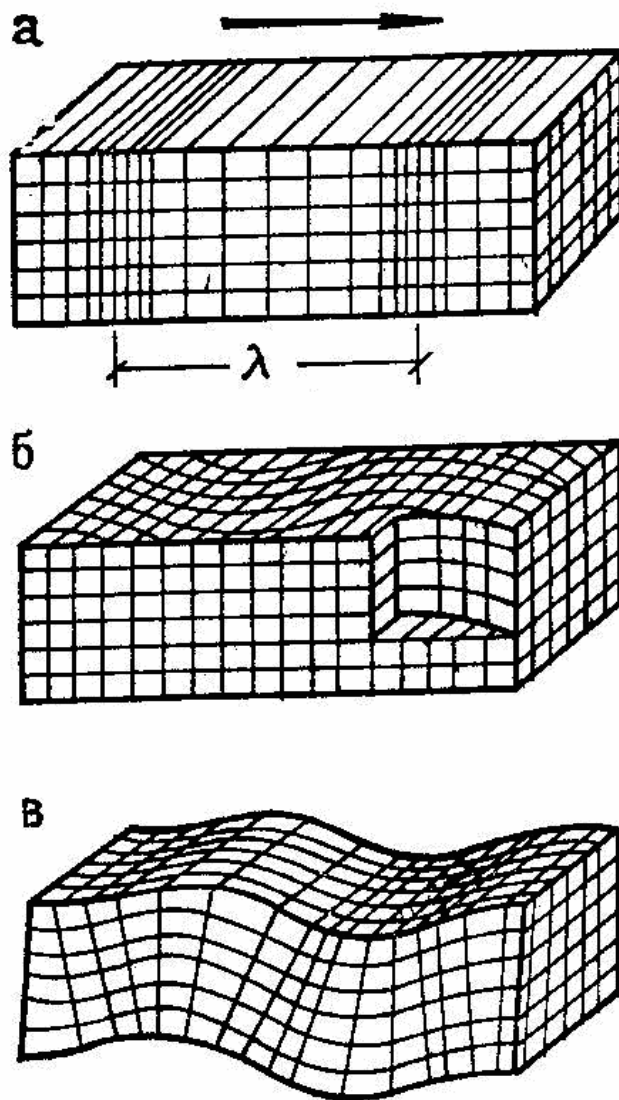


Рис 1.2. Основные типы волн в твердых средах  
 а – продольные; б – поперечные; в – изгибные

В твердых телах, наряду с продольными возникают *поперечные волны* (рис. 1.2, б), в которых колебания частиц среды происходят перпендикулярно направлению распространения звуковой волны.

В тонких конструкциях, когда их толщина меньше  $1/6$  длины волны возникают *изгибные волны* (рис. 1.2, в).

Звук, как физическое явление, представляет собой колебания, характеризующиеся параметрами звукового поля. Физиологически звук определяется ощущением, воспринимаемым органом слуха при воздействии на него звуковых волн в диапазоне частот 16–20000 Гц. Колебания с частотой менее 16 Гц называют *инфразвуком*, с частотой выше 20000 Гц – *ультразвуком* и слухом человека не воспринимаются.

Избыточное давление в звуковой волне по отношению к атмосферному давлению называют *звуковым давлением*  $P$ , оно измеряется в Н/м<sup>2</sup>.

Распространение звуковой волны сопровождается переносом энергии, которая является функцией звукового давления  $P$  и колебательной скорости  $v$  в каждой точке среды. Средний поток звуковой энергии, проходящий в единицу времени через единицу поверхности, нормальной к направлению распространения звуковой волны, называют *интенсивностью звука*  $I$ . За единицу интенсивности звука принят Вт/м<sup>2</sup>.

Изменение интенсивности и звукового давления слышимого звука составляет соответственно  $10^{14}$  и  $10^7$  раз. Поэтому введены логарифмические величины: *уровень интенсивности звука*, дБ,  $L_i = 10 \cdot \lg(I / I_0)$  и *уровень звукового давления*, дБ,  $L_p = 10 \cdot \lg(P^2 / P_0^2)$ , где  $I_0 = 10^{-12}$  Вт/м<sup>2</sup> и  $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Н/м<sup>2</sup> – значения, соответствующие *порогу слышимости* (наименьшему значению, при котором звук начинает восприниматься ухом). Введение понятие уровня звукового давления позволяет преобразовать огромный диапазон от  $2 \cdot 10^{-5}$  до  $20$  Н/м<sup>2</sup> (*болевого порог слышимости*) в сравнительно небольшой и удобный диапазон слышимых звуков от 0 до 120 дБ.

Важная особенность человеческого уха – одинаковая реакция на одинаковые относительные изменения звукового давления и частоты.

Частотный состав звука определяется зависимостью уровней звукового давления от частоты, его называют *частотной характеристикой уровня звукового давления*. Как правило, уровни звукового давления измеряют не на отдельных частотах, а в некоторых полосах частот. Полоса частот характеризуется граничными частотами – нижней  $f_1$  и верхней  $f_2$  и ее среднегеометрической частотой  $f_0 = \sqrt{f_1 f_2}$ . В строительной акустике обычно используют октавные  $f_1 / f_2 = 2$  и третьоктавные  $f_1 / f_2 = 1,26$  полосы частоты (табл. 1.1).

Т а б л и ц а 1 . 1

Граничные частоты и среднегеометрические частоты октавных и третьоктавных полос

Частота, Гц			
Граничная для полос		Среднегеометрическая для полос	
октавных	третьоктавных	октавных	третьоктавных
1	2	3	4
45–90	45–56	63	50
	56–71		63
	71–90		80

Окончание табл. 1.1

1	2	3	4
90–180	90–112	125	100
	112–140		125
	140–180		160
180–355	180–224	250	200
	224–280		250
	280–355		315
355–710	355–450	500	400
	450–560		500
	560–710		630
710–1400	710–900	1000	800
	900–1120		1000
	1120–1400		1250
1400–2800	1400–1800	2000	1600
	1800–2240		2000
	2240–2800		2500
2800–5600	2800–3540	4000	3150
	3540–4500		4000
	4500–5600		5000
5600–11200	5600–7100	8000	6300
	7100–9000		8000
	9000–11200		10000

## 1.2. Распространение шума в зданиях

Беспорядочное сочетание звуков различной интенсивности и частоты называют *шумом*.

Причиной возникновения шума в зданиях являются как внутренние, так и внешние источники. К внутренним источникам относятся инженерное и санитарно-техническое оборудование, громкая музыка, танцы и др.; к внешним – транспорт, промышленные предприятия и т. п.

Рассмотрим основные виды шума в зданиях и пути его распространения (рис. 1.3). Пусть в помещении I находится источник, излучающий шум в воздух и передающий перекрытию удары и вибрацию. Шум, излучаемый источником в воздух, проникает в соседнее помещение II, во-первых, непосредственно через отверстия и щели, если таковые имеются в ограждениях (звуковые волны 1); во-вторых, волны, излучаемые источником в воздух, падая на стену, разделяющую помещения, вызывают

колебания этой стены, которая сама становится источником шума и излучает его в помещении II (звуковая волна 2); в-третьих, звуковые волны от источника возбуждают колебания стен и перекрытия помещения I, которые передаются ограждениям помещения II и являются в нем дополнительными источниками шума (звуковые волны 3-5). Наконец, вибрации или удары источника приводят перекрытие в колебательное движение, которое также распространяется по конструкциям здания, вызывая волны 6 в помещении II и волны 7 и 8 в помещении III.

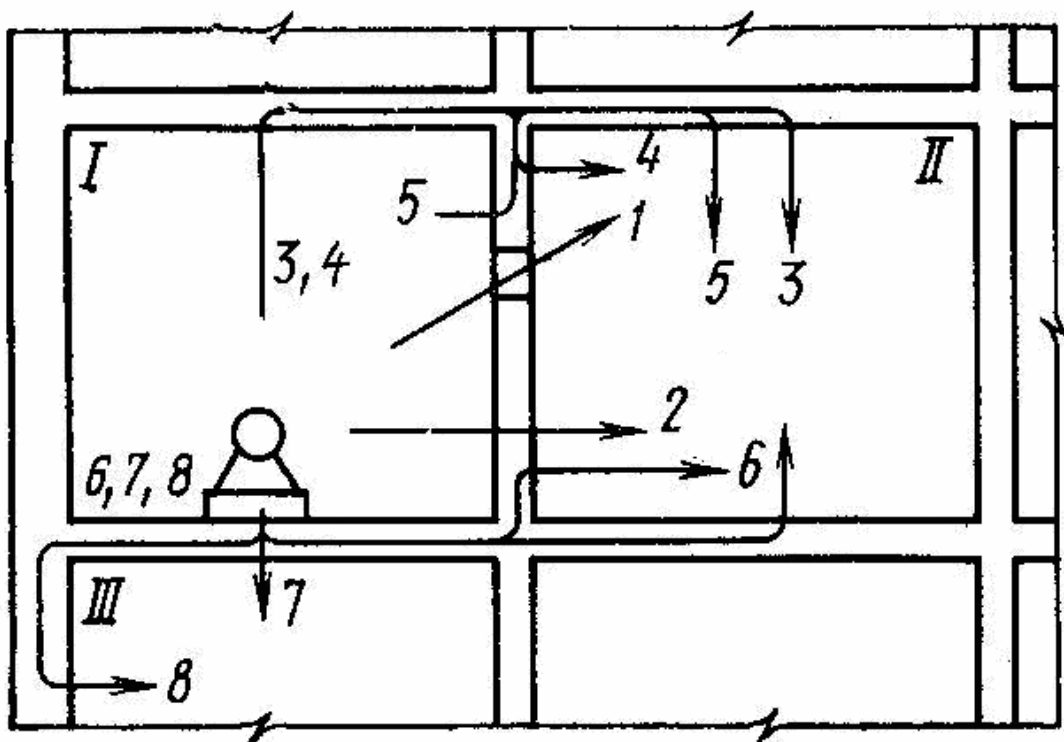


Рис. 1.3. Пути передачи шума из одного помещения в другое

Этот простейший анализ передачи шума из одного помещения в другое показывает, что источник возбуждает следующие виды шумов: *воздушный*, который излучается источником непосредственно в воздух, и *ударный*, который излучается перекрытием, возбуждаемым посредством ударов или вибраций оборудования.

Пути передачи шума в изолируемые помещения из соседнего через разделяющие их конструкции, а также проемы, отверстия и щели в них называют *прямыми* (звуковые волны 1, 2, 7). Если звуковая энергия распространяется по конструкциям всего здания вследствие колебаний, вызванных воздушным или ударным шумом, то в этом случае говорят о наличии обходных или *косвенных* путей распространения шума (звуко-



вые волны 3, 4, 5, 6, 8). Косвенная передача шума возможна на значительные расстояния по вибрирующим жестким ограждениям, и такой шум называют *структурным*. Структурным будет шум и при излучении его конструкцией, жестко связанной с какими-либо вибрирующими механизмами, например, насосными, вентиляционными или лифтовыми установками.

Для борьбы с шумом в зданиях используют методы: *снижения шума в источнике* возникновения, *звукопоглощение* и *звукоизоляцию*.

Наиболее радикальным методом борьбы с шумом является снижение шума в источнике. Однако, это не всегда возможно и, кроме того, часто выходит за пределы компетенции инженеров-строителей.

Метод звукопоглощения базируется на снижении звуковой энергии в воздухе помещения за счет ее частичного поглощения ограждающими конструкциями. Звуковые волны, излучаемые источником, многократно отражаясь от ограждающих конструкций, вновь распространяются, создавая суммарное звуковое поле в воздухе помещения. Энергия отраженных волн  $E_o$  ниже прямых или падающих  $E_n$  вследствие звукопередачи через ограждения и частичного поглощения энергии материалом ограждений. Отношение поглощенной энергии к падающей называют *коэффициентом звукопоглощения*  $\alpha = (E_n - E_o) / E_n$ .

Чем больше  $\alpha$ , т.е. чем больше звукопоглощение в помещении, тем меньше уровень звукового давления. Однако за счет звукопоглощения уровень звукового давления удастся уменьшить всего на 6–8 дБ. Значительно большие результаты в снижении уровня звукового давления достигаются за счет звукоизоляции ограждающих конструкций.

### 1.3. Изоляция воздушного шума

Изоляция воздушного шума (*звукоизоляция*)  $R$  – это способность ограждающей конструкции уменьшать проходящий через нее звук. Принцип звукоизоляции ограждением заключается в том, что большая часть падающей на него звуковой энергии отражается и лишь незначительная ее часть проникает через ограждение. Отношение энергии, прошедшей через конструкцию, к энергии, падающей на нее, называется *коэффициентом звукопередачи*  $\tau$ . Изоляция воздушного шума конструкцией без учета косвенной передачи при диффузном падении звука, дБ, определяется по формуле (1.1):

$$R = 10 \cdot \lg(1 / \tau). \quad (1.1)$$

Механизм передачи звука через ограждения в общих чертах состоит в том, что звуковая волна, падающая на ограждение, приводит его в колебательное движение с частотой, равной частоте колебаний воздуха в волне. В результате ограждение становится источником звука и излучает его в изолируемое помещение. Количество прошедшей звуковой энергии растет с увеличением амплитуды колебаний ограждения. Кроме того, характер и значения изоляции ограждением в значительной степени зависят от частоты колебаний.

Все ограждающие конструкции делят на *акустические однородные*, состоящие из одного материала или нескольких, но жестко связанных между собой и *акустически неоднородные*, т.е. многослойные.

Изоляцию воздушного шума однослойным ограждением рассматривают для трех частотных диапазонов (рис. 1.4).

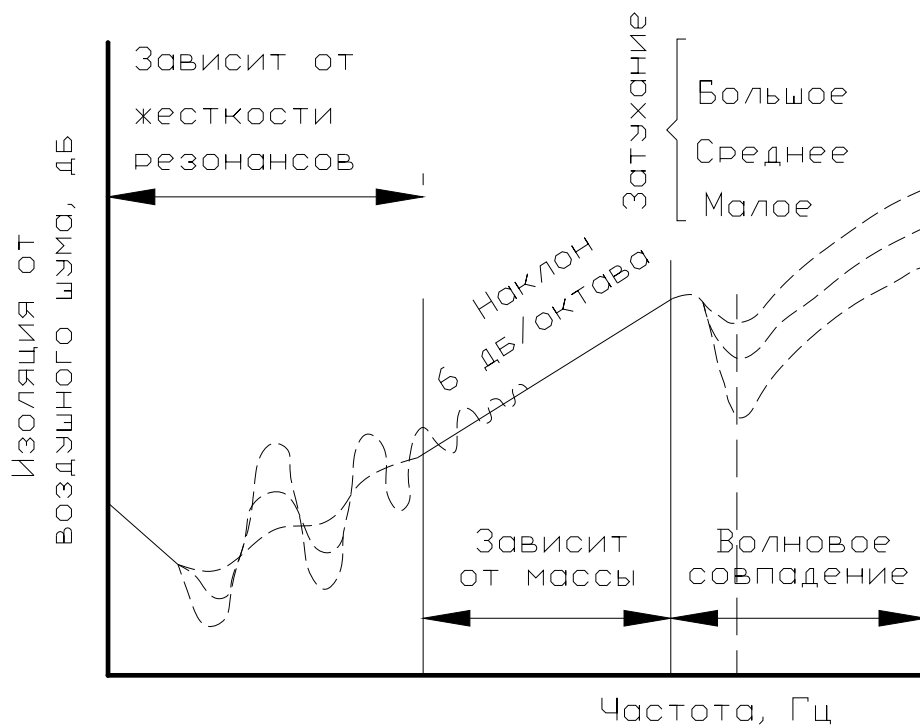


Рис. 1.4. Зависимость изоляции воздушного шума однослойным ограждением от частоты

В первом частотном диапазоне на низких частотах (ниже 100 Гц) вблизи частот собственных колебаний ограждения его звукоизоляция определяется жесткостью и внутренним трением в материале, однако собственная частота колебаний большинства однослойных ограждений лежит ниже нормируемого диапазона частот.

На более высоких частотах, выше первых двух-трех частот собственных колебаний ограждения его звукоизоляция определяется массой

единицы площади ограждения. Жесткость конструкции при этом играет весьма малую роль, и звукоизоляция ограждения подчинена так называемому *закону массы* (формула (1.2)):

$$R = 20 \cdot \lg mf - 47,5,$$

где  $m$  – масса 1 м<sup>2</sup> ограждения, кг;

$f$  – частота колебаний, Гц.

Из формулы (1.2) видно, что изоляция возрастает на 6 дБ при каждом удвоении частоты падающего звука.

В третьем частотном диапазоне звукоизоляции однослойного ограждения, начиная с определенной частоты, при которой проекция звуковой волны падающего на ограждение звука становится равной свободным изгибным волнам ограждения (рис. 1.5), значительно снижается из-за так называемого пространственного резонанса – *эффекта волнового совпадения*. Условие волнового совпадения имеет вид (формула (1.3)):

$$\frac{\lambda}{\sin \theta} = \lambda_{\text{изг}}, \quad (1.3)$$

где  $\lambda$  – длина звуковой волны в воздухе;

$\theta$  – угол падения волны на ограждение.

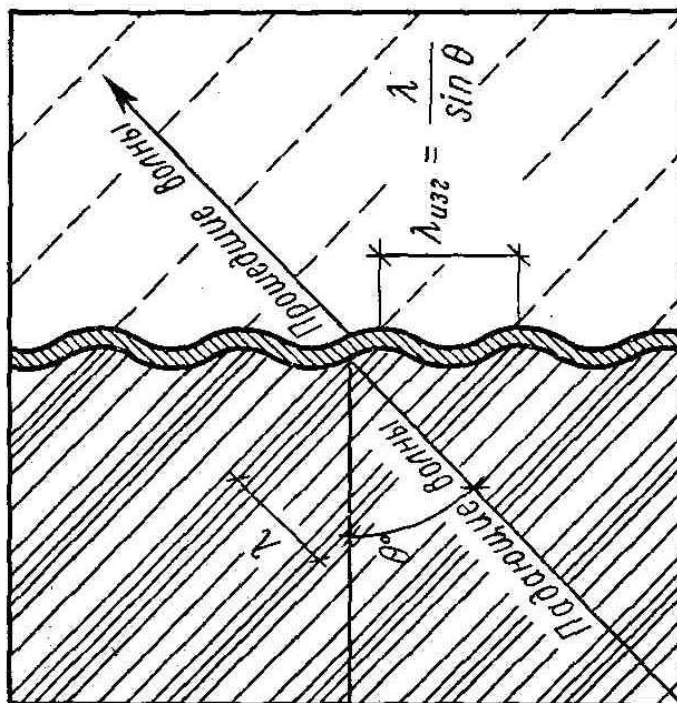


Рис. 1.5. Схема возбуждения изгибных колебаний легкой ограждающей конструкции при косом падении звуковых волн (эффект волнового совпадения)

Наименьшая частота, при которой становится возможным явления совпадения соответствует случаю падения звуковой волны ограждения ( $\theta = 90^\circ$ ). Эта частота называется граничной,  $f_{гр}$ . Ее находят из условия  $\lambda_{изг} = \lambda$ , для однослойных ограждений по формуле (1.4).

$$f_{гр} = \frac{c^2}{1,8 \cdot c_1 h}, \quad (1.4)$$

где  $c$  – скорость звука в воздухе;

$c_1$  – скорость продольной волны в ограждении;

$h$  – толщина ограждения.

На частотах эффекта волнового совпадения изоляция воздушного шума снижается на 10–20 дБ, сама область пониженной звукоизоляции, располагаясь выше граничной частоты, занимает интервал частот примерно в одну октаву.

На частотах  $f > 2f_{гр}$  изоляции ограждением воздушного шума растет быстрее, чем в области частот, где звукоизоляция управляется массой ограждения.

Повышение звукоизоляции однослойными ограждениями достигается главным образом путем увеличения их массы. Более эффективный способ повышения звукоизоляции – применение многослойных ограждений. В ряде случаев они позволяют получить значительную дополнительную звукоизоляцию по сравнению с однослойными конструкциями той же массы (до 12–15 дБ).

Методы расчета звукоизоляции ограждающих конструкций подробно изложены в п.4.

## 1.4. Изоляция ударного шума

В отличие от вертикальных ограждающих конструкций звукоизоляционные качества перекрытий определяются изоляцией шума не только воздушного, но и ударного шума.

Изоляция ударного шума достигается устройством полов, укладываемых на несущие конструкции междуэтажных перекрытий, или подвесных потолков. В массовом строительстве применяются в основном два типа полов: в виде плиты, укладываемой на несущую конструкцию перекрытия через звукоизоляционный слой и в виде мягких рулонных материалов, укладываемых непосредственно на несущую плиту перекрытия.

Плиты пола могут быть в виде сборных панелей или монолитных стяжек, дощатых щитов по лагам, древесно-стружечных плит и др. В ка-

честве звукоизоляционного слоя применяются мягкие древесно-волокнистые или минераловатные плиты, укладываемые сплошным слоем или отдельными полосами. Менее эффективным изоляционным слоем является засыпка песком или сеяным шлаком.

Уровень шума под перекрытием при ударных воздействиях определяется двумя величинами: уровнем шума, возбуждаемого плитой перекрытия без пола, и снижением этого уровня конструкцией пола. Первая величина зависит от массы плиты перекрытия, вовлекаемой в движение в момент удара. Из законов сохранения энергии и количества движения очевидно, что чем больше масса плиты по отношению к массе ударника, тем меньшую скорость колебаний получит плита. **Таким образом, при одном и том же источнике ударного шума уровень его будет тем меньше, чем больше толщина и площадь плиты, плотность и жесткость ее материала.**

Вторая величина определяется степенью амортизации удара конструкцией пола. Процесс изоляции ударного шума полом на упругих прокладках может быть описан поведением колебательной системы «масса пола – упругость прокладки – масса несущей плиты перекрытия». Изоляция такой системы тем выше, чем ниже частота собственных колебаний. Следовательно, чем больше величины указанных масс и меньше жесткость прокладок, тем эффективнее изоляция ударного шума.

При устройстве пола в виде мягкого покрытия несущей плиты процесс изоляции можно описать подобной моделью – «масса ударника – упругость пола – масса плиты перекрытия». Таким образом, чем мягче покрытие пола и больше масса плиты перекрытия (масса ударника стандарта), тем выше изоляция ударного шума.

Расчеты изоляции ударного шума перекрытиями с различными конструктивными решениями приведены в разделе 4 данного пособия.

## 2. НОРМАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ СНИП 23-03–2003 К ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Нормируемыми параметрами звукоизоляции внутренних ограждающих конструкций жилых и общественных зданий являются индексы изоляции воздушного шума ограждающими конструкциями  $R_w$  и индексы приведенного уровня ударного шума под перекрытиями  $L_{nw}$ , дБ.

Нормативные значения индексов изоляции воздушного шума внутренними ограждающими конструкциями  $R_w$  и индексов приведенного уровня ударного шума под перекрытиями  $L_{nw}$ , дБ для жилых и общественных зданий приведены в табл. 2.1 в зависимости от категории здания:

- категория А – высококомфортные условия;
- категория Б – комфортные условия;
- категория В – предельно допустимые условия.

Категория здания устанавливается техническим заданием на проектирование.

Значения индексов изоляции воздушного шума  $R_w$  должны быть не меньше нормативных, а индексов приведенного уровня ударного шума  $L_{nw}$  – не более нормативных.

$$R_w^H \leq R_w^{\text{расч.}}$$

$$L_w^H \geq L_w^{\text{расч.}}$$

Индексы звукоизоляции с известными частотными характеристиками определяются путем сопоставления этих характеристик с оценочными кривыми. Значения оценочных кривых приведены в СНиП 23-3–2003 и в табл. 2 данного пособия

Методика определения индексов изоляции  $R_w$ ,  $L_{nw}$  конкретных внутренних ограждений и звукоизоляции окон  $R_{\text{Атран}}$ . По известным (расчитанным или измеренным) частотным характеристикам звукоизоляции приведена в разделе 3.

