

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

А.А. Суслов, А.М. Усачев

ТЕХНОЛОГИЯ АКУСТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

Лабораторный практикум

*Рекомендовано редакционно-издательским советом
Воронежского государственного архитектурно-строительного университета
в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по направлению
270100 «Строительство» и по специальности
270106 «Производство строительных материалов, изделий и конструкций»*

Воронеж 2011

УДК 691:699.86 (07)
ББК 38.3
Т384

Технология акустических материалов и изделий : лаб.
Т384 практикум / А.А. Суслов, А.М. Усачев; Воронеж. гос. арх.-
строит. ун-т. – Воронеж, 2010. – 64 с.

ISBN 978-5-89040-330-8

Лабораторный практикум содержит общие теоретические сведения, порядок выполнения лабораторных работ по изучению основных видов, структуры и свойств современных звукопоглощающих и звукоизоляционных материалов.

Предназначен для студентов, обучающихся по направлению 270100 «Строительство», а также по специальности 270106 «Производство строительных материалов, изделий и конструкций».

Ил. 6. Табл. 11. Библиогр.: 6 назв.

УДК 691:699.86 (07)
ББК 38.3

Рецензенты: кафедра строительных материалов Липецкого государственного технического университета;
Е.Л. Коломыцев, директор научно-производственного предприятия ООО «Классик»

ISBN 978-5-89040-330-8 © Суслов А.А., Усачев А.М., 2011
© Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, 2011

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий лабораторный практикум подготовлен в соответствии с учебным планом специальности 270106 «Производство строительных материалов, изделий и конструкций» и государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению 270100 «Строительство» подготовки дипломированного специалиста.

Лабораторный практикум предусматривает выполнение лабораторных работ по разделу «Технология акустических материалов и изделий» общего курса «Технология изоляционных строительных материалов и изделий».

Лабораторные работы, представленные в учебном пособии, охватывают основные разделы дисциплины, начиная с изучения структуры и заканчивая определением основных свойств звукопоглощающих и звукоизоляционных материалов.

Главной особенностью строения акустических материалов является наличие открытой сообщающейся пористости, которая необходима для обеспечения прохождения звуковых волн в глубь материала. Поглощение звуковой энергии в материалах с жестким скелетом (пеностекло, ячеистый бетон, фибролит, акустические штукатурки и др.) происходит благодаря вязкому трению при движении воздуха в порах, в результате чего часть звуковой энергии превращается в тепловую. Пористые материалы с гибким скелетом (минераловатные, стекловолокнистые, древесноволокнистые и др.) поглощают звуковую энергию благодаря вязкому трению воздуха в порах и деформациям гибкого скелета.

Каждая лабораторная работа, представленная в данном пособии, включает: цель работы, описание используемого оборудования, приборов, инструментов и сырьевых материалов, общие теоретические сведения, порядок выполнения работы. В конце каждой работы приведены аттестационные вопросы для оценки остаточных знаний студентов и последующей защиты результатов работы.

В конце лабораторного практикума приведены приложения. В них собрана информация по современным акустическим материалам на основе неорганического и органического сырья. Эта информация, безусловно, будет полезным справочным материалом для студентов, а также для специалистов, занятых в строительной отрасли.

Подготовка к выполнению лабораторных работ предусматривает самостоятельное изучение студентами отдельных теоретических вопросов по рекомендованным литературным источникам, конспектам лекций, справочной и нормативной литературе.

Авторы выражают глубокую благодарность за ценные советы и замечания при рецензировании настоящей работы: кафедре строительных материалов Липецкого государственного технического университета и директору научно-производственного предприятия ООО «Классик» Е.Л. Коломыцеву.

АКУСТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

Шум – звуки, вызванные случайными причинами, не несущие полезной информации и мешающие тому или иному жизненному процессу. Шум в помещениях относится к категории санитарно-гигиенических вредностей, так как раздражает нервную систему человека и понижает его работоспособность.

Различают шумы *воздушные* и *ударные*. *Воздушный шум* возникает в воздушной среде, воздействует на ограждающие конструкции, приводит их в колебательное движение и тем самым передает звук в соседние помещения с частичным отражением и поглощением. *Ударный шум* возникает и распространяется в ограждающих конструкциях при ударных, вибрационных и других воздействиях непосредственно на конструкцию.

Акустические материалы – материалы, способные поглощать звуковую энергию, а также снижать уровень силы и громкости проходящих через них звуков, возникающих как в воздухе, так и в ограждении.

Эффективными акустическими материалами являются изделия, изготовленные из пористых материалов или многослойные конструкции с воздушными прослойками. Так как воздух способен гасить звуковые колебания и прерывать перемещение звука, акустические материалы стремятся изготавливать высокопористыми (пористость 40...90 %), как и теплоизоляционные. Однако в отличие от теплоизоляционных материалов, имеющих замкнутые воздушные поры, акустические материалы должны иметь сквозные поры.

Акустические материалы подразделяются на:

а) звукопоглощающие, предназначенные для применения в конструкциях звукопоглощающих облицовок внутренних помещений и для отдельных звукопоглотителей для снижения звукового давления в помещениях производственных и общественных зданий;

б) звукоизоляционные, применяющиеся в качестве прокладок в многослойных ограждающих конструкциях для улучшения изоляции ограждений от ударного и воздушного звуков.

Звукопоглощающие материалы классифицируются по следующим основным признакам: эффективности, форме, жесткости (величине относительного сжатия), структуре и возгораемости.

По эффективности звукопоглощающие материалы и изделия делятся на три класса: первый класс – коэффициент звукопоглощения α выше 0,8; второй класс $\alpha = 0,4 \dots 0,8$; третий класс – $\alpha = 0,2 \dots 0,4$.

По форме звукопоглощающие материалы и изделия подразделяют на штучные (блоки, плиты); рулонные (маты, полосы, холсты); рыхлые и сыпучие (вата минеральная и стеклянная, керамзит, вспученный перлит и др.).

По жесткости эти материалы и изделия подразделяют на мягкие, полужесткие, жесткие и твердые.

По структурным признакам звукопоглощающие материалы и изделия подразделяют на пористо-волокнистые, пористо-ячеистые и пористо-губчатые.

По возгораемости, как и все строительные материалы, звукопоглощающие материалы и изделия подразделяют на три группы: негорючие, трудногорючие и горючие.

Звукоизоляционные материалы подразделяют на штучные (ленточные, полосовые и штучные прокладки, маты, плиты) и сыпучие (керамзит, доменный шлак, песок).

По структуре звукоизоляционные материалы и изделия подразделяют на пористо-волокнистые (с динамическим модулем упругости E_d не более 0,5 МПа), пористо-губчатые ($E_d = 1,0 \dots 5,0$ МПа) и пористо-зернистые (E_d менее 15 МПа).

Звукопоглощающие материалы характеризуются высокопористой структурой. При этом эффективность звукопоглощения при прочих равных условиях зависит от параметров этой структуры, которые должны направленно регулироваться в зависимости от преобладающей частоты звуковых волн в данном помещении.

Сущность физического явления, происходящего при гашении звука пористым телом, заключается в следующем. Звуковые волны, падая на поверхность такого материала и проникая далее в его поры, возбуждают колебания воздуха, находящегося в узких порах. При этом значительная часть звуковой энергии расходуется. Высокая степень сжатия воздуха и его трение о стенки пор вызывают разогрев. За счет этого кинетическая энергия звуковых колебаний преобразуется в тепловую энергию, которая рассеивается в среде.

Гашению звука способствует деформирование гибкого скелета звукопоглощающего материала, на что также тратится звуковая энергия; особенно этот вклад заметен в пористо-волокнистых материалах с открытой сообщающейся пористостью при ее общем объеме не менее 75 %.

Звукоизолирующие качества ограждений основаны на применении специальных конструкций, как правило, многослойных, оказывающих повышенное сопротивление прохождению звуковых волн как ударного характера, так и распространяющихся в воздушной среде.

Придание звукоизолирующих свойств ограждению основывается на трех основных физических явлениях: отражении воздушных звуковых волн от поверхности ограждения, поглощении звуковых волн материалом ограждения, гашении ударного или воздушного шума за счет деформации элементов конструкции и материалов, из которых она изготовлена.

Способность отражать звуковые волны важна для наружных ограждений зданий. В этом случае для повышения отражения воздушных звуковых волн стремятся применять массивные конструкции с гладкой наружной поверхностью.

Отражающая способность преграды характеризуется коэффициентом отражения β , который определяется по формуле

$$\beta = \frac{E_{отр}}{E_{над}} \leq 1, \quad (1)$$

где $E_{над}$ и $E_{отр}$ – соответственно падающая и отраженная звуковая энергия.

Для внутренних помещений, как правило, высокая отражающая способность ограждения (перегородок) недостаточна, так как отраженные звуковые волны будут усиливать шум в наиболее шумном помещении. В данном случае применяют многослойные конструкции, в состав которых входят элементы из звукоизоляционных материалов, эффективность которых оценивается динамическим модулем упругости. В качестве звукоизоляционных прокладок применяют пористо-волокнистые материалы из минеральной и стеклянной ваты, древесных волокон (древесноволокнистые плиты), засыпки из пористых зерен (керамзита, шлака и др.).

Снижению уровня ударных и звуковых шумов способствует малый динамический модуль упругости звукоизоляционных материалов и наличие воздуха в порах. В данном случае снижение интенсивности звука происходит за счет деформации элементов структуры звукоизоляционных материалов и частично за счет звукопоглощения.

Качество звукоизоляционных ограждений оценивают их звукопроводностью τ :

$$\tau = \frac{E_{прош}}{E_{над}} \leq 1, \quad (2)$$

где $E_{прош}$ – прошедшая за преграду звуковая энергия.

Кроме своего основного назначения, звукопоглощающие и звукоизоляционные материалы должны обладать стабильными физико-механическими свойствами в течение всего периода эксплуатации, био- и влагостойкостью, не выделять вредных веществ.

Звукопоглощающие изделия, как правило, должны обладать высокими декоративными свойствами, так как их одновременно используют и для отделки внутренних поверхностей ограждающих конструкций зданий.

По механизму звукопоглощения все звукопоглощающие материалы делят на *пористые* и *резонансные* поглотители. Механизм звукопоглощения у этих разновидностей различен. В пористых поглотителях звук гасится за счет вязкого трения воздуха о стенки пор и превращения части звуковой энергии вследствие этого в теплоту; потери звуковой энергии происходят также благодаря деформации скелета материала и его активного сопротивления вынужденным колебаниям, возникающим под давлением звуковых волн. Поэтому пористые поглотители с жестким скелетом (фибrolит, пеностекло, ячеистые бетоны, акустические штукатурки и др.), которые гасят звук только за счет вязкого трения воздуха о стенки пор, менее эффективны, чем пористые поглотители с гибким

скелетом (минераловатные, стекловолокнистые изделия, древесноволокнистые материалы и др.).

Звуковая энергия, падающая на плотный материал, поглощается тем меньше, чем выше средняя плотность материала. Это происходит из-за отражения звуковой энергии от поверхности материала. Отражение звуковых волн уменьшается, когда сопротивление материала падающей звуковой волне приближается к удельному сопротивлению воздуха, то есть когда увеличивается содержание воздуха в материале (его пористость). Однако при значительном увеличении размеров воздушных каналов и полостей в материале действие вязкого трения слабеет и звукопоглощение уменьшается. Из этого следует, что для достижения высокого звукопоглощения размер пор в материале должен быть небольшим, а общая пористость – как можно больше.

Поглощение звуковой энергии зависит не только от свойств материала, но и от способа его размещения. Учитывая то, что потери звуковой энергии тем больше, чем выше колебательная скорость частиц воздуха в порах материала, звукопоглощающий материал выгодно размещать в пучности скорости, то есть на расстоянии $1/4$ длины звуковой волны от стены (эффективная скорость на поверхности стены равна нулю). Поэтому размещение материала «на отnose» от стены является эффективным способом повышения звукопоглощающих свойств конструкции. Пористые звукопоглощающие материалы имеют высокий коэффициент звукопоглощения, достигающий 0,8...0,95 в области высоких частот.

Резонансные поглощающие конструкции используются для звукопоглощения в области низких частот. Они базируются на явлении резонанса массы воздуха, находящегося в горле резонатора, приводимого в колебательное движение внешним звуковым давлением. Единичный воздушный резонатор представляет собой замкнутую полость, сообщающуюся через узкий канал (горловину) с помещением, в котором предполагается погасить шум. Если частота звуковых колебаний достаточно близка к собственной частоте резонатора, то амплитуда и скорость колебаний в горле резонатора резко увеличиваются. В результате этого возрастают потери звуковой энергии при превращении ее в кинетическую и, следовательно, повышается поглощение звука этих частот.

Конструктивно резонансные системы выполняют из перфорированных облицовок с подклейкой к ним пористой ткани или заполнением воздушного объема (за облицовкой) пористым материалом. Перфорированный экран придает пористому материалу лучшие звукопоглощающие свойства на низких частотах и вызывает спад звукопоглощения в области высоких частот. Конструкции с перфорированным покрытием позволяют менять частотную характеристику коэффициента звукопоглощения путем соответствующего подбора параметров: толщины листа, материала поглотителя, диаметра и шага перфорации.

В качестве звукопоглощающих материалов и изделий применяют:

а) в конструкциях без защитной оболочки – минераловатные плиты на синтетическом связующем с фактурным слоем; минераловатные плиты из гранулированной ваты на крахмальном связующем и поризованном гипсовом свя-

зующем с окраской лицевой поверхности; древесноволокнистые плиты одно- и двухслойные с несквозной и сквозной регулярной перфорацией круглой и щелевой формы; пеногипсовые плиты, гипсовые плиты из формовочного гипса, армированные стекловолокном со сквозной перфорацией; плиты из ячеистого бетона с неглубокой перфорацией лицевого слоя по различным рисункам, окрашиваемые в процессе производства в различные цвета;

б) в конструкциях с защитными оболочками и экранами: минераловатные полужесткие плиты на синтетическом связующем из волокон с диаметром 5...8 мкм; минераловатные маты прошивные по металлической сетке; маты из штапельного стеклянного волокна; маты из супертонких стеклянных волокон диаметром не более 3 мкм без связующих; многослойные холсты и маты из перепутанных супертонких базальтовых волокон диаметром не более 2 мкм.

Звукоизоляционные или, как их часто называют, прокладочные материалы применяют для звукоизоляции в основном от ударного шума в многослойных конструкциях перекрытий и перегородок и частично для поглощения воздушного шума.

Звукоизоляционная способность конструкций зависит от ее структуры, размеров, массы, жесткости, внутреннего сопротивления материала прохождению звука, способа опирания и других особенностей. В зависимости от структуры конструкции делят на акустические однородные и акустические неоднородные. К первым относят конструкции, которые совершают колебания как единое целое, у вторых – частицы на поверхности конструкции совершают отличные друг от друга перемещения, что возможно при слоистой структуре конструкции из разнородных материалов, в том числе содержащих прослойки воздуха.

Примером акустически неоднородных конструкций являются межквартирные стены, разделенные воздушным промежутком, а также перекрытия с раздельным, «плавающим» полом и с раздельным потолком (рис. 1).

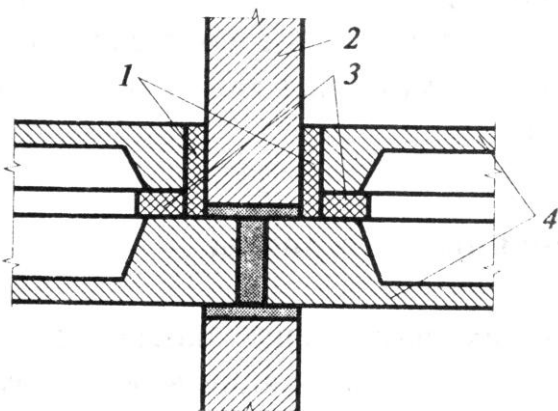


Рис. 1. Схема применения звукопоглощающих прокладочных материалов в стыках внутренних стен и междуэтажных перекрытий:

1 – полосовые или штучные ненагруженные прокладки; 2 – панель внутренней несущей стены; 3 – полосовые или штучные нагруженные прокладки; 4 – панель перекрытия

Повысить звукоизолирующую способность акустических неоднородных конструкций можно путем применения слоистых структур с прослойками.

