1. О звукоизоляционных и звукопоглощающих материалах

Разделение акустических материалов на «звукоизоляционные» и «звукопоглощающие» достаточно условно, имеет много оговорок и исключений. Это порождает множество разночтений и ошибок, на практике приводящих к неправильным решениям в проектировании и строительстве объектов.

Дело в том, что любая строительная конструкция сточки зрения акустических свойств может характеризоваться двумя параметрами: показателями звукоизоляции и звукопоглощения. Данные свойства определяются разными физическими величинами: децибелами (дБ) для звукоизоляции и безразмерным коэффициентом звукопоглощения () для оценки звукопоглощающих качеств конструкций.

Характеристика звукоизоляции в общем случае показывает перепад между уровнями звукового давления с двух сторон оцениваемой конструкции, тогда как коэффициент звукопоглощения показывает отношение звуковой энергии, «поглотившейся» в конструкции, к общему количеству энергии, попавшему на поверхность данного материала. Из этого следует, что «звукоизоляция» оценивает способность ограждающей поверхности препятствовать проникновению шума из помещения, либо наоборот, извне. И чем больше значение звукоизоляции, тем тише будет с другой стороны преграды.

При этом “зона ответственности” коэффициента поглощения находится внутри того же помещения, где звук был излучен. Диапазон значений коэффициента находится в интервале от 0 до 1. Значение  = 0,95 показывает, что 95% звуковой энергии на данной частоте необратимо перешло в тепло, и только 5% отраженного звука от данной поверхности отразилось от поверхности назад в помещение.

Материалы и конструкции с выраженными высокими значениями одного из вышеуказанных параметров (дБ или а), как правило, заносят в соответствующий подкласс акустических материалов. В качестве примера можно упомянуть стекло- или минераловолокнистые плиты. При толщине более 30 мм они обладают высокими значениями коэффициента звукопоглощение  в широкой полосе частот. При этом их собственная звукоизоляция достаточно скромна. Поэтому они на протяжении длительного времени являются «лицом» подкласса звукопоглощающих материалов.

Так как коэффициент звукопоглощения в значительной степени зависит от физических свойств лицевой поверхности материала, звукопоглощающие материалы также подразделяются на «неотделочные» и «отделочные». Отделочные, помимо высоких акустических свойств, имеют лицевое покрытие, выполняющее декоративные функции и участвующее в дизайне интерьера помещения. С точки зрения классификации роль такого материала определена более строго — он, как изначально более дорогой и уже функционально определенный, никогда не применятся в качестве элемента звукоизоляционных конструкций. Задача материалов такого рода одна — поглощать в помещении отраженный звук.

1. Акустический комфорт в помещении

звукопоглощающий плита материал

Даже если полностью изолировать помещение от проникающего шума извне, это не является гарантией акустического комфорта внутри. Само понятие «акустического комфорта» в зависимости от типа и назначения помещения содержит в себе наборы разных, иногда противоположных друг другу условий. Например, акустический комфорт в помещении вестибюля общественного помещения или торгового комплекса предполагает достаточно сильную «заглушенность», для того чтобы большое количество находящихся там людей не мешали друг другу разговорами и не утомлялись от постоянного шума. При этом в зрительном зале театра зрителю, сидящему перед балконом в конце партера, хочется быть «вовлеченным» в процесс, происходящий на сцене, что при сильном «заглушении» зала и отсутствии полезных отражений становится невозможным. При этом слишком гулкий зал спортивного сооружения непригоден для проведения в нем концертных мероприятий, потому что отраженный звук перекрывает и размазывает прямой звук, идущий со сцены.

Наконец, для хорошего звучания многоканального звука Dolby стены помещения кинотеатра должны возвращать минимум отраженного звука, тогда как в комнатах прослушивания или тон-залов студий, поверхности помещений кропотливо «настраиваются» подобно музыкальным инструментам и как хорошее вино должны сочетать в себе тонкий баланс вкуса — отраженного и поглощенного звука.