Таблица 2.1

№ п/п	Наименование и расположение ограждающей конструкции	$R_w$ , дБ	$L_w$ , дБ
1	2	3	4
<i>Жилые здания</i>			
1	Перекрытия между помещениями квартир и отделяющие помещения квартир от холлов, лестничных клеток и используемых чердачных помещений: – в домах категории А – в домах категории Б – в домах категории В	54 52 50	55 58 60

Продолжение прил. 2.1

1	2	3	4
2	Перекрытия между помещениями квартир и расположенными под ними магазинами: – в домах категории А – в домах категории Б – в домах категории В	59 57 57	55 58 58
3	Перекрытия между комнатами в квартире в двух уровнях: – в домах категории А – в домах категории Б – в домах категории В	47 45 43	63 66 68
4	Стены между помещениями квартир и магазинами: – в домах категории А – в домах категории Б и В	59 57	– –
5	Перекрытия между жилыми помещениями общежитий	50	60
6	Перекрытия, отделяющие помещения культурно-бытового обслуживания общежитий друг от друга и от помещений общего пользования (холлы, вестибюли и пр.)	47	65
7	Перекрытия между помещениями квартиры и расположенными под ними административными помещениями, офисами: – в домах категории А – в домах категории Б и В	52 50	58 60
8	Стены и перегородки между квартирами, между помещениями квартир и лестничными клетками, холлами, коридорами, вестибюлями – в домах категории А – в домах категории Б – в домах категории В	54 52 50	– – –
9	Перегородки между комнатами, между кухней и комнатой в квартире – в домах категории А – в домах категории Б и В	43 41	– –

Продолжение прил. 2.1

1	2	3	4
10	Стены и перегородки между комнатами общежитий	50	–
11	Стены и перегородки, отделяющие помещения культурно–бытового обслуживания общежитий друг от друга и от помещений общего пользования (холлы, вестибюли, лестничные клетки)	47	
12	Стены с дверью между квартирой и лестничной клеткой		
	– в домах категории А	34	–
	– в домах категории Б	32	–
	– в домах категории В	30	–
<i>Гостиницы</i>			
13	Перекрытия между номерами		
	– категории А	52	57
	– категории Б	50	60
	– категории В	48	62
14	Перекрытия, отделяющие номера от помещений общего пользования (вестибюли, холлы, буфеты)		
	– категории А	54	55
	– категории Б и В	52	58
15	Перекрытия, отделяющие номера от помещений ресторанов, кафе		
	– категории А	62	57
	– категории Б и В	59	60
16	Стены и перегородки между номерами		
	– категории А	52	–
	– категории Б	50	–
	– категории В	48	–
17	Стены и перегородки, отделяющие номера от помещений общего пользования (лестничные клетки, вестибюли, холлы, буфеты)		
	– категории А	54	–
	– категории Б и В	52	–



Продолжение прил. 2.1

1	2	3	4
18	Стены и перегородки, отделяющие номера от ресторанов, кафе – категории А – категории Б и В	62 59	– –
<i>Административные здания, офисы</i>			
19	Перекрытия между рабочими комнатами, кабинетами, секретариатами, отделяющие эти помещения от помещений общего пользования (вестибюли, холлы) – категории А – категории Б и В	52 50	63 66
20	Перекрытия, отделяющие рабочие комнаты, кабинеты от помещений с источниками шума (машбюро, телетайпные и т.п.) – категории А – категории Б и В	54 52	60 63
21	Стены и перегородки между кабинетами и отделяющие кабинеты от рабочих комнат – категории А – категории Б и В	51 49	– –
22	Стены и перегородки между рабочими комнатами – категории А – категории Б и В	47 45	– –
23	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 – категории Б и В	50 48	– –
24	Стены и перегородки, отделяющие кабинеты от помещений общего пользования и шумных помещений – категории А – категории Б и В	54 52	– –

## Продолжение прил. 2.1

1	2	3	4
<i>Больницы и санатории</i>			
25	Перекрытия между палатами, кабинетами врачей	47	60
26	Перекрытия между операционными и отделяющие операционные от палат и кабинетов	57	60
27	Перекрытия, отделяющие палаты, кабинеты врачей от помещений общего пользования (вестибюли, холлы)	52	63
28	Перекрытия, отделяющие палаты, кабинеты врачей от столовых, кухонь	57	50
29	Стены и перегородки между палатами, кабинетами врачей	47	–
30	Стены и перегородки между операционными, отделяющие операционные от других помещений. Стены и перегородки, отделяющие палаты и кабинеты от столовых и кухонь	57	–
31	Стены и перегородки, отделяющие палаты и кабинеты от помещений общего пользования	52	–
<i>Учебные заведения</i>			
32	Перекрытия между классами, кабинетами, аудиториями, отделяющие эти помещения от помещений общего пользования (коридоры, вестибюли, холлы)	47	63
33	Перекрытия между музыкальными классами средних учебных заведений	57	58
34	Перекрытия между музыкальными классами высших учебных заведений	60	53
35	Стены и перегородки между классами, кабинетами и аудиториями, отделяющие эти помещения от помещений общего пользования	47	–
36	Стены и перегородки между музыкальными классами средних учебных заведений, отделяющие эти помещения от помещений общего пользования	57	–

## Окончание прил. 2.1

1	2	3	4
37	Стены и перегородки между музыкальными классами высших учебных заведений	60	–
<i>Детские дошкольные учреждения</i>			
38	Перекрытия между групповыми комнатами, спальнями	47	63
39	Перекрытия, отделяющие групповые комнаты, спальни от кухонь	51	63
40	Стены и перегородки между групповыми комнатами, спальнями и между другими детскими комнатами	47	–
41	Стены и перегородки, отделяющие групповые комнаты, спальни от кухонь	51	–

Примечание: К гостиницам категории А относятся гостиницы, имеющие по международной классификации четыре и пять звезд; к категории Б – три звезды; к категории В – менее трех звезд.

Таблица 2.2

## Нормативные требования к звукоизоляции окон

№ п/п	Назначение помещений	Требуемые значения $R_{Атран}$ , дБА, при эквивалентных уровнях звука у фасада здания, дБА, при наиболее интенсивном движении транспорта (в дневное время, час «пик»)			
		60	65	70	75
1	2	3	4	5	6
1	Палаты больниц, санаториев, кабинеты медицинских учреждений	15	20	25	30
2	Жилые комнаты квартир в домах – категории А – категории Б и В	15	20	25	30
		–	15	20	25
3	Жилые комнаты общежитий	–	–	15	20

Окончание табл. 2.2

1	2	3	4	5	6
4	Номера гостиниц – категории А – категории Б – категории В	15 – –	20 15 –	25 20 15	30 25 20
5.	Жилые помещения домов отдыха, домов-интернатов для инвалидов	15	20	25	30
6.	Рабочие комнаты, кабинеты в административных зданиях и офисах – категории А – категории Б и В	– –	– –	15 –	20 15

### 3. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНДЕКСА ИЗОЛЯЦИИ ВОЗДУШНОГО ШУМА, ИНДЕКСА ПРИВЕДЕННОГО УРОВНЯ УДАРНОГО ШУМА И ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Индекс изоляции воздушного шума  $R_w$ , дБ, ограждающей конструкцией с известной (рассчитанной или измеренной) частотной характеристикой изоляции воздушного шума определяется путем сопоставления этой частотной характеристики с оценочной кривой, установленной стандартом 717 Международной организации по стандартизации (ИСО), приведенной в табл. 3.1.

Таблица 3.1

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

Для определения индекса изоляции воздушного шума  $R_w$  необходимо определить сумму неблагоприятных отклонений нанесенной частотной характеристики от оценочной кривой. Неблагоприятными считаются отклонения вниз от оценочной кривой.

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

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

Если сумма неблагоприятных отклонений значительно меньше 32 дБ или неблагоприятные отклонения отсутствуют, оценочная кривая смещается вверх (на целое число децибел) так, чтобы сумма неблагоприятных отклонений от смещенной кривой максимально приближалась к 32 дБ, но не превышала эту величину.

За величину индекса  $R_w$  принимается ордината смещенной (вверх или вниз) оценочной кривой в третьоктавной полосе на частоте 500 Гц.

Индекс приведенного уровня ударного шума  $L_{nw}$ , дБ, под перекрытием с известной частотной характеристикой приведенного уровня ударного шума определяется путем сопоставления этой частотной характеристики с оценочной кривой, установленной стандартом 717 Международной организации по стандартизации (ИСО), приведенной в табл. 3.2.

Для вычисления индекса  $L_{nw}$  необходимо на график с оценочной кривой нанести частотную характеристику приведенного уровня ударного шума под перекрытием и определить сумму неблагоприятных отклонений нанесенной частотной характеристики от оценочной кривой. Неблагоприятными считаются отклонения вверх от оценочной кривой. Если сумма неблагоприятных отклонений максимально приближается к 32 дБ, но не превышает эту величину, величина индекса  $L_{nw}$  составляет 60 дБ.

Если сумма неблагоприятных отклонений превышает 32 дБ, оценочная кривая смещается вверх (на целое число децибел) так, чтобы сумма неблагоприятных отклонений от смещенной кривой не превышала указанную величину.

Таблица 3.2

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

Если сумма неблагоприятных отклонений значительно меньше 32 дБ или неблагоприятные отклонения отсутствуют, оценочная кривая смещается вниз (на целое число децибел) так, чтобы сумма неблагоприятных отклонений от смещенной кривой максимально приближалась к 32 дБ, но не превышала эту величину.

За величину индекса  $L_{nw}$  принимается ордината смещенной (вверх или вниз) оценочной кривой на частоте 500 Гц.

Величина звукоизоляции окна  $R_{Атран}$ , дБА, определяется с помощью «эталонного спектра» шума потока городского транспорта, установленного стандартом 717 Международной организации по стандартизации

(ИСО). Уровни эталонного спектра, скорректированные в соответствии с кривой частотной коррекции «А», для шума с уровнем 75 дБА приведены в табл. 3.3.

Таблица 3.3

Средние частоты третьоктавных полос, Гц	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
Скорректированные уровни звукового давления $L_i$ , дБ	55	55	57	59	60	61	62	63	64	66	67	66	65	64	62	60

Для определения величины звукоизоляции окна  $R_{\text{Атран}}$  (по известной частотной характеристике изоляции воздушного шума) необходимо в каждой третьоктавной полосе частот из уровня эталонного спектра  $L_i$  вычесть величину изоляции воздушного шума  $R_i$  данной конструкцией окна. Полученные величины уровней следует сложить энергетически и результат сложения вычесть из уровня эталонного шума равного 75 дБА.

Величина звукоизоляции окна  $R_{\text{Атран}}$ , дБА, определяется по формуле

$$R_{\text{Атран}} = 75 - 10 \lg \sum_{i=1}^{16} 10^{0,1(L_i - R_i)},$$

где  $L_i$  – скорректированные по кривой частотной коррекции «А» уровни звукового давления эталонного спектра в  $i$ -й третьоктавной полосе частот, дБ, по табл. 3.3;

$R_i$  – изоляция воздушного шума данной конструкцией окна в  $i$ -й третьоктавной полосе частот, дБ.

**Пример 1.** Определить индекс изоляции воздушного шума  $R_w$  перегородкой, расчетная частотная характеристика звукоизолирующей способности которой  $R$ , дБ, приведена в табл. 3.4 (поз.1).

*Решение.*

Расчет проводится по форме табл. 3.4.





Находим неблагоприятные отклонения расчетной частотной характеристики от оценочной кривой (поз. 3). Сумма неблагоприятных отклонений составляет 79 дБ, что больше 32 дБ. Смещаем оценочную кривую в отрицательную сторону (вниз) на 5 дБ, при этом сумма неблагоприятных отклонений составляет 26,5 дБ. Таким образом, за величину индекса изоляции воздушного шума данной перегородкой принимаем ординату смещенной оценочной кривой на частоте 500 Гц, т.е.  $R_w = 47$  дБ.

**Пример 2.** Определить индекс приведенного уровня ударного шума  $L_{nw}$  под перекрытием, частотная характеристика приведенного уровня ударного звука  $L_n$  имеет значения, показанные в табл. 3.5 (поз. 1).

*Решение.*

Расчет проводим по форме табл. 3.5.

Находим неблагоприятные отклонения измеренной частотной характеристики от оценочной кривой (поз. 3). Сумма неблагоприятных отклонений составляет 47 дБ, что значительно больше 32 дБ. Смещаем оценочную кривую в отрицательную сторону (вверх) на 2 дБ. Сумма неблагоприятных отклонений при этом составляет 30 дБ, т.е. очень близко к 32 дБ, но не больше. Таким образом, за величину индекса приведенного уровня ударного шума под перекрытием принимаем ординату смещенной оценочной кривой на частоте 500 Гц, т.е.  $L_{nw} = 62$  дБ.

**Пример 3.** Определить звукоизоляцию окна  $R_{Атран}$  (изоляцию воздушного шума потока городского транспорта). Частотная характеристика изоляции воздушного шума данной конструкцией окна по представленным фирмой-изготовителем результатам лабораторных испытаний имеет значения, приведенные в табл. 3.6 (поз. 2).

*Решение:*

Расчет проводим по форме табл. 3.6. Находим разность между уровнями звукового давления эталонного спектра  $L_i$  (поз. 1) и величинами изоляции воздушного шума  $R_i$  (поз. 2). Полученные величины подставляем в предыдущую формулу. Для некоторого упрощения вычислений объединяем одинаковые значения уровней в группы.

В результате вычислений получим:

$$\begin{aligned} R_{Атран} &= 75 - 10 \cdot \lg(4 \cdot 10^{3,9} + 10^{3,7} + 6 \cdot 10^{3,6} + 10^{3,4} + 2 \cdot 10^{3,2} + 10^{3,0} + 10^{2,8}) = \\ &= 75 - 10 \cdot \lg(31773 + 5012 + 23886 + 2512 + 3170 + 1000 + 631) = \\ &= 75 - 48,3 = 26,7 \approx 27 \text{ дБ.} \end{aligned}$$



Таблица 3.6

Среднегеометрическая частота 1/3 октавной полосы, Гц	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
1. Уровни звукового давления эталонного спектра (скорректированы по «А»), $L_i$ , дБ	55	55	57	59	60	61	62	63	64	66	67	66	65	64	62	60
2. Изоляция воздушного шума окном $R_i$ , дБ	16	16	18	20	23	25	26	27	28	30	31	32	33	32	32	32
3. Разность между эталонным спектром и изоляцией, дБ	39	39	39	39	37	36	36	36	36	36	36	34	32	32	30	28

#### 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ ВНУТРЕННИХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Индекс изоляции воздушного шума однослойными ограждающими конструкциями, а также двухслойными глухими остеклениями и перегородками, выполненными в виде двух облицовок по каркасу с воздушным промежутком, следует определять на основании рассчитанной частотной характеристики изоляции воздушного шума. Индекс изоляции воздушного шума перекрытиями с полом по упругому основанию и индекс приведенного уровня ударного шума под перекрытиями определяются непосредственно (без построения расчетных, частотных характеристик). Допускается при ориентировочных расчетах определять индекс изоляции воздушного шума однослойными массивными ограждающими конструкциями (с поверхностной плотностью от 100 до 1000 кг/м<sup>2</sup>) непосредственно без построения расчетной частотной характеристики изоляции воздушного шума.

Частотную характеристику изоляции воздушного шума акустически однородной (однослойной) плоской ограждающей конструкцией сплошного сечения с поверхностной плотностью от 100 до 1000 кг/м<sup>2</sup> из бетона, железобетона, кирпича и тому подобных материалов следует определять, изображая ее в виде ломаной линии, аналогичной линии *ABCD* на рис. 4.1.

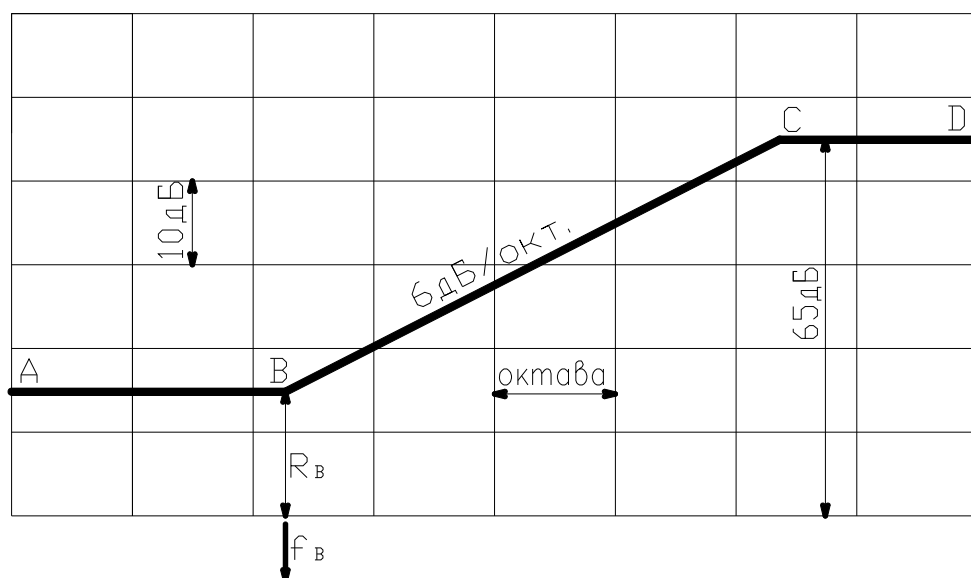


Рис. 4.1. Частотная характеристика изоляции воздушного шума однослойным плоским ограждением

Абсциссу точки  $B - f_B$  следует определять по табл. 4.1 в зависимости от толщины и плотности материала конструкции. Значение  $f_B$  следует округлять до среднегеометрической частоты третьоктавной полосы частот, в пределах которой находится  $f_B$ . Границы третьоктавных полос приведены в табл. 4.2.

Ординату точки  $B - R_B$  следует определять в зависимости от эквивалентной поверхностной плотности  $m_3$  по формуле

$$R_B = 20 \cdot \lg m_3 - 12, \quad (4.1)$$

где  $m_3 = K \cdot m$ ;

$m$  – поверхностная плотность материала, кг/м<sup>2</sup>;

$K$  – коэффициент, корректирующий жесткость материала, по сравнению с железобетоном; значения принимать по табл. 4.3.

Таблица 4.1

Плотность бетона $\gamma$ , кг/м <sup>3</sup>	$f_B$ , Гц
≥1800	28500/ $h$
1700	29500/ $h$
1600	30500/ $h$
1500	31500/ $h$
1400	32500/ $h$
1300	33500/ $h$
1200	34500/ $h$
1100	35500/ $h$
1000	36500/ $h$
800	38500/ $h$
600	39500/ $h$

П р и м е ч а н и е .

1.  $h$  – толщина ограждения, мм.

2. Для промежуточных значений плотности бетона частота  $f_B$  определяется интерполяцией.

Таблица 4.2

Среднегеометрическая частота 1/3-октавной полосы	Границы 1/3-октавной полосы
1	2
50	45–56
63	57–70

Окончание табл. 4.2

1	2
80	71–80
100	89–111
125	112–140
160	141–176
200	177–222
250	223–280
315	281–353
400	354–445
500	446–561
630	562–707
800	708–890
1000	891–1122
1250	1123–1414
1600	1415–1782
2000	1783–2244
2500	2245–2828
3150	2829–3563
4000	3564–4489
5000	4490–5657

Для сплошных ограждающих конструкций из бетона на легких заполнителях коэффициент  $K$  определяется по табл. 4.3.

Таблица 4.3

Вид материала	Марка	Плотность	$K$
1	2	3	4
Керамзитобетон	М–100	1500–1550	1,1
		1300–1450	1,2
		1200	1,3
		1100	1,4
	М150–200	1700–1750	1,1
		1500–1650	1,2
		1350–1450	1,3
		1250	1,4

Окончание табл. 4.3

1	2	3	4
Перлитобетон	М-100	1300	1,3
		1100–1200	1,4
		950–1000	1,5
Аглопоритобетон	М-100	1550–1650	1,1
		1300–1500	1,3
	М-150	1500–1800	1,2
Шлакопемзобетон	М-100	1600–1700	1,2
	М-150	1700–1800	1,2
Бетон на вулканическом	М-100	1500–1650	1,2
шлаке, пемзе, туфе		1300–1400	1,3
	М-150	1600–1800	1,1
		1500	1,2
	М-200	1700	1,2
Газобетон,	М-70	1000	1,5
пенобетон,		800	1,6
газосиликат		600	1,7
Кладка из кирпича,		1500–1600	1,1
пустотелых керамических блоков		1200–1400	1,2
Гипс, гипс поризованный,	М-80	1200	1,3
гипс с легкими заполнителями	М-100	1000	1,4

Для ограждающих конструкций из легких бетонов с круглыми пустотами коэффициент  $K$  определяется как произведение коэффициентов, определенных отдельно для сплошных конструкций из легких бетонов и конструкций с круглыми пустотами.

Значение  $R_b$  следует округлять до 0,5 дБ.

Построение частотной характеристики производится в следующей последовательности: из точки  $B$  влево проводится горизонтальный отрезок  $BA$ , а вправо от точки  $B$  проводится отрезок  $BC$  с наклоном 6 дБ на октаву до точки  $C$  с ординатой  $R_c = 65$  дБ, из точки  $C$  вправо проводится

горизонтальный отрезок  $CD$ . Если точка  $C$  лежит за пределами нормируемого диапазона частот ( $f_c > 3150$  Гц), отрезок  $CD$  отсутствует.

**Пример 4.** Построить частотную характеристику изоляции воздушного шума перегородкой из тяжелого бетона плотностью  $2300 \text{ кг/м}^3$  и толщиной  $100$  мм.

*Решение.*

Построение частотной характеристики производим в соответствии с рис. 4.1. Определяем поверхностную плотность ограждения  $m = \gamma h$ , в данном случае  $m = 2300 \cdot 0,1 = 230 \text{ кг/м}^2$ . Находим частоту, соответствующую точке  $B$ , по табл. 4.1

$$f_B = \frac{28500}{h} = \frac{28500}{100} = 285 \approx 315 \text{ Гц.}$$

(Округляем до среднегеометрической частоты  $1/3$  октавной полосы, в пределах которой находится  $f_B$ ).

Определяем ординату точки  $B$  по формуле 4.1:

$$R_B = 20 \cdot \lg m_s - 12 = 20 \lg 230 - 12 = 35,2 \approx 35 \text{ дБ.}$$

Из точки  $B$  влево проводим горизонтальный отрезок  $BA$ , а вправо от точки  $B$  – отрезок  $BC$  с наклоном  $6$  дБ на октаву до точки  $C$  с ординатой  $65$  дБ. Точка  $C$  соответствует частоте  $10000$  Гц, т.е. находится за пределами нормируемого диапазона частот.

Рассчитанная частотная характеристика изоляции воздушного шума рассмотренной перегородки приведена на рис. 4.2.

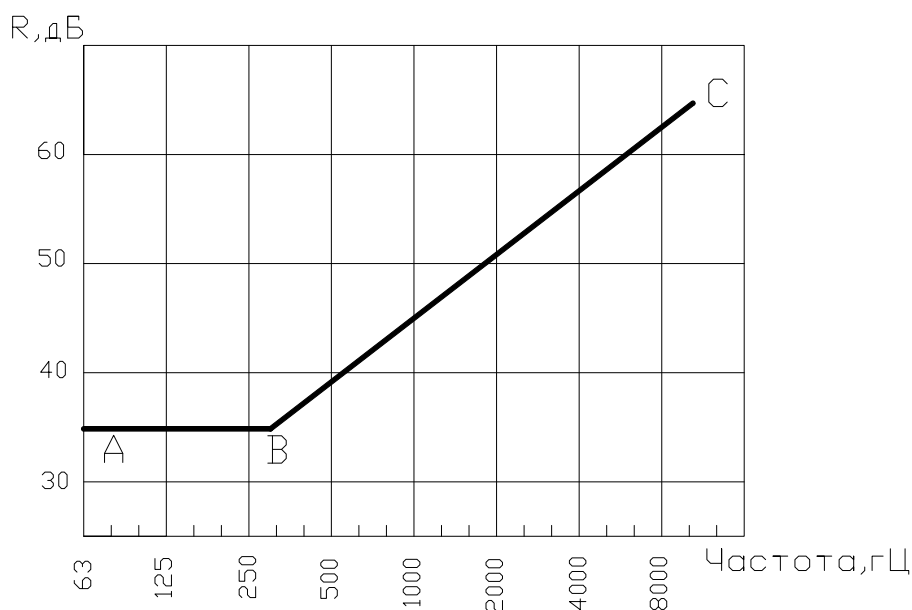


Рис. 4.2. Расчетная частотная характеристика



В нормируемом диапазоне частот она составляет:

$f$ , Гц	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
$R$ , дБ	35	35	35	35	35	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55

**Пример 5.** Построить частотную характеристику изоляции воздушного шума перегородкой из керамзитобетона марки 100, плотностью 1400 кг/м<sup>3</sup> и толщиной 120мм.

