

Звукоизоляция. Типичные ошибки и заблуждения

Акустические принципы часто не совсем правильно трактуются и, как следствие, некорректно применяются на практике.

Многое из того, что следовало бы отнести к знаниям и опыту в этой области, на самом деле часто оказывается некомпетентностью. Традиционный подход большинства строителей к решению проблем звукоизоляции и коррекции акустики помещений основан на практике и опыте, которые часто ограничивают или даже уменьшают суммарный акустический эффект. Успешные акустические проекты, как правило, лишены заблуждений и псевдонаучных заключений и их содержание направлено на обеспечение того, чтобы вложенные деньги и усилия принесли пользу и предсказуемые результаты.

Ниже перечислены некоторые наиболее распространенные акустические мифы, с которыми мы постоянно сталкиваемся во время общения с нашими клиентами.

Миф № 1: Звукоизоляция и звукопоглощение это одно и то же

Факты: Звукопоглощение - снижение энергии отраженной звуковой волны при взаимодействии с преградой, например со стеной, перегородкой, полом, потолком. Осуществляется путем рассеивания энергии, ее перехода в тепло, возбуждения вибраций. Звукопоглощение оценивают по среднему показателю в диапазоне частот 250-4000 Гц и обозначают с помощью безразмерного коэффициента звукопоглощения α_w . Этот коэффициент может принимать значение от 0 до 1 (чем ближе к 1, тем соответственно выше звукопоглощение).

Звукоизоляция - снижение уровня звукового давления при прохождении волны сквозь преграду. Эффективность ограждающей конструкции оценивают индексом изоляции воздушного шума R_w (усредненным в диапазоне наиболее характерных для жилья частот - от 100 до 3000 Гц), а перекрытий - индексом приведенного ударного шума под перекрытием L_{nw} . Чем больше R_w и меньше L_{nw} , тем лучше звукоизоляция. Обе величины измеряются в дБ (децибел).

Совет: Для увеличения звукоизоляции рекомендуется совместное использование специальных звукопоглощающих материалов, увеличение массивности ограждающих конструкций и их акустическая развязка в местах примыканий. Отделка помещения только звукопоглощающими материалами приводит к незначительному увеличению звукоизоляции между помещениями.

Миф № 2: Чем больше значение индекса изоляции воздушного шума R_w , тем выше звукоизоляция ограждения

Факты: Индекс звукоизоляции воздушного шума R_w это интегральная характеристика, применяемая только для диапазона частот 100-3000 Гц и рассчитанная на оценку шумов бытового происхождения (разговорная речь, радио, телевизор). Чем больше значение R_w , тем выше изоляция для звуков **именно этого типа**.

В процессе разработки методики расчета индекса R_w не было учтено появление в современных жилых домах домашних кинотеатров и шумного инженерного оборудования (вентиляторы, кондиционеры, насосы и т.п.).

Возможна ситуация, когда легкая каркасная перегородка из ГКЛ имеет индекс R_w выше, чем у кирпичной стены аналогичной толщины. В этом случае каркасная перегородка значительно лучше изолирует звуки голоса, работающего телевизора, звонок телефона или будильника, но звук сабвуфера домашнего кинотеатра кирпичная стена снизит более эффективно.

Совет: Перед возведением перегородок в помещении проанализируйте частотные характеристики существующих или потенциальных источников шума. При выборе вариантов конструкций перегородок рекомендуем сравнивать их звукоизоляцию в треть-октавных полосах частот, а не индексы R_w . Для звукоизоляции низкочастотных источников шума (домашний кинотеатр, механическое оборудование) рекомендуется применять ограждающие конструкции из плотных массивных материалов.

Миф № 3: Шумное инженерное оборудование может быть расположено в любой части здания, потому что его всегда можно звукоизолировать специальными материалами

Факты: Правильное расположение шумного инженерного оборудования является задачей первостепенной важности при разработке архитектурно-планировочного решения здания и мероприятий по созданию акустически комфортной среды. Звукоизолирующие конструкции и виброизоляционные материалы могут иметь очень высокую стоимость. Несмотря на это, применение звукоизоляционных технологий не всегда может снизить акустическое воздействие инженерного оборудования до нормативных значений во всем звуковом диапазоне частот.