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ИХ АКУСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

1.1. Цель работы – изучение методики и порядка определения величины и характера пористости акустических материалов.

1.2. Оборудование, приборы, инструменты и сырьевые материалы: объемомер Ле Шателье, сушильный шкаф, весы аналитические, имеющие предел допускаемой погрешности взвешивания $\pm 0,2$ мг, бюксы по ГОСТ 23932, эксикаторы по ГОСТ 25336, растворы соляной кислоты определенной концентрации, кальций хлористый плавленый, прибор для определения сопротивления продуванию по ГОСТ 29053-2008, измерительная камера, устройство, создающее постоянный поток воздуха (компрессор), прибор для измерения объемной скорости потока воздуха, прибор для измерения разности давлений воздуха, проходящего через образец, прибор для измерения толщины образца, помещенного в измерительную камеру, образцы акустических материалов цилиндрической формы диаметром $d = 100$ мм.

1.3. Общие теоретические сведения

Вид пористой структуры и характеристика пористости являются определяющими показателями качества для акустических материалов.

Их функциональные и строительно-эксплуатационные свойства тесно связаны с видом скелетообразующего материала и соответствующими ему технологическими приемами и параметрами получения того или иного пористого материала, позволяющими направленно изменять объем и характеристики пористости.

Формированием оптимальной пористой структуры звукопоглощающих материалов и изделий предопределяется эффективность звукопоглощающих конструкций. Свойства звукопоглощающих материалов и изделий и прежде всего звукопоглощение зависят от сообщающейся (сквозной) пористости, распределения пор по размерам, вида пор (волокнистые, ячеистые, зернистые).

Большое влияние на звукопоглощение оказывают вид пор на поверхности материала и характер пористости внутри его. По общепринятой классификации различают закрытые и открытые поры, замкнутую и сообщающуюся пористость. На основании этой классификации и физических явлениях гашения звуковых волн в высокопористых материалах предложено подразделение пор на акустически активные и акустически пассивные. К акустически активным отнесены открытые поры, размеры которых соизмеримы с длиной звуковой волны. К акустически пассивным отнесены закрытые поры, не имеющие непосредственного выхода на поверхность материала. Сквозная пористость с тупиковыми

порами и открытые несообщающиеся поры отнесены к категории полупассивных.

Для оценки возможности получения эффективных звукопоглощающих материалов необходимо рассматривать не только вид пористой структуры, но и размеры пор, поскольку этот параметр тесно связан с частотой поглощаемого звука. Так, увеличение звукопоглощения на низких частотах может быть достигнуто за счет наличия в материале крупных пор, а на высоких – за счет мелких пор. Следовательно, для поглощения звука в широком диапазоне частот необходимо сочетание крупных и мелких пор.

Исследованиями установлено, что минимально допустимые размеры пор, активно участвующих в гашении звука, должны составлять 100 мкм. Для волкнистых пористых структур наибольший эффект при гашении низкочастотного звука достигается в случае наличия пор размером 350...400 мкм и 20...50 мкм – при гашении высокочастотного звука.

Ограничение верхнего предела крупности пор связано с тем, что дальнейшее увеличение размеров пор вызывает существенное увеличение инерционной составляющей воздуха по сравнению с его вязкостью. Поэтому независимо от вида пористой структуры материала коэффициент звукопоглощения при увеличении размеров пор уменьшается.

Однако необходимо учитывать тот факт, что преобладание в акустических материалах открытой сообщающейся пористости делает их весьма чувствительными к изменениям условий эксплуатации. Относительная влажность воздуха, температура, механические нагрузки вызывают набухание, коробление, прогибы изделий и другие нежелательные изменения.

Также важным показателем эксплуатационной стойкости звукопоглощающих материалов является биологическая стойкость. Установлено, что из общего числа повреждений 15...20 % приходится на микробиологическую коррозию, которая имеет место в материалах, содержащих как органические, так и минеральные вещества. Увлажнение материалов способствует биологической коррозии.

Таким образом, качество звукопоглощающих материалов главным образом зависит от их пористой структуры, определяющей как функциональные, так и строительно-эксплуатационные свойства.

Эффективность звукопоглощающих материалов часто оценивают по косвенным показателям, которыми являются структурный фактор χ и сопротивление материала продуванию постоянным потоком воздуха r при постоянном давлении.

Структурный фактор χ зависит от объема, вида, расположения пор и вычисляется по формуле

$$\chi = \frac{r(1 - \Pi)}{1 - r}, \quad (1.1)$$

где r – удельное сопротивление продуванию, Па·с/м²;

Π – общая пористость материала в относительных единицах.

Для высокопористых материалов χ всегда больше единицы. Близкими к единице значениями χ характеризуются волокнистые материалы (минеральная и стеклянная вата и др.). Значения структурного фактора, близкие к 4, характерны для твердых акустических материалов (ячеистые бетоны, пеногипс и др.). Повышение значений χ связано с увеличением плотности акустических материалов и понижением их звукопоглощающих свойств.

Сопротивление продуванию r также зависит от объема пор, вида и размера пор, а главное – от соотношения объемов открытой и закрытой пористости. Сопротивление продуванию обычно определяют в стационарных условиях при постоянном потоке воздуха Q (м³/с) и постоянной разности давлений Δp . Удельное сопротивление продуванию, Па·с/м², находят по формуле

$$r = \frac{\Delta p \cdot F}{Q \cdot \delta}, \quad (1.2)$$

где δ и F – соответственно толщина и площадь образца, м и м².

Сопротивление продуванию r достаточно хорошо характеризует звукопоглощающие свойства материала.

Значения общей пористости Π , структурного фактора χ и сопротивления продуванию r используют для определения толщины звукопоглощающего материала h , так как она существенно влияет на частотную характеристику звукопоглощения.

Для этого пользуются следующими зависимостями:

$$h = \frac{800}{\sqrt{r \cdot \Pi \cdot f}} \quad (1.3)$$

или

$$h = \frac{120\sqrt{\chi}}{r \cdot \Pi}, \quad (1.4)$$

где f – среднее значение частоты звуковых волн.

Весьма большое влияние на эффективность звукопоглощения оказывает расположение звукопоглощающего материала относительно жесткой поверхности, перед которой его устанавливают.

Возможны два варианта установки звукопоглотителя: с отнесом и без отнеса от жесткой стенки. Принципиальное отличие этих двух вариантов заключается в том, что при отсутствии отнеса гашение звука происходит лишь в толще материала. Так как звукопоглощающие материалы имеют обычно толщину несколько сантиметров, то в этих условиях гасятся лишь высокочастотные звуковые волны.

При монтаже звукопоглотителя с отнесом звуковая волна проходит последовательно его толщину, затем воздушный зазор, который играет роль упругой прокладки, отражается от жесткой поверхности ограждения и вторично падает в материал. При такой схеме гашения звука большая часть звуковой энергии гасится, даже если толщина звукопоглощающего материала незначительна. Наиболее эффективные звукопоглощающие материалы толщиной 2 см при монтаже с отнесом 20 см практически полностью поглощают звуковую энергию падающих волн.

Независимо от вида материала увеличение отнеса сдвигает эффект звукопоглощения в область низких частот, то есть в область наиболее трудногасящихся звуковых волн.

Для определения резонансной частоты f_0 звукопоглощающей конструкции установлена следующая зависимость:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\rho \cdot C^2}{m \cdot \delta}}, \quad (1.5)$$

где $\rho \cdot C/\delta$ – упругое сопротивление воздушного промежутка на единицу поверхности при толщине δ , см;

m – масса звукопоглощающей конструкции на единицу поверхности, кг/м².

При подстановке значений C и ρ для воздуха формула (1.4) примет вид

$$f = \frac{600}{\sqrt{m \cdot \delta}}. \quad (1.6)$$

Пользуясь этой зависимостью, можно определить рациональную массу 1 м² звукопоглощающего материала при различных значениях отнеса. Расчеты и практика показывают, что увеличение массы конструкции ведет к снижению резонансной частоты. Такое же явление наблюдается и при увеличении воздушного отнеса.

1.4. Порядок выполнения работы

1.4.1. Определение пористости материалов (акустических)

Степень пористости материала определяется отношением объема содержащихся в материале пор к общему объему материала.

Различают общую, открытую и закрытую пористости. Общая пористость Π включает в себя открытую Π_o и закрытую Π_z пористости. Открытыми считаются поры, сообщающиеся с внешней средой, при помещении материала в воду они заполняются ею. Закрытые поры не сообщаются с внешней средой и не заполняются водой.

Общую пористость Π , %, рассчитывают по формуле

$$\Pi = \left(1 - \frac{\rho_m}{\rho}\right) \cdot 100, \quad (1.7)$$

где ρ – истинная плотность материала, кг/м³ (г/см³), определяется по общепринятой методике с помощью прибора Ле Шателье или пикнометра [4];

ρ_m – средняя плотность материала, кг/м³ (г/см³).

Открытую пористость Π_o , %, можно приближенно определить по величине водопоглощения материала по объему

$$\Pi_o \approx V_v. \quad (1.8)$$

Закрытую (замкнутую) пористость Π_3 , %, определяют по формуле

$$\Pi_3 = \Pi - \Pi_o. \quad (1.9)$$

Результаты определения пористости заносятся в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Результаты определения пористости акустических материалов

Наименование акустического материала	Истинная плотность, ρ , кг/м ³	Средняя плотность, ρ_m , кг/м ³	Пористость, %		
			общая Π	открытая Π_o	закрытая Π_3

В настоящее время существует ряд способов, позволяющих определить как количественную, так и качественную характеристику пористости.

Наибольшее распространение получили уже упомянутый способ водонасыщения, при помощи которого определяют открытую пористость, а также ртутная порометрия, оптический и фотоэлектронный методы [2, 7].

Выбор методики зависит от вида и структурных особенностей испытуемого материала, а также от наличия соответствующего оборудования.

1.4.2. Определение открытой пористости материалов по значению сорбционной влажности

Согласно современным представлениям об оптимальной пористой структуре акустических материалов следует считать, что наибольшей эффект при

гашении низкочастотного звука достигается в случае наличия пор размером 350 ...400 мкм и 20...50 мкм – при гашении высокочастотного звука. Поэтому оценку микропористости (наличие пор размером менее 20 мкм) в данной работе предлагается производить по сорбционной влажности материала.

Таким образом, чем меньше значение открытой микропористости (по показателям сорбционной влажности) материалов, тем выше их звукопоглощающие и общестроительные свойства.

При определении сорбционной влажности температура воздуха в помещении, в котором проводят испытания материалов и изделий, должна быть 22 ± 5 °С.

Образцы исследуемых акустических материалов помещаются в бюксы и высушиваются до постоянной массы при температуре 105 ± 5 °С. Образцы считаются высушенными до постоянной массы, если потеря их массы после повторного высушивания в течение 0,5 ч не превышает 0,1 %.

После сушки бюксы с образцами вынимаются из сушильного шкафа и устанавливаются в эксикатор. Эксикатор закрывается крышкой. В каждый эксикатор наливается водный раствор серной кислоты с определенной концентрацией, указанной в табл. 1.2, которая соответствует относительной влажности воздуха 40, 60, 80, 90 и 100 %.

Таблица 1.2

Зависимость влажности воздуха от концентрации и плотности водных растворов серной кислоты

Концентрация раствора серной кислоты, %	Плотность раствора серной кислоты, кг/м ³	Относительная влажность воздуха над раствором, %
47,13	1368	40
36,88	1276	60
25,23	1180	80
16,53	1113	90
5,93	1038	97 (100)

Бюксы с образцами периодически взвешиваются. Процесс сорбции, поглощения материалом паров влаги из окружающего воздуха, считается законченным, если два последовательных взвешивания дают одинаковые результаты или масса бюкса с образцом материала начинает уменьшаться.

За массу бюкса с образцом материала после окончания процесса сорбции принимается наибольшая величина, полученная при взвешивании. Сорбционная влажность образца материала ($W_{сорб}$) вычисляется в % по формуле

$$W_{\text{сорб}} = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_3} \cdot 100, \quad (1.10)$$

где m_1 – масса бюкса с образцом после окончания процесса сорбции, г;

m_2 – масса бюкса с образцом материала после высушивания образца до постоянной массы, г;

m_3 – масса пустого бюкса, г.

Сорбционную влажность можно определить и ускоренным методом по ГОСТ 17717-94. Сущность этого метода заключается в измерении массы воды, адсорбированной образцом сухого материала при определенных условиях в течение заданного времени.

Для этого пробу материала массой 5 г помещают в предварительно высушенный и взвешенный бюкс и высушивают до постоянной массы. После чего его взвешивают.

Бюкс с пробой материала помещают над водой в эксикатор и выдерживают в течение 24 или 72 ч. Затем бюкс с пробой материала вынимают из эксикатора и взвешивают.

Сорбционную влажность $W_{\text{сорб}}$ (%) вычисляют по формуле

$$W_{\text{сорб}} = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_3} \cdot 100, \quad (1.11)$$

где m_1 – масса бюкса с пробой после выдерживания над водой, г;

m_2 – масса бюкса с пробой, высушенной до постоянной массы, г;

m_3 – масса бюкса, г.

По величине сорбционной влажности можно судить о количестве открытой микропористости в материале.

Результаты определения сорбционной влажности материалов заносят в табл. 1.3.

Таблица 1.3

Результаты определения сорбционной влажности материалов

Наименование акустического материала	Масса, г			Сорбционная влажность, $W_{\text{сорб}}$, %	Открытая микропористость с размером пор до 20 мкм, %
	m_1	m_2	m_3		

1.4.3. Определение сопротивления продуванию потоком воздуха

Для определения пригодности применения пористых материалов в качестве акустических применяется такой способ оценки структуры материала, как определение сопротивления продуванию потоком воздуха образцов, вырезанных из изделий.

Сопротивление продуванию потоком воздуха R , Па·с/м³, определяется как отношение разности давлений с двух сторон образца пористого материала к объемной скорости потока воздуха через образец и вычисляется по формуле

$$R = \frac{\Delta p}{q_v}, \quad (1.12)$$

где Δp – разность между давлением воздуха, проходящего через образец, и давлением атмосферного воздуха, Па;

q_v – объемная скорость потока воздуха, проходящего через образец, м³/с.

Затем рассчитывается **удельное сопротивление продуванию потоком воздуха R_s , Па·с/м**, по формуле

$$R_s = R \cdot A, \quad (1.13)$$

где R – сопротивление продуванию потоком воздуха образца, Па·с/м³;

A – площадь поперечного сечения образца, перпендикулярного к направлению потока воздуха, м².

Удельное сопротивление потоку воздуха (для однородных материалов) r , Па·с/м², вычисляется по формуле

$$r = \frac{R_s}{d}, \quad (1.14)$$

где R_s – удельное сопротивление продуванию потоком воздуха, Па·с/м;

d – толщина образца в направлении потока воздуха, м.

Определение величины удельного сопротивления потоку воздуха производится в соответствии с ГОСТ Р ЕН 29053-2008 [6].

Метод заключается в прохождении регулируемого однонаправленного потока воздуха через образец, имеющий форму кругового цилиндра или прямоугольного параллелепипеда, и измерении перепада давления между двумя свободными лицевыми поверхностями образца (рис. 1.1).