*Решение.*

Определяем поверхностную плотность ограждения

$$m = \gamma h = 1400 \cdot 0,12 = 168 \text{ кг/м}^2.$$

Находим частоту, соответствующую точке  $B$ , по табл. 4.1.

$$f_B = \frac{32500}{120} = 270 \approx 250 \text{ Гц.}$$

(Округляем до среднегеометрической частоты 1/3-октавной полосы, в пределах которой находится  $f_B$ ).

Определяем ординату точки  $B$ . По табл. 4.3 находим коэффициент  $K = 1,2$ ; следовательно, эквивалентная поверхностная плотность составляет  $m_s = 168 \cdot 1,2 = 201,6 \text{ кг/м}^2$ , а величина  $R_B = 20 \lg 201,6 - 12 = 34,0 \text{ дБ}$

Из точки  $B$  влево проводим горизонтальный отрезок  $BA$ , а вправо от точки  $B$  – отрезок  $BC$  с наклоном 6 дБ на октаву до точки  $C$  с ординатой 65 дБ. Точка  $C$  в нашем случае находится за пределами нормируемого диапазона частот (рис. 4.3).

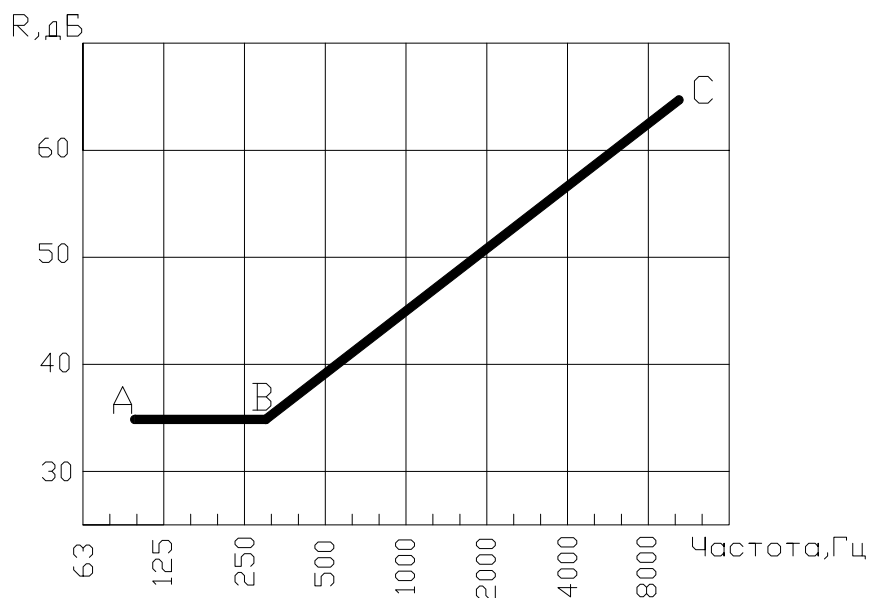


Рис. 4.3. Расчетная частотная характеристика

В нормируемом диапазоне частот изоляция воздушного шума перегородкой составляет:

$f$ , Гц	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
$R$ , дБ	34	34	34	34	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56

При ориентировочных расчетах индекс изоляции воздушного шума ограждающими конструкциями сплошного сечения из материалов с поверхностной плотностью от 100 до 1000 кг/м<sup>2</sup> из бетона, железобетона, кирпича и тому подобных материалов, допускается определять по формулам:

$$R_w = 23 \lg m_3 - 8 \text{ дБ при } m_3 > 200 \text{ кг/м}^2, \quad (4.4)$$

$$R_w = 13 \lg m_3 + 15 \text{ дБ при } m_3 < 200 \text{ кг/м}^2. \quad (4.5)$$

Для плит из тяжелого бетона с круглыми пустотами:

$$R_w = 23 \lg m + 13,3 \lg(h/h_{пр}) - 8 \text{ дБ}, \quad (4.6)$$

где  $h$  – толщина плиты, м;

$h_{пр}$  – приведенная толщина плиты, м.

**Пример 6.** Рассчитать индекс изоляции воздушного шума многопустотной плиты перекрытия из тяжелого бетона плотностью 2400 кг/м<sup>3</sup>, толщиной 220 мм и приведенной толщиной 120 мм.

*Решение.*

Определяем поверхностную плотность плиты

$$m = 2400 \cdot 0,12 = 288 \text{ кг/м}^2.$$

Индекс изоляции воздушного шума составит:

$$R_w = 23 \cdot \lg 288 + 13,3 \cdot \lg(0,22/0,12) - 8 = 56,56 + 3,5 - 8 = 52 \text{ дБ}.$$

Расчеты, изложенные выше, дают достоверные результаты при отношении толщины разделяющего ограждения (подлежащего расчету) к средней толщине примыкающих к нему ограждений в пределах

$$0,5 < h/h_{прим} < 1,5.$$

При других отношениях толщин необходимо учитывать изменение звукоизоляции  $\Delta R$  за счет увеличения или уменьшения косвенной передачи звука через примыкающие конструкции.

Для крупнопанельных зданий, в которых ограждающие конструкции выполнены из бетона, железобетона, бетона на легких заполнителях, поправка  $\Delta R$  имеет следующие значения:

при $0,3 < h/h_{\text{прим}} < 0,5$	$\Delta R = +1$ дБ,
при $1,5 < h/h_{\text{прим}} < 2$	$\Delta R = -1$ дБ,
при $2 < h/h_{\text{прим}} < 3$	$\Delta R = -2$ дБ.

В каркасно-панельных зданиях, где элементы каркаса (колонны и ригели) выполняют роль виброзадерживающих масс в стыках панелей, вводится дополнительно поправка к результатам расчета  $\Delta R = +2$  дБ.

Частотную характеристику изоляции воздушного шума однослойной плоской тонкой ограждающей конструкцией из металла, стекла, асбоцементного листа, гипсокартонных листов (сухой гипсовой штукатурки) и тому подобных материалов следует определять графическим способом, изображая ее в виде ломаной линии, аналогичной линии  $ABCD$  на рис. 4.4.

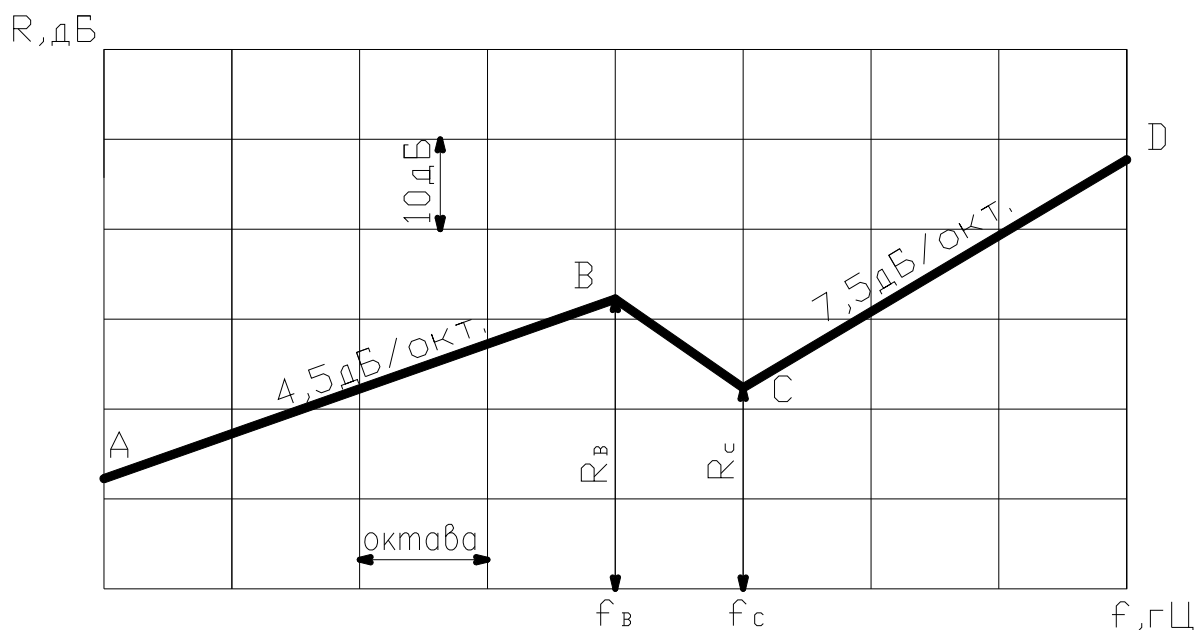


Рис. 4.4. Частотная характеристика изоляции воздушного шума однослойным плоским тонким ограждением

Координаты точек  $B$  и  $C$  следует определять по табл. 4.4, при этом значения  $f_B$  и  $f_C$  округляются до ближайшей среднегеометрической частоты 1/3-октавной полосы. Наклон участка  $AB$  (рис. 4.4) следует принимать 4,5 дБ на октаву, участка  $CD$  – 7,5 дБ на октаву.

Таблица 4.4

Материалы	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	$f_b$ , Гц	$f_c$ , Гц	$R_b$ , дБ	$R_c$ , дБ
1. Сталь	7800	6000/h	12000/h	40	32
2. Алюминиевые сплавы	2500–2700	6000/h	12000/h	32	22
3. Стекло силикатное	2500	6000/h	12000/h	35	29
4. Стекло органическое	1200	17000/h	34000/h	37	30
5. Асбоцементные листы	2100	9000/h	18000/h	35	29
	1800	9000/h	18000/h	34	28
	1600	10000/h	20000/h	34	28
6. Гипсокартонные листы	1100	19000/h	38000/h	36	30
(сухая гипсовая штука-турка)	850	19000	38000/h	34	28
7. Древесно-	850	13000/h	26000/h	32	27
стружечная плита (ДСП)	650	13500/h	27000/h	30,5	26
8. Твердая древесно-волокнистая плита (ДВП)	1100	19000/h	38000/h	35	29

Примечание:  $h$  – толщина в мм.

**Пример 7.** Требуется определить изоляцию воздушного шума глухим металлическим витражом, остекленным одним силикатным стеклом толщиной 6 мм.

*Решение.*

Находим по табл. 4.4 координаты точек  $B$  и  $C$ ,  $f_b = 6000/6 = 1000$  Гц,  $f_c = 12000/6 = 2000$  Гц,  $R_b = 35$  дБ,  $R_c = 29$  дБ. Строим частотную характеристику в соответствии со схемой на рис. 4.4. Из точки  $B$  проводим влево отрезок  $BA$  с наклоном 4,5 дБ на октаву, из точки  $C$  вправо – отрезок  $CD$  с наклоном 7,5 дБ на октаву (рис. 4.5).

В нормируемом диапазоне частот изоляция воздушного шума витражом составляет:

$f$ , Гц	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
$R$ , дБ	20	21,5	23	24,5	26	27,5	29	30,5	32	33,5	35	33	31	29	31,5	34

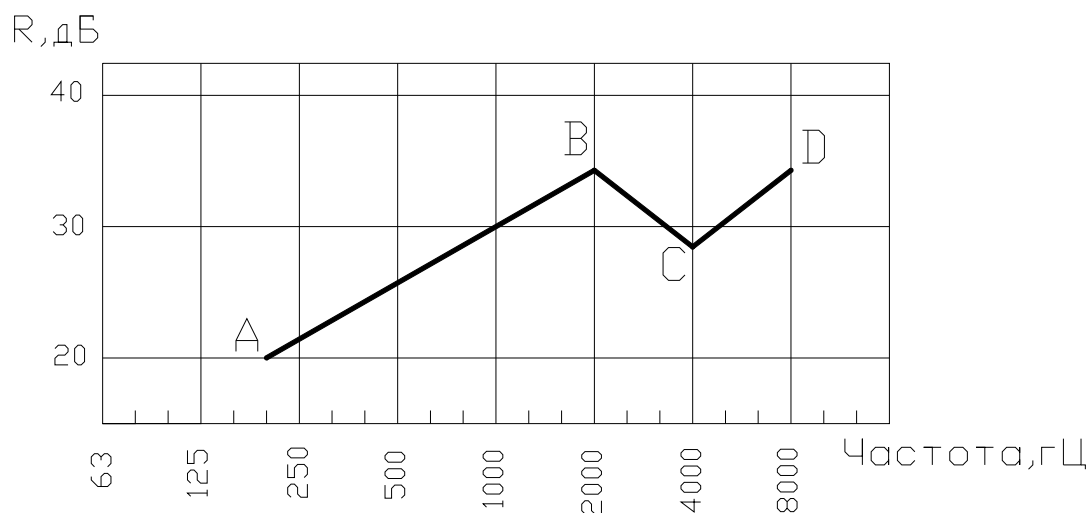


Рис. 4.5. Расчетная частотная характеристика

Частотная характеристика изоляции воздушного шума ограждающей конструкции, состоящей из двух одинаковых тонких листов с воздушным промежутком между ними (двойные глухие остекления, перегородки в виде двух обшивок из одинарных листов сухой гипсовой штукатурки, металла и т.п. по каркасу из тонкостенного металлического или асбестоцементного профиля, деревянных брусков), при одинаковой толщине листов строится в следующей последовательности:

а) строится частотная характеристика изоляции воздушного шума одной обшивкой – вспомогательная линия  $ABCD$  на рис. 4.6. Затем строится вспомогательная линия  $A_1B_1C_1D_1$  путем прибавления к ординатам линии  $ABCD$  поправки  $\Delta R_1$  на увеличение поверхностной плотности по табл. 4.5 (в данном случае 4,5 дБ). Каркас при этом не учитывается.

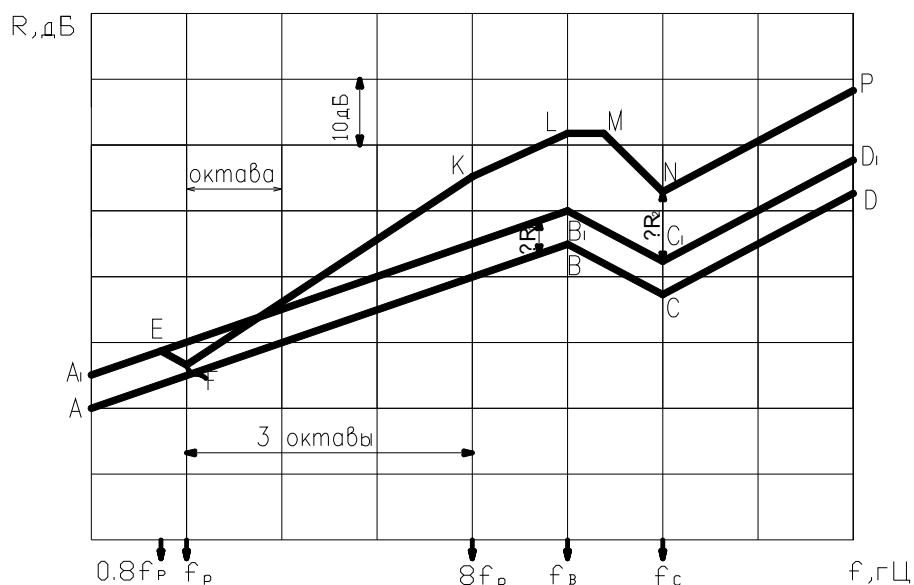


Рис. 4.6. Частотная характеристика изоляции воздушного шума конструкции, состоящей из двух листов с воздушным промежутком при одинаковой толщине листов

Таблица 4.5

$m_{\text{общ}}/m_1$	$\Delta R_1$ , дБ
1,4	2,0
1,5	2,5
1,6	3,0
1,7	3,5
1,8	4,0
2,0	4,5
2,2	5,0
2,3	5,5
2,5	6,0
2,7	6,5
2,9	7,0
3,1	7,5
3,4	8,0
3,7	8,5
4,0	9,0
4,3	9,5
4,6	10,0
5,0	10,5

б) определяется частота резонанса конструкции, Гц, по формуле

$$f_p = 60 \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{dm_1 m_2}}, \quad (4.7)$$

где  $m_1$  и  $m_2$  – поверхностные плотности обшивок, кг/м<sup>2</sup> (в данном случае  $m_1 = m_2$ );

$d$  – толщина воздушного промежутка, м.

Значение частоты округляется до ближайшей среднегеометрической частоты 1/3-октавной полосы. До частоты  $0,8f_p$  включительно частотная характеристика звукоизоляции конструкции совпадает со вспомогательной линией  $A_1B_1C_1D_1$  (точка  $E$  рис. 4.6). На частоте  $f_p$  звукоизоляция принимается на 4 дБ ниже линии  $A_1B_1C_1D_1$  (точка  $F$  рис. 4.6);

в) на частоте  $8f_p$ , (три октавы выше частоты резонанса) находится точка  $K$  с ординатой  $R_K = R_F + H$ , которая соединяется с точкой  $F$ . Величина  $H$  определяется по табл. 4.6 в зависимости от толщины воздушного промежутка. От точки  $K$  проводится отрезок  $KL$  с наклоном 4,5 дБ на октаву до частоты  $f_b$  (параллельно вспомогательной линии  $A_1B_1C_1D_1$ ).

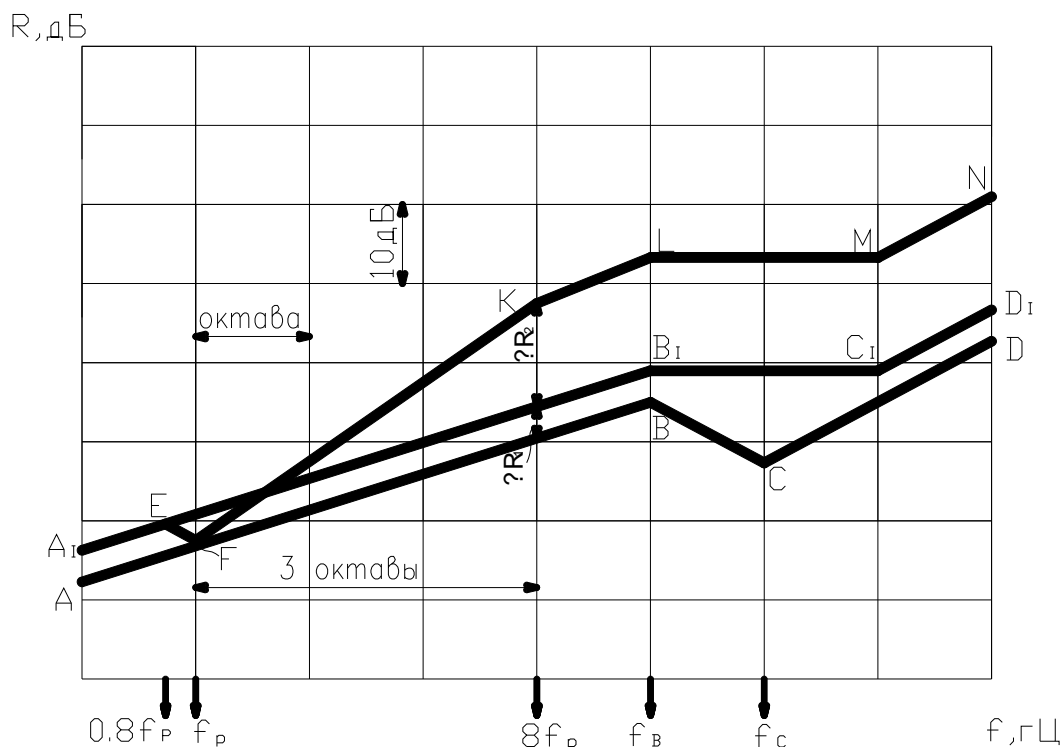


Рис. 4.7. Частотная характеристика изоляции воздушного шума конструкцией, состоящей из двух листов с воздушным промежутком между ними при различной толщине листов

Таблица 4.6

Толщина воздушного промежутка $d$ , мм	Величина $H$ , дБ
15–25	22
50	24
100	26
150	27
200	28

Превышение отрезка  $KL$  над вспомогательной кривой  $A_1B_1C_1D_1$  представляет собой поправку на влияние воздушного промежутка  $\Delta R_2$  (в диапазоне выше  $8f_p$ ). В том случае, когда  $f_b = 8f_p$  точки  $K$  и  $L$  сливаются в одну. Если  $f_b < 8f_p$ , отрезок  $FK$  проводится только до точки  $L$ , соответствующей частоте  $f_b$ ;

г) от точки  $L$  до частоты  $1,25 f_b$  (до следующей 1/3-октавной полосы) проводится горизонтальный отрезок  $LM$ . На частоте  $f_c$  находится точка  $N$  путем прибавления к значению вспомогательной линии  $A_1B_1C_1D_1$  поправки  $\Delta R_2$  (т.е.  $R_N = R_{C_1} + \Delta R_2$ ) и соединяется с точкой  $M$ . Далее проводится отрезок  $NP$  с наклоном 7,5 дБ на октаву.

Ломаная линия  $A_1EFKLMNP$  представляет собой частотную характеристику изоляции воздушного шума рассматриваемой конструкции.

**Пример 8.** Требуется построить частотную характеристику изоляции воздушного шума перегородкой, выполненной из двух гипсокартонных листов (сухой гипсовой штукатурки – СГШ) толщиной 14 мм,  $\gamma = 850 \text{ кг/м}^3$  по деревянному каркасу. Воздушный промежуток имеет толщину 100 мм.

*Решение.*

а) строим частотную характеристику звукоизоляции для одного листа СГШ. Координаты точек  $B$  и  $C$  определяем по табл. 4.4:

$$f_B = \frac{19000}{14} = 1357 \approx 1250 \text{ Гц}; R_B = 34 \text{ дБ};$$

$$f_C = \frac{38000}{14} = 2714 \approx 2500 \text{ Гц}; R_C = 28 \text{ дБ}.$$

Строим вспомогательную линию  $ABCD$  с учетом поправки  $\Delta R_1$  по табл. 4.5, равной 4,5 дБ, строим вспомогательную линию  $A_1B_1C_1D_1$  на 4,5 дБ выше линии  $ABCD$  (рис. 4.8);



Рис. 4.8. Расчетная частотная характеристика

б) определяем частоту резонанса по формуле (4.7). Поверхностная плотность листа СГШ  $m = \gamma h = 850 \cdot 0,014 = 11,9 \text{ кг/м}^2$ .

$$f_p = 60 \sqrt{\frac{11,9 + 11,9}{0,1 \cdot 11,9 \cdot 11,9}} = 77,8 \approx 80 \text{ Гц}.$$



На частоте 80 Гц находим точку  $F$  на 4 дБ ниже соответствующей ординаты линии  $A_1B_1C_1D_1$ ,  $R_F = 16,5$  дБ;

в) на частоте  $8f_p$  (630 Гц) находим точку  $K$  с ординатой  $R_K = R_F + H = 16,5 + 26 = 42,5$  дБ ( $H = 26$  дБ по табл. 4.6). От точки  $K$  проводим отрезок  $KL$  до частоты  $f_b = 1250$  Гц с наклоном 4,5 дБ на октаву,  $R_L = 47$  дБ. Превышение отрезка  $KL$  над вспомогательной линией  $A_1B_1C_1D_1$  дает нам величину поправки  $\Delta R_2 = 8,5$  дБ;

г) от точки  $L$  проводим вправо горизонтальный отрезок  $LM$  на одну  $1/3$  октавную полосу. На частоте  $f_c = 2500$  Гц строим точку  $N$  –  $R_N = R_C + \Delta R_2 = 32,5 + 8,5 = 41$  дБ. От точки  $N$  проводим отрезок  $NP$  с наклоном 7,5 дБ на октаву.