При выполнении акустического проектирования, как правило, решается одна из двух типовых задач. Либо требуется рассчитать оптимальное количество звукопоглощающего материала, применение которого на доступных поверхностях помещения позволит максимально снизить гулкость в пропорции: эффект/затраты. К числу таких объектов принадлежат торгово-развлекательные комплексы, спортсооружения, общественные помещения и т.п. Либо же речь идет о подробном перечне материалов и конструкций с указанием точных мест их размещения, позволяющих решать задачи сбалансированной акустики объекта. В данном списке концертные и театральные залы, клубы, кинотеатры, студии и Hi-End комнаты.

1. **Классификация звукопоглощающих материалов**

Звукопоглощающими называют материалы, применяемые для внутренней отделки помещений с целью улучшения акустических свойств последних. Основной целью применения звукопоглощающих материалов является снижение слышимых шумов в промышленных и общественных зданиях.

Звукопоглощающие материалы способны обеспечивать требуемую продолжительность реверберации в помещениях различного назначения, причем коэффициент звукопоглощения, измеренный в диффузном поле (в реверберационной камере при непосредственном размещении материала или изделия на жестком основании) в частотных полосах 125…500, 500…2000 и 2000…8000 соответственно не ниже 0,2; 0,4 и 0,6. Под реверберацией понимают наличие постепенно затухающего в закрытом помещении звука вследствие повторных отражений после прекращения звучания. Время реверберации в зависимости от вида помещений и частот составляет 0,2…2 с.

Звукопоглощающие материалы применяют для равномерного распределения уровней полезного сигнала по площади в данном помещении, а также для предотвращения распространения звука вдоль длинных помещений.

**По характеру поглощения** звука звукопоглощающие материалы делят: на пористые с твердым скелетом, в которых звук поглощается в результате вязкого трения в порах, при этом звуковая энергия переходит в тепло (пеностекло, газобетон и другие пористые материалы с твердым скелетом); пористые с гибким скелетом, в которых кроме резкого трения в порах возникают релаксационные потери, связанные с деформацией нежесткого скелета (минеральная, скелетная, базальтовая и хлопковая ваты; древесноволокнистые плиты и другие, аналогичные по характеру, материалы);панельные материалы и конструкции, звукопоглощение которых обусловлено активным сопротивлением системы, совершающей вынужденные колебания под действием падающей звуковой волны (тонкие панели из фанеры, жесткие древесноволокнистые плиты, звуконепроницаемые ткани и т. п.). Звукопоглощение пористых материалов можно увеличить также посредством устройства воздушного слоя между ограждающей конструкцией и ими.

**По структуре** различают звукопоглощающие материалы: пористо-зернистые, пористо-волокнистые и пористо-губчатые, а **по степени твердости скелета** их делят намягкие, полужесткие, жесткие и твердые. В зависимости от вида звукопоглощающие материалы бывают в виде плит, рулонов и сыпучих материалов; их используют также в виде штукатурки, имеющей гладкопористую структуру, перфорированную и бороздчатую.

Один из главных критериев, оценивающих акустическое качество помещения, – это время реверберации (RT60). При большом его значении искажается восприятие музыки, уменьшается разборчивость речи, при очень малом – появляется эффект «безжизненности» помещения, «сухости» воспроизводимых произведений. Обеспечить оптимальное время реверберации (или регулировать его) в большинстве случаев позволяют современные акустические материалы и конструкции, с помощью которых создается дополнительное поглощение звука в помещении.

Для обеспечения необходимого звукопоглощения наибольшее внимание уделяется потолочному пространству. Поэтому уже довольно давно выпускаются «акустические» потолки, поглощающие звук. В больших помещениях, где для улучшения акустики не хватает одного только потолочного пространства, рекомендуется также использовать звукопоглощающие стеновые панели.