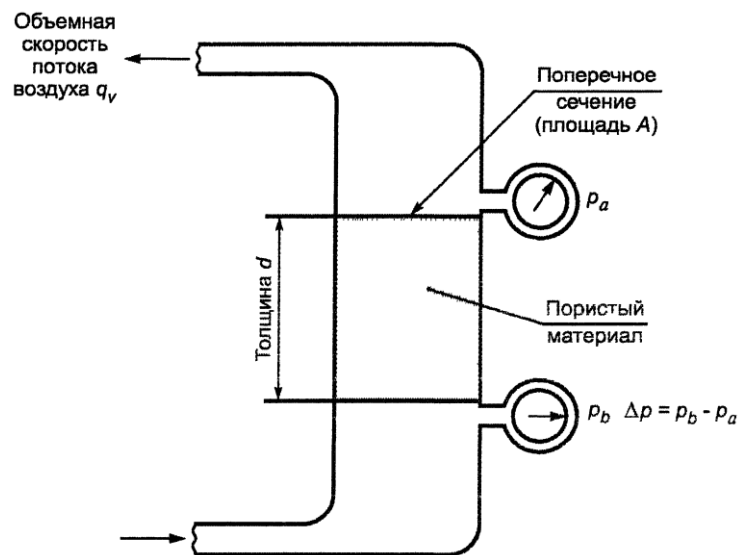


Рис. 1.1. Метод определения сопротивления продуванию потоком воздуха

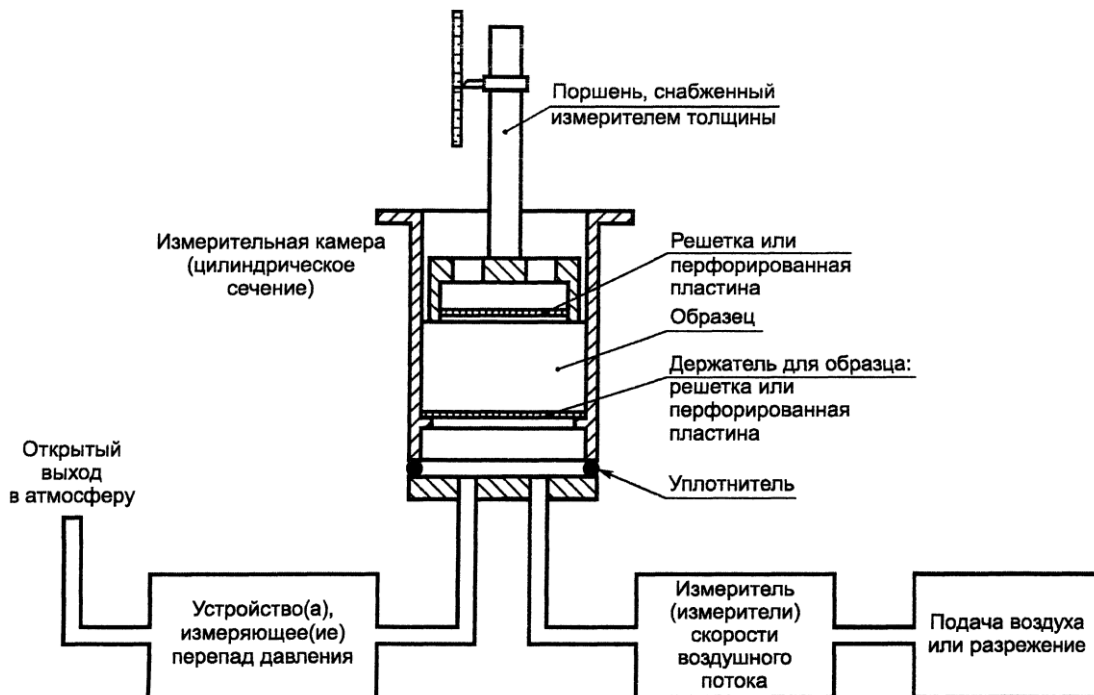


Рис. 1.2. Схема установки с цилиндрической измерительной камерой для определения сопротивления продуванию

Образец помещают в измерительную камеру. Зазоры между боковыми гранями образца и стенками измерительной камеры герметизируют. Прибор для измерения толщины образцов приводят в соприкосновение с верхней поверхностью образца. Измеряют толщину образца d .

Акустические материалы, удельное сопротивление продуванию которых увеличивается при увеличении линейной скорости потока воздуха, следует ис-

пытывать при наименьшей возможной скорости потока воздуха. Нижний предел линейной скорости потока воздуха u рекомендуется принимать равным $0,5 \cdot 10^{-3}$ м/с. Данное значение скорости соответствует звуковому давлению 0,2 Па (80 дБ).

При испытании перепад давления Δp измеряют или при $u = 0,5 \cdot 10^{-3}$ м/с, или ступенчато снижая до нижнего предела линейную скорость потока воздуха.

Значения сопротивления продуванию потоком воздуха R , удельного сопротивления продуванию потоком воздуха R_s и удельного сопротивления потоку воздуха r определяются по формулам (1.12)...(1.14).

Результаты испытаний определяют как среднее арифметическое значение трех последовательных измерений.

Испытаниям подвергаются материалы, для которых были определены общая, открытая и закрытая пористости.

Результаты работы записывают в табл. 1.4.

Таблица 1.4

Значения пористости и удельного сопротивления продуванию для различных акустических материалов

Наименование акустического материала	Пористость, %			Сопротивление продуванию потоком воздуха, R , Па·с/м ³	Удельное сопротивление продуванию потоком воздуха, R_s , Па·с/м	Удельное сопротивление потоку воздуха, r , Па·с/м ²
	общая, P	открытая, P_o	закрытая, P_z			

На основании полученных данных строятся графики зависимости величины сопротивления продуванию от открытой пористости, делаются выводы и приводятся рекомендации по изменению структуры исследованных материалов с целью повышения их эффективности.

Аттестационные вопросы

1. Назовите виды пористости акустических материалов.
2. Какие поры относят к акустически активным, а какие к акустически пассивным?
3. Как определяется сорбционная влажность акустических материалов и изделий?
4. Опишите устройство прибора для определения воздухопроницаемости.
5. Опишите методику определения сопротивления продуванию.

Литература: [1-3, 5-7].

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ МАТЕРИАЛОВ НА ИХ ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩИЕ СВОЙСТВА

2.1. Цель работы – изучение методики и порядка определения нормального коэффициента звукопоглощения акустических материалов.

2.2. Оборудование, приборы, инструменты и сырьевые материалы: акустический интерферометр, акустические фильтры (полосовые) по ГОСТ 17168, электронно-счетный частотомер по ГОСТ 22261, электронный вольтметр, измерительный микрофон, микрофонный усилитель, громкоговоритель с рабочим диапазоном частот 50...8000 Гц, образцы акустических (звукопоглощающих) материалов с диаметром $d = 100$ мм.

2.3. Общие теоретические сведения

Функциональные свойства акустических материалов определяются их назначением и областью применения. Звукопоглощающие материалы предназначены для гашения воздушных шумов и регулирования акустических характеристик помещений, поэтому они должны обладать хорошим звукопоглощением, которое характеризуется среднеарифметическим реверберационным коэффициентом звукопоглощения α , называемым часто просто коэффициентом звукопоглощения.

При падении звуковой волны на ограждающую поверхность часть звуковой энергии отражается, а часть поглощается материалом. Коэффициент звукопоглощения представляет собой отношение, характеризующее количество поглощенной энергии $E_{\text{погл}}$ к падающей $E_{\text{пад}}$:

$$\alpha = \frac{E_{\text{пад}} - E_{\text{отр}}}{E_{\text{пад}}} = \frac{E_{\text{погл}}}{E_{\text{пад}}}, \quad (2.1)$$

где $E_{\text{отр}}$ – энергия отраженной звуковой волны.

По величине коэффициента звукопоглощения материалы делятся на три класса:

- первый класс – α более 0,8;
- второй класс – $\alpha = 0,4 \dots 0,8$;
- третий класс – $\alpha = 0,2 \dots 0,4$.

Коэффициенты звукопоглощения некоторых акустических материалов представлены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Коэффициент звукопоглощения некоторых материалов

Наименование	Коэффициент звукопоглощения при 1000 Гц
Открытое окно (для сравнения)	0
Минераловатные плиты «Акмигран»	0,7...0,9
Фибролит	0,45...0,50
Древесноволокнистые плиты	0,40...0,80
Перфорированные листы	0,4...0,9
Пеностекло с сообщающимися порами	0,3...0,5
Деревянная стена	0,06...0,1
Кирпичная стена	0,032
Бетонная стена	0,015

На величину α оказывают влияние уровень и характеристика звука (шума), свойства звукопоглощающего материала и в первую очередь характер и объем пористости этого материала, конструктивные особенности устройства звукопоглощающей облицовки ограждения.

Наилучшие условия для поглощения звука создаются в материалах с сообщающейся пористостью. Для уменьшения количества отраженной энергии пористость звукопоглощающего материала должна быть открытой.

Решающее влияние на звукопоглощение оказывает и частота звуковой волны, то есть один и тот же материал может хорошо поглощать высокочастотный звук и плохо низкочастотный. Поэтому α определяют для каждого материала при нескольких значениях частот (табл. 2.2).

Таблица 2.2

Значения коэффициента звукопоглощения акустических материалов при различных частотах

Наименование материала	Значение α на частотах, Гц				
	125	500	1000	2000	4000
Плиты минераловатные	0,05	0,66	0,91	0,96	0,89
Плиты ячеистобетонные	0,08	0,36	0,62	0,77	0,76
Акустический фибролит	0,06	0,25	0,38	0,58	0,63

Материалы, значения α которых более 0,4 при частоте 1000 Гц, относят к эффективным.

Характер фактурной поверхности звукопоглощающих материалов оказывает существенное влияние на звукопоглощение. Для лучшего проникновения звуковых волн в материал на его лицевой поверхности делают круглую или щелевую перфорацию, борозды, трещины.

Декоративно-акустические материалы, предназначенные одновременно и для отделки помещений, часто окрашивают. При этом существенно уменьшается открытая пористость и, как следствие, снижается звукопоглощение.

Главную характеристику звукопоглощающих материалов – коэффициент звукопоглощения α – определяют расчетным путем по волновым параметрам материала и экспериментальными методами с помощью акустического интерферометра. Такие определения и расчеты выполняют обычно в специализированных лабораториях.

Для первичной оценки звукопоглощающих свойств материала пользуются акустическим интерферометром, который обеспечивает определение нормального коэффициента звукопоглощения, основанное на измерении разности уровней звукового давления при максимуме (P_{max}) и минимуме (P_{min}) стоячей волны, которая возникает при наложении прямой и отраженной звуковых волн. Расчеты ведут по формуле

$$\Delta h = 20 \lg \frac{P_{max}}{P_{min}}. \quad (2.2)$$

Коэффициент звукопоглощения находят по графику [3] в зависимости от величины Δh .

Реверберационный способ определения коэффициента звукопоглощения материалов позволяет характеризовать звукопоглощение материалов в условиях, близких к реальным. Поэтому среднearифметический реверберационный коэффициент звукопоглощения принят в нормативных документах в качестве основной характеристики звукопоглощающих свойств материалов и применяется при акустических расчетах помещений. Его значение определяют в реверберационной камере.

Реверберационный способ основан на том, что при внесении в помещение любого предмета или материала общее звукопоглощение в этом помещении увеличивается. Определение ведут по изменению скорости затухания звука. Время, в течение которого уровень звука в помещении понизится на 60 дБ, называют временем стандартной реверберации. По соотношению времени реверберации до и после внесения определенного объема материала в камеру находят реверберационный коэффициент звукопоглощения исследуемого материала.

2.4. Порядок выполнения работы

Одним из основных показателей акустических свойств материала является нормальный коэффициент звукопоглощения α_0 , который определяется при перпендикулярном падении звуковой волны на поверхность образца.

Определение коэффициента звукопоглощения при нормальном падении звука осуществляется в соответствии с ГОСТ 16297-80.

Общая компоновочная схема прибора - интерферометра, применяемого для определения коэффициента звукопоглощения, приведена на рис. 2.1.

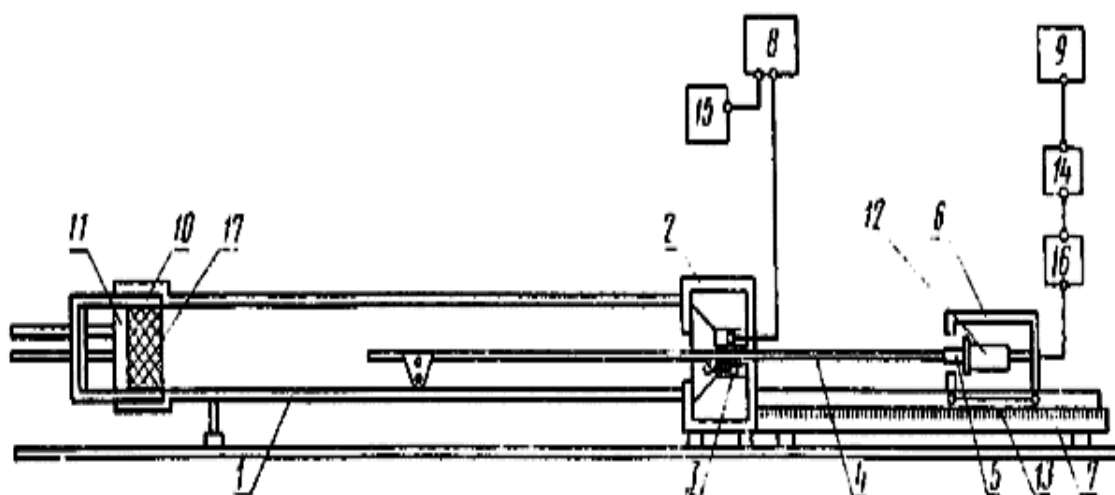


Рис. 2.1. Устройство интерферометра:

- 1 – металлическая труба; 2 – коробка; 3 – громкоговоритель;
 4 – микрофонный щуп; 5 – резиновая диафрагма; 6 – микрофонная тележка;
 7 – направляющая рейка; 8 – низкочастотный генератор;
 9 – электронный вольтметр; 10 – обойма; 11 – поршень; 12 – микрофон;
 13 – указатель отсчета; 14 – акустический фильтр;
 15 – электронно-счетный частотомер; 16 – микрофонный усилитель;
 17 – лицевая поверхность образца

Металлическая труба интерферометра 1 с гладкими стенками и внутренним диаметром 100 мм прикреплена к коробке 2, в которой размещается громкоговоритель 3 мощностью 4 Вт с диаметром диффузора 24 см, включенный на выход звукового генератора 8. Керн магнита громкоговорителя имеет отверстие для микрофонного щупа 4, изготовленного из трубки с наружным диаметром 3 мм и внутренним диаметром 2 мм. Щуп соединен с резиновой диафрагмой 5 толщиной 2 мм, укрепленной в центре днища микрофонной тележки 6, которую передвигают по направляющей рейке 7 длиной 1 м. В тележке установлен микрофон 12 с чувствительностью не менее $0,25 \cdot 10^{-5}$ мВ·м/Н, включенный на вход электронного вольтметра 9.

Для испытаний изготавливаются цилиндрические образцы диаметром 101 мм и высотой, равной толщине испытываемого изделия или материала.

Образец испытываемого изделия или материала вставляют в обойму интерферометра 10 так, чтобы нелицевая поверхность его находилась на жестком поршне 11, а лицевая – на уровне обреза обоймы. Края лицевой стороны образца промазывают герметиком и обойму закрепляют в трубе. Включают звуковой генератор и электронный вольтметр передающего и приемного трактов интерферометра и дают им прогреться в течение 20 мин. Затем, установив на звуковом генераторе нужную частоту, передвигают микрофонную тележку с щупом-зондом в направлении от образца и находят значение максимального и минимального напряжений, регистрируемых вольтметром. Измерения производят

последовательно на частотах 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600 и 2000 Гц.

Для подсчета результатов испытаний принимают значения величины напряжения первого максимума (U_{\max} , мВ) и первого минимума (U_{\min} , мВ). Нормальный коэффициент звукопоглощения α_0 рассчитывают по формуле

$$\alpha_0 = \frac{4}{n + \frac{1}{n} + 2}, \quad (2.3)$$

где n – отношение U_{\max}/U_{\min} .

Для приближенного определения коэффициента звукопоглощения допускается использовать зависимости графиков (рис. 2.2).