Линия  $FKLMNP$  представляет собой частотную характеристику изоляции воздушного шума данной перегородкой. В нормируемом диапазоне частот звукоизоляция составляет:

$f$ , Гц	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
$R$ , дБ	19,5	22,5	25	28	31	34	36,5	39,5	42,5	44	45,5	47	47	44	41	43,5

В тех случаях, когда перегородка имеет конструкцию, из двух одинаковых тонких листов с воздушным промежутком между ними, но одна или обе ее обшивки состоят из двух не склеенных между собой листов, ее частотная характеристика изоляции воздушного шума строится с учетом увеличения поверхностных плотностей  $m_1$ ,  $m_2$  и  $m_{\text{общ}}$ . При этом звукоизоляция на частоте  $f_c$  увеличивается на  $\Delta R_3 = 2$  дБ, если одна из обшивок состоит из двух слоев (другая – из одного слоя) и = 3 дБ, если обе обшивки состоят из двух слоев листового материала. При построении частотной характеристики на графике следует отметить точку  $S$  на частоте  $f_c$  с ординатой  $R_S = R_N + \Delta R_3 = R_C + \Delta R_1 + \Delta R_2 + \Delta R_3$ , из которой проводится вправо отрезок  $ST$  с наклоном 7,5 дБ на октаву.

Частотная характеристика изоляции воздушного шума каркасно-обшивной перегородкой, выполненной из металла, стекла, асбоцементного листа, гипсокартонных листов (сухой гипсовой штукатурки) и тому подобных материалов при различной толщине листов обшивки (соотношение толщин не более 2,5), а также двойного глухого остекления при различной толщине стекол, строится в следующей последовательности:

а) строится частотная характеристика изоляции воздушного шума одним листом (большей толщины) – линия  $ABCD$  рис. 4.7. Определяется

частота  $f_{c2}$  для листа обшивки меньшей толщины. Строится вспомогательная линия  $A_1B_1$  до частоты  $f_b$  путем прибавления к значениям звукоизоляции первого (более толстого) листа поправки на увеличение поверхностной плотности ограждения по табл. 4.5 –  $\Delta R_1$ . Между частотами  $f_{b1}$  и  $f_{c2}$  проводится горизонтальный отрезок  $B_1C_1$  и далее отрезок  $C_1D_1$  с наклоном 7,5 дБ на октаву;

б) определяется частота резонанса конструкции  $f_p$  по формуле (4.7). До частоты  $0,8f_p$  включительно частотная характеристика изоляции воздушного шума конструкцией совпадает со вспомогательной линией  $A_1B_1$ . На частоте  $f_p$  звукоизоляция принимается на 4 дБ ниже вспомогательной линии  $A_1B_1$  (точки  $F$  рис. 4.7);

в) по частоте  $8f_p$  находится точка  $K$  с ординатой  $R_K = R_F + H$ , где  $H$  – величина, определяемая по табл. 4.6 в зависимости от толщины воздушного промежутка.

От точки  $K$  частотная характеристика строится параллельно вспомогательной линии  $A_1B_1C_1D_1$ , т.е. проводится отрезок  $KL$  с наклоном 4,5 дБ на октаву до частоты  $f_{b1}$ , а затем горизонтальный отрезок  $LM$  до частоты  $f_{c2}$  и далее отрезок  $MN$  с наклоном 7,5 дБ на октаву.

Если частота  $f_b < 8f_p$ , отрезок  $FK$  проводится только до точки  $L$ , соответствующей частоте  $f_b$ . Точка  $K$  в этом случае лежит вне частотной характеристики и является вспомогательной.

Ломаная линия  $A_1EFKLMN$  представляет собой частотную характеристику изоляции воздушного шума рассматриваемой конструкцией.

**Пример 9.** Требуется построить частотную характеристику изоляции воздушного шума двойным глухим металлическим витражем, остекленным стеклами 6 и 4 мм, расстояние между стеклами 60 мм.

*Решение.*

а) строим частотную характеристику звукоизоляции для стекла 6 мм (линия  $ABCD$ , рис. 4.9). Координаты точек  $B$  и  $C$  определяем по табл. 4.4:  $f_b = 6000/6 = 1000$  Гц;  $R_b = 35$  дБ.

Для тонкого стекла  $f_{c2} = 12000/4 = 3000 \approx 3150$  (округляем до ближайшей среднегеометрической частоты 1/3 октавной полосы).

Определяем поправку  $\Delta R_1$  по табл. 4.5 –  $m_{общ}/m_1 = 25/15 = 1,66$ ;  $\Delta R_1 = 3,5$  дБ.

Строим вспомогательную линию  $A_1B_1C_1$ . Отрезок  $A_1B_1$  проводим на 3,5 дБ выше отрезка  $AB$ , далее – горизонтальный отрезок  $B_1C_1$  до частоты  $f_{c2} = 3150$  Гц (точка  $D_1$  лежит вне нормируемого диапазона частот);

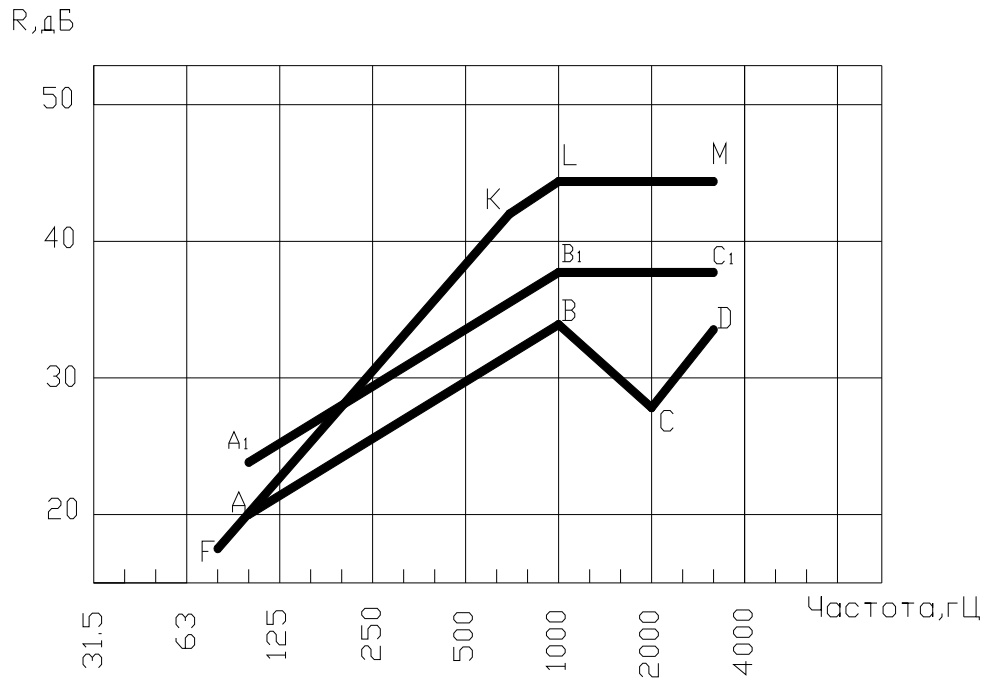


Рис. 4.9. Расчетная частотная характеристика

б) определяем частоту резонанса конструкции по формуле

$$f_p = 60 \sqrt{\frac{15+10}{0,06 \cdot 15 \cdot 10}} = 100 \text{ Гц.}$$

Поскольку частота резонанса лежит на границе нормируемого частотного диапазона точки  $A_1$  и  $E$  в данном случае не входят в частотную характеристику, которую требуется построить. На частоте 100 Гц находим точку  $F$  с ординатой  $R_F = 20 + 3,5 - 4 = 19,5$  дБ;

в) на частоте  $8f_p = 800$  Гц отмечаем точку  $K$  с ординатой  $R_K = R_F + H = 19,5 + 24 = 43,5$  дБ и соединяем ее с точкой  $F$ . Далее проводим отрезок  $KL$  до следующей 1/3 октавной полосы ( $f_b = 1000$  Гц) и горизонтальный отрезок  $LM$  до частоты  $f_{c2} = 3150$  Гц). Точка  $N$  в данном случае лежит за пределами нормируемого диапазона частот.

Линия  $FKLM$  представляет собой частотную характеристику изоляции воздушного шума данной конструкцией, в нормируемом диапазоне частот звукоизоляция составляет:

$f$ , Гц	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
$R$ , дБ	19,5	22	25	27,5	30	33	35,5	38	41	43,5	45	45	45	45	45	45

Частотная характеристика изоляции воздушного шума каркасно-обшивной перегородкой из металла, стекла, асбоцементного листа, гипсокартонных листов (сухой гипсовой штукатурки) и тому подобных материалов при заполнении воздушного промежутка пористым или пористо-волокнистым материалом строится в следующей последовательности:

а) строится частотная характеристика звукоизоляции с незаполненным воздушным промежутком. При этом в общую поверхностную плотность конструкции  $m_{\text{общ}}$  при определении поправки  $\Delta R_1$  включается поверхностная плотность заполнения воздушного промежутка.

Частота резонанса конструкции  $f_p$  при заполнении воздушного промежутка полностью или частично минераловатными и стекловолокнистыми плитами определяется по формуле (4.7).

При заполнении промежутка пористым материалом с жестким скелетом (пенопласт, пенополистирол, фибролит и т.п.) частоту резонанса, Гц, следует определять по формуле

$$f_p = 0,16 \sqrt{\frac{E_d (m_1 - m_2)}{d m_1 m_2}}, \quad (4.8)$$

где  $m_1$  и  $m_2$  – поверхностные плотности обшивок, кг/м<sup>2</sup>;

$d$  – толщина воздушного промежутка, м;

$E_d$  – динамический модуль упругости материала заполнения, Па.

Если обшивки не приклеиваются к материалу заполнения, значения  $E_d$  принимаются с коэффициентом 0,75;

б) до частоты резонанса включительно ( $f < f_p$ ) частотная характеристика звукоизоляции конструкции полностью совпадает с частотной характеристикой, построенной для перегородки с незаполненным воздушным промежутком.

На частотах  $f \geq 1,6f_p$  звукоизоляция увеличивается дополнительно на величину  $\Delta R_4$  (табл. 4.7).

Таблица 4.7

Материал заполнения	Заполнение промежутка, %	$\Delta R_4$
Пористо-волокнистый (минвата, стекловолокно)	20	2
	30	3
	40	4
	50–100	5
Пористый с жестким скелетом (пенопласт, фибролит)	100	3

При построении частотной характеристики звукоизоляции конструкции на частоте  $f = 1,6f_p$  (2 третьоктавные полосы выше частоты резонанса) отмечается точка  $Q$  с ординатой на величину  $\Delta R_4$  выше точки, лежащей на отрезке  $FK$ , и соединяется с точкой  $F$ . Далее частотная характеристика строится параллельно частотной характеристике звукоизоляции конструкции с незаполненным воздушным промежутком – линия  $A_1EFQK_1L_1M_1N_1P_1$  (рис. 4.10).

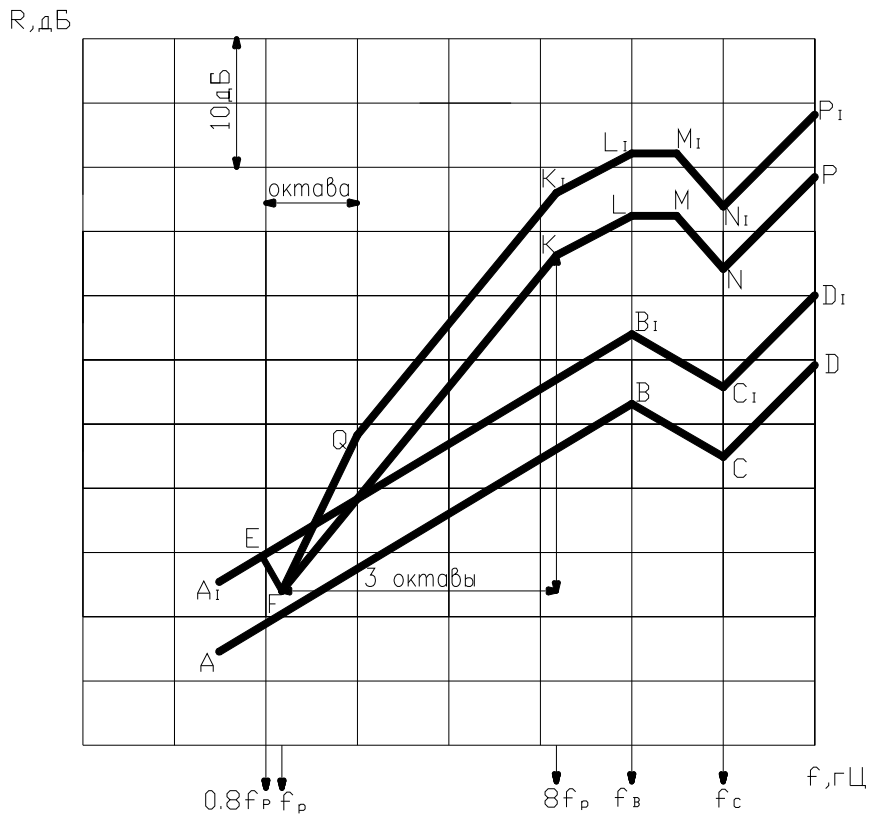


Рис. 4.10. Частотная характеристика изоляция воздушного шума каркасно-обшивной перегородкой с заполнением воздушного промежутка

**Пример 10.** Требуется построить частотную характеристику изоляции воздушного шума перегородкой, выполненной из двух листов сухой гипсовой штукатурки толщиной 10 мм,  $\gamma = 1100 \text{ кг/м}^3$  по деревянному каркасу, воздушный промежуток  $d = 50$  мм заполнен минераловатными плитами ПП-80,  $\gamma = 80 \text{ кг/м}^3$ .

*Решение.*

а) Строим частотную характеристику звукоизоляции для одного гипсокартонного листа. Координаты точек  $B$  и  $C$  определяем по табл. 4.4:

$$f_B = \frac{19000}{10} = 1900 \approx 2000 \text{ Гц}; \quad R_B = 36 \text{ дБ};$$

$$f_C = \frac{38000}{10} = 3800 \approx 4000 \text{ Гц}; \quad R_C = 30 \text{ дБ}.$$

Общая поверхностная плотность ограждения включает в себя две обшивки с  $m_1 = m_2 = \gamma h = 1100 \cdot 0,01 = 11 \text{ кг/м}^2$  и заполнение  $80 \cdot 0,05 = 4 \text{ кг/м}^2$ ,  $m_{\text{общ}} = 26 \text{ кг/м}^2$ .

$m_{\text{общ}}/m_1 = 26/11 = 2,36$ ; по табл. 4.5 находим  $\Delta R_1 = 5,5 \text{ дБ}$ .

Строим вспомогательную линию  $A_1B_1C_1$  на 5,5 дБ выше линии  $ABC$  (рис. 4.11). Точка  $C$  лежит уже вне нормируемого диапазона частот.

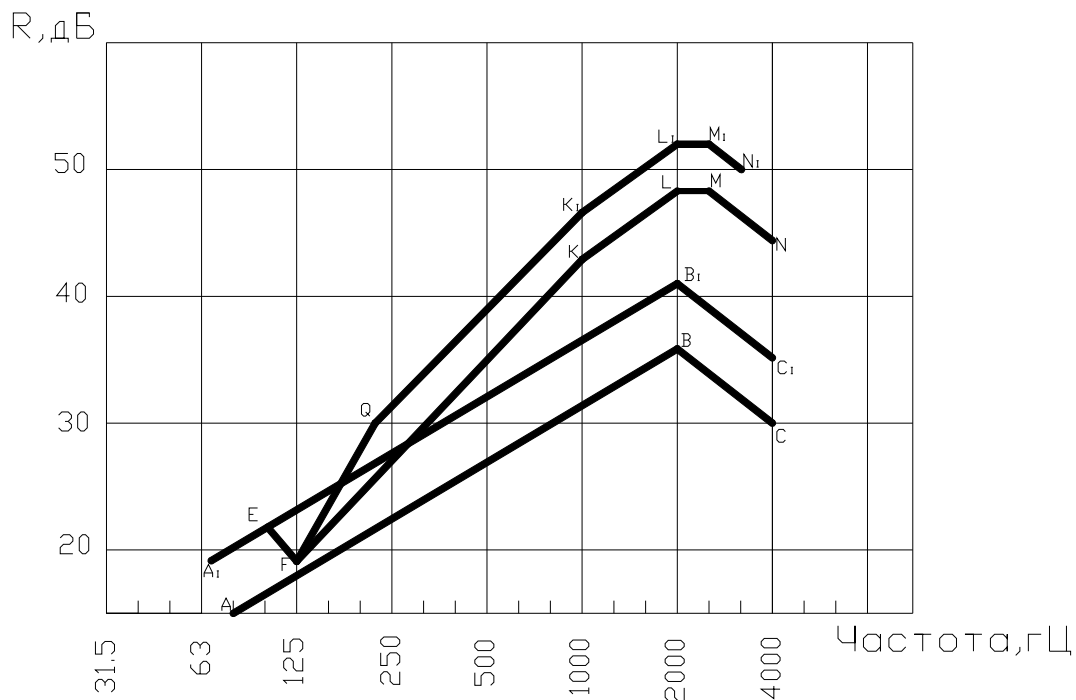


Рис. 4.11. Расчетная частотная характеристика

б) Определяем частоту резонанса конструкции по формуле

$$f_p = 60 \sqrt{\frac{11+11}{0,05 \cdot 11 \cdot 11}} = 114 \approx 125 \text{ Гц.}$$

На частоте  $0,8f_p = 100 \text{ Гц}$  отмечаем точку  $E$  с ординатой  $R_E = 16,5 + 5,5 = 22 \text{ дБ}$ , на частоте  $f_p = 125 \text{ Гц}$  – точку  $F$  с ординатой  $R_F = 18 + 5,5 - 4 = 19,5 \text{ дБ}$ .

в) на частоте  $8f_p = 1000 \text{ Гц}$  отмечаем точку  $K$  с ординатой  $R_K = R_F + H = 19,5 + 24 = 43,5 \text{ дБ}$  и соединяем ее с точкой  $F$ . Далее до частоты  $f_B = 2000 \text{ Гц}$  проводим отрезок  $KL$  с наклоном 4,5 дБ на октаву, до следующей 1/3 октавной полосы 2500 Гц горизонтальный отрезок  $LM$ . На частоте  $f_c = 4000$  отмечаем точку  $N$  с ординатой

$$R_N = R_{c1} + \Delta R_2 = R_c + \Delta R_1 + \Delta R_2 = 30 + 5,5 + 6,5 = 42 \text{ дБ.}$$

Линия *EFKUIN* является частотной характеристикой изоляции воздушного шума перегородкой с незаполненным воздушным промежутком.

г) На частоте  $1,6f_p = 200$  Гц отмечаем точку *Q* с ординатой  $R_q = 25 + 5 = 30$  дБ (по табл. 4.7 поправка  $\Delta R_4 = 5$  дБ) и соединяем ее с точкой *F*. Далее строим частотную характеристику параллельно линии *FKLMN*, прибавляя к ее значениям поправку  $\Delta R_4 = 5$  дБ.

В нормируемом диапазоне частот изоляция воздушного шума данной перегородкой составляет:

<i>f</i> , Гц	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
<i>R</i> , дБ	22	19,5	24,5	30	32,5	35	38	40,5	43	46	48,5	50	51,5	53	53	50

Индекс изоляции воздушного шума  $R_w$ , дБ, междуэтажным перекрытием со звукоизоляционным слоем следует определять по табл. 4.8 в зависимости от величины индекса изоляции воздушного шума несущей плитой перекрытия  $R_{w0}$ , определенного в п. 3 и частоты резонанса конструкции  $f_p$ , Гц, определяемой по формуле (4.8):

$$f_p = 0,16 \sqrt{\frac{E_d (m_1 + m_2)}{d m_1 m_2}}, \quad (4.8)$$

где  $E_d$  – динамический модуль упругости материала звукоизоляционного слоя, Па, принимаемый по табл. 4.9;

$m_1$  – поверхностная плотность плиты перекрытия кг/м<sup>2</sup>;

$m_2$  – поверхностная плотность конструкции пола выше звукоизоляционного слоя (без звукоизоляционного слоя), кг/м<sup>2</sup>;

$d$  – толщина звукоизоляционного слоя в обжатом состоянии, м, определяемая по формуле

$$d = d_0(1 - \epsilon); \quad (4.9)$$

здесь  $d_0$  – толщина звукоизоляционного слоя в необжатом состоянии, м;

$\epsilon$  – относительное сжатие материала звукоизоляционного слоя под нагрузкой, принимаемое по табл. 4.9.

Таблица 4.8

Конструкция пола	$f_p$ , Гц	Индекс изоляции воздушного шума перекрытием $R_w$ , дБ, при индексе изоляции воздушного шума несущей плитой перекрытия $R_{w0}$ , дБ				
		43	46	49	52	55
1	2	3	4	5	6	7
1. Деревянные полы по лагам, уложенным на звукоизоляционный слой в виде ленточных прокладок с $E_d=5 \cdot 10^5 \dots 12 \cdot 10^5$ Па при расстоянии между полом и несущей плитой 60...70 мм	160	53	54	55	56	57
	200	50	52	53	54	56
	250	49	51	52	53	55
	320	48	49	51	53	55
	400	47	48	50	52	55
	500	46	48	50	52	55
2. Покрытие пола на монолитной стяжке или сборных плитах с $m = 60 \dots 120$ кг/м <sup>2</sup> по ЗИ слою с $E_d=3 \cdot 10^5 \dots 10 \cdot 10^5$ Па толщиной 20...25 мм в обжатом состоянии*	100	52	53	54	55	56
	125	51	52	53	54	55
	160	50	51	53	54	55
	200	47	49	51	53	55
3. То же по ЗИ слою из песка или шлака с $E_d=8 \cdot 10^6 \dots 13 \cdot 10^6$ Па толщиной 50–60 мм**	200	52	53	54	55	56
	250	50	52	53	54	55
	320	49	51	52	54	55
	400	48	50	51	53	55
	500	47	49	51	53	55

\*При увеличении толщины прокладки до 40 мм (в обжатом состоянии) к величине  $R$  прибавлять 1 дБ.

\*\*При увеличении толщины засыпки до 90...100 мм к величине  $R_w$  прибавлять 1 дБ.

Таблица 4.9

Материалы	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Динамический модуль упругости $E_d$ , Па, и относительное сжатие $\epsilon_d$ материала звукоизоляционного слоя при нагрузке на звукоизоляционный слой, Па					
		2000		5000		10000	
		$E_d$	$\epsilon_d$	$E_d$	$\epsilon_d$	$E_d$	$\epsilon_d$
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Плиты минераловатные на синтетическом связующем полужесткие жесткие	70–90	$3,6 \cdot 10^5$	0,5	$4,5 \cdot 10^5$	0,55	$5,6 \cdot 10^5$	0,7
	95–100	$4,0 \cdot 10^5$	0,5	$5,0 \cdot 10^5$	0,55	$6,0 \cdot 10^5$	0,65
	110–125	$4,5 \cdot 10^5$	0,5	$5,5 \cdot 10^5$	0,5	$7,0 \cdot 10^5$	0,6
	130–150	$5,0 \cdot 10^5$	0,4	$6,0 \cdot 10^5$	0,45	$8,0 \cdot 10^5$	0,55



Окончание табл. 4.9

1	2	3	4	5	6	7	8
2. Маты минераловатные прошивные по ТУ 21–24–51–73	75–125	$4,0 \cdot 10^5$	0,65	$5,0 \cdot 10^5$	0,7	–	–
	126–175	$5,0 \cdot 10^5$	0,5	$6,5 \cdot 10^5$	0,55	–	–
3. Пенополиэтиленовый материал «Вилатерм»		$2,7 \cdot 10^5$	0,03	$3,6 \cdot 10^5$	0,15	$4,2 \cdot 10^5$	0,25
4. Плиты древесно-волоконистые мягкие по ГОСТ 4598–74*	250	$10 \cdot 10^5$	0,1	$11 \cdot 10^5$	0,1	$12 \cdot 10^5$	0,15
5. Шлак крупностью до 15 мм	500–800	$80 \cdot 10^5$	0,08	$90 \cdot 10^5$	0,09	–	–
6. Песок прокаленный	1300–1500	$120 \cdot 10^5$	0,03	$130 \cdot 10^5$	0,04	–	–

Примечание. Для нагрузок на звукоизоляционный слой, не указанных в этой таблице, величины  $E_d$  и  $\epsilon_d$  следует принимать по линейной интерполяции в зависимости от фактической нагрузки.

$$f_p = 0,16 \sqrt{\frac{(250 + 26,4) \cdot 12 \cdot 10^5}{0,021 \cdot 250 \cdot 26,4}} = 247,3 \approx 250 \text{ Гц.}$$

**Пример 11.** Требуется рассчитать индекс изоляции воздушного шума междуэтажным перекрытием. Перекрытие состоит из железобетонной несущей плиты  $\gamma = 2500 \text{ кг/м}^3$  толщиной 10 см, звукоизоляционных полосовых прокладок из мягких древесно-волоконистых плит плотностью  $250 \text{ кг/м}^3$  толщиной 2,5 см в необжатом состоянии и дощатого пола толщиной 3,4 см на лагах сечением  $100 \times 50 \text{ мм}$  с шагом 50 см. Полезная нагрузка  $2000 \text{ Па}$ .