Совет: Шумное инженерное оборудование необходимо располагать в удалении от защищаемых помещений. Многие виброизоляционные материалы и технологии имеют ограничения по эффективности в зависимости от сочетания массогабаритных характеристик оборудования и строительных конструкций. Многие типы инженерного оборудования обладают ярко выраженными низкочастотными характеристиками, которые достаточно трудно изолировать.

Миф № 4: Окна с двухкамерным стеклопакетом (3 стекла) имеют более высокие звукоизоляционные характеристики по сравнению с окнами с однокамерным стеклопакетом (2 стекла)

Факты: Из-за акустической связи между стеклами и возникновения резонансных явлений в тонких воздушных промежутках (обычно они составляют 8-10 мм) двухкамерные стеклопакеты, как правило, не обеспечивают значительной звукоизоляции от транспортного и авиационного шума по сравнению с однокамерными стеклопакетами аналогичной ширины и суммарной толщиной стекол.

Совет: Для увеличения звукоизоляции окна рекомендуется применять стеклопакеты максимальной возможной ширины (не менее 36 мм), состоящие из двух массивных стекол, желательно разной толщины (например, 6 и 8 мм). Если стеклопакет двухкамерный, то рекомендуется применять и стекла разной толщины и воздушные промежутки разной ширины. Профильная система должна обеспечивать трехконтурное уплотнение створки по периметру окна. В реальных условиях качество притвора влияет на звукоизоляцию окна даже больше, чем формула стеклопакета.

Миф № 5: Применение в каркасных перегородках матов из минеральной или стекловаты достаточно для обеспечения высокой звукоизоляции между помещениями

Факты: Специальные звукопоглощающие плиты из акустической минеральной ваты обеспечивают увеличение звукоизоляции каркасных перегородок, в зависимости от их конструкции, на величину 5-8 дБ. Применение в звукоизоляционных конструкциях произвольных утеплителей приводит к гораздо меньшему эффекту или вовсе не оказывает на звукоизоляцию никакого эффекта.

Совет: Для увеличения звукоизоляции ограждающих конструкций настоятельно рекомендуется применять специальные плиты из акустической минеральной ваты из-за её высоких показателей звукопоглощения. Но акустическую минеральную вату необходимо применять в сочетании со звукоизоляционными методами, такими как устройство массивных и/или акустически развязанных ограждающих конструкций, использование специальных звукоизолирующих креплений и т.п.

Миф № 6: Звукоизоляцию между двумя помещениями можно всегда увеличить возведением перегородки с высоким значением индекса звукоизоляции

Факты: Звук распространяется из одного помещения в другое не только через разделяющую перегородку, но и по всем примыкающим строительным конструкциям и инженерным коммуникациям (перегородки, потолок, пол, окна, двери, воздуховоды, трубопроводы водоснабжения, отопления и канализации). Это явление называется косвенной передачей звука. Все строительные элементы требуют мероприятий по звукоизоляции. Например, если построить

перегородку с индексом звукоизоляции $R_w=60$ дБ, а затем смонтировать в ней дверь без порога, то суммарная звукоизоляция ограждения практически будет определяться звукоизоляцией двери и составлять не более $R_w=20-25$ дБ. То же самое произойдет, если соединить оба изолируемых помещения общим вентиляционным каналом, проложенным через звукоизоляционную перегородку.

Совет: При возведении строительных конструкций необходимо обеспечивать "баланс" между их звукоизоляционными свойствами таким образом, чтобы каждый из каналов распространения звука имел приблизительно одинаковое влияние на суммарную звукоизоляцию. Особое внимание следует уделить системе вентиляции, окнам и дверям.

Миф № 7: Каркасные 3-слойные перегородки (ГКЛ+минплита+ГКЛ+минплита+ГКЛ) имеют более высокие звукоизоляционные характеристики по сравнению с обычными, 2-слойными (ГКЛ+минплита+ГКЛ) аналогичной толщины и массы

Факты: Интуитивно кажется, что чем больше чередующихся слоев гипсокартона и минеральной ваты, тем выше звукоизоляция ограждения. На самом деле звукоизоляция каркасных или пустотелых перегородок зависит от массы (и жесткости) материала облицовки и от толщины (и звукопоглощающих свойств) воздушного промежутка между ними.