К техническим характеристикам потолочных и стеновых звукопоглотителей относятся: акустические и гигиенические показатели, влагостойкость, пожарно-технические характеристики, ударопрочность, светотехнические показатели и долговечность(ГОСТ 23499-79 “Материалы и изделия строительные звукопоглощающие и звукоизоляционные.Классификация и общие технические требования”).

В настоящее время существуют материалы, которые пригодны для решения не только одной задачи, но и целого комплекса требований, скажем для обеспечения необходимой акустики в помещениях с повышенной влажностью, например в бассейне. При этом, естественно, данные системы обязаны решать еще и художественные задачи по формированию интерьера.

Выбор акустического материала потолка или стен зависит от разных параметров: назначения помещения, его объема, цены материала, интерьерных особенностей и др., а также от того, какую именно область частотного диапазона нужно корректировать.

С точки зрения поглощения акустические материалы можно разделить следующим образом:

— средне-высокочастотные поглотители;

— низкочастотные поглотители;

— широкоплосные поглотители.

*К средне-высокочастотным поглотителям относятся*:

— пористые материалы в виде плит, изготовленных из легких пористых материалов;

— волокнистые материалы, выполненные также в виде плит, изготовленных из минеральной или стекловаты, синтетических либо древесных волокон. Лицевая поверхность данных материалов может быть обработана специальными красками (пористыми), пропускающими воздух, покрыта акустически прозрачными тканями или неткаными материалами, а также в случае отсутствия окрасочного или тканевого слоя может иметь наружную защиту из перфорированного материала (металла, дерева и др.)

Коэффициент поглощения данных материалов находится в пределах 0,4 – 1,0 в диапазоне средних/высоких частот (500 Гц – 4 кГц).

*Низкочастотные поглотители:*

— перфорированные материалы в виде тонких панелей с различной степенью перфорации, которые могут быть изготовлены из гипсовых плит, МДФ, дерева и др.;

— резонансные конструкции из пористых/волокнистых материалов перфорированных/тканевых экранов и воздушного зазора.

Коэффициент поглощения данных материалов находится в пределах 0,3 – 1,0 в диапазоне низких частот (63 – 500 Гц).

*Поглотители в широком диапазоне частот:*

— многослойные резонансные конструкции, состоящие из нескольких параллельных экранов с разной степенью перфорации и воздушным зазором разной толщины;

— перфорированные конструкции из перфорированных материалов и пористых поглотителей. В данном случае частотную характеристику поглощения можно регулировать подбором пористого материала и изменением воздушного зазора.

1. **Выбор звукопоглощающего материала**

Инструментами, позволяющими эффективно регулировать акустику помещения, являются декоративно-отделочные звукопоглощающие материалы и конструкции. При этом звукоизоляционные материалы должны выполнять две главные функции - предотвращать колебания звуковой волной преграды (например, межкомнатной перегородки), а также, по возможности, поглощать и рассеивать звуковую волну. На сегодняшний день на российском рынке представлен широкий спектр таких изделий.Такие материалы бывают как натурального происхождения (изделия на основе каменной ваты, каолиновая вата, вспученный перлит, целлюлозная вата, маты из льняной пакли, пробковый лист), так и синтетического (пенополиэстр, пенополиуретан, пенополистирол и пр.).

В принципе, все перечисленные материалы рекомендованы для использования в качестве звукоизоляции офисных помещений. Но хотелось бы остановиться на некоторых нюансах.Еще совсем недавно пробковое покрытие очень широко применялось в качестве звукоизолятора. Однако, по мнению специалистов, фактически пробка эффективна только против так называемого "ударного шума" (возникающего в результате механического воздействия на элементы строительных конструкций), и не обладает универсальными звукоизоляционными характеристиками.То же касается и различных синтетических вспененных материалов. Они довольно привлекательны с точки зрения простоты использования, но в большинстве своем не отвечают современным требованиям к звукоизоляции общественных зданий, а кроме того, зачастую не соответствуют требованиям пожарной безопасности. Поэтому в настоящее время на первый план выходят универсальные звукоизоляционные материалы на основе природного сырья, например, изделия **на основе каменной ваты.** Их отличные звукоизоляционные свойства определяет специфическая структура - хаотично направленные тончайшие волокна при трении друг о друга превращают энергию звуковых колебаний в тепловую. Применение таких утеплителей значительно снижает риск возникновения вертикальных звуковых волн между поверхностями стены, сокращая время реверберации, и, тем самым, снижая звуковой уровень в соседних помещениях.