*Решение.*

а) Определяем поверхностные плотности элементов перекрытия:

- несущей плиты  $m_1 = 2500 \times 0,1 = 250 \text{ кг/м}^2$ ;
- деревянного пола  $m_2 = 600 \times 0,034 (\text{доски}) + 600 \times 0,05 \times 0,1 \times 2 (\text{лаги}) = 26,4 \text{ кг/м}^2$ .

Нагрузка на прокладку (с учетом того, что на  $1 \text{ м}^2$  пола приходится 2 лаги):

$$\frac{2000 + 264}{0,1 \times 2} = 11320 \text{ Па.}$$

Находим величину  $R_{w0}$  для несущей плиты перекрытия:

$$R_{w0} = 23 \lg m - 8 = 23 \lg 250 - 8 = 55,15 - 8 = 47,15 \approx 47 \text{ дБ.}$$

По табл. 4.8 находим индекс изоляции воздушного шума данным междуэтажным перекрытием (с помощью интерполяции):

$$R_w = 51 \text{ дБ.}$$

Индекс приведенного уровня ударного шума  $L_{nw}$  под междуэтажным перекрытием с полом на звукоизоляционном слое следует определять по табл. 4.10 в зависимости от величины индекса приведенного уровня ударного шума для плиты перекрытия  $L_{nw0}$ , определенной по табл. 4.11, и частоты колебаний пола, лежащего на звукоизоляционном слое,  $f_0$ , определяемой по формуле

$$f_0 = 0,16 \sqrt{\frac{E_d}{dm_2}}, \quad (4.10)$$

где  $E_d$  – динамический модуль упругости звукоизоляционного слоя, Па, принимаемый по табл. 4.9;

$d$  – толщина звукоизоляционного слоя в обжатом состоянии, м;

$m_2$  – поверхностная плотность пола (без звукоизоляционного слоя), кг/м<sup>2</sup>.

Таблица 4.10

Конструкция пола	$f_0$ , Гц	Индексы приведенного уровня ударного шума под перекрытием $L_{nw}$ при индексе для несущей плиты перекрытия $L_{nw0}$					
		86	84	82	80	78	76
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Деревянные полы по лагам, уложенным на ЗИ слой в виде ленточных прокладок с $E_d=5 \cdot 10^5 \dots 12 \cdot 10^5$ Па при расстоянии между полом и несущей плитой 60...70 мм	160	59	58	56	55	54	54
	200	61	60	58	57	55	54
	250	62	61	59	58	56	55
	315	64	62	60	59	57	56

Окончание табл. 4.10

1	2	3	4	5	6	7	8
2. Покрытие пола на монолитной стяжке или сборных плитах с $m=60$ кг/м <sup>2</sup> по ЗИ слою с $E_d=3\cdot 10^5 \dots 10\cdot 10^5$ Па	60	61	58	56	54	51	49
	80	62	59	57	56	53	52
	100	63	60	58	57	56	55
	125	66	63	61	59	58	57
	160	68	65	63	61	60	58
	200	70	68	66	64	62	60
3. То же по ЗИ слою из песка или шлака с $E_d=8\cdot 10^6 \dots 13\cdot 10^6$ Па	160	62	60	58	57	55	54
	200	65	63	61	59	58	57
	250	67	65	63	61	60	59
	315	71	69	67	66	64	63
4. Покрытие пола на монолитной стяжке или сборных плитах $m=120$ кг/м <sup>2</sup> по ЗИ слою с $E_d=3\cdot 10^5 \dots 10\cdot 10^5$ Па	60	59	56	54	52	50	48
	80	61	58	56	54	52	50
	100	63	60	58	57	55	53
	125	65	62	60	58	56	54
	160	67	64	62	60	58	56
	200	68	65	64	62	60	58
5. То же по ЗИ слою из песка или шлака с $E_d=8\cdot 10^6 \dots 13\cdot 10^6$ Па	160	61	58	56	55	53	52
	200	63	60	58	57	55	54
	250	65	63	61	59	58	57
	315	69	67	65	64	62	61

Примечание. При поверхностной плотности стяжки (сборных плит) между 60 и 120 кг/м<sup>2</sup> индексы определять по интерполяции, округляя до целого числа, дБ.

Таблица 4.11

Перекрытие	Поверхностная плотность плиты перекрытия, кг/м <sup>2</sup>	Значения $L_{nwo}$ , дБ
Со сплошными плитами	150	86
	200	84
	250	82
	300	80
	350	78
	450	76

**Пример 12.** Требуется рассчитать индекс приведенного уровня ударного шума под междуэтажным перекрытием. Перекрытие состоит из железобетонной несущей плиты толщиной 10 см,  $\gamma = 2500 \text{ кг/м}^3$  сплошного слоя из древесно-волоконистых плит плотностью  $250 \text{ кг/м}^3$ , толщиной 2,5 см в необжатом состоянии, гипсобетонной панели плотностью  $1300 \text{ кг/м}^3$ , толщиной 5 см и линолеума средней плотностью  $1100 \text{ кг/м}^3$ , толщиной 3 мм. Полезная нагрузка  $2000 \text{ Па}$ .

*Решение.*

а) Определяем поверхностные плотности элементов перекрытия:

$$m_1 = 2500 \cdot 0,1 = 250 \text{ кг/м}^2;$$

$$m_2 = 1300 \cdot 0,05 + 1100 \cdot 0,003 = 68,3 \text{ кг/м}^2.$$

Нагрузка на звукоизоляционный слой  $2000 + 683 = 2683 \text{ Па}$ .

По табл. 4.11 находим  $L_{n\omega_0} = 82 \text{ дБ}$ .

б) Вычисляем частоту колебаний пола при  $E_d = 10 \cdot 10^5$  (табл. 4.9) и  $d = 0,025(1 - 0,1) = 0,0225 \text{ м}$ :

$$f_0 = 0,16 \sqrt{\frac{10 \cdot 10^5}{0,0225 \cdot 68,3}} = 129 \text{ Гц} \approx 125 \text{ Гц}.$$

По табл. 4.10 находим по линейной интерполяции индекс изоляции приведенного уровня шума под данным междуэтажным перекрытием:

$$L_{n\omega} = 61 \text{ дБ}.$$

Индекс изоляции воздушного шума  $R_{\omega}$ , дБ, междуэтажным перекрытием без звукоизоляционного слоя с полом из рулонных материалов следует определять по изложенной ранее методике, принимая при этом величину  $m$  равной поверхностной плотности плиты перекрытий (без рулонного пола).

Если в качестве покрытия чистого пола принят поливинилхлоридный линолеум на волокнистой теплозвукоизоляционной подоснове (ГОСТ 18108–80), то рассчитанную величину индекса изоляции воздушного шума междуэтажным перекрытием следует уменьшать на 1 дБ.

Индекс приведенного уровня ударного шума  $L_{nw}$ , дБ, под перекрытием без звукоизоляционного слоя с полом из рулонных материалов следует определять по формуле

$$L_{nw} = L_{nwo} - \Delta L_{nw} \quad (4.11)$$

где  $L_{nwo}$  – индекс приведенного уровня ударного шума для плиты перекрытия, дБ, принимаемый по табл. 4.11;

$\Delta L_{nw}$  – индекс снижения приведенного уровня ударного шума, дБ, принимаемый в соответствии с паспортными данными на рулонный материал.

Величины  $\Delta L_{nw}$  для рулонных материалов покрытий полов принимаются по данным сертификационных испытаний образцов этих материалов.

## 5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ НОРМАТИВНУЮ ЗВУКОИЗОЛЯЦИЮ

### 5.1. Рекомендации общего характера

Для снижения расхода материалов в акустически однородных бетонных конструкциях при заданной звукоизоляции рекомендуется использовать ограждающие элементы из легких бетонов (пористых или с легкими заполнителями) и элементы с круглыми пустотами, в том числе заполненными сыпучими материалами.

Элементы ограждений рекомендуется проектировать из материалов с плотной структурой, не имеющей сквозных пор. Ограждения, выполненные из материалов со сквозной пористостью, и они должны иметь наружные слои из плотного материала, бетона или раствора

Внутренние стены и перегородки из кирпича, керамических и шлакобетонных блоков рекомендуется проектировать с заполнением швов на всю толщину (без пустошовки) и оштукатуренными с двух сторон безусадочным раствором.

В целях облегчения ограждающих конструкций рекомендуется применение слоистых конструкций вместо акустически однородных. При этом следует по возможности исключать жесткие связи между слоями и заполнять воздушные промежутки мягкими звукопоглощающими материалами (например, стекловолокнистыми или минераловатными матами, плитами).

Ограждающие конструкции необходимо проектировать так, чтобы в процессе строительства и эксплуатации в них не было и не возникало даже минимальных сквозных щелей и трещин. Возникающие в процессе эксплуатации щели и трещины после их расчистки должны устраняться конструктивными мерами и заделкой невысыхающими герметиками и другими материалами на всю глубину.

### 5.2. Междуетажные перекрытия

Звукоизоляционную прослойку под конструкцией пола проектируют в виде сплошного слоя или полосовых прокладок. Полосовые прокладки используют с целью уменьшения расхода звукоизоляционного материала, если это позволяют вышерасположенные слои пола. Их принимают шириной 10–20 см и располагают по контуру и по полю основания пола (несущей части) параллельно одной из его сторон с шагом 30–70 см в зависимости от конструктивных особенностей несущей части и пола. При

наличии ребер или лаг полосовые прокладки располагаются вдоль их осей. Суммарная площадь, через которую передается нагрузка на полосовые прокладки, должна быть не менее 20 % площади пола. Другое соотношение или применение отдельных (штучных) прокладок должно быть обосновано расчетами.

Пол на звукоизоляционном слое (прокладках) не должен иметь жестких связей (звуковых мостиков) с несущей частью перекрытия, стенами и другими конструкциями здания, т.е. должен быть «плавающим». Деревянный пол или плавающее бетонное основание пола (стяжка) должны быть отделены по контуру от стен и других конструкций здания зазорами шириной 1–2 см, заполняемыми звукоизоляционным материалом или изделием, например, мягкой древесноволокнистой плитой, погонажными изделиями из пористого полиэтилена и т.п.

Плинтусы или галтели следует крепить только к поду или только к стене. Примыкание конструкции пола на звукоизоляционной прослойке к стене или перегородке показано на рис. 5.1.

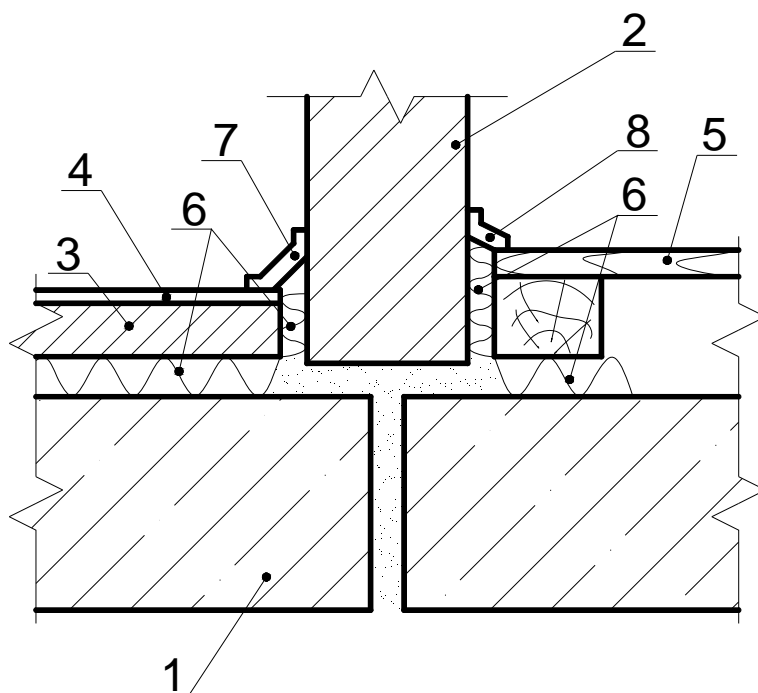


Рис. 5.1. Схема конструктивного решения узла примыкания пола на звукоизоляционном слое к стене (перегородке):  
 1 – несущая часть междуэтажного перекрытия; 2 – стена;  
 3 – бетонное основание пола; 4 – покрытие пола; 5 – дощатый пол на лагах,  
 6 – прокладка (слой) из звукоизоляционного материала;  
 7 – гибкий пластмассовый плинтус; 8 – деревянная галтель

При проектировании пола с основанием в виде монолитной плавающей стяжки следует располагать по звукоизоляционному слою сплошной гидроизоляционный слой (например, пергамин, гидроизол,

рубероид и т.п.) с перехлестыванием в стыках не менее 20 см. В стыках звукоизоляционных плит (матов) не должно быть щелей и зазоров.

При проектировании перекрытий в виде комплексных панелей, включающих несущую часть, звукоизоляционный слой и плавающее бетонное основание пола, и изготавливаемых в одном производственном цикле, необходимо защищать звукоизоляционный слой от увлажнения и проникновения раствора пергамином или другим гидроизоляционным материалом сверху, снизу и с боков. При этом необходимо обеспечить отсутствие звуковых мостиков между плавающим основанием пола и несущей частью перекрытия.

Для увеличения звукоизоляции перекрытия с полом на звукоизоляционном слое при заданной конструкции несущей части принимают следующие меры:

- уменьшение динамической жесткости звукоизоляционного слоя путем его утолщения или применения материала с меньшим динамическим модулем упругости;

- увеличение поверхностной плотности пола;

- применение под звукоизоляционным слоем (или между полосовыми прокладками) засыпок из песка, шлака и т.п. в дополнение к основному звукоизоляционному слою;

- применение сплошных звукоизоляционных прокладок вместо полосовых;

- увеличение средней толщины промежутка между несущей частью и полом.

В несущих элементах перекрытий с пустотами, заполненными сыпучими материалами, следует предусматривать пустоты круглого сечения. Для заполнения пустот используют сухой прокаленный песок, искусственные и естественные пористые заполнители для бетонов с предельной крупностью 10–20 мм (керамзит, шлаки и др.). Площадь поперечного сечения пустот, заполненных этими материалами, должна составлять не менее 25 % сечения плиты.

В конструкциях перекрытий, не имеющих запаса звукоизоляции, не рекомендуется применение покрытий полов из линолеумов на войлочной (волокнистой) подоснове, снижающих изоляцию воздушного шума на 1 дБ по индексу  $R_w$ . Вместо них возможно применение линолеумов со вспененными слоями, которые не влияют на изоляцию воздушного шума и могут обеспечивать необходимую изоляцию ударного шума при соответствующих параметрах вспененных слоев.

Для существенного повышения изоляции ударного шума рекомендуется применение ворсовых, ковровых и т.п. покрытий полов, а также



линолеумов со вспененными слоями, прошедших соответствующие акустические испытания и показавших достаточную эффективность.

Междуэтажные перекрытия с повышенными требованиями к изоляции воздушного шума ( $R_w = 57...62$  дБ), разделяющие жилые и встроенные шумные помещения, следует проектировать, как правило, с использованием плит из монолитного железобетона достаточной толщины (например каркасно-монолитная или монолитная конструкция первого этажа). Достаточность звукоизоляции такой конструкции определяется расчетом.

Другим возможным конструктивным вариантом при размещении шумных помещений в первых нежилых этажах является устройство промежуточного (технического) 2-го этажа. При этом также необходимо выполнить расчеты, подтверждающие достаточную звукоизоляцию жилых помещений. Во всех случаях размещения в первых нежилых этажах помещений с источниками шума рекомендуется устройство в них звукопоглощающих конструкций потолков, значительно снижающих шумность этих помещений.

### 5.3. Внутренние стены и перегородки

Двойные стены или перегородки обычно проектируются с жесткой связью между элементами по контуру или в отдельных точках. Величина промежутка между элементами конструкций должна быть не менее 4 см.

Для увеличения звукоизоляции двойных стен и перегородок рекомендуются следующие конструктивные меры:

- увеличение толщины промежутка между элементами двойной конструкции;

- устранение жесткой связи между элементами двойной конструкции, а также с конструкциями, примыкающими к стенам и перегородкам;

- заполнение промежутка мягкими звукопоглощающими материалами, например, мягкими минераловатными плитами или матами с оставлением небольшой (10–15 мм) сплошной воздушной прослойки.

В конструкциях каркасно-обшивных перегородок следует предусматривать точечное крепление листов к каркасу с шагом не менее 300 мм. Если применяются два слоя листов обшивки с одной стороны каркаса, то они не должны склеиваться между собой. Шаг стоек каркаса и расстояние между его горизонтальными элементами рекомендуется принимать не менее 600 мм. Рекомендованное выше заполнение промежутка мягкими звукопоглощающими материалами особенно эффективно для улучшения звукоизоляции каркасно-обшивных перегородок. Кроме того, для повы-

шения их звукоизоляции рекомендуются самостоятельные каркасы для каждой из обшивок, а в необходимых случаях возможно применение двух- или трехслойной обшивки с каждой стороны перегородки.

Для увеличения изоляции воздушного шума стеной или перегородкой, выполненной из железобетона, бетона, кирпича и т.п., в ряде случаев целесообразно использовать дополнительную обшивку на отnose.

В качестве материала обшивки могут использоваться: гипсокартонные листы (сухая гипсовая штукатурка), твердые древесно-волокнистые плиты и подобные листовые материалы, прикрепленные к стене по деревянным рейкам, по линейным или точечным маякам из гипсового или цементно-песчаного раствора. Воздушный промежуток между стеной и обшивкой целесообразно выполнять толщиной 40–50 мм и заполнять мягким звукопоглощающим материалом (минераловатными или стекловолокнистыми плитами и т.п.).

Внутренние стены, разделяющие жилые и встроенные шумные помещения, к которым предъявляются повышенные требования по изоляции воздушного шума (требуемый индекс  $R_w = 54...59$  дБ), следует проектировать двойными с полным разобщением их элементов между собой и от примыкающих конструкций, исключая косвенную передачу звука в изолируемое помещение по примыкающим стенам и перекрытиям. В случае применения в качестве таких стен акустически однородных конструкций также должны быть предусмотрены меры по снижению интенсивности косвенной передачи звука по примыкающим конструкциям.

Входные двери квартир следует проектировать с порогом и уплотнительными прокладками в притворах.

#### 5.4. Стыки и узлы

Стыки между внутренними ограждающими конструкциями, а также между ними и другими примыкающими конструкциями должны быть запроектированы таким образом, чтобы в них после строительства отсутствовали и в процессе эксплуатации здания не возникали сквозные трещины, щели и неплотности, которые резко снижают звукоизоляцию ограждений.

Стыки, в которых в процессе эксплуатации, несмотря на принятые конструктивные меры, возможно взаимное перемещение стыкуемых элементов под воздействием нагрузки, температурные и усадочные деформации, следует конструировать с применением долговечных герметизи-

рующих упругих материалов и изделий, приклеиваемых к стыкуемым поверхностям.

Несущие элементы перекрытий следует опирать на внутренние и наружные стены или заводить в них. Свободное примыкание несущих элементов перекрытий к стенам не рекомендуется.

В узлах примыканий без заводки стыкуемого элемента рекомендуется устройство фигурного стыка, препятствующего взаимному смещению элементов и дополняемого применением герметизирующего материала (рис. 5.2). Такую же конструкцию примыкания следует принимать в местах пропуска через отверстия в перекрытиях вертикальных самонесущих элементов, например вентиляционных блоков.

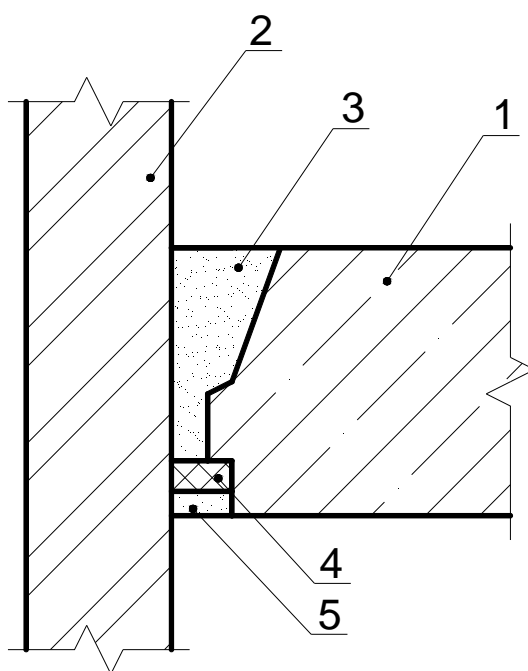


Рис. 5.2. Схема конструктивного решения узла примыкания перекрытия к стене:

- 1 – несущая часть перекрытия; 2 – стена; 3 – монтажный бетон или раствор;
- 4 – герметик (уплотняющая прокладка или шнур); 5 – раствор

Стыки между несущими элементами стен и опирающимися на них перекрытиями проектируют с заполнением раствором или бетоном. Если в результате нагрузок или других воздействий возможно раскрытие швов, при проектировании должны быть предусмотрены меры, не допускающие образования в стыках сквозных трещин.

Стыки между несущими элементами внутренних стен проектируют, как правило, с заполнением раствором или бетоном. Сопрягаемые поверхности стыкуемых элементов должны образовывать полость (колодец), поперечные размеры которого обеспечивают возможность плотного заполнения ее монтажным бетоном или раствором на всю высоту элемента.

Необходимо предусмотреть меры, ограничивающие взаимное перемещение стыкуемых элементов (устройство шпонок, сварка закладных деталей и т.д.). Соединительные детали, выпуски арматуры и т.п. не должны препятствовать заполнению полости стыка бетоном или раствором. Заполнение стыков рекомендуется производить безусадочным (расширяющимся) бетоном или раствором. Акустически однородные и двойные перегородки, опирающиеся на несущие конструкции перекрытия, должны устанавливаться на уплотнительно-выравнивающие материалы (цементно-песчаный раствор, цементные пасты и др.). В местах их примыканий к потолку должно быть предусмотрено применение герметизирующего материала. Схема такого стыка показана на рис. 5.3. Примыкание перегородок к наружным и внутренним стенам должно решаться аналогично примыканию к потолку.