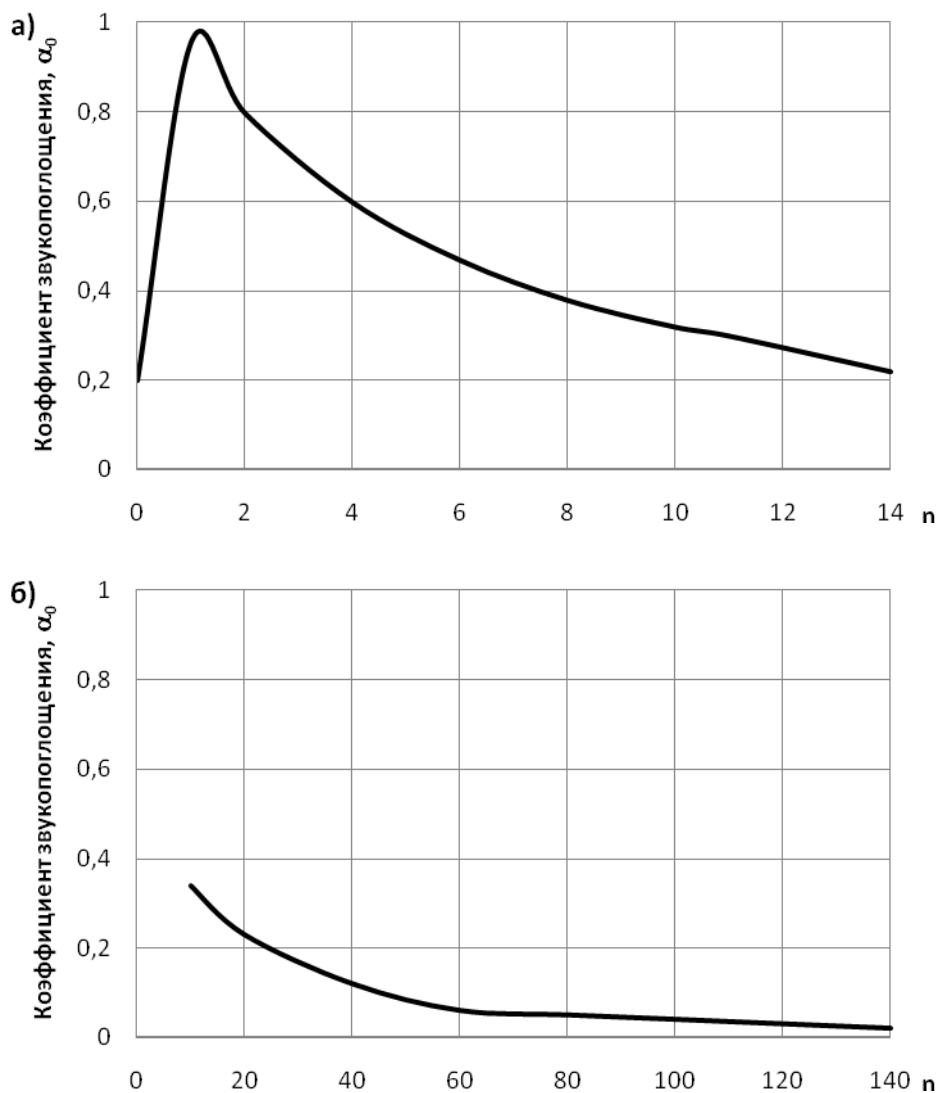


Рис. 2.2. График зависимости коэффициента звукопоглощения α от величины n :

а) для малых значений; б) для больших значений

Результаты испытаний вычисляют как среднее арифметическое значение трех испытаний и представляют в виде табл. 2.3 и графиков зависимости нормального коэффициента звукопоглощения α_0 от функции частоты звука.

Таблица 2.3

Расчет коэффициентов звукопоглощения при нормальном падении звука

Частота, Гц	U_{\max} , мВ	U_{\min} , мВ	n	1/n	$n+1/n+2$	α_0
100						
125						
...						
2000						

Испытаниям подвергаются образцы различных видов, отличающиеся величиной пористости и сопротивлением продуванию (см. лаб. раб. №1).

Результаты испытаний сводятся в общую табл. 2.4.

Таблица 2.4

Влияние пористости на сопротивление продуванию и коэффициент звукопоглощения

Наименование материалов	Средняя плотность, кг/м ³	Общая пористость, %	Удельное сопротивление потоку воздуха, r, Па·с/м ²	Коэффициент звукопоглощения α_0 на частотах, Гц					
				125	250	500	1000	1600	2000

На основании полученных данных строятся графические зависимости изменения коэффициента звукопоглощения от значений пористости и сопротивления продуванию для каждого вида материала. Определяются оптимальные значения структурных характеристик. Делаются выводы и рекомендации, направленные на изменение структурных показателей с целью повышения эффективности исследуемых материалов.

Аттестационные вопросы

1. Назначение звукопоглощающих материалов.
2. Как определяется коэффициент звукопоглощения?
3. От чего зависит величина коэффициента звукопоглощения?
4. Опишите устройство акустического интерферометра.
5. Опишите методику определения коэффициента звукопоглощения на акустическом интерферометре.

Литература: [1-3].

ОЦЕНКА ЗВУКОИЗОЛЯЦИОННЫХ СВОЙСТВ АКУСТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

3.1. Цель работы – изучение методики и порядка определения основных свойств звукоизоляционных материалов.

3.2. Оборудование, приборы, инструменты и сырьевые материалы: усилитель мощности по ГОСТ 17187, измерительный усилитель по ГОСТ 17187, низкочастотный измерительный генератор 2-го класса 3-й категории, электродинамический вибратор по ГОСТ 25051.3, акселерометр по ГОСТ 25865, виброизмеритель по ГОСТ 25865-83, образцы акустических материалов.

3.3. Общие теоретические сведения

Основное назначение звукоизоляционных материалов – предотвращение распространения ударного звука (шума) в строительных конструкциях зданий. Затухание звуковой волны в таких материалах объясняется тем, что звуковая энергия, попадая в материал, расходуется главным образом на упругое деформирование элементов структуры этого материала. Поэтому звукоизоляционные материалы должны обладать определенными упругими свойствами, которые характеризуются относительной деформацией сжатия (ε), статическим и динамическим модулями упругости (E , E_d).

Относительная деформация сжатия. Звукоизоляционные свойства акустических прокладочных материалов приближенно можно оценивать по относительной сжимаемости материалов под нагрузкой без учета поперечного расширения, то есть по линейной деформации расширения:

$$\varepsilon = \frac{l_1 - l_2}{l_1} \cdot 100, \quad (3.1)$$

где l_1 – размеры образца до испытания, мм;

l_2 – размеры образца после испытания, мм.

У эффективных звукоизоляционных материалов основная доля деформации отмечается при нагрузке до 0,002 МПа.

По относительной деформации сжатия все звукоизоляционные материалы разделяют на три группы: жесткие, с малой деформативностью ($\varepsilon < 5\%$); полужесткие, со средней деформативностью ($\varepsilon = 5...15\%$); мягкие, с высокой деформативностью ($\varepsilon = 15...40\%$).

Статический и динамический модули упругости служат для оценки звукоизолирующих свойств материалов. Звукоизоляционные свойства материалов

тесно связаны с их упругими деформациями: способностью уплотняться и восстанавливать первоначальные размеры при постоянной и переменной нагрузках.

Статический модуль упругости применяют для приблизительной оценки звукоизоляционных свойств материалов. Он характеризует связь между напряжением σ и соответствующей ему деформацией ε , появляющейся под действием силы, приложенной к испытываемому материалу. Эта связь описывается законом Гука

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}, \quad (3.2)$$

где E – статический модуль упругости, МПа.

Динамический модуль упругости E_D дает более точную характеристику и поэтому принят в нормативных документах за основной показатель звукоизоляционных свойств материалов.

Дело в том, что деформации в материалах зависят от множества факторов. Так, для упруговязких тел зависимость между напряжением σ и деформацией ε имеет вид

$$E = \frac{\sigma}{(\varepsilon_0 + \varepsilon_{nd} + \varepsilon_n)}, \quad (3.3)$$

где ε_0 – чисто упругая деформация; ε_{nd} – деформация упругого последействия; ε_n – необратимая деформация (ползучесть).

Из этой формулы следует, что на значение E влияет момент измерения, следовательно, E – величина переменная.

Установлено, что статический модуль упругости звукоизоляционных материалов, полученный в момент стабилизации осадки материала, может отличаться от начального модуля упругости в 3...5 раз.

При измерении статического модуля упругости значительное влияние на деформацию оказывают значения напряжений, средняя плотность, толщина материала, время действия нагрузки.

При действии на упруговязкий материал, к которому относятся все звукоизоляционные материалы, периодически действующей силы (звуковых волн) деформация не успевает следовать за возмущением вследствие упругого последействия. Модуль упругости, найденный в момент действия нагрузки, называют мгновенным или динамическим E_D . Он наиболее точно отражает деформативные процессы, происходящие в материале под воздействием звуковых волн.

$$E_D = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}. \quad (3.4)$$

Звукоизоляционные материалы в конструкции могут находиться в свободном состоянии (в стенах, перегородках) и в нагруженном состоянии (прокладки под полы, в стыках и т.п.). От этого существенно зависят значения динамического модуля упругости.

По величине динамического модуля упругости звукоизоляционные материалы делят на три группы: 1-я группа – $E_d < 1$ МПа; 2-я группа – $E_d = 1 \dots 5$ МПа; 3-я группа – $E_d = 5 \dots 15$ МПа.

Динамический модуль упругости является основной расчетной характеристикой, по которой определяют условия применения звукоизоляционных материалов в ограждающих конструкциях зданий и сооружений. Звукоизоляционные материалы 1-й группы применяют в виде плит, рулонов, матов, уложенных сплошным слоем в конструкциях перекрытий с «плавающими» полами, в многослойных перекрытиях, а также для стен и перегородок с целью улучшения изоляции от воздушного и ударного звуков. Звукоизоляционные материалы 2-й группы применяют в виде полосовых и штучных прокладок в конструкциях междуэтажных перекрытий с «плавающими» полами и в многослойных перекрытиях для улучшения изоляции от ударного шума. Звукоизоляционные материалы 3-й группы применяют в виде засыпок в многослойных конструкциях междуэтажных перекрытий для улучшения изоляции от ударного и воздушного звуков.

К звукоизоляционным материалам относят различные виды строительных материалов: цементный фибролит, древесноволокнистые плиты, жесткие и полужесткие минераловатные плиты, плиты из стекловолокна, пористо-губчатые виды пластмасс и резины, пористые зернистые материалы (керамзит, шунгизит, шлаковая пемза, шлак, прокаленный песок) и др.

В табл. 3.1 приведены основные свойства некоторых звукоизоляционных материалов.

Таблица 3.1

Основные технические характеристики звукоизоляционных материалов

Наименование материала	Средняя плотность, кг/м ³	Динамический модуль упругости E_d , МПа, и относительная деформация сжатия ϵ , %, при нагрузке, кПа					
		2		5		10	
		E_d	ϵ	E_d	ϵ	E_d	ϵ
Плиты древесноволокнистые	200...250	1,0	10	1,1	10	1,2	15
Плиты минераловатные на синтетическом связующем: марка 80 марка 100	70...80	0,36	50	0,45	55	0,56	65
	90...100	0,40	40	0,50	45	0,60	55
Шлак крупностью до 15 мм	500...800	8	8	9	9	-	-
Песок прокаленный	1300...1500	12	3	13	4		

3.4. Порядок выполнения работы

Динамический модуль упругости звукоизоляционных материалов и изделий E_d определяется при продольных колебаниях нагруженного образца по величине частоты колебаний, при которой амплитуда ускорения (скорости, смещения) становится наибольшей (резонанс).

Блок-схема установки для определения динамического модуля упругости приведена на рис. 3.1.

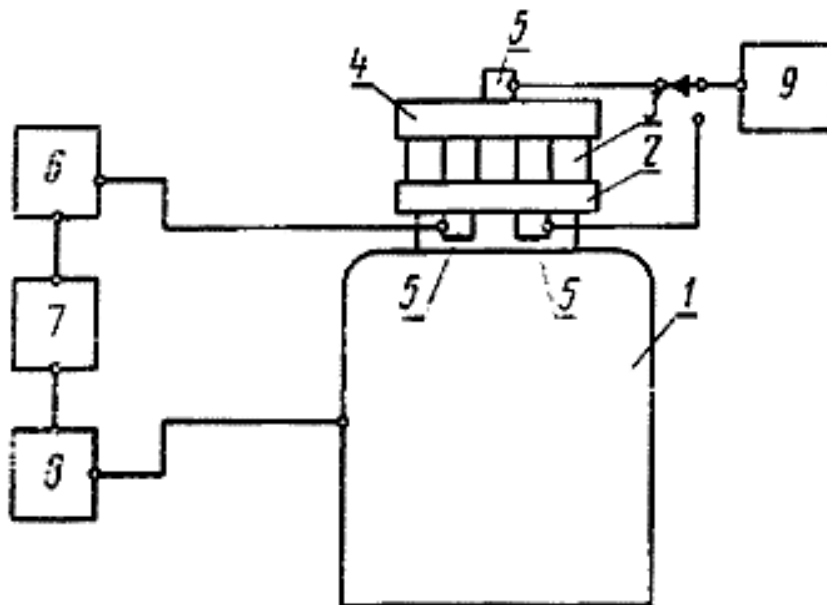


Рис. 3.1. Блок-схема установки для определения динамического модуля упругости:

- 1 – электродинамический вибратор; 2 – столик вибратора; 3 – испытываемый образец;
- 4 – груз; 5 – акселерометры; 6 – измерительный усилитель;
- 7 – измерительный генератор; 8 – усилитель мощности; 9 – виброизмеритель

Воздух помещений, в которых проводятся испытания, должен иметь относительную влажность $60 \pm 10 \%$ и температуру $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$.

Перед проведением испытаний материалы и изделия должны быть выдержаны в указанном помещении не менее 3 ч.

От каждой партии материалов отбирают для испытаний не менее шести образцов.

Размеры и количество одновременно испытываемых образцов принимаются в соответствии с табл. 3.2.

Таблица 3.2

Размеры и количество испытываемых образцов акустических материалов

Материал	Диаметр образца, мм	Высота образца в нагруженном состоянии, мм	Количество одновременно испытываемых образцов, шт.	Общая площадь одновременно испытываемых образцов, м ²	Время выдерживания образцов под грузом, с
Стекловолоконистые и минераловатные плиты и маты	160±1,0	До 50	1	2·10 ⁻²	600
Древесноволокнистые плиты, войлок	30±0,5	До 25	3	2,12·10 ⁻³	60
Пенопласты	30±0,5	До 25	3	2,12·10 ⁻³	30
Пластмассы и резины	10±0,25	До 12	3	2,36·10 ⁻⁴	30

Образцы из древесноволокнистых плит, войлока, пенопластов, пластмасс и резины размещают на столике вибратора на равных расстояниях друг от друга и на расстоянии 10 мм от края столика.

Параметры вибраций, при которых следует производить испытания, должны находиться в пределах величин, указанных в табл. 3.3.

Таблица 3.3

Параметры вибрации

Амплитуда	Пределы изменения амплитуд, не более	Погрешность измерения амплитуд, % не более
Ускорение, м/с ²	3	5
Скорость, м/с	3·10 ⁻²	5
Смещение, м	3·10 ⁻⁵	5

Нагрузки на образец следует принимать равными 2000, 5000 и 10000 Н/м² (10⁻¹ кгс/м²).

Высота образца, находящегося под грузом, измеряется штангенциркулем в четырех равноудаленных друг от друга точках по краю образца и принимается как среднее арифметическое значение измерений, проведенных в этих точках.

Вибратор приводят в движение, установив на измерительном усилителе режим автоматического поддержания постоянной амплитуды, и с помощью звукового генератора устанавливают колебания частотой 5 Гц и амплитудой a_1 столика вибратора.

Частота резонанса f , Гц, при которой амплитуда a_2 груза, установленного на испытываемом образце, становится максимальной, определяется в процессе плавного изменения частоты колебаний вибратора.

Динамический модуль упругости E_D , Н/м² (10^{-1} кгс/м²), для всех материалов и изделий вычисляется по формуле

$$E_D = \frac{4\pi^2 f^2 M \cdot h}{F}, \quad (3.5)$$

где f – частота резонанса, Гц;

M – масса груза, кг;

h – высота образца под нагрузкой, м;

F – общая площадь одновременно испытываемых образцов, м².

Для стекловолоконистых и минераловатных плит и матов вычисляют приведенный динамический модуль упругости E_{II} , Н/м² (10^{-1} кгс/м²), учитывающий упругость воздуха в порах материала, по формуле

$$E_{II} = 1,2 \cdot 10^5 + E_D. \quad (3.6)$$

При каждом испытании вычисляют коэффициент потерь η^* по формуле

$$\eta = \frac{1}{\left[\left(\frac{a_2}{a_1} \right) - 1 \right]^{0,5}}, \quad (3.7)$$

где a_1 – амплитуда ускорения, м/с² (скорости, м/с, смещения, м) столика вибратора при частоте колебания 5 Гц;

a_2 – амплитуда ускорения, м/с², груза (скорости м/с, смещения, м) при частоте резонанса f .