1. **Отличительные свойства каменной ваты ROCKWOOL**

***Высокая теплоизолирующая способность*.** Применение материалов из каменной ваты Роквул (ROCKWOOL) позволяет создать комфортные условия внутри помещения – хорошо сохранять тепло зимой и прохладу летом. Теплоизоляционные материалы нужно сравнивать по расчетным коэффициентам, т. к. теплопроводность в сухом состоянии у разных материалов может быть одинакова. Расчетные коэффициенты теплоизоляции ROCKWOOL - одни из лучших в своем классе (0,039-0,045 Вт/м К). Т.е. изделия из каменной ваты ROCKWOOL обладают высокими теплоизоляционными свойствами. При повышенных температурах технические характеристики изделий из каменной ваты остаются очень высокими. Благодаря этому изделия из каменной ваты производства компании ROCKWOOL могут препятствовать не только распространению огня и высоких температур, но и защищать конструкции из горючих материалов.

***Негорючесть*** Каменные волокна материала способны выдерживать, не плавясь, температуру свыше 1000 °С. В то время как связующий компонент испаряется при температуре 250 °С, волокна остаются неповрежденными, связанными между собой, сохраняя свою прочность и обеспечивая защиту от огня. Изделия ROCKWOOL являются негорючим материалом (класс пожарной опасности КМ0). Это их свойство позволяет при пожарах препятствовать распространению пламени, а также на определенное время задерживать процесс разрушения несущих конструкций зданий. Обладая абсолютной пожарной безопасностью, изоляционные материалы ROCKWOOL применяются в конструкциях зданий любых типов и назначений: и в одноэтажных коттеджах, и в высотных строениях, в том числе в детских дошкольных и учебных учреждениях, к которым предъявляются повешенные требования пожарной безопасности.

***Устойчивость к деформациям***. Это, прежде всего, отсутствие усадки на протяжении всего срока эксплуатации материала. Сопротивляемость механическим воздействиям – это так же очень важная характеристика теплоизоляции. Если материал не способен сохранять необходимую толщину при механических воздействиях, его изоляционные свойства теряются. Часть волокон нашего материала расположена вертикально, в результате чего общая структура не имеет определенного направления, что обеспечивает высокую жесткость теплоизоляционного материала.

***Звукоизоляция.*** Благодаря своему строению – открытой пористой структуре – каменная вата обладает отличными акустическими свойствами: улучшает воздушную звукоизоляцию помещения, звукопоглощающие свойства конструкции, сокращает время реверберации, и, тем самым, снижает звуковой уровень шума в соседних помещениях.

***Водоотталкивание и паропроницаемость.*** Каменная вата ROCKWOOL обладает превосходными водоотталкивающими свойствами, что вместе с отличной паропроницаемостью позволяет легко и эффективно выводить пары из помещений и конструкций на улицу. Эти свойства позволяют создать благоприятный внутренний климат помещений, а так же всей конструкции в целом и теплоизоляции в частности работать в сухом состоянии. Ведь, как известно, влага хорошо проводит тепло. Попадая в теплоизоляционный материал, она заполняет воздушные поры. При этом теплозащитные свойства влажного материала заметно ухудшаются. А влага, попавшая на поверхность материала ROCKWOOL, не проникает в его толщу, благодаря чему он остается сухим, сохраняет свои высокие теплозащитные свойства.