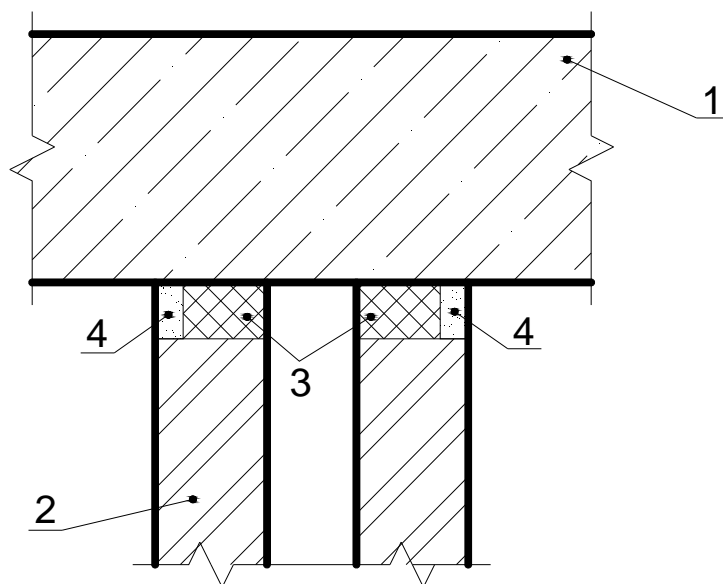


Рис. 5.3. Схема конструктивного решения узла примыкания двойной перегородки к перекрытию:

1 – несущая часть перекрытия; 2 – элемент перегородки;  
3 – герметик (уплотняющая прокладка или шнур); 4 – раствор

Сопряжение несущих элементов внутренних стен с наружными стенами должно осуществляться с заведением внутренней стены в паз или в стык между элементами наружной стены и устройством замоноличенного стыка, исключающего образование сквозных трещин.

При проектировании стыка между сборными элементами междуэтажного перекрытия в пределах помещения следует устраивать стык замоноличенным, исключающим образование сквозных трещин и

располагать в стыке уплотняющие прокладки из герметизирующих материалов (рис. 5.4).

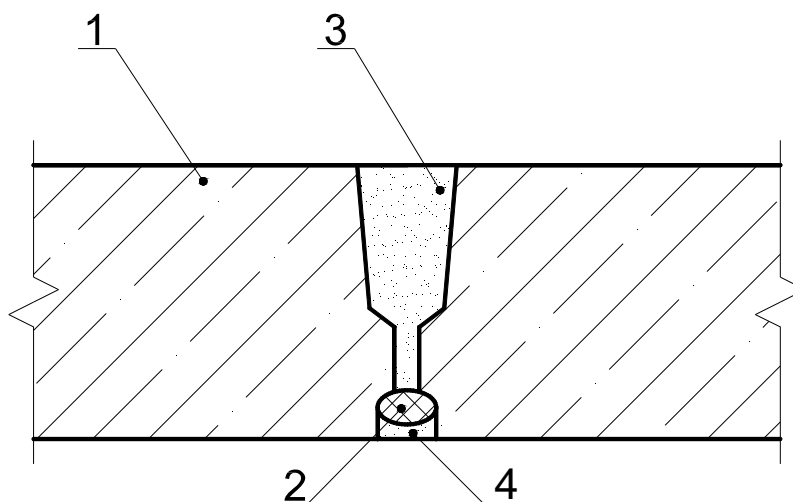


Рис. 5.4. Схема конструктивного решения расположенного в пределах помещения стыка элементов перекрытия с применением герметизирующего материала:  
1 – сборный элемент перекрытия; 2 – герметик;  
3 – монтажный бетон; 4 – раствор

Конструкция стыка в двойных стенах, расположенного в пределах помещения, не должна создавать жесткой связи между слоями стены. В месте стыка в промежутке между слоями двойной стены следует располагать уплотняющий брусок со звукоизоляционными прокладками.

Листы обшивок каркасно-обшивных перегородок должны иметь такой размер, чтобы в местах примыканий перегородки к стенам и перекрытиям оставался зазор между листами обшивки и стенами или перекрытиями шириной 10 мм, который необходимо заполнять нетвердеющими герметизирующими мастиками (например, типа «бутепрол»). Горизонтальные элементы каркаса (обвязка) внизу и наверху должны крепиться к несущим частям перекрытий через уплотняющие прокладки в виде полос из пористой резины или другого мягкого полимерного долговечного материала. Также должны крепиться к стенам боковые стойки каркаса. В угловых соединениях каркасно-обшивных перегородок необходимо предусматривать разрыв в обшивке боковой сквозной перегородки, исключающий повышенную косвенную передачу звука.

При проектировании сборных элементов конструкций необходимо принимать такую конфигурацию и размеры стыкуемых участков, которые обеспечивают размещение, наклейку, фиксацию и требуемое обжатие герметизирующих материалов и изделий. При назначении размеров зазоров и полостей (колодцев) в стыках следует учитывать допуски при

изготовлении и монтаже сборных элементов с тем, чтобы при возможных неблагоприятных условиях была обеспечена надежная заделка стыка, предусмотренная проектом.

### 5.5. Элементы ограждающих конструкций, связанные с инженерным оборудованием

Пропуск труб водяного отопления, водоснабжения и т.п. через межквартирные стены не допускается.

Трубы водяного отопления, водоснабжения и т.п. должны пропускаться через междуэтажные перекрытия и межкомнатные стены (перегородки) в мастичных гильзах (из пористого полиэтилена и других упругих материалов), допускающих температурные перемещения и деформации труб без образования сквозных щелей (рис. 5.5). Допускается установка труб с компенсаторами температурных и других деформаций, исключая нарушение монолитной заделки труб в несущих элементах перекрытий и в стенах. Монолитная заделка должна выполняться безусадочным (расширяющимся) раствором или бетоном.

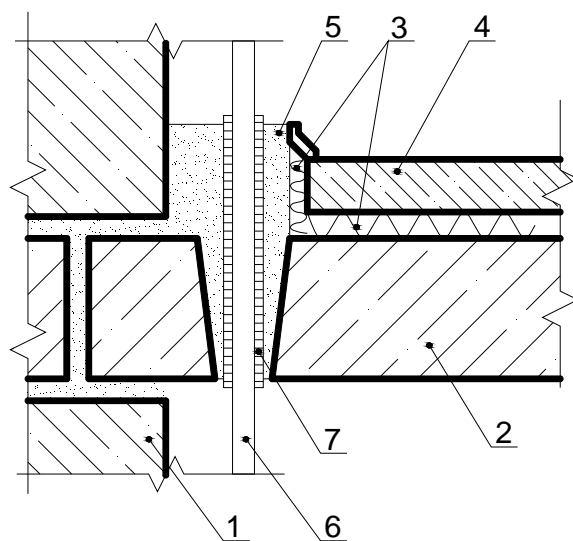


Рис. 5.5. Схема конструктивного решения узла пропуска стояка отопления через междуэтажное перекрытие:

- 1 – стена; 2 – несущая часть перекрытия;
- 3 – прокладка (слой) из звукоизоляционного материала;
- 4 – бетонное основание пола;
- 5 – безусадочный бетон или раствор;
- 6 – труба стояка отопления;
- 7 – эластичная гильза

В вертикальных шахтах, в которых проходят трубы стояков водоснабжения и канализации, должны быть предусмотрены горизонтальные монолитные диафрагмы в уровне и на толщину междуэтажных пере-

крытий, препятствующие распространению воздушного шума по шахтам. Пропуск трубы через диафрагмы стояков горячего и холодного водоснабжения должен осуществляться в эластичных гильзах во избежание распространения корпусного шума от работы водоразборной арматуры по перекрытиям в жилые помещения.

Стояки в каналах (шахтах) должны быть защищены экранами со звукоизоляцией не менее 20 дБ. Стояки трубопроводов со стороны жилых комнат следует отделять перегородкой со звукоизоляцией  $R_w$  не менее 37 дБ (рис. 5.6). Газовый стояк располагают в отдельном канале, поскольку его нельзя изолировать в междуэтажных перекрытиях.

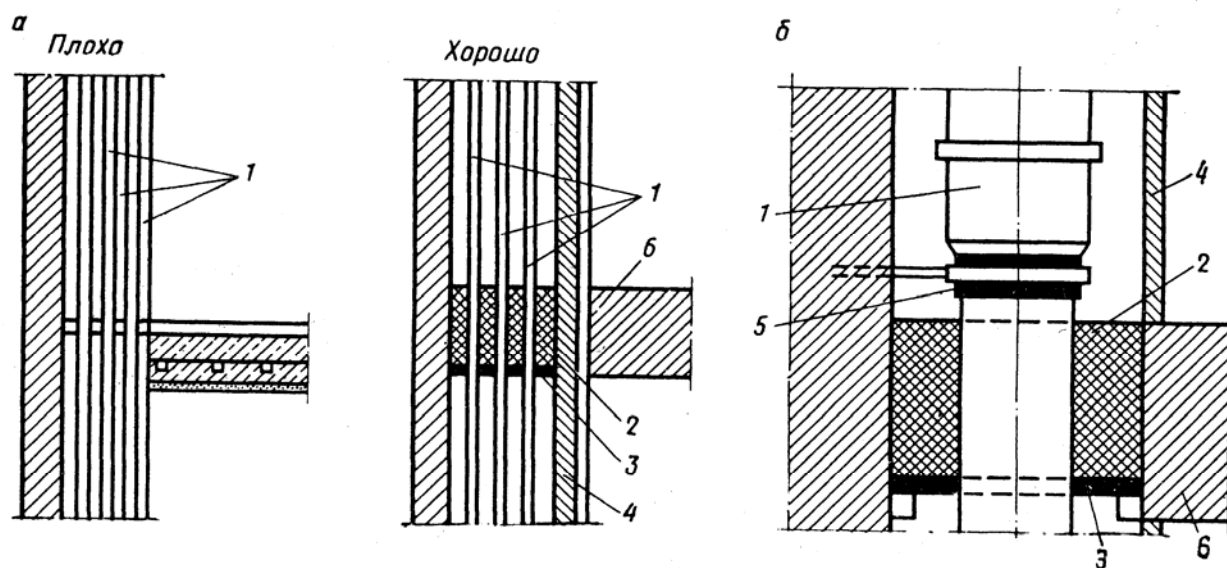


Рис. 5.6. Способы звукоизоляции стояков водоснабжения и канализации:  
 1 – стояк; 2 – минеральная плита толщиной 10 мм; 3 – металлическая диафрагма с изолирующими (резиновыми и т.п.) муфтами;  
 4 – дополнительная звукоизолирующая перегородка;  
 5 – виброизолирующие прокладки; 6 – перекрытие

Санитарно-технические приборы необходимо изолировать от ограждающих конструкций зданий при помощи изолирующих прокладок (рис. 5.7).

Скрытая электропроводка в межквартирных стенах и перегородках должна располагаться в отдельных для каждой квартиры каналах или штрабах. Полости для установки распределительных коробок и щитовых розеток должны быть несквозными. Если образование сквозных отверстий обусловлено технологией производства элементов стены, указанные приборы должны устанавливаться в них только с одной стороны. Свободную часть полости заполняют звукопоглощающим материалом (например, минеральной ватой) и заделывают гипсовым или другим безусадочным раствором слоем толщиной не менее 40 мм.

Не рекомендуется устанавливать распределительные коробки и щитовые розетки в междуквартирных каркасно-обшивных перегородках.

В случае необходимости следует использовать штепсельные розетки и выключатели, при установке которых не вырезаются отверстия в листах обшивок.

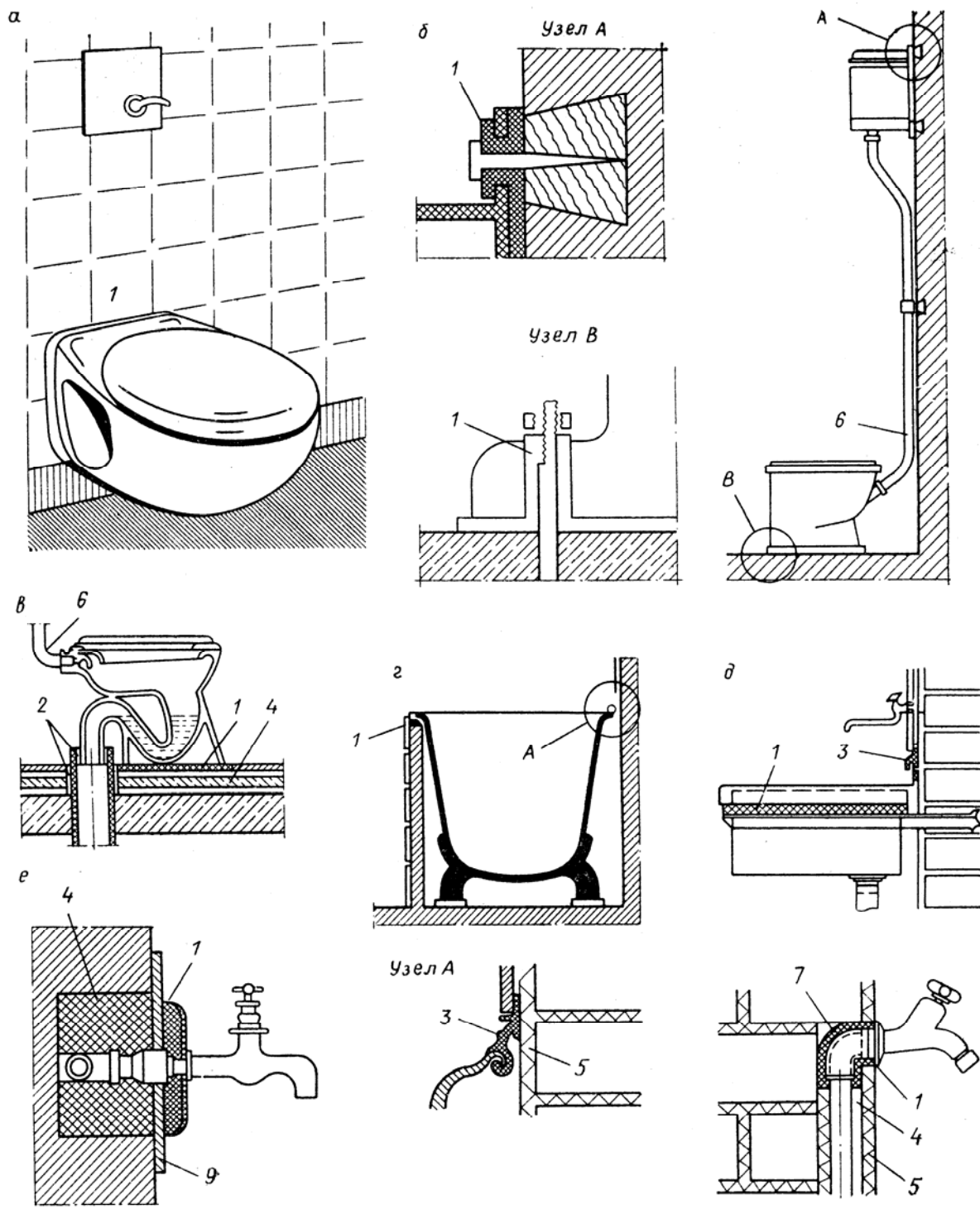


Рис. 5.7. Способы звукоизоляции санитарных приборов:  
 а – настенного унитаза; б – унитаза со смывным бачком; в – обычного унитаза;  
 г – ванны; д – умывальника; е – крана; 1 – резиновая прокладка;  
 2 – пластмасса; 3 – уплотняющая планка; 4 – минераловатная плита;  
 5 – штукатурка; 6 – эластичное соединение (резина и т.п.);  
 7 – пробковый защитный слой



При размещении скрытой электропроводки в каналах несущей плиты междуэтажного перекрытия полости для перехода провода из перекрытия в стену должны быть замкнутыми, чтобы не создавались сквозные пути прохождения звука в вертикальном (через перекрытие) и горизонтальном (через стену) направлениях. Если образование сквозной полости в плите перекрытия или стены обусловлено технологией изготовления, необходимо предусмотреть ее наружную заделку.

Выход провода из перекрытия к потолочному светильнику следует предусматривать в несквозной полости. Если образование сквозного отверстия обусловлено технологией изготовления плиты перекрытия, то отверстие должно состоять из 2-х частей. Верхняя часть большего диаметра должна быть заделана безусадочным раствором, нижняя – заполнена звукопоглощающим материалом (например, очень тонким стекловолокном) и прикрыта со стороны потолка слоем раствора или плотной декоративной крышкой (рис. 5.8).

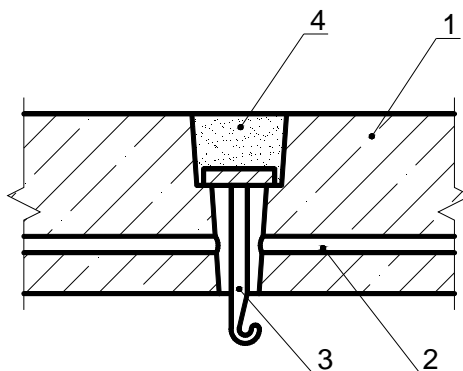


Рис. 5.8. Схема конструктивного решения выпуска провода из перекрытия к потолочному светильнику (перекрытие со сквозным отверстием):  
1 – панель перекрытия; 2 – электроканал; 3 – крюк приварен к круглой стальной пластине; 4 – раствор (заделка нижней части отверстия условно не показана)

При проектировании сборных элементов ограждений, через которые необходимо пропустить трубы, следует предусматривать отверстия, размеры и формы которых обеспечивают их надежную заделку или специальные закладные детали.

Конструкция вентиляционных блоков должна обеспечивать целостность стенок, разделяющих каналы (отсутствие в них сквозных каверн, трещин). Горизонтальный стык вентиляционных блоков должен исключать возможность проникновения шума по неплотностям из одного канала в другой.

Вентиляционные отверстия смежных по вертикали квартир должны сообщаться между собой через сборный и попутный каналы не ближе, чем через этаж.

В помещениях тепловых узлов следует применять насосы, устанавливаемые на независимых от конструкции здания фундаментах и подключаемые к трубопроводам с помощью гибких вставок (рис. 5.9).

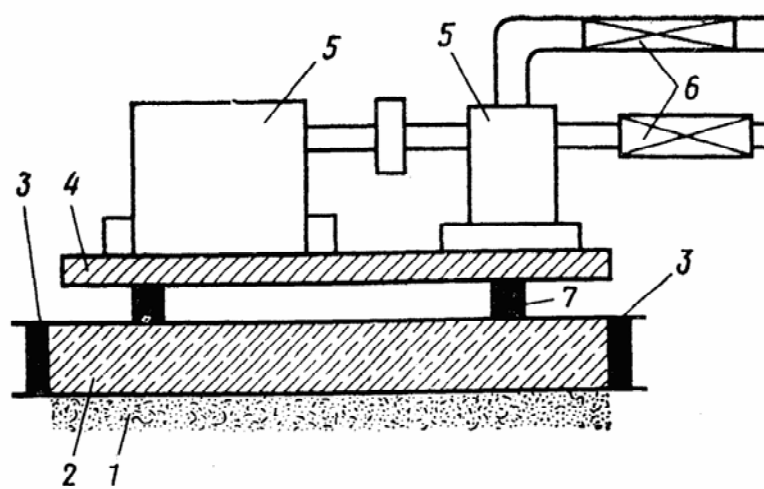


Рис. 5.9. Схема звукоизоляции водопроводного насоса:  
 1 – песчаная подсыпка; 2 – фундамент; 3 – виброизоляция по контуру фундамента (резина и т.п.); 4 – плита под насосом; 5 – насос с двигателем; 6 – гибкая вставка; 7 – виброизоляторы

Если применение гибких вставок невозможно, то следует предусматривать виброизолированное соединение труб (рис. 5.10).

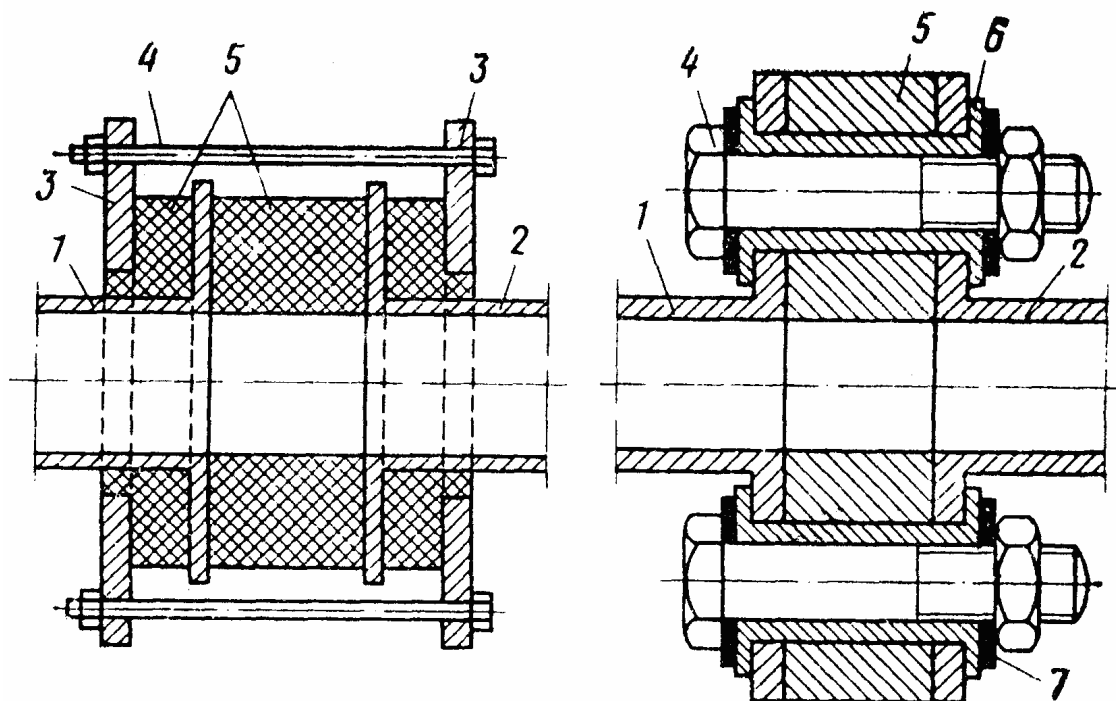


Рис. 5.10. Способы подключения насоса к трубопроводам сети здания без применения гибких вставок:  
 1, 2 – трубы с фланцами; 3 – прижимные манжеты; 4 – стяжные винты; 5 – виброизолирующие прокладки из материала с высокой термической стойкостью; 6 – виброизоляционные муфты (свинец, асбест и др.); 7 – металлические подкладки

Система трубопроводов центрального отопления должна обеспечивать глушение вибраций. Примеры крепления поддерживающих элементов и подвесок показаны на рис. 5.11.