Коэффициент потерь – безразмерная величина, характеризующая рассеяние энергии при продольных колебаниях

Вычисления всех величин следует производить с погрешностью до 0,001. Для каждой партии материалов следует находить среднее арифметическое значение величин E_d (E_{Π}) и η .

Результаты экспериментальных данных заносят в табл. 3.4.

Таблица 3.4

Результаты определения динамического модуля упругости различных материалов

Наименование материала	Общая площадь одновременно испытываемых образцов, м ²	Масса груза, кг	Высота образца под нагрузкой, м	Частота резонанса, Гц	Динамический модуль упругости, E_d , Н/м ²	Приведенный динамический модуль упругости, E_{Π} , Н/м ²	Коэффициент потерь, η

На основании выполненных исследований производится сравнение полученных значений коэффициентов динамического модуля упругости различных акустических материалов и осуществляется их деление на группы по степени изоляции.

Аттестационные вопросы

1. Основные характеристики звукоизоляционных материалов.
2. Что представляет собой статический модуль упругости?
3. Что представляет собой динамический модуль упругости?
4. Методика определения динамического модуля упругости.
5. Опишите схему установки для определения динамического модуля упругости.

Литература: [1, 2].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лабораторный практикум по разделу «Технология акустических материалов и изделий» позволит студентам закрепить теоретические знания, полученные на лекционных занятиях, а также ознакомиться со стандартными методиками определения основных характеристик звукопоглощающих и звукоизоляционных материалов.

В приложениях данного лабораторного практикума обобщены сведения об основных видах и свойствах современных акустических материалах и изделиях.

Лабораторный практикум в целом направлен на повышение качества подготовки студентов и магистрантов, обучающихся по направлению 270100 «Строительство».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 16297-80. Материалы звукоизоляционные и звукопоглощающие. Методы испытаний. – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 13 с.
2. Горлов, Ю.П. Лабораторный практикум по технологии теплоизоляционных материалов: лаб. практикум / Ю.П. Горлов. – М.: Высшая школа, 1969. – 184 с.
3. Горлов, Ю.П. Технология теплоизоляционных и акустических материалов и изделий: учебник / Ю.П. Горлов. – М.: Высшая школа, 1989. – 384 с.
4. Суслов, А.А. Технология теплоизоляционных строительных материалов и изделий: лаб. практикум / А.А. Суслов [и др.]; Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т. – Воронеж, 2009. – 64 с.
5. ГОСТ 248160-81. Материалы строительные. Метод определения сорбционной влажности. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 8 с.
6. ГОСТ Р ЕН 29053-2008. Материалы акустические. Методы определения сопротивления продуванию потоком воздуха. – М.: Стандартинформ, 2008. – 10 с.
7. Микульский, В.Г. Строительные материалы (материаловедение и технология): учеб. пособие / В.Г. Микульский, Г.И. Горчаков, В.В. Козлов и др. - М.: ИАСВ, 2002. – 536 с.

СОВРЕМЕННЫЕ ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

Гипсовые материалы и изделия

Гипсовая комбинированная панель с полистирольным слоем (ГКП ПС) – двухслойная конструкция прямоугольной формы, состоящая из гипсокартонного листа с приклеенной к нему с тыльной стороны пенополистирольной плитой.

Длина и ширина панели определяются размерами гипсокартонного листа ГКЛ. Стандартная длина ГКЛ составляет 2500, 2700, 3000 мм, ширина – 600, 1200 мм. Пенополистирольный слой ПС для обеспечения плотности стыка может несколько выступать за пределы ГКЛ.

Толщина панелей и их термическое сопротивление представлены в табл. П.1.1.

Таблица П.1.1

Толщины, мм			Термическое сопротивление, м ² ·°С/Вт
толщина ГКЛ	толщина ПС	общая толщина ГКП ПС	
10,0	20	33	0,72
12,0	30	43	0,92
12,5	40	53	1,23
13,0	50	63	1,48
14,0	60	73	1,76

Панели применяются для утепления и облицовки ограждающих конструкций (стен, перекрытий, покрытий) внутри помещений с сухим и нормальным влажностным режимом. Использование позволяет избежать образование конденсата на внутренних поверхностях стен.

ГИЛЕИТ – плиты, изготавливаемые на основе гипсового вяжущего и модифицирующих полимерных добавок, вводимых в количестве до 1 %. Изделия удовлетворяют требованиям эксплуатации внутри помещений. Лицевая поверхность плит может быть гладкой или рельефной, иметь белый цвет или быть окрашенной.

Характеристика плит ГИЛЕИТ представлена в табл. П.1.2.

Таблица П.1.2

Характеристики	Показатели
Средняя плотность, кг/м ³	400...500
Прочность при изгибе, МПа, не менее	3,0
Поверхностная твердость, МПа, не менее	40

Применяются изделия для устройства подвесных потолков, для отделки залов, фойе, холлов, переходов, формирования эстетических выразительных интерьеров.

ГИПОРИТ – пеногипсовые плиты на основе гипсового вяжущего, пенообразователя и корректирующих добавок. Технология изготовления основана на методе «сухой минерализации пены». Характеристика изделий представлена в табл. П.1.3.

Таблица П.1.3

Характеристики	Показатели для марок		
	350	400	450
Средняя плотность, кг/м ³	300...350	350...400	400...450
Прочность при изгибе, МПа, не менее	0,6	0,8	1,0
Коэффициент звукопоглощения при частоте 1000 Гц	0,7	0,6	0,5
Гигроскопичность, %	2,5	2,0	1,5

Изделия применяются, в основном, для внутренней отделки и создания акустического комфорта в различных помещениях; устройства подвесных потолков.

Гипрекс (Gyprex) – маломерные гипсовые плиты с виниловой облицовкой. Слабогорючие, умеренно воспламеняемые, с малой дымообразующей способностью, малоопасные по степени токсичности продуктов горения.

Изделия возможно эксплуатировать при относительной влажности воздуха не более 90 %. Размеры плит 600×600×(9,5 или 12,5) мм. Масса 8...10,5 кг.

В зависимости от рисунка поверхности выпускаются следующие типы изделий: «Цезуим» (серо-голубой), «Альба» (мраморно-белый), «Боксит» (бежевый), «Сильция» (белый).

Используются изделия для помещений с повышенной влажностью (столовые, ванные комнаты, кухни, лаборатории).

Гиптон (Gypton) плиты – серия звукопоглощающих гипсовых потолочных плит, на основе которых формируют акустические потолки. Плиты имеют толщину 13 мм и состоят из гипсовой основы, поверхность которой покрыта оболочкой из специального картона. На лицевую сторону плиты наносится декоративное покрытие, а с обратной стороны акустический войлок. На заводе плиты покрывают высококачественной белой акриловой краской.

Поверхность акустических плит Гиптон может быть гладкой (Бейз), иметь круглую (Пойнт) или квадратную (Кваттро) перфорацию.

Используются плиты Гиптон для устройства акустических потолков с одновременной отделкой.

Гиптон (Gypton) панели – длиномерные съемные гипсовые панели. Могут изготавливаться с перфорацией или без нее. Перфорированные изделия (пло-

щадь перфорации 15 %) покрыты акустическим пыленепроницаемым войлоком. Панели по огнестойкости относятся к слабогорючим, умеренно воспламеняемым, с малой дымообразующей способностью, малоопасные по токсичности продуктов горения. Изделия могут эксплуатироваться при относительной влажности воздуха не более 70 %. Размеры изделий (1719, 1800, 2100)×300×12,5 мм. Масса – 7,6...8,0 кг/м².

Панели специально рассчитаны для использования в коридорах и больших помещениях (офисы, театры, школы и т.д.), где помимо высоких акустических требований необходимо сочетание декоративного дизайна.

Декогипс – гипсовая потолочная плита, имеющая с обратной стороны сотовое строение, что обеспечивает ровную гладкую поверхность потолка. Размеры плит унифицированные (600×600 мм), масса – 9 кг. Плиты не горят, легко чистятся, не требуют специального ухода. Покраска осуществляется только при необходимости придания определенного цвета.

Поверхность плит может имитировать естественную структуру гипса или иметь различный рельеф: «Физурадо», «Капри», «Грано», «Микро», «Перфоранда» и «Трамер». Разнообразие декоративного оформления расширяется за счет применения различных вариантов швов.

Монтаж плит осуществляется по системам с видимым плоским несущим профилем, с узким глубоколежащим швом. Варианты крепления: на металлическом каркасе; на обрешетке из металлического профиля; на деревянной обрешетке.

ИНТЕРОН – плиты, изготавливаемые на основе гипса, модифицированного полимерными добавками. Изделия эксплуатируются внутри помещений. Лицевая поверхность может быть гладкой или рельефной, иметь свой истинный цвет или окрашиваться. Характеристика изделий представлена в табл. П.1.4.

Таблица П.1.4

Характеристики	Показатели	
Средняя плотность, кг/м ³	600	1500
Прочность при изгибе, МПа, не менее	5,0	10,0
Поверхностная твердость, МПа, не менее	60	400
Водопоглощение, % по массе, не более	12	7

ИНТЕРОН используется в любых климатических зонах для внутренней облицовки стен, для отделки залов, фойе, холлов, переходов, создания эстетически выразительных интерьеров.

Облицовочные плитки ОАО «Гипсополимер» – полимергипсовые плитки, имитирующие поверхность природного камня с различными видами обработки (например, колотой и рваной). Плитки могут иметь художественные барельефы, а также выполняться в виде угловых элементов, карнизов. Основные физико-механические свойства плиток приведены в табл. П.1.5.

Таблица П.1.5

Характеристики	Показатели
Средняя плотность, кг/м ³ , не менее	1500
Прочность при сжатии, МПа, не менее	10
Водопоглощение, %, не более	20
Морозостойкость, циклов, не менее	50

Применяются данные облицовочные плитки для отделки фасадов зданий, подземных переходов и др.

Полосовые однослойные панели – панели на основе поризованного гипсового вяжущего и добавок, армированные рубленым стекловолокном. Размеры панелей 2400...3000×510×70 мм. Характеристики изделий представлены в табл. П.1.6.

Таблица П.1.6

Характеристики	Показатели
Средняя плотность, кг/м ³ , не менее	600...700
Прочность при сжатии, МПа, не менее	2,4
Прочность на изгиб, МПа, не менее	1,2
Огнестойкость, ч	1,5

Используются панели для тепло- и звукоизоляции строительных конструкций, в качестве теплоизоляционно-конструкционного материала и для огнезащиты строительных конструкций.

СТОЛИЦА – отделочный композиционный полимергипсовый материал, полученный путем модификации структуры гипсового камня термореактивными водорастворимыми аминоальдегидными смолами. Изделия из этого материала по своим свойствам не уступают природному мрамору. СТОЛИЦА обладает стойкостью к кислым и щелочным средам, пылеотталкивающей способностью лицевой поверхности и высокой декоративностью. Изделия изготавливаются белого цвета или окрашенными, с глянцевой, матовой или рельефной лицевой поверхностью.

Основные свойства материала представлены в табл. П.1.7.

Таблица П.1.7

Характеристики	Показатели
Средняя плотность, кг/м ³ , не менее	1550
Прочность при сжатии, МПа, не менее	40...60
Прочность на изгиб, МПа, не менее	9
Коэффициент размягчения	0,80...0,95
Водопоглощение, %, не более	3,0
Морозостойкость, циклов, не менее	200

СТОЛИЦА служит в качестве декоративных плит и различных архитектурных изделий, применяемых для облицовки фасадов зданий, изготовления

изделий малых архитектурных форм, предметов садово-парковой архитектуры, подоконников, двухслойных декоративно-изоляционных плит для облицовки и утепления фасадов.

Плиты перфорированные гипсовые звукопоглощающие ППГЗ – изделия, представляющие собой двухслойный материал, лицевой поверхностью которого является перфорированная плита, выполненная из гипсокартонного листа, а внутренней – подстилающий слой из нетканого полотна и металлического каркаса из Т-образных профилей.

Основные характеристики плит представлены в табл. П.1.8.

Таблица П.1.8

Характеристики	Показатели
Размеры, мм	595×595×8,5
Коэффициент перфорации, %	9...12
Разрушающая нагрузка при изгибе, МПа, не менее	1,2
Характеристика профилей:	
максимальный шаг крепления подвесов, мм	1200
шаг монтажа основного Т-профиля, мм	1200
шаг монтажа поперечного Т-профиля, мм	600

Используются ППГЗ в строительстве для подвесных потолков и внутренней облицовки стен в производственных, культурно-бытовых зданиях с сухим и нормальным температурно-влажностным режимами. Плиты рекомендуется устанавливать с откосом от несущих конструкций на расстояние не менее 50 мм, что обеспечивает лучшее звукопоглощение.

Материалы на основе минеральных волокон

Акмигран – акустические минеральные плиты, изготавливаемые из гранулированной минеральной ваты на крахмальном связующем путем формования и последующей сушки изделий. Плиты обладают малой гигроскопичностью и являются негорючим материалом. Размеры плит 600×600×20 мм. Основные свойства приведены в табл. П.1.9.

Таблица П.1.9

Характеристики	Показатели
Средняя плотность, кг/м ³	350...400
Прочность при изгибе, МПа	Более 0,5
Коэффициент звукопоглощения	0,7...0,9

Плиты Акмигран применяются для защиты от шумов в офисах и бытовых помещениях с нормальным уровнем влажности.

Акминит – акустические минераловатные плиты, изготавливаемые из гранулированной минеральной ваты на крахмальном связующем путем формования из гидромасс, отливки на конвейере и последующей сушки изделий.

Плиты обладают малой гигроскопичностью и являются негорючим материалом. Размеры плит 600×600×20 мм. Основные свойства минераловатных плит приведены в табл. П.1.10.

Таблица П.1.10

Характеристики	Показатели
Средняя плотность, кг/м ³	350...450
Прочность при изгибе, МПа	1,0...1,2
Коэффициент звукопоглощения	0,6...0,8

Изделия используются для защиты от воздушных шумов в офисах и бытовых помещениях с нормальным уровнем влажности.

Акустические стеновые панели с металлической перфорированной облицовкой – панели с внешней перфорированной облицовкой и внутренним звукопоглощающим слоем (плита из базальтового или стеклянного волокна), изолированным тонким слоем нетканого полотна. Размеры панелей 2500×600×40...50 мм.

Применяют панели в тех случаях, когда помимо звукопоглощения изделия должны обладать высокими прочностными характеристиками, а также для снижения шума от оборудования в технических помещениях (вентиляционных камерах, генераторных комнатах, котельных, производственных цехах и др.).

АКУСТО Джаз (Jazz) – потолочная плита, изготовленная из стекловолокна. Облицовка (белая, серая или махровая сатиновая ткань) покрывает все четыре кромки плиты, а так как плита имеет и «тыловой» войлок, то основная плита оказывается как бы полностью в футляре. Возможен выпуск ламинированных плит со стекловолокном (алюминиевым) покрытием. Основные свойства плит приведены в табл. П.1.11.

Таблица П.1.11

Характеристики	Показатели	
Средняя плотность, кг/м ³	60	95
Масса 1 м ² , кг	1,5	1,9
Габаритные размеры, мм	15×590×1190	30×590×1190
Теплопроводность (при применении в качестве внутренней потолочной обшивки), Вт/м·°С	0,031	
Отношение к огневому воздействию	Основная плита негорюча	
Коэффициент звукопоглощения	0,80	0,85

Используются данные плиты для акустического оформления ответственных объектов. Монтируются путем приклеивания с открытыми швами. В результате формируется ритмический, но спокойный рисунок потолка. Чистку потолка можно осуществлять пылесосом; плиты с сатиновым покрытием можно также чистить губкой или слабым раствором моющего средства.

АКУСТО Мелоди (Melody) – звукопоглощающие потолочные и отделоч-

ные плиты толщиной 20 мм, изготовленные из стекловолокна с окрашенным защитно-декоративным воздухопроницаемым покрытием. Изделия выдерживают постоянную влажность воздуха до 95 % (при температуре 25 °С) без провисания, деформации, расслоения.

Применяют плиты АКУСТО Мелоди для рабочих кабинетов, лекционных аудиторий, холлов, коридоров гостиниц, ресторанов, кинотеатров.