Различные конструкции перегородок на основе каркаса из деревянного бруса 50×100 мм изображены на рис.1 и расположены в порядке возрастания звукоизолирующей способности. В качестве исходной конструкции звукоизоляционной перегородки, смонтированной на двух независимых каркасах, рассмотрим поз.5.

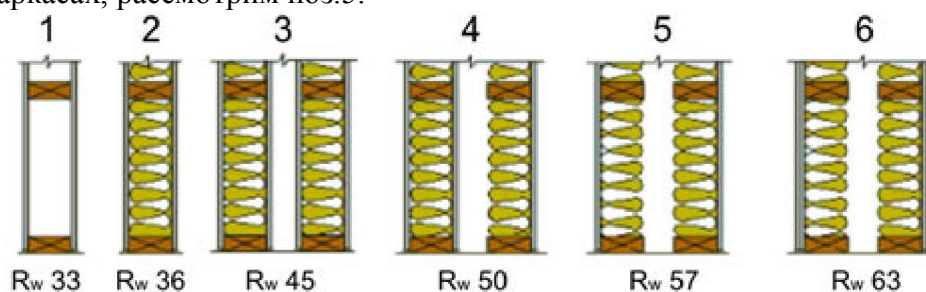


Рис.1 Звукоизоляция различных конструкций перегородок

Если внутри исходной перегородки (поз.5, рис.1) закрепить один или два дополнительных слоя гипсокартона, мы разделим существующий воздушный промежуток на несколько более тонких сегментов (поз.4, поз.3, рис.1). Несмотря на увеличение поверхностной массы перегородки, уменьшение воздушных промежутков значительно снизит звукоизоляцию на низких частотах, что приведет к общему уменьшению значения индекса изоляции воздушного шума R_w .

Если же по одному дополнительному слою ГКЛ смонтировать на каждую наружную сторону перегородки (поз.6, рис.1), то звукоизоляция перегородки значительно возрастет.

Необходимо отметить, что при устройстве перегородок №3 и №6 использовалось одинаковое количество материалов. Таким образом, применение правильного технического решения при конструировании звукоизоляционных перегородок и оптимальное сочетание звукопоглощающих и общестроительных материалов имеет гораздо большее влияние на конечный звукоизоляционный результат, чем простой выбор специальных акустических материалов.

Совет: Для увеличения звукоизоляции каркасных перегородок рекомендуется применять конструкции на независимых каркасах, двойные или даже тройные облицовки из ГКЛ, заполнять внутреннее пространство каркасов специальным звукопоглощающим материалом, применять упругие прокладки между направляющими профилями и строительными конструкциями, тщательно герметизировать стыки.

Миф № 8: Пенопласт является эффективным звукоизолирующим и звукопоглощающим материалом

Факт А: Пенопласт выпускается в листах различной толщины и объемной плотности. Разные производители по-разному называют свою продукцию, но суть от этого не меняется – это пенополистирол. Это прекрасный теплоизолирующий материал, но к звукоизоляции воздушного

шума он не имеет никакого отношения. Единственная конструкция, в которой применение пенопласта может положительно повлиять на снижение шума, это его укладка под стяжку в конструкции плавающего пола. Да и то это касается снижения только ударного шума. При этом, эффективность слоя пенопласта толщиной 40-50 мм под стяжкой не превышает эффективности большинства прокладочных звукоизоляционных материалов толщиной всего 3-5 мм. Подавляющее число строителей рекомендует для увеличения звукоизоляции наклеивать листы пенопласта на стены или потолки и затем штукатурить. На самом деле, такая «звукоизоляционная конструкция» не увеличит, а в большинстве случаев даже уменьшит (!!!) звукоизоляцию ограждения. Дело в том, что облицовка массивной стены или перекрытия слоем гипсокартона или штукатурки с использованием акустически жесткого материала, каким является пенополистирол, приводит к ухудшению звукоизоляции такой двухслойной конструкции. Это связано с резонансными явлениями в области средних частот. Например, если такую облицовку смонтировать с двух сторон тяжелой стены (рис. 3), то снижение звукоизоляции может быть катастрофическим! В данном случае получается простая колебательная система (рис.2) «масса m_1 -пружина-масса m_2 -пружина-масса m_1 », где: масса m_1 – слой штукатурки, масса m_2 – бетонная стена, пружина - слой пенопласта.