***Экологичность.*** Теплоизоляция – один из немногих промышленных продуктов, позитивно влияющих на окружающую среду. Она значительно снижает потребление энергии, необходимой для промышленного процесса и содержания здания в теплом или холодном состоянии. За время эксплуатации теплоизоляция ROCKWOOL экономит энергии в 100 раз больше, чем затрачено на ее производство, переработку и транспортировку.

1. **Звукопоглащающие плиты ROCKWOOL АКУСТИК БАТТС**

Специально для обеспечения акустическогокомфорта в собственном доме, в общественных местах, на рабочем месте компания ROCKWOOL разработала новый продукт - звукопоглощающие плиты из каменной ваты АКУСТИК БАТТС.

В виде плит различной толщины они применяются для звукоизоляции помещений всех типов. Среди них есть универсальные материалы для повышения звукоизоляции стен, пола и потолков. Например, ROCKWOOL АКУСТИК БАТТС плотностью 40 кг/м3; конструкции с использованием которого обеспечивают индекс звукоизоляции до 60 дБ. Размещённые между стоечными профилями каркаса гипсокартонных стен плиты заметно повышают индекс звукоизоляции межкомнатных перегородок в офисе или квартире. Они также применяются при создании пола на железобетонном или балочном перекрытии. Для звукоизоляции потолка материал может быть смонтирован непосредственно на перекрытие под поверхностью подвесных или натяжных потолков.

При создании АКУСТИК БАТТС учитывались российские строительные нормы, отечественные и зарубежные научные разработки в области борьбы с шумом, а также международный опыт компании-производителя ROCKWOOL.

**Область применения звукопоглощаюших плит АКУСТИК БАТТС**

* каркасно-обшивные перегородки
* облицовки
* межэтажные перекрытия
* акустические потолки.

Каркасно-обшивные перегородки.

Плиты АКУСТИК БАТТС устанавливаются между стоечными профилями каркаса.Материал АКУСТИК БАТТС отвечает всем требованиям к звукопоглощающим материалами, применение АКУСТИК БАТТС в конструкциях каркасно-обшивных перегородок позволяет значительно улучшить их звукоизоляционные характеристики.

1. Гипсокартонный лист

2. Профиль направляющий

3. Профиль стоечный

4. Шуруп самонарезающий

5. Шпаклевка

6. Лента армирующая

7. Дюбель

8. Лента уплотнительная

9. Грунтовка

10. Акустик Баттс

Облицовки из гипсокартонных листов на металлическом каркасе.

Плиты АКУСТИК БАТТС устанавливаются между стеной и гипсокартонным листом.

1. Гипсокартонный лист

2. Профиль потолочный

3. Профиль направляющий

4. Подвес прямой

5. Лента уплотнительная

6. Дюбель

7. Шуруп самонарезающий

8. Шуруп самонарезающий

9. Акустик Баттс

Дополнительная изоляция от воздушного шума межэтажных перекрытий по железобетонной плите.

**Плиты АКУСТИК БАТТС укладываются**

**между лагами на плиту перекрытия**

1. Чистый пол

2. Лаги

3. Акустик Баттс

4. Плита перекрытия

Изоляция от воздушного шума балочного межэтажного перекрытия.

**Плиты АКУСТИК БАТТС укладываются между**

**балками перекрытия**

1. Покрытие пола из досок или паркетных щитов

2. Деревянные балки

3. Акустик Баттс

4. Гипсокартонный лист

Подвесные, акустические потолки.

Плиты АКУСТИК БАТТС монтируются в пространстве между подвесным потолком и плитой перекрытия. Плиты закладываются за подвесной потолок, либо монтируются к плитам перекрытия с помощью крепежных дюбелей.

1. гипсокартонный лист

2. профиль потолочный

3. подвес

4. Акустик Баттс

Основные технические характеристики звукопоглощающих плит из каменной ваты АКУСТИК БАТТС:

Плотность 40 кг/м3

Размер плит 1000х600

Толщина от 50 то 200 мм

Сжимаемость – не более 12%

Водопоглощение – не более 1,5 % по объему(в соответствии с BS 2972-75)

Группа горючести – НГ в соответствии с ГОСТ 30244-94.