АКУСТО Поп (Pop) – звукопоглощающие потолочные и отделочные плиты толщиной 20 мм, изготовленные из стекловолокна. С лицевой поверхности плиты покрыты пленкой ПВХ с рельефным рисунком. Изделия обладают водостойкостью, удобны в чистке (можно мыть водой), выдерживают постоянную влажность воздуха до 95 % без провисания, деформации и расслоения. Плиты легко режутся острым ножом.

Применяются плиты Акусто Поп в офисных помещениях, торговых-коммерческих комплексах, санитарно-гигиенических помещениях, бассейнах, аквапарках, больничных палатах.

АМФ Стандарт Фейнстратос (FEINSTRATOS) – панели, имеющие гладкую поверхность мелкозернистой текстуры. Обладают хорошей звукоизоляцией в средних частотах, что позволяет использовать их в общественных зданиях. Достаточно высокая огнестойкость обеспечивает безопасность жизни и защиту имущества.

Панели Feinstratos легко отчищаются мягкой тряпкой, влажной губкой или пылесосом. Большой выбор кромок плиты обеспечивает широкие возможности для дизайна.

Характеристики панелей представлены в табл. П.1.12.

Таблица П.1.12

Тип	Размеры, мм	Масса 1 м ² , кг	Влагостойкость
Fainstratos	600×600×15	4,5...5,0	Максимум 90 % относительной влажности при 32 °С

Применяются для помещений общественного назначения (гостиницы, офисы и др.).

АМФ Стандарт Фреско (FRESCO) – потолочная панель, имеющая ярко выраженную направленную перфорацию, что обеспечивает высокий коэффициент звукопоглощения. Предлагается широкий выбор кромок.

Основные свойства представлены в табл. П.1.13.

Таблица П.1.13

Тип	Размеры, мм	Масса 1 м ² , кг	Влагостойкость
Fresco	600×600×15	4,5...5,0	Максимум 90 % относительной влажности при 32 °С

Изделия применяются для звукоизоляции помещений общественного назначения (гостиницы, офисы и др.).

АМФ Стандарт Шлихт (Schlicht) – абсолютно гладкая белая потолочная панель, обладающая приятным внешним видом. Покрытие плиты легко чистится. Предлагается широкий выбор кромок. Свойства панели приведены в табл. П.1.14.

Таблица П.1.14

Тип	Размеры, мм	Масса 1 м ² , кг	Влагостойкость
Schlicht	600×600×15	4,5...5,0	Максимум 90 % относительной влажности при 32 °С

Панели применяются для отделки и звукоизоляции гостиниц, офисов, а также других зданий общественного назначения.

АМФ Престиж Бавария (Bavaria) – плита, состоящая из ячеек (сот). В зависимости от модели количество ячеек может быть 9 или 16. Изделия могут комплектоваться флизом, который значительно повышает коэффициент звукопоглощения. Панель прекрасно смотрится, создавая впечатление бесконечной высоты. Характеристики изделий приведены в табл. П.1.15.

Таблица П.1.15

Тип	Размеры, мм	Масса 1 м ² , кг	Коэффициент звукопоглощения	Влагостойкость
С флизом	600×600×39,5	12...13	0,90	Максимум 90 % относительной влажности при 29 °С
Без флиза	600×600×39,5		0,56	

Плиты используются для звукоизоляции гостиниц, офисов.

АМФ Престиж Вариолайн (Varioline) – плита с гладкой поверхностью, расчерченной на сегменты, и легкой перфорацией. Плиты бывают 4 видов:

- Каро – расчерченная на 4 сектора плита;
- Каро соединительная – плита, разделённая на 2 части линией;
- Воген – расчерченная на 3 дуги плита;
- Воген соединительная – плита, разделённая на 3 части двумя линиями.

Плиты легко чистятся тряпкой и пылесосом.

Основные характеристики плит приведены в табл. П.1.16.

Таблица П.1.16

Тип	Размеры, мм	Масса 1 м ² , кг	Коэффициент звукопоглощения	Влагостойкость
Varioline	600×600×15	4,5...5,0	0,60	Максимум 90 % относительной влажности при 32 °С

Основное применение данных изделий – помещения общественного назначения (гостиницы, театры, кинотеатры и др.).

Специализированные потолки АРМСТРОНГ – потолочные элементы на основе минеральных волокон и различных вяжущих веществ.

CERAMAGUARD – плита на основе керамического связующего. **ML BIO BOARD PLAN** – плита, облицованная алюминиевой фольгой с виниловым покрытием. **DURATEX** – плита, имеющая специально обработанную поверхность, что делает эти изделия более стойкими к ударам. Такое покрытие можно мыть влажной тканью или подметать.

Габаритные размеры основных типов потолочных плит АРМСТРОНГ приведены в табл. П.1.17, а их основные свойства в табл. П.1.18.

Таблица П.1.17

Тип	Размеры, мм
FREQUENCE	600×600×18; 600×1200×18
CERAMAGUARD	600×600×15; 600×1200×15
ML BIO BOARD PLAN	600×600×15; 600×1200×15
DURATEX	600×600×15; 600×1200×15

Таблица П.1.18

Тип	Акустические свойства		Влагостойкость, %
	поглощение звука	ослабление звука, дБ	
FREQUENCE	0,75	37	90
CERAMA GUARD	0,50	40	100
ML BIO BOARD PLAN	0,10	36	90
DURATEX	0,55	40	90

Используются **FREQUENCE** в местах с повышенными требованиями к изолированности соседних помещений, в т.ч. при расположении комнат под единым потолком; **CERAMAGUARD** – в экстремальных условиях при относительной влажности 100 %; **ML BIO BOARD PLAN** – в условиях, где требуется частая уборка; **DURATEX** – в условиях, когда потолок может подвергаться умеренным ударным воздействиям (например, в школах).

OBA (OWAcoustic) – группа декоративных потолочных плит. **OBA Stukkor** – плита, имеющая белую поверхность с декоративными продольными шероховатостями; **OBA Cosmos** – имеет белую микрорельефную поверхность; **OBA Luna** – имеет поверхность, испещренную небольшими впадинками, формирующими эффект «лунного пейзажа»; **OBA Grafite** – имеет ровную темно-серую поверхность с белыми вкраплениями; **OBA Largo, Moderato** – имеют рельефный рисунок, благодаря которому можно создавать различные композиции; **OBA Schlicht** – имеет ровную белую поверхность, формирующую эффект «белоснежного» потолка.

Основные характеристики плит OBA представлены в табл. П.1.19.

Таблица П.1.19

Характеристики	Показатели					
	Stukkor	Cosmos	Luna	Grafite	Largo, Moderato	Schlicht
Размеры плит, мм	600×600×15					
Влагостойкость, %	90					
Коэффициент звукопоглощения	0,2...0,5	0,2...0,6	0,2...0,3	0,25	0,4	0,15
Светоотражение, %	90					

Применяются декоративные плиты для отделки потолков в кабинетах, приемных, переговорных комнатах, выставочных и торговых залах, квартирах, коттеджах.

Ottawa Fibre – потолочные акустические плиты на основе стекловолокна высокой плотности. Стекловолокно обработано специальными водоотталкивающими добавками и покрыто белой виниловой пленкой. Виниловая пленка имеет рельефную микропористую структуру.

Плиты Ottawa Fibre могут использоваться в неотапливаемых и некондиционируемых помещениях при относительной влажности не более 97 %. Плиты допускают сухую и влажную уборку, успешно противостоят умеренным ударным нагрузкам.

Характеристики плит представлены в табл. П.1.20.

Таблица П.1.20

Характеристики	Показатели
Размеры плит, мм	600×600×15
Коэффициент звукопоглощения	0,65
Светоотражение, %	80
Монтажная высота, см	10...15

Изделия применяются для организации звукопоглощения в технологических и общественных помещениях, в спортивных залах, плавательных бассейнах, процедурных кабинетах и операционных.

РОКФОН (ROCKFON) – звукопоглощающие подвесные потолки, изготавливаемые на основе базальтовой ваты. Подвесные потолки разделены на три категории: Design, Feature и Technical. Изделия негорючи, водо- и биостойки, долговечны. Средняя плотность плит колеблется от 65 до 2200 кг/м³; они имеют разнообразные типы кромок (рис. П.1.21) и монтируются как в открытую, так и скрытую подвесные системы.

Таблица П.1.21

Тип	Категория	Характеристики
POLAR A 24	Feature	Высокое шумопоглощение; белый цвет; открытая подвесная система
POLAR COLOR A 24	Feature	Панель с цветным покрытием; восемь базовых цветов; открытая подвесная система
KORAL	Feature	Особо качественное покрытие; белый цвет; открытая подвесная система
SAMSON	Technical	Ударопрочное покрытие; белый или черный цвета; открытая подвесная система
MARBLE/GRANITO A 24	Design	Панель с покрытием, имитирующим натуральный камень (мрамор или гранит); 12 цветов; открытая подвесная система
SONAR	Design	Особо качественное покрытие; большой выбор решений для дизайна; скрытая подвесная система

Основные свойства плит РОКФОН приведены в табл. П.1.22.

Таблица П.1.22

Тип	Характеристики		
	Коэффициент звукопоглощения	Теплопроводность, Вт/м ⁰ С	Размеры, мм
POLAR A 24	0,85	0,034	15×600×(600; 1200)
POLAR COLOR A 24	0,85	0,034	15×600×(600; 1200)
KORAL	0,80	0,034	15×600×(600; 1200)
SAMSON	0,95	0,034	40×600×1200
MARBLE/GRANITO A 24	0,85	0,034	15×600×(600; 1200)
SONAR	0,70	0,039	15×600×(600; 1200)

Изделия используются для акустического оформления офисов, кинотеатров, спортивных залов (SAMSON), больниц, бассейнов и т.д.

ЮСГ ARTISAN PLUS – износостойкая ламинированная панель с высоким уровнем звукопоглощения и звукоизоляции. Влагостойкость панелей позволяет устанавливать их в помещениях с высокой влажностью, а их огнестойкость обеспечивает безопасность жизни и имущества.

Производятся панели четырех различных цветов: Alabaster, Creme, Nectar и Platinum. Свойства панелей представлены в табл. П.1.23.

Таблица П.1.23

Тип	Размеры, мм	Масса 1 м ² , кг	Огнезащита	Термическое сопротивление, м ² ·0С/Вт
SC 6115M 50	600×600×18	3,5	60 мин защиты от обрушения для стальных балок	0,33
SC 6115M 51				
SC 6115M 52				
SC 6115M 53				

Используются панели для учреждений образования, здравоохранения, гостиниц, помещений отдыха, спорта, офисов, объектов розничной торговли.

ЮСГ Керамик Радар (CERAMIC RADAR) – керамовидная панель, изготовленная из минерального волокна. Благодаря своему составу панель инертна к влаге и абсолютно негорючая. Кроме того, она стойка к воздействию химических паров и коррозии. Высокий уровень влагостойкости позволяет избежать провисания и деформации панели в любых экстремальных условиях. Звукопоглощение средних частот обеспечивает акустический баланс помещения, а высокая звукоизоляция – препятствует прохождению звуков из помещения в помещение. Высокое светоотражение улучшает эффективность освещения и снижает затраты на электроэнергию.

Основные свойства панелей ЮСГ Керамик Радар приведены в табл. П.1.24.

Таблица П.1.24

Тип	Размеры	Масса 1 м ² , кг	Термическое сопротивление, м ² ·°C/Вт
ME 56644	600×600×15	7,8	0,33
ME 56645	1200×600×15		

Стопроцентная влагостойкость позволяет применять изделия даже в жестких промышленных и морских условиях, плавательных бассейнах и саунах, душевых, парковочных гаражах, устраивать потолки на открытом воздухе.

ЮСГ Клин Рум (CLEAN ROOM) – панели, имеющие поверхность из алюминиевой фольги, покрытой виниловым слоем, и изолированные кромки. Изделия полностью пропитаны специальным противомикробным препаратом, в то время как другие производители подобных материалов обрабатывают только лицевую часть панели. Данный состав обеспечивает защиту потолка от бактерий и грибка. CLEAN ROOM сертифицированы Минздравом РФ и отвечают требованиям для помещений с классом чистоты 100, в том числе для детских и лечебно-профилактических учреждений.

Панели пригодны для частой чистки, их можно протирать влажной губкой. Высокая влагостойкость позволяет устанавливать их в помещениях с высокой влажностью. Хорошая звукоизоляция в средних частотах является идеальной для использования панели в общественных зданиях.

Характеристики панелей приведены в табл. П.1.25.

Таблица П.1.25

Артикул	Размеры	Масса 1 м ² , кг	Огнезащита	Термическое сопротивление, м ² ·°C/Вт
SA 4110M	600×60×16	5,4	60 мин защиты для перекрытий из стальных балок и бревен	0,37
SA 210M	1200×600×16			

Панели CLEAN ROOM применяются в операционных, лабораториях, стерильных комнатах, пищеблоках, детских учреждениях.

ЮСГ Премьер (PREMIER) – износостойкая ламинированная панель с высокими акустическими свойствами. Влагостойкость позволяет устанавливать ее в помещениях с высокой влажностью. Панель обладает хорошей фильтрацией и огнестойкостью. Высокое светоотражение улучшает эффективность освещения и снижает затраты на электроэнергию. Стойкость к задирам и царапинам снижает затраты на обслуживание и увеличивает срок службы.

Применяется для учреждений образования, здравоохранения, гостиниц, развлекательных и спортивных сооружений, офисов, предприятий розничной торговли, а также идеально подходит для помещений с освещением снизу.

ЮСГ Рокк Фасс (ROCK FACE) – стойкие к ударным нагрузкам панели. Их стойкость к повреждениям и царапинам снижает затраты на обслуживание и увеличивает срок службы. Звукопоглощение средних частот обеспечивает акустический баланс помещения, а хорошая звукоизоляция является идеальной для использования в общественных зданиях.

Панели ROCK FACE обладают высокой влагостойкостью и пригодны для помещений с переменным отоплением и охлаждением. Они могут устанавливаться в зданиях до подвода отопления. Могут использоваться как антивандальное потолочное покрытие.

Основные свойства панелей ROCK FACE приведены в табл. П.1.26.

Таблица П.1.26

Размеры, мм	Масса, 1 м ² , кг	Огнестойкость	Термическое сопротивление, м ² ·°С/Вт
600×600×15	6,25	60 мин защиты для перекрытий из стальных балок и бревен	0,33
1200×600×15			

Используются панели для звукоизоляции образовательных учреждений, коридоров, спортивных залов и др.

ЮСГ Сонатон Гигиен (SONATONE HYGIENE) – панели, полностью пропитанные специальным противомикробным препаратом, в то время как другие производители подобных материалов обрабатывают только лицевую часть. Противомикробный препарат обеспечивает защиту потолка от бактерий и грибов. Панели сертифицированы Минздравом РФ и отвечают требованиям для помещений с классом чистоты 100, в том числе для детских и лечебно-профилактических учреждений. Высокое звукопоглощение панелей эффективно снижает уровень нежелательных шумов, а хорошая звукоизоляция в средних частотах является идеальной для использования их в общественных зданиях. Высокое светоотражение улучшает эффективность освещения и снижает затраты на электроэнергию. Панели обладают влагостойкостью и долговечностью в стандартных и экстремальных условиях. Могут устанавливаться в неотопливаем-

мых помещениях.

Основные свойства панелей приведены в табл. П.1.27.

Таблица П.1.27

Размеры, мм	Масса, 1 м ² , кг	Огнестойкость	Термическое сопротивление, м ² ·°С/Вт
600×600×18	5,7	60 мин защиты от обрушения для стальных балок	0,37
600×600×18			
600×600×18			

Отличительной чертой панелей является их стерильность. Они могут применяться в помещениях, где важна чистота (лаборатории, клиники, больницы и т.д.), в помещениях для обработки и хранения пищевых продуктов (кухни и др.).

Шуманет БМ – звукопоглощающие плиты на основе базальтовой ваты. Имеют высокие показатели по пожарной безопасности и гидрофобности. Средняя плотность изделий 50 кг/м³. Размеры плит 1000×600×50 мм.

Зависимость коэффициента звукопоглощения плит от частоты представлена в табл. П.1.28.