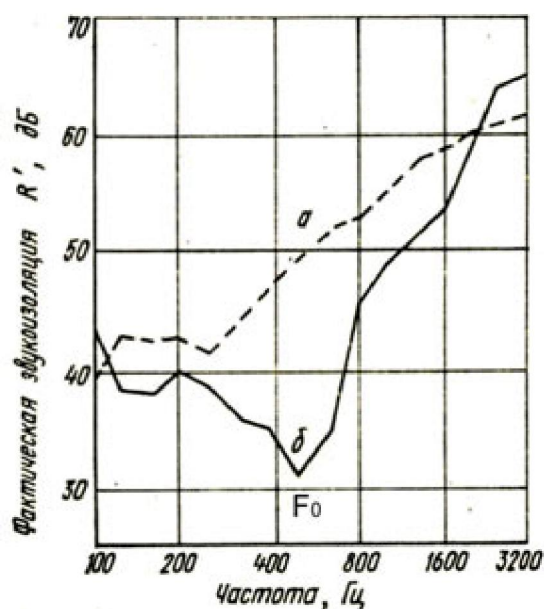
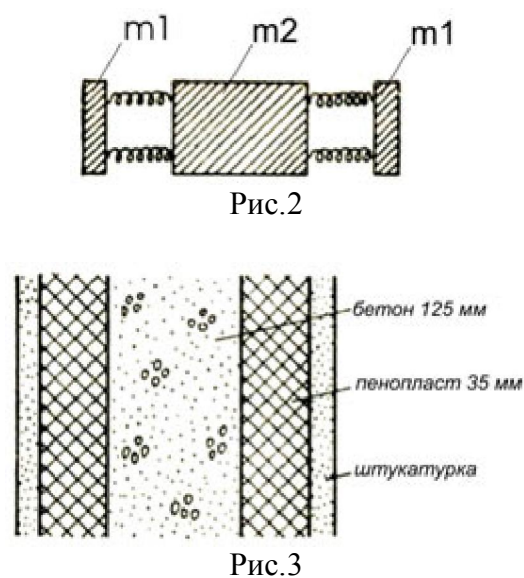


Рис. 2 ÷ 4 Ухудшение изоляции воздушного шума стеной при монтаже дополнительной облицовки (штукатурка) на упругом слое (пенопласт).

а – без дополнительной облицовки ($R'w=53$ дБ);

б – с дополнительной облицовкой ($R'w=42$ дБ).

Как и любая колебательная система, данная конструкция имеет резонансную частоту F_0 . В зависимости от толщины пенопласта и штукатурки, резонансная частота данной конструкции будет находиться в диапазоне частот 200÷500 Гц, т.е. попадет в середину речевого диапазона. Вблизи резонансной частоты и будет наблюдаться провал звукоизоляции (рис.4), который может достигать величины 10-15 дБ!

Необходимо отметить, что к такому же плачевному результату может привести применение в подобной конструкции вместо пенопласта таких материалов, как пенополиэтилен, пенополипропилен, некоторых типов жестких полиуретанов, листовой пробки, а вместо штукатурки гипсокартонных плит.

Факт Б: Для того, чтобы материал хорошо поглощал звуковую энергию необходимо, чтобы он был пористым или волокнистым, т.е. продуваемым. Пенополистирол это непродуваемый материал с закрытой ячеистой структурой (с пузырьками воздуха внутри). Слой пенопласта, смонтированного на жесткой поверхности стены или перекрытия, обладает исчезающе малым коэффициентом звукопоглощения.