- Теплопроводность в сухом состоянии, λ Вт/(м·К), не более (ГОСТ 7076)

λ25=0,0347

Расчётные значения (протокол НИИСФ №51)

λа=0,042

λб=0,045

λ10=0,0326

Частотные характеристики реверберационных коэффициентов звукопоглощенияплит АКУСТИК БАТТСтм

**Значения среднеарифметического коэффициента звукопоглощения, присвоенный класс звукопоглощающего материала (НСВ) плит Акустик Баттс**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ШиринаАкустик Баттс | Среднеарифметическийкоэффицентзвукопоглощения | Присвоенный класс |
| 50 | 0,230,960,87 | HCB | 311 |
| 100 | 0,400,970,94 | HCB | 211 |
| 150 | 0,630,970,98 | HCB | 211 |
| 200 | 0,750,990,99 | HCB | 211 |

**Частотные характеристики нормальных коэффициентов звукопоглощения α(f) плит Акустик Баттс толщиной, мм**

|  |  |
| --- | --- |
| Среднегеометрические частотыоктавных полос, Гц | Нормальные коэффициентызвукопоглощения α(f)плит Акустик Баттс, толщина |
| 50мм  | 75мм | 100мм |
| 125  | 0,10  | 0,17  | 0,26 |
|  250  | 0,29  | 0,60  | 0,73 |
|  500  | 0,66  | 0,91  | 0,88 |
|  1000  | 0,95  | 0,93  | 0,90 |
|  2000  | 0,97  | 0,94  | 0,93 |
|  4000  | 0,95  | 0,95  | 0,96 |

**Частотные характеристики реверберационных коэффициентов звукопоглощенияα(f) плит Акустик Баттс толщиной, мм**

|  |  |
| --- | --- |
| Среднегеометрические частотыоктавных полос, Гц | Реверберационныекоэффициентызвукопоглощения α(f)плит Акустик Баттс, толщина |
| 50мм | 75мм | 100мм |
| 125  | 0,16 | 0,38 | 0,60 |
|  250  | 0,41 | 0,62 | 0,88 |
|  500  | 0,96 | 0,94 | 0,97 |
|  1000  | 0,95 | 1 | 0,97 |
|  2000  | 0,89 | 0,99 | 1 |
|  4000  | 0,84 | 0,88 | 0,96 |

**Динамические характеристики плит Акустик Баттс**

|  |  |
| --- | --- |
| Толщинаобразца,мм | Динамический модуль упругости Ед, МПа,и коэффициент относительногосжатия eд при нагрузках в Н/м2 |
| 2000 | 3000 |
| Ед | eд | Ед | eд |
| 46,88 | 0,30 | 0,27 | 0,83 | 0,44 |
| 24,8 | 0,23 | 0,27 | 0,56 | 0,44 |

**Список используемых источников**

1. http://www.rockwool.ru
2. http://www.programmers.uamir.ru/1999-современные-акустические-материалы/
3. <http://www.kvaleton.ru/Heradesign_index.html> посмотреть
4. http://www.acoustic.ru/ref\_book/articles/room/ посмотрела
5. <http://www.simk-a.ru/ctl/a12.php> посмотрела
6. http://zizol.ru/Akusticheskie-materiali-i-izdeliya/Akusticheskie-pliti/
7. <http://stroit-materialy.ru/stroitelnye-materialy/teploizolyacionnye-i-akusticheskie-materialy-i-izdeliya/zvukopogloshhayushhie-materialy-i-izdeliya.html>
8. http://www.zya.ru/article/article\_2495\_2.asp
9. <http://www.g-g.ru/product/index.php?id=249>
10. http://porolon555.ru/content/akustika-studii