Таблица П.1.28

Частота, Гц	Коэффициент звукопоглощения	Частота, Гц	Коэффициент звукопоглощения
100	0,13	800	1,05
200	0,56	1000	1,03
250	0,64	1600	1,00
320	0,83	2000	1,00
400	1,01	2500	0,99
500	1,02	5000	0,93

Шуманет БМ используется в качестве заполняющего слоя при устройстве легких гипсокартонных перегородок, в качестве упругого слоя «плавающих» полов, а также в звукопоглощающих конструкциях в качестве основного рабочего слоя.

Экофон Адвентаж (Adventage) – высокоэффективная акустическая панель, изготовленная из стекловолокна высокой плотности толщиной 15 мм, со связкой из смолы и с микропористой окрашенной поверхностью.

Основные технические характеристики изделий представлены в табл. П.1.29.

Таблица П.1.29

Характеристики	Показатели
Масса 1 м ² , кг	2,5
Светоотражение, %	83
Термическое сопротивление, м ² ·°С/Вт	0,4
Отношение к огневому воздействию	Трудногораема
Влагостойкость	Максимум 95 % относительной влажности при 30 °С без провисания, деформаций и расслоения

Используются панели в учебных заведениях, больничных помещениях, коридорах, офисах, комнатах ожидания, вестибюлях, помещениях для занятий музыкой, на предприятиях розничной торговли.

Экофон Гедина (Gedina) – полностью герметичная, высокоэффективная акустическая панель, изготовленная из стекловолокна высокой плотности толщиной 15 мм, со связкой из смолы и с микропористой поверхностью, окрашенной краской. Свойства панели приведены в табл. П.1.30.

Таблица П.1.30

Характеристики	Показатели
Масса 1 м ² , кг	2,5
Светоотражение, %	87
Термическое сопротивление, м ² ·°С/Вт	0,4
Отношение к огневому воздействию	Трудногораема
Влагостойкость	Максимум 95 % относительной влажности при 25 °С без провисания, деформаций и расслоения

Панели Экофон Гедина применяются для отделки и акустической изоляции учебных заведений, больничных помещений, коридоров, офисов, комнат ожиданий, вестибюлей, помещений для занятий музыкой, предприятий розничной торговли и др.

Экофон Гигиен (Hygiene) – панели, сочетающие в себе высокий коэффициент звукопоглощения и идеальные качества для чистки. Экофон Гигиен – система, включающая в себя потолочные, подвесные, стеновые панели и специальные светильники.

Основные характеристики панели представлены в табл. П.1.31.

Таблица П.1.31

Характеристики	Показатели
Масса 1 м ² , кг	3,5 (включая подвесную систему)
Светоотражение, %	84
Термическое сопротивление, м ² ·°С/Вт	0,4
Отношение к огневому воздействию	Трудногораема
Влагостойкость	Максимум 95 % относительной влажности при 25 °С без провисания, деформаций и расслоения

Основное применение панелей Экофон Гигиен: пищевая промышленность, кухни и рестораны, химическая промышленность, медицина, фармацевтическая промышленность, электронная промышленность.

Экофон Фокус (Focus) – полностью герметичная, высокоэффективная акустическая панель, изготовленная из стекловолокна высокой плотности толщиной 20 мм, со связкой из смолы. Панель имеет микропористую окрашенную поверхность. Широкий выбор расцветок и кромок открывает безграничные возможности для дизайна помещений.

Размеры панелей 600×600×20, 1200×600×20 и 1200×1200×20 мм. Изделия обладают высокой огнестойкостью, влагостойкостью, светоотражением, масса панели – 2,5 кг/м².

Панели Экофон Фокус применяются в учебных заведениях, больничных помещениях, коридорах, офисах, комнатах ожидания, вестибюлях, помещениях для занятия музыкой, на предприятиях розничной торговли.

Экофон Super G – ударопрочные, высокоэффективные акустические потолочные и стеновые панели, изготавливаемые из стекловолокна высокой прочности, связанного синтетической смолой. Толщина панелей 40 мм, они имеют усиленную поверхность.

Данный материал служит для использования в спортивных и гимнастических залах.

Экофон криволинейные потолки – изделия на основе прессованного стекловолокна с соответствующими криволинейными направляющими. Существуют следующие варианты панелей: S-Line, L-Line, Quadro (рядовые и угловые). Гнувшаяся панель поступает на площадку в прямом виде, затем во время монтажа ей придается нужная форма, которая фиксируется соответствующими клипсами. Длина панелей 1200, 1600, 2000 и 2400 мм; ширина 600 мм.

Криволинейные потолки Экофон используются для осуществления плавных переходов между разноуровневыми потолками, а также для повышения декоративной выразительности интерьеров.

Материалы на основе органических волокон

Акустический фибролит – эффективный плитный материал, изготовленный из древесной шерсти и неорганического вяжущего вещества. Вяжущим служит портландцемент и раствор минерализатора – хлористого кальция.

Фибролит хорошо обрабатывается – его можно пилить, сверлить, в него можно вбивать гвозди.

Акустические цементные фибролиты нового поколения – это изделия с использованием синтетической шерсти, окрашенные щелочестойкими красками различных цветов.

Основные свойства фибролита представлены в табл. П.1.32.

Таблица П.1.32

Характеристики	Показатели
Средняя плотность, кг/м ³	300...500
Коэффициент звукопоглощения при 1000 Гц	0,4...0,5
Прочность при изгибе, МПа	0,4...1,2
Толщина плит, мм	25, 50, 75, 100, 150

Фибролит применяют для звукоизоляции ограждающих конструкций, для устройства перегородок, каркасных стен и перекрытий в сухих условиях в бытовых помещениях и офисах.

Акустические древесностружечные плиты изготавливают путем горячего прессования массы, содержащей около 90 % органического волокнистого сырья и 7...9 % синтетических смол. Для улучшения свойств плит в сырьевую массу добавляют гидрофобизирующие вещества, антисептики и антипирены. Плиты характеризуются неплохим звукопоглощением во всем диапазоне частот.

Характеристики ДСП представлены в табл. П.1.33.

Таблица П.1.33

Характеристики	Показатели
Средняя плотность, кг/м ³	250...400
Предел прочности при изгибе, МПа	До 12
Гигроскопичность, %	До 12
Размеры, мм:	
длина	2500...3600
ширина	1200...1800
толщина	13...25

Используется древесностружечные плиты для звукоизоляции бытовых помещений и офисов.

АМФ ФИБРО-АКУСТИК – акустический цементный фибролит на основе серого или белого древесного волокна. Величину звукопоглощения можно регулировать посредством прорезанных в плитах линейных структур.

Цвет плиты меняется в зависимости от угла зрения. Влагостойкость плит 100 %, габаритные размеры – 600×600 мм. Изделия обладают повышенной стойкостью против ударов.

Фибролит АМФ ФИБРО-АКУСТИК используется в кинотеатрах и спортивных залах.

Звукопоглощающие древесноволокнистые плиты производят из неделовой древесины, отходов лесопиления и деревообработки, а также из бумажной макулатуры, соломы, стеблей кукурузы.

Плиты изготавливают одно- и двухслойными. Для нижнего слоя используют мягкие плиты средней плотностью 200...250 кг/м³, а для верхнего (наружного) – твердые со средней плотностью 850 кг/м³. Предельная температура применения – 100 °С. Для повышения огнестойкости изделия покрывают стеклотканью или окрашивают огнезащитными красками.

Такие плиты имеют коэффициент звукопоглощения около 0,4 (в диапазоне частот 200...2000 Гц). У специальных плит плотностью 180 кг/м³ и толщиной 32 мм коэффициент звукопоглощения может достигать 0,9.

Недостатками плит являются высокое водопоглощение (до 18 %) и гигроскопичность (до 15 %).

Используются древесноволокнистые плиты для защиты от воздушных шумов в бытовых помещениях и офисах.

СОВРЕМЕННЫЕ ЗВУКОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

Гипсовые материалы и изделия

ЗИПС – многослойные панели, в которых чередуются жесткие гипсоволокнистые листы и мягкие звукопоглощающие слои, выполненные из штапельного стекловолокна.

Панели монтируются на стены без дополнительного каркаса. Они имеют специальные конструктивно выполненные узлы крепления (восемь узлов на каждую панель).

Некоторые характеристики панелей представлены в табл. П.2.1.

Таблица П.2.1

Характеристики	Показатели			
	ЗИПС 4-2	ЗИПС 7-2	ЗИПС 7-4	ЗИПС СУПЕР
Размеры панели, мм	1500×500			
Толщина панели, мм	40	70	70	130
Количество слоев, шт.	2	2	4	4
Масса одной панели, кг	5	8	10	13

Изделия применяются в тех случаях, когда необходимо увеличить звукоизоляцию уже существующих стен и перекрытий.

Пенополимергипсоволокнистый утеплитель изготавливается на основе гипсового вяжущего с объемной гидрофобизацией. Утеплитель разработан для изготовления изделий в виде плит в оболочке из нетканого полотна размерами 3000×1200×40 мм.

Основные свойства утеплителя приведены в табл. П.2.2.

Таблица П.2.2

Характеристики	Показатели
Средняя плотность, кг/м ³	150
Прочность при сжатии при 10-процентной линейной деформации через 20 мин после изготовления, МПа, не менее	0,003
Прочность при сжатии при 10-процентной линейной деформации после сушки, МПа, не менее	0,15
Теплопроводность, Вт/м·°С, не более	0,05
Сорбционная влажность, % по массе, не более	6
Водопоглощение, % по массе, не более	15

Применяется данный утеплитель взамен базальтоволокнистого утеплителя в трехслойных панелях с металлической оболочкой.

Пенополистиролгипсовые блоки «сэндвич» – многослойные конструкции, внешние слои которых выполнены из пенополистиролгипса плотностью

800...900 кг/м³, а внутренние слои – из материала с минимальным содержанием гипса (плотностью не более 100 кг/м³). Блоки изготавливают по способу «самоуплотняющихся масс». Размеры блоков 500...1000×20...50×20 мм.

Характеристики блоков представлены в табл. П.2.3.

Таблица П.2.3

Характеристики	Показатели
Средняя плотность, кг/м ³	400...500
Прочность при сжатии, МПа, не менее	3,0
Прочность при изгибе, МПа, не менее	0,8
Теплопроводность, Вт/м·°С	0,12

Применяются пенополистиролгипсовые блоки в качестве изоляционно-конструкционного материала, в том числе в качестве перегородочного элемента.

Пеногипсовые изделия (МГСУ, Орел-Гипс) – плиты и блоки на основе гипсового вяжущего, пенообразователя и корректирующих добавок. Технология изготовления основана на методе «сухой минерализации пены».

Основные свойства пеногипсовых изделий представлены в табл. П.2.4.

Таблица П.2.4

Характеристики	Показатели для марок, мм		
	400	500	600
Средняя плотность, кг/м ³	350...400	450	550...600
Прочность при сжатии, МПа	0,8	1,0	1,3
Теплопроводность, Вт/м·°С	0,09	0,12	0,15

Пеногипсовые плиты и блоки используются для устройства стен и перегородок, защищенных от прямого воздействия влаги, устройства полов и утепления чердачных перекрытий.

Материалы на основе минеральных волокон

Изовер (Isover) – мягкая, эластичная необлицованная плита из стекловаты, используется в конструкциях, где изоляция не должна выдерживать нагрузку. Поставляется в различной упаковке, например: бумага, крафт-бумага с алюминиевой облицовкой, с кромками или без кромок и др.

Свойства Изовера представлены в табл. П.2.5.

Таблица П.2.5

Характеристики	Показатели
Средняя плотность, кг/м ³	17
Теплопроводность при 10 °С, Вт/м·°С	0,041
Размеры, мм	1500×1200×30; 3000×1200×45(60)

Применяются плиты для теплоизоляции полов, стен, перегородок, потол-

ков в деревянных, металлических, кирпичных и бетонных конструкциях во всех типах зданий. Плиты также пригодны для звукоизоляции в перегородках и двойных стеновых конструкциях.

Изофон – рулонный звукоизоляционный материал, состоящий из натканного стекловолокна (стеклохолста), покрытого с одной стороны слоем битумно-полимерного состава и защитной полимерной пленкой.

Основные физико-механические характеристики Изофона приведены в табл. П.2.6.

Таблица П.2.6

Характеристики	Показатели
Масса 1 м ² , кг, не менее	1,3
Динамический модуль упругости при нагрузке 2 кПа, МПа, не более	0,2
Разрывная нагрузка, Н, не менее	170
Размеры рулона, м:	
длина	15,0
ширина	1,0

Изофон обеспечивает эффективную защиту внутренних помещений от ударного шума. Изофон может быть использован в качестве звукоизолирующей прокладки под «плавающую» стяжку или напольное покрытие (ламинат, паркет и т.д.) в системах «плавающего» пола, а также для устройства звукоизолирующих прокладок в деревянных конструкциях.

Нобасил М – серия изделий, изготовленных из базальтовых волокон с использованием синтетического связующего и объемной гидрофобизацией.

Основные технические характеристики материала представлены в табл. П.2.7.

Таблица П.2.7

Характеристики	Показатели				
	30	35	50	75	90
Средняя плотность, кг /м ³	30	35	50	75	90
Прочность на сжатие при 10-процентной деформации, кПа	-	1,5	4	6	8
Прочность на сжатие при 10-процентной деформации после сорбционного увлажнения, кПа	-	1	3,5	3,5	7,5
Теплопроводность при 25 ⁰ С, Вт/м· ⁰ С	0,030	0,030	0,035	0,035	0,036
Влажность по массе, %	5,0				
Содержание органических веществ, %	2,5				
Сжимаемость, %	10,0			2,2	
Горючесть	Негорючий				

Используется Нобасил М для тепловой, звуковой и противопожарной изоляции конструкций, в которых изоляция не подвергается сжимающим нагрузкам. Изделия не рекомендуется использовать в условиях эксплуатации, сопро-

вождающихся сотрясениями и вибрацией.

Нобасил Т – изделия из базальтовых волокон с использованием синтетического вяжущего веществ и объемной гидрофобизации.

Характеристики изделий представлены в табл. П.2.8.

Таблица П.2.8

Характеристики	Показатели		
Средняя плотность, кг /м ³	100	120	150
Прочность на сжатие при 10-процентной деформации, кПа	15...25	25...30	30...40
Прочность на сжатие при 10-процентной деформации после сорбционного увлажнения, кПа	10...20	20...25	25...35
Теплопроводность при 25 °С, Вт/м·°С	0,035	0,037	
Влажность по массе, %	1,0		
Содержание органических веществ, %	3,5		
Сжимаемость, %	1,0		
Горючесть	Негорючий		

Используются изделия для тепловой, звуковой и противопожарной изоляции конструкций, при расчетной температуре среды от + 60 до – 70 °С

Нобасил JPS – Изделия производят из базальтовых волокон с использованием синтетического связующего с объемной гидрофобизацией.

Основные свойства изделий марки Нобасил JPS представлены в табл. П.2.9.

Таблица П.2.9

Характеристики	Показатели		
Средняя плотность, кг /м ³	150	175	200
Прочность на сжатие при 10-процентной деформации, кПа	40...60	70	70
Прочность на сжатие при 10-процентной деформации после сорбционного увлажнения, кПа	35...55	65	65
Теплопроводность при 25 °С, Вт/м·°С	0,037		
Влажность по массе, %	1,0		
Содержание органических веществ, %	3,8	4,0	
Сжимаемость, %	10,0		
Горючесть	Негорючий		

Основное применение Нобасил получил для тепловой, звуковой и противопожарной изоляции плоских эксплуатируемых кровель с расчетной температурой среды от + 60 до – 70 °С.

Парок (Paroc) – жесткие теплоизоляционные плиты, обладающие большей прочностью. Обычно они применяются для утепления стен и полов. Их использование позволяет значительно уменьшить распространение шагового шума между этажами. Плиты отталкивают воду, являются хорошей звукоизолирующей

ей, негорючие. Имеются материалы с облицованной поверхностью.

Основные свойства жестких плит Парок представлены в табл. П.2.10.