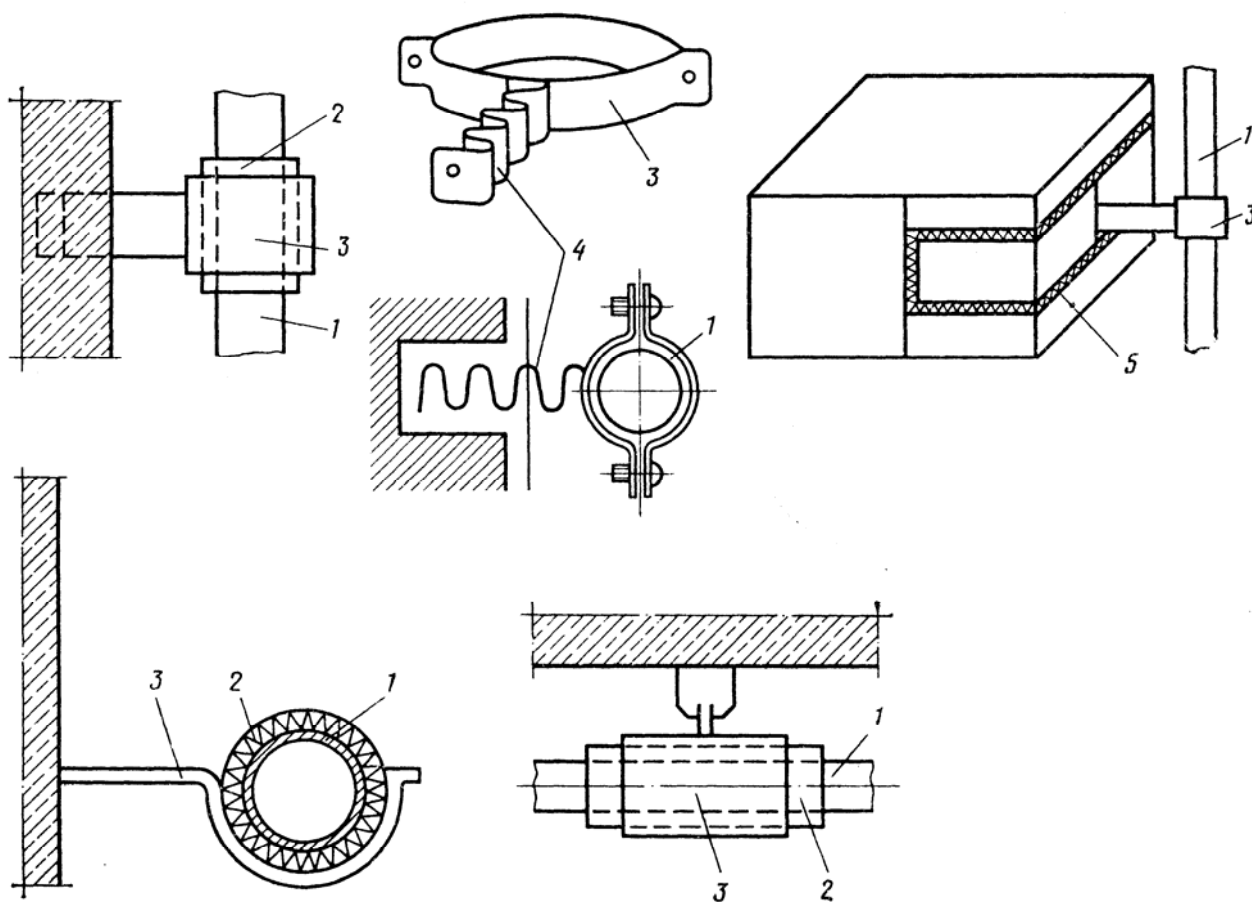


Рис. 5.11. Схемы крепления труб центрального отопления к стенам и перекрытиям отопительного узла:  
 1 – труба; 2 – звукоизоляционный элемент из минеральной ваты (фасонная деталь);  
 3 – крепление; 4 – полосовая пружинная сталь;  
 5 – упругая прокладка, изолирующая элемент конструкции с трубопроводом

Места пропуска труб центрального отопления через стены теплового узла (или квартир) также должны быть изолированы от конструкции здания, как показано на рис. 5.12.

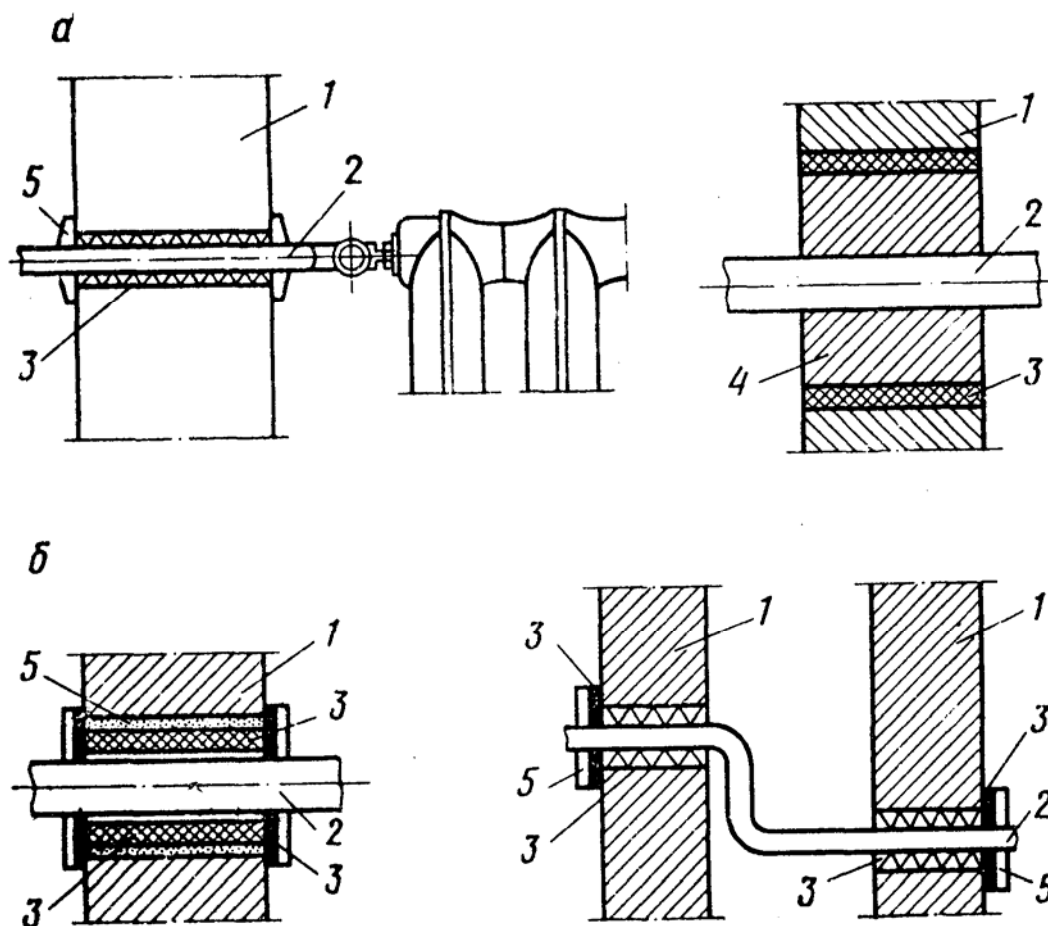


Рис. 5.12. Способы звукоизоляции пропусков труб в обычных и двойных перегородках:  
 1 – перегородка; 2 – труба; 3 – виброизоляционные прокладки и муфты (фасонные детали из минеральной ваты); 4 – блок стены, изолированный по контуру;  
 5 – металлическая манжета

В помещении теплового узла следует:

- повысить звукоизоляцию ограждений, отделяющих его от других помещений (звукоизолирующий и звукопоглощающий подвесной потолок, дополнительные устройства для повышения звукоизоляции стен, например минераловатные плиты и дополнительные кирпичные стены);
- обеспечить герметичность пропусков труб через стены и перекрытие теплового узла (асбестовый шнур, нетвердеющая мастика т.п.).

Обеспечить надлежащие параметры акустического климата в квартирах, прилегающих или расположенных близко к шахте лифта можно путем:

- применения малошумной лифтовой лебедки ( $L_A \leq 63$  дБА) с невысоким уровнем вибрации, а также правильного устройства виброизоляции лебедки;

– отделения шахты лифта и перекрытия машинного отделения от конструкции здания (рис. 5.13);

– повышения звукоизоляции ограждений, отделяющих шахту лифта и машинное отделение от других помещений (звукоизоляция стены между лифтом и квартирой должна быть не менее  $R_w = 55$  дБ, а двери в машинное отделение должны иметь повышенную звукоизоляцию).

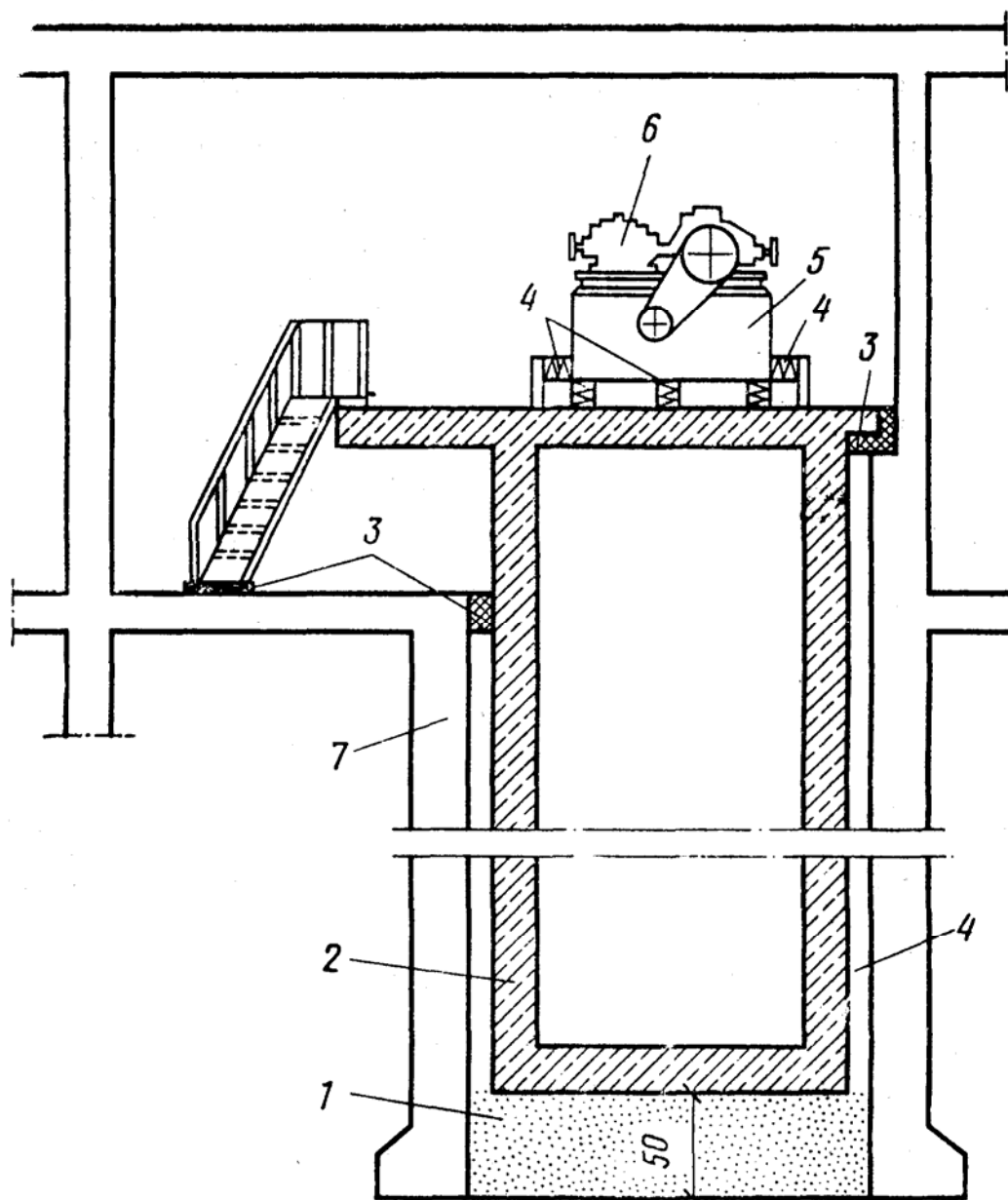


Рис. 5.13. Схема правильной звукоизоляции шахты лифта:  
1 – подсыпка из песка и гравия; 2 – шахта лифта; 3 – эластичные прокладки (резина, пробка и т.п.); 4 – виброизоляторы (пружинные или пружинно-резиновые); 5 – фундамент лебедки; 6 – лебедка; 7 – ограждающая конструкция здания (стена)

Шум от твердых предметов, спускаемых в мусоропроводы, и треск захлопываемых крышек спускных люков можно значительно уменьшить (рис. 5.14) путем отделения мусоропроводов от конструкции здания и применения соответствующих виброизолирующих прокладок под крышками спускных люков.

Приемная камера мусоропровода и, в частности, ее стены и пол должны быть отделены от основной конструкции здания.

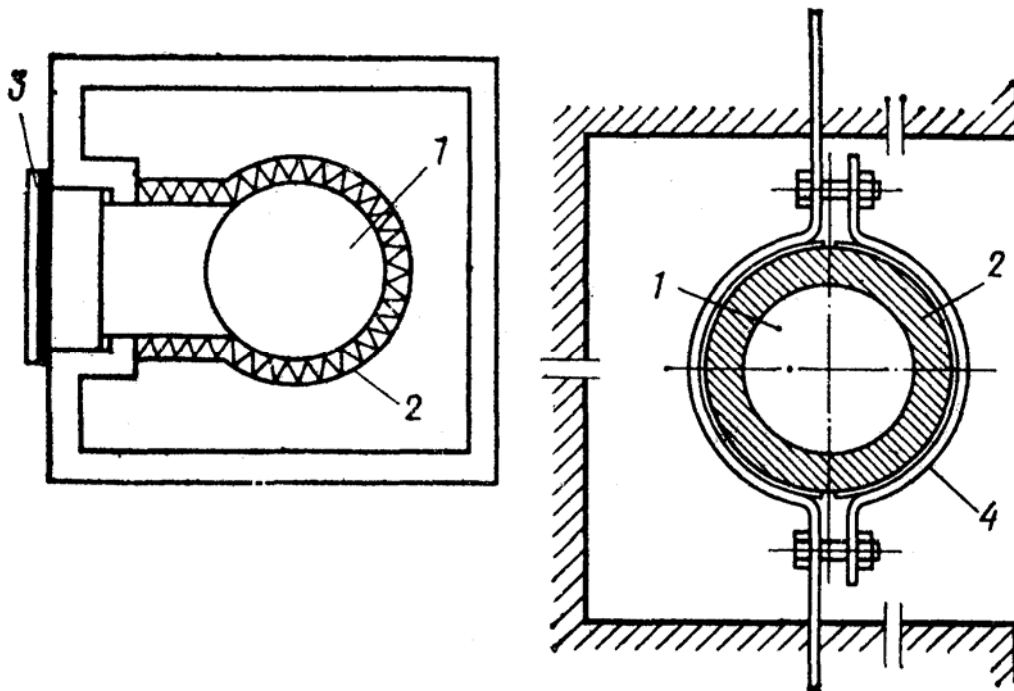


Рис. 5.14. Схема звукоизоляции мусоропровода в жилом здании  
 1 – мусоропровод; 2 – минераловатный защитный слой;  
 3 – виброизолирующие прокладки; 4 – закрепление мусоропровода

## ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

на расчетно-графическую работу по разделу  
«Строительная акустика» на тему:  
**«Определение звукоизолирующей способности  
ограждающей конструкции»**

### Вариант 1

1. Определить звукоизолирующую способность гипсобетонной толщиной 100 мм и объемным весом  $1200 \text{ кг/м}^3$  от проникновения воздушного шума. Сделать вывод о возможности применения данной конструкции в жилищном строительстве.

2. Определить индекс приведенного уровня ударного шума междуэтажным перекрытием с полом на звукоизоляционном слое из минераловатных прошивных плит плотностью  $150 \text{ кг/м}^3$  толщиной 30 мм. Перекрытие состоит из многопустотной плиты толщиной 220 мм и плотностью  $2500 \text{ кг/м}^3$ . По звукоизоляционному слою выполняются стяжка из цементно-песчаного раствора плотностью  $1800 \text{ кг/м}^3$  толщиной 20 мм и деревянный пол по лагам со средней плотностью  $500 \text{ кг/м}^3$  толщиной 25 мм. Полезная нагрузка на пол составляет  $200 \text{ кг/м}^2$ . Удовлетворяет ли данная конструкция междуэтажного перекрытия требованиям звукоизоляции ограждающих конструкций от проникновения ударного шума в помещение жилого здания?

### Вариант 2

1. Определить звукоизолирующую способность гипсобетонной перегородки толщиной 80 мм и объемным весом  $1400 \text{ кг/м}^3$  от проникновения воздушного шума. Сделать вывод о возможности применения данной конструкции в жилищном строительстве.

2. Определить индекс приведенного уровня ударного шума междуэтажным перекрытием с полом на звукоизоляционном слое из минераловатных прошивных плит плотностью  $150 \text{ кг/м}^3$  толщиной 30 мм. Перекрытие состоит из железобетонной плиты толщиной 160 мм и плотностью  $2500 \text{ кг/м}^3$ . По звукоизоляционному слою выполняются стяжка из цементно-песчаного раствора плотностью  $1800 \text{ кг/м}^3$  толщиной 20 мм и деревянный пол по лагам со средней плотностью  $500 \text{ кг/м}^3$  толщиной 25 мм. Полезная нагрузка на пол составляет  $200 \text{ кг/м}^2$ . Удовлетворяет ли данная конструкция междуэтажного перекрытия требованиям звукоизоляции ограждающих конструкций от проникновения ударного шума в помещение жилого здания?

### Вариант 3

1. Определить звукоизолирующую способность кирпичной перегородки толщиной 120 мм и объемным весом  $1400 \text{ кг/м}^3$  от проникновения воздушного шума. Сделать вывод о возможности применения данной конструкции в жилищном строительстве.

2. Определить индекс приведенного уровня ударного шума междуэтажным перекрытием с полом на звукоизоляционном слое из шлака плотностью  $600 \text{ кг/м}^3$  толщиной 50 мм. Перекрытие состоит из сплошной плиты толщиной 140 мм и плотностью  $2400 \text{ кг/м}^3$ . По звукоизоляционному слою выполняются стяжка из цементно-песчаного раствора плотностью  $1800 \text{ кг/м}^3$  толщиной 20 мм и линолеум на основе плотностью  $1200 \text{ кг/м}^3$  толщиной 3 мм. Полезная нагрузка на пол составляет  $200 \text{ кг/м}^2$ . Удовлетворяет ли данная конструкция междуэтажного перекрытия требованиям звукоизоляции ограждающих конструкций от проникновения ударного шума в помещение жилого здания?

### Вариант 4

1. Определить звукоизолирующую способность кирпичной перегородки толщиной 65 мм и объемным весом  $1400 \text{ кг/м}^3$  от проникновения воздушного шума. Сделать вывод о возможности применения данной конструкции в жилищном строительстве.

2. Определить индекс приведенного уровня ударного шума междуэтажным перекрытием с полом на звукоизоляционном слое из шлака плотностью  $600 \text{ кг/м}^3$  толщиной 50 мм. Перекрытие состоит из многопустотной плиты толщиной 220 мм и плотностью  $2500 \text{ кг/м}^3$ . По звукоизоляционному слою выполняются стяжка из цементно-песчаного раствора плотностью  $1800 \text{ кг/м}^3$  толщиной 20 мм и линолеум на основе плотностью  $1100 \text{ кг/м}^3$  толщиной 5 мм. Полезная нагрузка на пол составляет  $200 \text{ кг/м}^2$ . Удовлетворяет ли данная конструкция междуэтажного перекрытия требованиям звукоизоляции ограждающих конструкций от проникновения ударного шума в помещение жилого здания?

### Вариант 5

1. Определить звукоизолирующую способность керамзитобетонной перегородки толщиной 100 мм и объемным весом  $1600 \text{ кг/м}^3$  от проникновения воздушного шума. Сделать вывод о возможности применения данной конструкции в жилищном строительстве.

2. Определить индекс приведенного уровня ударного шума междуэтажным перекрытием с полом на звукоизоляционном слое из плит дре-



весноволокнистых плотностью  $250 \text{ кг/м}^3$  толщиной 30 мм. Перекрытие состоит из многопустотной плиты толщиной 220 мм и плотностью  $2500 \text{ кг/м}^3$ . По звукоизоляционному слою выполняются стяжка из гипсобетонной панели плотностью  $1300 \text{ кг/м}^3$  толщиной 45 мм и укладывается линолеум на основе средней плотностью  $1100 \text{ кг/м}^3$  толщиной 5 мм. Полезная нагрузка на пол составляет  $200 \text{ кг/м}^2$ . Удовлетворяет ли данная конструкция междуэтажного перекрытия требованиям звукоизоляции ограждающих конструкций от проникновения ударного шума в помещение жилого здания?

### Вариант 6

1. Определить звукоизолирующую способность керамзитобетонной перегородки толщиной 120 мм и объемным весом  $1400 \text{ кг/м}^3$  от проникновения воздушного шума. Сделать вывод о возможности применения данной конструкции в жилищном строительстве.

2. Определить индекс приведенного уровня ударного шума междуэтажным перекрытием с полом на звукоизоляционном слое из плит древесноволокнистых плотностью  $250 \text{ кг/м}^3$  толщиной 30 мм. Перекрытие состоит из сплошной плиты толщиной 120 мм и плотностью  $2500 \text{ кг/м}^3$ . По звукоизоляционному слою выполняются стяжка из гипсобетонной панели плотностью  $1250 \text{ кг/м}^3$  толщиной 5 см и укладывается линолеум на основе средней плотностью  $1200 \text{ кг/м}^3$  толщиной 0,3 см. Полезная нагрузка на пол составляет  $200 \text{ кг/м}^2$ . Удовлетворяет ли данная конструкция междуэтажного перекрытия требованиям звукоизоляции ограждающих конструкций от проникновения ударного шума в помещение жилого здания?

### Вариант 7

1. Определить звукоизолирующую способность кирпичной стены толщиной 250 мм и объемным весом  $1400 \text{ кг/м}^3$  от проникновения воздушного шума. Сделать вывод о возможности применения данной конструкции в жилищном строительстве.

2. Определить индекс приведенного уровня ударного шума междуэтажным перекрытием с полом на звукоизоляционном слое из минераловатных плит на синтетическом связующем плотностью  $100 \text{ кг/м}^3$  толщиной 60 мм. Перекрытие состоит из сплошной плиты толщиной 120 мм и плотностью  $2500 \text{ кг/м}^3$ . По звукоизоляционному слою выполняются стяжка из цементно-песчаного раствора плотностью  $1800 \text{ кг/м}^3$  толщиной 20 мм и укладывается керамическая плитка средней плот-

ностью  $1900 \text{ кг/м}^3$  толщиной 20 мм. Полезная нагрузка на пол составляет  $200 \text{ кг/м}^2$ . Удовлетворяет ли данная конструкция междуэтажного перекрытия требованиям звукоизоляции ограждающих конструкций от проникновения ударного шума в помещение жилого здания?

### Вариант 8

1. Определить звукоизолирующую способность кирпичной стены толщиной 250 мм и объемным весом  $1600 \text{ кг/м}^3$  от проникновения воздушного шума. Сделать вывод о возможности применения данной конструкции в жилищном строительстве.

2. Определить индекс приведенного уровня ударного шума междуэтажным перекрытием с полом на звукоизоляционном слое из прошивных минераловатных плит плотностью  $100 \text{ кг/м}^3$  толщиной 50 мм. Перекрытие состоит из многопустотной плиты толщиной 220 мм и плотностью  $2500 \text{ кг/м}^3$ . По звукоизоляционному слою выполняются стяжка из цементно-песчаного раствора плотностью  $1800 \text{ кг/м}^3$  толщиной 20 мм и укладывается керамическая плитка средней плотностью  $1900 \text{ кг/м}^3$  толщиной 20 мм. Полезная нагрузка на пол составляет  $200 \text{ кг/м}^2$ . Удовлетворяет ли данная конструкция междуэтажного перекрытия требованиям звукоизоляции ограждающих конструкций от проникновения ударного шума в помещение жилого здания?

### Вариант 9

1. Определить звукоизолирующую способность керамзитобетонной перегородки толщиной 100 мм и объемным весом  $1600 \text{ кг/м}^3$  от проникновения воздушного шума. Сделать вывод о возможности применения данной конструкции в жилищном строительстве.

2. Определить индекс приведенного уровня ударного шума междуэтажным перекрытием с полом на звукоизоляционном слое из минераловатных плит на синтетическом связующем плотностью  $100 \text{ кг/м}^3$  толщиной 60 мм. Перекрытие состоит из сплошной плиты толщиной 120 мм и плотностью  $2300 \text{ кг/м}^3$ . По звукоизоляционному слою выполняются стяжка из цементно-песчаного раствора плотностью  $1800 \text{ кг/м}^3$  толщиной 20 мм и укладывается керамическая плитка средней плотностью  $1900 \text{ кг/м}^3$  толщиной 20 мм. Полезная нагрузка на пол составляет  $200 \text{ кг/м}^2$ . Удовлетворяет ли данная конструкция междуэтажного перекрытия требованиям звукоизоляции ограждающих конструкций от проникновения ударного шума в помещение жилого здания?

### Вариант 10

1. Определить звукоизолирующую способность кирпичной стены толщиной 250 мм и объемным весом  $1400 \text{ кг/м}^3$  от проникновения воздушного шума. Сделать вывод о возможности применения данной конструкции в жилищном строительстве.