Совет: При устройстве дополнительных звукоизоляционных облицовок в качестве демпфирующего слоя рекомендуется применять акустически мягкие звукопоглощающие

материалы, например, на основе тонкого базальтового волокна. Важно использовать специальные звукопоглощающие материалы, а не произвольные утеплители.

И наконец, наверное, самое главное заблуждение, разоблачение которого вытекает из всех, приведенных выше, фактов:

Миф № 9: Звукоизолировать помещение от воздушного шума можно, наклеив или закрепив на поверхности стен и потолка тонкие, но "эффективные" звукоизолирующие материалы

Факты: Основным фактором, разоблачающим этот миф, является наличие самой проблемы звукоизоляции. Если бы в природе существовали такие тонкие звукоизолирующие материалы, то проблема защиты от шума решалась бы еще на стадии проектирования зданий и сооружений и сводилась бы только к выбору внешнего вида и цены подобных материалов.

Выше говорилось о том, что для изоляции воздушного шума необходимо применение звукоизолирующих конструкций типа "масса-упругость-масса", в которых между звукоотражающими слоями располагался бы слой акустически "мягкого" материала, достаточно толстого и имеющего высокие значения коэффициента звукопоглощения. Выполнить все эти требования в пределах общей толщины конструкции 10-20 мм невозможно. Минимальная толщина звукоизоляционной конструкции, эффект от которой был бы очевидным и ощутимым, составляет примерно 40-50 мм.

Иногда "специалисты" приводят в пример технологии шумоизоляции кузовов автомобилей тонкими материалами. В этом случае работает совсем другой механизм шумоизоляции - вибродемпфирующий, эффективный только для тонких пластин (в случае с автомобилем - металлических). Вибродемпфирующий материал должен быть вязкоэластичным, обладать высокими внутренними потерями и иметь толщину больше, чем у изолируемой пластины. Ведь на самом деле, хотя автомобильная шумоизоляция имеет толщину всего 5-10 мм, это в 5-10 раз толще самого металла, из которого сделан кузов автомобиля. Если в качестве изолируемой пластины представить межквартирную стену, то становится очевидным, что "автомобильным" методом вибродемпфирования звукоизолировать массивную и толстую кирпичную стену не удастся.

Совет: Выполнение звукоизоляционных работ в любом случае требует определенных потерь полезной площади и высоты помещения. Рекомендуется еще на этапе проектирования обратиться к специалисту-акустику, чтобы свести к минимуму эти потери и выбрать самый дешевый и наиболее эффективный вариант звукоизоляции вашего помещения.

Заключение

В практике строительной акустики гораздо больше заблуждений, чем описано выше. Приведенные примеры помогут Вам избежать некоторых серьезных ошибок во время производства строительных или ремонтных работ в вашей квартире, доме, студии звукозаписи или домашнем кинотеатре. Эти примеры служат иллюстрацией того, что не стоит безоговорочно верить статьям по ремонту из гляцевых журналов или словам "опытного" строителя - "...А мы всегда так делаем...", которые не всегда основываются на научных акустических принципах.

Надежной гарантией правильного выполнения комплекса звукоизоляционных мероприятий, обеспечивающих максимальный акустический эффект могут служить грамотно составленные инженером-акустиком рекомендации со схемами технических решений конструкций и отдельных узлов.

Андрей Смирнов, 2008

Список литературы

СНиП II-12-77 «Защита от шума»/ М.: «Стройиздат», 1978.

«Пособие к МГСН 2.04-97. Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий»/– М.: ГУП «НИАЦ», 1998.

«Справочник по защите от шума и вибраций жилых и общественных зданий» / под ред. В.И.

Заборова. – Киев: изд. «Будівельник», 1989.

«Справочник проектировщика. Защита от шума» / под ред. Юдина Е.Я.– М.: «Стройиздат», 1974.

«Руководство по расчету и проектированию звукоизоляции ограждающих конструкций зданий» / НИИСФ Госстроя СССР. – М.: Стройиздат, 1983.

«Снижение шума в зданиях и жилых районах»/ под ред. Г.Л. Осипова/ М.: Стройиздат, 1987.

<http://proconstruct.ru/articles/>