2. Определить индекс приведенного уровня ударного шума междуэтажным перекрытием с полом на звукоизоляционном слое из плит древесноволокнистых плотностью  $250 \text{ кг/м}^3$  толщиной 30 мм. Перекрытие состоит из многпустотной плиты толщиной 220 мм и плотностью  $2500 \text{ кг/м}^3$ . По звукоизоляционному слою выполняются стяжка из гипсобетонной панели плотностью  $1300 \text{ кг/м}^3$  толщиной 45 мм и укладывается линолеум на основе средней плотностью  $1100 \text{ кг/м}^3$  толщиной 5 мм. Полезная нагрузка на пол составляет  $200 \text{ кг/м}^2$ . Удовлетворяет ли данная конструкция междуэтажного перекрытия требованиям звукоизоляции ограждающих конструкций от проникновения ударного шума в помещение жилого здания?

### Вариант 11

1. Определить звукоизолирующую способность гипсобетонной перегородки толщиной 100 мм и объемным весом  $1200 \text{ кг/м}^3$  от проникновения воздушного шума. Сделать вывод о возможности применения данной конструкции в жилищном строительстве.

2. Определить индекс приведенного уровня ударного шума междуэтажным перекрытием с полом на звукоизоляционном слое из шлака плотностью  $600 \text{ кг/м}^3$  толщиной 50 мм. Перекрытие состоит из сплошной плиты толщиной 140 мм и плотностью  $2200 \text{ кг/м}^3$ . По звукоизоляционному слою выполняются стяжка из цементно-песчаного раствора плотностью  $1800 \text{ кг/м}^3$  толщиной 20 мм и линолеум на основе плотностью  $1200 \text{ кг/м}^3$  толщиной 3 мм. Полезная нагрузка на пол составляет  $200 \text{ кг/м}^2$ . Удовлетворяет ли данная конструкция междуэтажного перекрытия требованиям звукоизоляции ограждающих конструкций от проникновения ударного шума в помещение жилого здания?

### Вариант 12

1. Определить звукоизолирующую способность кирпичной перегородки толщиной 120 мм и объемным весом  $1400 \text{ кг/м}^3$  от проникновения воздушного шума. Сделать вывод о возможности применения данной конструкции в жилищном строительстве.

2. Определить индекс приведенного уровня ударного шума междуэтажным перекрытием с полом на звукоизоляционном слое из минераловатных прошивных плит плотностью  $150 \text{ кг/м}^3$  толщиной 30 мм. Перекрытие состоит из многопустотной плиты толщиной 220 мм и плотностью  $2500 \text{ кг/м}^3$ . По звукоизоляционному слою выполняются стяжка из цементно-песчаного раствора плотностью  $1800 \text{ кг/м}^3$  толщиной 20 мм и деревянный пол по лагам со средней плотностью  $500 \text{ кг/м}^3$  толщиной 25 мм. Полезная нагрузка на пол составляет  $200 \text{ кг/м}^2$ . Удовлетворяет ли данная конструкция междуэтажного перекрытия требованиям звукоизоляции ограждающих конструкций от проникновения ударного шума в помещение жилого здания?

### Вариант 13

1. Определить звукоизолирующую способность гипсобетонной перегородки толщиной 80 мм и объемным весом  $1400 \text{ кг/м}^3$  от проникновения воздушного шума. Сделать вывод о возможности применения данной конструкции в жилищном строительстве.

2. Определить индекс приведенного уровня ударного шума междуэтажным перекрытием с полом на звукоизоляционном слое из минераловатных прошивных плит плотностью  $150 \text{ кг/м}^3$  толщиной 30 мм. Перекрытие состоит из многопустотной плиты толщиной 220 мм и плотностью  $2500 \text{ кг/м}^3$ . По звукоизоляционному слою выполняются стяжка из цементно-песчаного раствора плотностью  $1800 \text{ кг/м}^3$  толщиной 20 мм и деревянный пол по лагам со средней плотностью  $500 \text{ кг/м}^3$  толщиной 25 мм. Полезная нагрузка на пол составляет  $200 \text{ кг/м}^2$ . Удовлетворяет ли данная конструкция междуэтажного перекрытия требованиям звукоизоляции ограждающих конструкций от проникновения ударного шума в помещение жилого здания?

### Вариант 14

1. Определить звукоизолирующую способность кирпичной перегородки толщиной 65 мм и объемным весом  $1400 \text{ кг/м}^3$  от проникновения воздушного шума. Сделать вывод о возможности применения данной конструкции в жилищном строительстве.

2. Определить индекс приведенного уровня ударного шума междуэтажным перекрытием с полом на звукоизоляционном слое из шлака плотностью  $600 \text{ кг/м}^3$  толщиной 50 мм. Перекрытие состоит из многопустотной плиты толщиной 220 мм и плотностью  $2500 \text{ кг/м}^3$ . По звукоизоляционному слою выполняются стяжка из цементно-песчаного

раствора плотностью  $1800 \text{ кг/м}^3$  толщиной 20 мм и линолеум на основе плотностью  $1100 \text{ кг/м}^3$  толщиной 5 мм. Полезная нагрузка на пол составляет  $200 \text{ кг/м}^2$ . Удовлетворяет ли данная конструкция междуэтажного перекрытия требованиям звукоизоляции ограждающих конструкций от проникновения ударного шума в помещение жилого здания?

### Вариант 15

1. Определить звукоизолирующую способность кирпичной стены толщиной 250 мм и объемным весом  $1400 \text{ кг/м}^3$  от проникновения воздушного шума. Сделать вывод о возможности применения данной конструкции в жилищном строительстве.

2. Определить индекс приведенного уровня ударного шума междуэтажным перекрытием с полом на звукоизоляционном слое из прошивных минераловатных плит плотностью  $100 \text{ кг/м}^3$  толщиной 50 мм. Перекрытие состоит из многопустотной плиты толщиной 220 мм и плотностью  $2500 \text{ кг/м}^3$ . По звукоизоляционному слою выполняются стяжка из цементно-песчаного раствора плотностью  $1800 \text{ кг/м}^3$  толщиной 20 мм и укладывается керамическая плитка средней плотностью  $1900 \text{ кг/м}^3$  толщиной 20 мм. Полезная нагрузка на пол составляет  $200 \text{ кг/м}^2$ . Удовлетворяет ли данная конструкция междуэтажного перекрытия требованиям звукоизоляции ограждающих конструкций от проникновения ударного шума в помещение жилого здания?

### Вариант 16

1. Определить звукоизолирующую способность кирпичной стены толщиной 250 мм и объемным весом  $1600 \text{ кг/м}^3$  от проникновения воздушного шума. Сделать вывод о возможности применения данной конструкции в жилищном строительстве.

2. Определить индекс приведенного уровня ударного шума междуэтажным перекрытием с полом на звукоизоляционном слое из минераловатных плит на синтетическом связующем плотностью  $100 \text{ кг/м}^3$  толщиной 60 мм. Перекрытие состоит из сплошной плиты толщиной 120 мм и плотностью  $2300 \text{ кг/м}^3$ . По звукоизоляционному слою выполняются стяжка из цементно-песчаного раствора плотностью  $1800 \text{ кг/м}^3$  толщиной 20 мм и укладывается керамическая плитка средней плотностью  $1900 \text{ кг/м}^3$  толщиной 20 мм. Полезная нагрузка на пол составляет  $200 \text{ кг/м}^2$ . Удовлетворяет ли данная конструкция междуэтажного перекрытия требованиям звукоизоляции ограждающих конструкций от проникновения ударного шума в помещение жилого здания?

### Вариант 17

1. Определить звукоизолирующую способность кирпичной перегородки толщиной 120 мм и объемным весом  $1600 \text{ кг/м}^3$  от проникновения воздушного шума. Сделать вывод о возможности применения данной конструкции в жилищном строительстве.

2. Определить индекс приведенного уровня ударного шума междуэтажным перекрытием с полом на звукоизоляционном слое из прошивных минераловатных плит плотностью  $100 \text{ кг/м}^3$  толщиной 50 мм. Перекрытие состоит из многпустотной плиты толщиной 220 мм и плотностью  $2500 \text{ кг/м}^3$ . По звукоизоляционному слою выполняются стяжка из цементно-песчаного раствора плотностью  $1800 \text{ кг/м}^3$  толщиной 20 мм и укладывается керамическая плитка средней плотностью  $1900 \text{ кг/м}^3$  толщиной 20 мм. Полезная нагрузка на пол составляет  $200 \text{ кг/м}^2$ . Удовлетворяет ли данная конструкция междуэтажного перекрытия требованиям звукоизоляции ограждающих конструкций от проникновения ударного шума в помещение жилого здания?

### Вариант 18

1. Определить звукоизолирующую способность кирпичной стены толщиной 250 мм и объемным весом  $1400 \text{ кг/м}^3$  от проникновения воздушного шума. Сделать вывод о возможности применения данной конструкции в жилищном строительстве.

2. Определить индекс приведенного уровня ударного шума междуэтажным перекрытием с полом на звукоизоляционном слое из шлака плотностью  $600 \text{ кг/м}^3$  толщиной 50 мм. Перекрытие состоит из многпустотной плиты толщиной 220 мм и плотностью  $2500 \text{ кг/м}^3$ . По звукоизоляционному слою выполняются стяжка из цементно-песчаного раствора плотностью  $1800 \text{ кг/м}^3$  толщиной 20 мм и линолеум на основе плотностью  $1100 \text{ кг/м}^3$  толщиной 5 мм. Полезная нагрузка на пол составляет  $200 \text{ кг/м}^2$ . Удовлетворяет ли данная конструкция междуэтажного перекрытия требованиям звукоизоляции ограждающих конструкций от проникновения ударного шума в помещение жилого здания?

### Вариант 19

1. Определить звукоизолирующую способность гипсобетонной перегородки толщиной 100 мм и объемным весом  $1200 \text{ кг/м}^3$  от проникновения воздушного шума. Сделать вывод о возможности применения данной конструкции в жилищном строительстве.

2. Определить индекс приведенного уровня ударного шума междуэтажным перекрытием с полом на звукоизоляционном слое из минераловатных прошивных плит плотностью  $150 \text{ кг/м}^3$  толщиной 30 мм. Перекрытие состоит из многопустотной плиты толщиной 220 мм и плотностью  $2500 \text{ кг/м}^3$ . По звукоизоляционному слою выполняются стяжка из цементно-песчаного раствора плотностью  $1800 \text{ кг/м}^3$  толщиной 20 мм и деревянный пол по лагам со средней плотностью  $500 \text{ кг/м}^3$  толщиной 25 мм. Полезная нагрузка на пол составляет  $200 \text{ кг/м}^2$ . Удовлетворяет ли данная конструкция междуэтажного перекрытия требованиям звукоизоляции ограждающих конструкций от проникновения ударного шума в помещение жилого здания?

### **Вариант 20**

1. Определить звукоизолирующую способность гипсобетонной перегородки толщиной 80 мм и объемным весом  $1400 \text{ кг/м}^3$  от проникновения воздушного шума. Сделать вывод о возможности применения данной конструкции в жилищном строительстве.

2. Определить индекс приведенного уровня ударного шума междуэтажным перекрытием с полом на звукоизоляционном слое из шлака плотностью  $600 \text{ кг/м}^3$  толщиной 50 мм. Перекрытие состоит из сплошной плиты толщиной 140 мм и плотностью  $2400 \text{ кг/м}^3$ . По звукоизоляционному слою выполняются стяжка из цементно-песчаного раствора плотностью  $1800 \text{ кг/м}^3$  толщиной 20 мм и линолеум на основе плотностью  $1200 \text{ кг/м}^3$  толщиной 3 мм. Полезная нагрузка на пол составляет  $200 \text{ кг/м}^2$ . Удовлетворяет ли данная конструкция междуэтажного перекрытия требованиям звукоизоляции ограждающих конструкций от проникновения ударного шума в помещение жилого здания?

### **Вариант 21**

1. Определить звукоизолирующую способность кирпичной перегородки толщиной 120 мм и объемным весом  $1400 \text{ кг/м}^3$  от проникновения воздушного шума. Сделать вывод о возможности применения данной конструкции в жилищном строительстве.

2. Определить индекс приведенного уровня ударного шума междуэтажным перекрытием с полом на звукоизоляционном слое из минераловатных прошивных плит плотностью  $150 \text{ кг/м}^3$  толщиной 30 мм. Перекрытие состоит из многопустотной плиты толщиной 220 мм и плотностью  $2500 \text{ кг/м}^3$ . По звукоизоляционному слою выполняются стяжка из цементно-песчаного раствора плотностью  $1800 \text{ кг/м}^3$  толщиной 20 мм

и деревянный пол по лагам со средней плотностью  $500 \text{ кг/м}^3$  толщиной 25 мм. Полезная нагрузка на пол составляет  $200 \text{ кг/м}^2$ . Удовлетворяет ли данная конструкция междуэтажного перекрытия требованиям звукоизоляции ограждающих конструкций от проникновения ударного шума в помещение жилого здания?

### **Вариант 22**

1. Определить звукоизолирующую способность гипсобетонной перегородки толщиной 80 мм и объемным весом  $1400 \text{ кг/м}^3$  от проникновения воздушного шума. Сделать вывод о возможности применения данной конструкции в жилищном строительстве.

2. Определить индекс приведенного уровня ударного шума междуэтажным перекрытием с полом на звукоизоляционном слое из минераловатных прошивных плит плотностью  $150 \text{ кг/м}^3$  толщиной 30 мм. Перекрытие состоит из многопустотной плиты толщиной 220 мм и плотностью  $2500 \text{ кг/м}^3$ . По звукоизоляционному слою выполняются стяжка из цементно-песчаного раствора плотностью  $1800 \text{ кг/м}^3$  толщиной 20 мм и деревянный пол по лагам со средней плотностью  $500 \text{ кг/м}^3$  толщиной 25 мм. Полезная нагрузка на пол составляет  $200 \text{ кг/м}^2$ . Удовлетворяет ли данная конструкция междуэтажного перекрытия требованиям звукоизоляции ограждающих конструкций от проникновения ударного шума в помещение жилого здания?

### **Вариант 23**

1. Определить звукоизолирующую способность кирпичной перегородки толщиной 65 мм и объемным весом  $1400 \text{ кг/м}^3$  от проникновения воздушного шума. Сделать вывод о возможности применения данной конструкции в жилищном строительстве.

2. Определить индекс приведенного уровня ударного шума междуэтажным перекрытием с полом на звукоизоляционном слое из шлака плотностью  $600 \text{ кг/м}^3$  толщиной 50 мм. Перекрытие состоит из многопустотной плиты толщиной 220 мм и плотностью  $2500 \text{ кг/м}^3$ . По звукоизоляционному слою выполняются стяжка из цементно-песчаного раствора плотностью  $1800 \text{ кг/м}^3$  толщиной 20 мм и линолеум на основе плотностью  $1100 \text{ кг/м}^3$  толщиной 5 мм. Полезная нагрузка на пол составляет  $200 \text{ кг/м}^2$ . Удовлетворяет ли данная конструкция междуэтажного перекрытия требованиям звукоизоляции ограждающих конструкций от проникновения ударного шума в помещение жилого здания?



### Вариант 24

1. Определить звукоизолирующую способность кирпичной стены толщиной 250 мм и объемным весом  $1400 \text{ кг/м}^3$  от проникновения воздушного шума. Сделать вывод о возможности применения данной конструкции в жилищном строительстве.

2. Определить индекс приведенного уровня ударного шума междуэтажным перекрытием с полом на звукоизоляционном слое из прошивных минераловатных плит плотностью  $100 \text{ кг/м}^3$  толщиной 50 мм. Перекрытие состоит из многпустотной плиты толщиной 220 мм и плотностью  $2500 \text{ кг/м}^3$ . По звукоизоляционному слою выполняются стяжка из цементно-песчаного раствора плотностью  $1800 \text{ кг/м}^3$  толщиной 20 мм и укладывается керамическая плитка средней плотностью  $1900 \text{ кг/м}^3$  толщиной 20 мм. Полезная нагрузка на пол составляет  $200 \text{ кг/м}^2$ . Удовлетворяет ли данная конструкция междуэтажного перекрытия требованиям звукоизоляции ограждающих конструкций от проникновения ударного шума в помещение жилого здания?

### Вариант 25

1. Определить звукоизолирующую способность кирпичной стены толщиной 250 мм и объемным весом  $1600 \text{ кг/м}^3$  от проникновения воздушного шума. Сделать вывод о возможности применения данной конструкции в жилищном строительстве.

2. Определить индекс приведенного уровня ударного шума междуэтажным перекрытием с полом на звукоизоляционном слое из минераловатных плит на синтетическом связующем плотностью  $100 \text{ кг/м}^3$  толщиной 60 мм. Перекрытие состоит из сплошной плиты толщиной 120 мм и плотностью  $2300 \text{ кг/м}^3$ . По звукоизоляционному слою выполняются стяжка из цементно-песчаного раствора плотностью  $1800 \text{ кг/м}^3$  толщиной 20 мм и укладывается керамическая плитка средней плотностью  $1900 \text{ кг/м}^3$  толщиной 20 мм. Полезная нагрузка на пол составляет  $200 \text{ кг/м}^2$ . Удовлетворяет ли данная конструкция междуэтажного перекрытия требованиям звукоизоляции ограждающих конструкций от проникновения ударного шума в помещение жилого здания?

### Вариант 26

1. Определить звукоизолирующую способность кирпичной перегородки толщиной 120 мм и объемным весом  $1600 \text{ кг/м}^3$  от проникновения воздушного шума. Сделать вывод о возможности применения данной конструкции в жилищном строительстве.

2. Определить индекс приведенного уровня ударного шума междуэтажным перекрытием с полом на звукоизоляционном слое из прошивных минераловатных плит плотностью  $100 \text{ кг/м}^3$  толщиной 50 мм. Перекрытие состоит из многопустотной плиты толщиной 220 мм и плотностью  $2500 \text{ кг/м}^3$ . По звукоизоляционному слою выполняются стяжка из цементно-песчаного раствора плотностью  $1800 \text{ кг/м}^3$  толщиной 20 мм и укладывается керамическая плитка средней плотностью  $1900 \text{ кг/м}^3$  толщиной 20 мм. Полезная нагрузка на пол составляет  $200 \text{ кг/м}^2$ . Удовлетворяет ли данная конструкция междуэтажного перекрытия требованиям звукоизоляции ограждающих конструкций от проникновения ударного шума в помещение жилого здания?

### Вариант 27

1. Определить звукоизолирующую способность кирпичной стены толщиной 250 мм и объемным весом  $1400 \text{ кг/м}^3$  от проникновения воздушного шума. Сделать вывод о возможности применения данной конструкции в жилищном строительстве.

2. Определить индекс приведенного уровня ударного шума междуэтажным перекрытием с полом на звукоизоляционном слое из шлака плотностью  $600 \text{ кг/м}^3$  толщиной 50 мм. Перекрытие состоит из многопустотной плиты толщиной 220 мм и плотностью  $2500 \text{ кг/м}^3$ . По звукоизоляционному слою выполняются стяжка из цементно-песчаного раствора плотностью  $1800 \text{ кг/м}^3$  толщиной 20 мм и линолеум на основе плотностью  $1100 \text{ кг/м}^3$  толщиной 5 мм. Полезная нагрузка на пол составляет  $200 \text{ кг/м}^2$ . Удовлетворяет ли данная конструкция междуэтажного перекрытия требованиям звукоизоляции ограждающих конструкций от проникновения ударного шума в помещение жилого здания?

# ПРИЛОЖЕНИЕ

## Образец заполнения титульного листа

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА

Кафедра городского строительства и архитектуры

### **РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА**

по дисциплине «Физика среды и ограждающих конструкций»

на тему: «Определение звукоизолирующей способности ограждающих  
конструкций»

Выполнил студент группы Стр 21 Иванов А.А.

Принял к.т.н., доцент

Викторова О.Л.

Оценка \_\_\_\_\_

Дата защиты \_\_\_\_\_

ПЕНЗА 2013

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящем учебном пособии рассмотрены вопросы по звукоизоляции ограждающих конструкций гражданских зданий. Приведены методики по определению звукоизолирующей способности ограждающих конструкций от проникновения воздушного и ударного шумов с известными частотными характеристиками, а также рассмотрены решения, когда частотная характеристика ограждающей конструкции неизвестна. В пособии дается методика по определению индекса приведенного уровня ударного шума под междуэтажным перекрытием с полами на звукоизоляционном слое. По всем рассмотренным методикам имеются примеры выполнения задач.

Материал пособия необходим при изучении дисциплины «Физика среды и ограждающих конструкций», так как поможет студентам разобраться в вопросах по проектированию ограждающих конструкций и оценке их звукоизолирующих способностей, о возможности применения тех или иных конструктивных решений в практике строительства и дальнейшей эксплуатации зданий. Также рассмотрены вопросы по повышению звукоизолирующих способностей уже существующих ограждающих конструкций зданий.

Изложенный материал является актуальным и полезным, так как имеет практическое применение в области проектирования, строительства и эксплуатации зданий.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СНиП 23-03–2003. Защита от шума [Текст]. – М.: Госстрой России, 2004. – С. 32.
2. СП 23-103–2003 Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий [Текст]. – М.: Госстрой России, 2004. – С. 58.
3. Ковригин, С.Д. Архитектурно-строительная акустика [Текст] / С.Д. Ковригин, С.И. Крышов. – М.: Высшая школа, 1986. – С. 237–242.
4. Архитектура гражданских и промышленных зданий. Гражданские здания [Текст] / под ред. А.В. Захарова. – М.: Стройиздат, 1993. – С.178–181.
5. Архитектура гражданских и промышленных зданий [Текст]: Т. 2. Основы проектирования / под ред. В.М. Предтеченского. – М.: Стройиздат, 1976. – 215 с.
6. Соловьев, А.К. Физика среды [Текст] / А.К. Соловьев. – М.: Изд-во АСВ, 2011. – 342 с.
7. Крейтан, В.Г. Защита от внутренних шумов в жилых домах [Текст] / В.Г. Крейтан. – М.: Стройиздат, 1980.
8. Справочник проектировщика. Защита от шума [Текст] / под ред. Е.Л. Юдина. – М.: Стройиздат, 1974.
9. Машьянов, Ю.Я. Звукоизоляция ограждающих конструкций зданий [Текст] / Ю.Я. Машьянов, А.В. Гречишкин, А.А. Кочкин. – Вологда: ВоПИ, 1994.
10. Снижение шума в зданиях и жилых районах [Текст] / под ред. Г.Л. Осипова, Е.Я. Юдина. – М.: Стройиздат, 1987.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	3
1. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	4
1.1. Основные термины и определения .....	4
1.2. Распространение шума в зданиях.....	7
1.3. Изоляция воздушного шума.....	9
1.4. Изоляция ударного шума .....	12
2. НОРМАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ СНиП 23-03-2003 К ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ.....	14
3. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНДЕКСА ИЗОЛЯЦИИ ВОЗДУШНОГО ШУМА, ИНДЕКСА ПРИВЕДЕННОГО УРОВНЯ УДАРНОГО ШУМА И ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ.....	21
4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ ВНУТРЕННИХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ .....	28
5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ НОРМАТИВНУЮ ЗВУКОИЗОЛЯЦИЮ.....	54
5.1. Рекомендации общего характера .....	54
5.2. Междуэтажные перекрытия .....	54
5.3. Внутренние стены и перегородки.....	57
5.4. Стыки и узлы .....	58
5.5. Элементы ограждающих конструкций, связанные с инженерным оборудованием .....	62
ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ .....	71
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	83
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	84
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	85



Учебное издание

Гречишкин Александр Викторович  
Викторова Ольга Леонидовна  
Зворыгина Светлана Владимировна

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ  
ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ**  
Учебное пособие

Редактор В.С. Кулакова  
Верстка Т.А. Лильп

---

Подписано в печать 10.05.13. Формат 60×84/16.  
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.  
Усл.печ.л. 5,12. Уч.-изд.л. 5,5. Тираж 80 экз.  
Заказ №134.



---

Издательство ПГУАС.  
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28.