Таблица П.2.10

Наименование	Размеры плит, мм	Толщина плит, мм	Средняя плотность, кг/м ³	Теплопроводность, Вт/м·°С
EL	600×1200	30...180	70, 90	0,034
ELU	600×1500	100...180	70	0,034
ELUS	600×1500	100...180	70	0,034
VL	1200×1200	20...120	100	0,034
VUL 13	1200×1800	13	200	0,033
VUL 20	1200×2400*	20	140	0,033

*Возможны другие размеры по специальному заказу

Используются в качестве изоляционного слоя под нагрузкой в конструкциях из монолитного бетона и трехслойных железобетонных панелях. Применяются для стен и полов, для трехслойных панелей и др.

Парок (Paroc) изоляция шагового шума. Эффективный способ подавления шагового шума состоит в устройстве так называемого «плавающего» пола поверх тонких плит Paroc. При соответствующем выполнении данной конструкции можно достичь уровня подавления шагового шума до 45 дБ.

Размеры плит Парок и их прочностные характеристики приведены в табл. П.2.11.

Таблица П.2.11

Наименование	Размеры плит, мм	Толщина плит, мм	Прочность на сжатие, кН/м ²
ASL 1	1200×1800	30, 40, 50	10
ASL 2	1200×1800	30, 40, 50	50
KKL	1200×1800	20	80

Применяется для звукоизоляции междуэтажных перекрытий, которая существенно влияет на комфортность проживания в жилых помещениях.

Роквул (Rockwool) Rolbatts – гибкий мат, изготовленный из влагостойкой и водоотталкивающей минеральной ваты Rockwool, покрытый с одной стороны перфорированной крафт–бумагой (может применяться без бумажного покрытия). Упаковывается в полиэтилен в виде спрессованного рулона.

Свойства матов Роквул показаны в табл. П.2.12.

Таблица П.2.12

Характеристики	Показатели
Средняя плотность, кг/м ³	30
Теплопроводность при 10 °С, Вт/м·°С	0,036
Коэффициент линейного расширения	0
Усадка	0
Габаритные размеры, мм	400×900...1010×50(100)

Маты Роквул (Rockwool) Rolbatts применяются для тепло- и звукоизоляции потолков, перегородок и полов. Мат монтируется таким образом, чтобы его поверхность, покрытая крафт-бумагой, была обращена внутрь отапливаемого помещения.

Роквул (Rockwool) Concrete Element Slab – жесткие и плотные плиты, изготовленные из влагостойкой и водоотталкивающей минеральной ваты Rockwool. При изготовлении не подвергаются прессованию. Плиты поставляются упакованными в полиэтиленовую пленку.

Свойства плит Роквул приведены в табл. П.2.13.

Таблица П.2.13

Характеристики	Показатели
Средняя плотность, кг/м ³	70
Теплопроводность при 10 °С, Вт/м·°С	0,034
Коэффициент линейного расширения	0
Габаритные размеры, мм	1000×600...1010×50...125

Применяются плиты Роквул (Rockwool) Concrete Element Slab в качестве однослойной изоляции в бетонных сэндвич-панелях.

Стекловолокно – стеклянное волокно, получаемое различными способами из расплавов стекломассы, служит полуфабрикатом при производстве тепло- и звукоизоляционных изделий, отделочных материалов и др. Выпускают стекловолокно нескольких видов в зависимости от среднего диаметра волокон: ультратонкое (УТВ) – менее 1 мкм, супертонкое – 1...3 мкм, тонкое (текстильное) – 4...12 мкм, утолщенное (изоляционное) – 12...25 мкм, упругое – более 25 мкм. По длине волокно подразделяют на непрерывное и штапельное.

Изделия из стекловолокна имеют небольшую массу, стойки к действию соленой воды, способны выдерживать вибрацию без усадки, не обладают водопоглощением, химически стойки; не содержат и не выделяют веществ, способных вызвать коррозию металла. Стеклянная вата – отличный тепло- и звукоизоляционный материал, отвечающий современным требованиям санитарных норм.

Техноэласт Акустик – рулонный звукоизоляционный материал, состоящий из слоя стеклохолста покрытого битумным вяжущим и защитной пленкой. Материал укладывается непосредственно на плиты перекрытий, выровненные цементно-песчаной стяжкой или под деревянные лаги.

Некоторые свойства материала представлены в табл. П.2.14.

Таблица П.2.14

Характеристики	Показатели
Масса 1 м ² , кг, не менее	1,3
Разрывная нагрузка, Н, не менее	170

Применяется материал для звукоизоляции спортивных комплексов, гостиниц, офисных помещений, учебных заведений, больничных комплексов, жилых зданий, торгово-развлекательных центров.

Техноэласт Акустик-Супер – рулонный многослойный материал, состоящий из слоя синтетической ткани, покрытой с одной стороны слоями битумного вяжущего с армированной основой и защитной полимерной пленкой.

Основные свойства Техноэласт Акустик-Супер приведены в табл. П.2.15.

Таблица П.2.15

Характеристики	Показатели
Масса 1 м ² , кг, не менее	2,0
Разрывная нагрузка, Н, не менее	300
Гибкость на брусе R = 25 мм, °С, не более	- 15
Теплостойкость, °С	85

Применяется материал для звукоизоляции и одновременной гидроизоляции спортивных комплексов, гостиниц, офисных помещений, учебных заведений, больничных комплексов, жилых зданий, торгово-развлекательных центров.

URSA (URSA) – широкий ассортимент изделий из стекловолокна (маты, маты в рулонах, плиты). Изделия выпускаются некашированными и кашированными (покрытыми с одной или двух сторон бумагой, алюминиевой фольгой, стеклохолстом). Покрытие обеспечивает пароизоляцию, защиту от ветра. Изделия могут быть обработаны специальным водоотталкивающим раствором (гидрофобизированы).

Свойства изделий приведены в табл. П.2.16.

Таблица П.2.16

Характеристики	Показатели
Средняя плотность, кг/м ³	15...85
Теплопроводность, Вт/м·°С	0,035...0,046
Огнестойкость	негорючие

Изделия используются для тепло- и звукоизоляции скатных крыш, перекрытий, внутренних перегородок, потолков, подвалов, трубопроводов, резервуаров, вентиляционных каналов, промышленных установок и др.

ШУМАНЕТ-100 – стеклохолст с односторонним битумным покрытием общей толщиной 3 мм. Выполняет функции изоляции от ударного шума и пароизоляционного слоя. Характеристики изделия представлены в табл. П.2.17.

Таблица П.2.17

Характеристики	Показатели
Размеры рулона, м	15,0×1,0
Масса рулона, кг	16
Масса 1 м ² , кг	1,05
Разрывное усилие в продольном направлении, Н	410
Разрывное усилие в поперечном направлении, Н	390
Относительное удлинение, %	1,5...2,0
Температура укладки, °С	0

Применяется как материал упругого слоя (подложка) плавающего пола. При устройстве плавающего паркета рулонный материал укладывают на новую стяжку битумным слоем вниз, а на старую – стеклохолстом вниз. Изделия укладывают без перехлеста, прижимая одно полотнище к другому. Швы склеивают скотчем шириной 50 мм. Полотнища перерезают по контуру пола, не заводя на стену.

ШУМАНЕТ-П60 – маты (плиты) из штапельного стекловолокна. Свойства изделий приведены в табл. П.2.18.

Таблица П.2.18

Характеристики	Показатели
Размеры плит, мм	1250×600×20
Средняя плотность, кг/м ³	60
Количество плит в упаковке, шт./м ²	10/7,5
Масса упаковки, кг	9
Объем упаковки, м ³	0,15

ШУМАНЕТ-П60 служит, в основном, как подложка «плавающего» пола и укладывается поверх бетонной стяжки толщиной 20 мм.

Материалы на основе органического сырья

Вилатерм – теплоизоляционные ленты и жгуты на основе вспененного полиэтилена. Изделия характеризуются высокой эластичностью и упругостью. Размеры 150...200×8...16 мм. Основные свойства представлены в табл. П.2.19.

Таблица П.2.19

Характеристики	Показатели
Средняя плотность, кг/м ³	30...55
Теплопроводность, Вт/м·°С	0,03...0,04
Температурный диапазон применения, °С	- 60...+ 75
Водопоглощение по объему, %, не более	1,0

Материал разработан для уплотнения, тепло- и звукоизоляции стыков сборных элементов ограждающих конструкций зданий, а также для заделки швов.

Деквал (DEKWALL) – акустическое покрытие из натуральной и (или) агломерированной пробки. Заводская пропитка изделий горячим воском придает им достаточную влагостойкость, поэтому покрытия можно мыть. Изделиям Деквал присущ оригинальный дизайн, разнообразие фактур, цветов и оттенков. Материал хорошо сопротивляется воздействию бытовых химических продуктов, препятствует образованию конденсата, коррозии, плесени.

Основные свойства материала представлены в табл. П.2.20.

Таблица П.2.20

Характеристики	Показатели
Средняя плотность, кг/м ³	200
Теплопроводность, Вт/м·°С	0,047
Размеры, мм	1000×500×25(50)

Деквал используется в качестве декоративно-изоляционной отделки потолков жилых помещений и офисов.

Изокор (Isocor) – пробковые щиты и плиты, представляющие собой пробковый конгломерат, спаянный в автоклаве собственной смолой.

Характеристики материала представлены в табл. П.2.21.

Таблица П.2.21

Характеристики	Показатели	
	Щиты	Corc Board
Средняя плотность, кг/м ³	104...130	95...130
Теплопроводность, Вт/м·°С	0,036...0,040	0,035...0,049
Предел прочности при изгибе, МПа	6...9	5...9
Коэффициент линейного расширения	Не более 0,3	
Размеры, мм	(100...1000)×500×(10...50)	

Изокор применяется для тепло- и звукоизоляции крыш, фасадов зданий, междуэтажных перекрытий, стен, перегородок, саун, бань и др.

ИЗОЛОН – рулонный и листовой материал на основе вспененного полиэтилена, с одной или с двух сторон ламинированный лавсаном с металлизированным слоем. Материал обладает легкостью, гибкостью, теплопроводностью близкой к пенопластам.

ИЗОЛОН рекомендуется для теплоизоляции перегородок, тепло-, шумоизоляции полов, как подложка под паркет, ламинат, напольные покрытия, а также как уплотняющий материал.

Ипосорк (Iposork) – теплоизоляционные пробковые плиты на основе дробленой пробки с органическим связующим. Пробковая крупа без добавления связующего вещества прессуется при температуре порядка 300 °С, выделяющееся при этом клеящее вещество суберин, содержащийся в пробке, склеивает ее частицы.

Некоторые физико-механические свойства материала представлены в табл. П.2.22.

Таблица П.2.22

Характеристики	Показатели	
	Плита Iposork	Рулон Iposork
Средняя плотность, кг/м ³	110	150
Теплопроводность, Вт/м·°С	0,038	0,040
Прочность на сжатие, МПа	0,20	-
Прочность на изгиб, МПа	0,14	-
Размеры, мм.	1000×500×(25...50)	1000×1000×(2...10)

Используются изделия в качестве тепловой изоляции и звукоизоляции строительных конструкций, в том числе в качестве звукоизолирующих прокладок под полы.

Кайманфлекс (Kaimanflex) – изоляция на основе вспененного синтетического каучука с закрытой поровой структурой. Выпускается в виде трубок различного диаметра и листов черного цвета. Изделия имеют отличную гибкость, хорошую озоностойкость, стойкость к атмосферным воздействиям и ультрафиолетовому излучению, стойки по отношению к маслам и жирам, не токсичны и безопасны для окружающей среды. Изделия не плавятся, обладают способностью самозатухания при пожаре.

Основные характеристики изделий представлены в табл. П.2.23.

Таблица П.2.23

Характеристики	Показатели	
	K-Flex ECO	Mondolflex
Средняя плотность, кг/м ³	65...80	
Теплопроводность, Вт/м·°С	0,036...0,040	0,034...0,038
Диапазон рабочих температур, °С	-70...+150	-70...+116

Кайманфлекс применяется в качестве тепло- и звукоизоляционного материала на объектах, к которым предъявляются повышенные требования безопасности (корабли, подводные лодки, станции метрополитена, компьютерные центры, школы, больницы, кинотеатры).

Крольвадур – полосовые плиты, в которых наружные слои выполнены из гипса, армированного стекловолоконной тканью, а между ними уложен бумажный сотопласт. Размеры плит 2000...3000×1200×(33 и 70) мм, средняя плотность 300...400 кг/м³.

Крольвадур используется как изоляционно-конструкционный материал в качестве стеновых элементов с уплотнением стыков резиновыми шнурами.

Маты из пенополистирола изготавливают на бумажно-альфольной подложке. Основные свойства матов представлены в табл. П.2.24.

Таблица П.2.24

Характеристики	Показатели
Теплопроводность, Вт/м·°С	0,039
Предел прочности при изгибе, МПа	0,08
Водопоглощение за 24 ч, %	1,2

Пенополистирол используется как тепло- и звукоизоляционный материал.

ПЕНОИЗОЛ – изделия, получаемые беспрессовым способом из пенообразующего состава (полимерная смола, пенообразователь, катализатор отверждения, модификаторы). ПЕНОИЗОЛ выпускается в виде изделий размером 500×600×100 (50, 100) мм, а также в виде гранул в полиэтиленовых пакетах.

Гранулы используются непосредственно на объекте строительства, где они засыпаются в заранее подготовленные полости и профили, в которых происходит их полимеризация и отверждение.

Физико-механические свойства ПЕНОИЗОЛа представлены в табл. П.2.25.

Таблица П.2.25

Характеристики	Показатели
Средняя плотность, кг/м ³	18
Рабочий интервал температур, °С	-50...+120
Теплопроводность, Вт/м·°С	0,03...0,04
Предел прочности при сжатии, МПа	0,022
Сорбционное увлажнение за 3 сут, %	Не более 20
Водопоглощение за 24 ч, %	Не более 20

Применяется ПЕНОИЗОЛ в трехслойных конструкциях для тепло- и звукоизоляции, а также как теплоизоляционный материал для утепления трубопроводов, стен, полов, потолков, крыш промышленных и жилых зданий.

ПЕНОФОЛ – изделия на основе вспененного полиэтилена с покрытием алюминиевой фольгой. Это легкий, прочный, технологичный материал не подверженный гниению и не выделяющий токсичных веществ. Выпускается в рулонах и листах шириной 600 мм, толщиной от 2 до 10 мм.

Изделия выпускают на основе пенополиэтилена с покрытием одной стороны фольгой (тип А), с покрытием двух сторон фольгой (тип В) и покрытием с одной стороны фольгой, а с другой – клеевым составом (тип С).

Основные физико-механические свойства представлены в табл. П.2.26.

Таблица П.2.26

Характеристики	Показатели		
	Тип А	Тип В	Тип С
Средняя плотность, кг/м ³	55	85	160
Рабочий интервал температур, °С	-60...+100		
Теплопроводность, Вт/м·°С	0,034...0,035		
Предел прочности при сжатии, МПа	0,035		
Размеры рулонов, мм	30000×580×(2, 3, 4, 5, 8, 10)		

Используется ПЕНОФОЛ в качестве тепло- и звукоизоляции потолочных перекрытий, стеновых панелей, чердачных и подвальных помещений, а также как изоляция технологического оборудования и трубопроводов.

ПОЛИТЕРМ – материал, основой которого является вспененный бисерный полистирол. Каждый вспененный шарик проходит специальную обработку, что позволяет перемешивать их с водой без расслоения смеси с последующим формированием прочной монолитной стяжки.

Средняя плотность изделий 200...350 кг/м³, коэффициент теплопроводности 0,052...0,082 Вт/м·°С.

Применяется ПОЛИТЕРМ для тепло- и звукоизоляции кровель, полов, террас; для утепления полов в подвальных помещениях, погребах, ванных комнатах, кухнях, на балконах, лоджиях; как основа для кафельных, деревянных, паркетных полов.

СТЕЙНОФЛЕКС (STEINOFLEX) – тепло- и звукоизоляционный материал на основе вспененного полиэтилена с закрытой ячеистой структурой. СТЕЙНОФЛЕКС характеризуется абсолютной экологической чистотой, не выделяет ядовитых веществ даже в условиях пожара, совместим практически с любыми строительными материалами, устойчив к воздействию влаги. Выпускается в виде полотен толщиной от 2 до 7 мм.

Некоторые характеристики изделий представлены в табл. П.2.27.

Таблица П.2.27

Характеристики	Показатели
Средняя плотность, кг/м ³	30...40
Теплопроводность, Вт/м·°С	0,038
Рабочий интервал температур, °С	-80...+105

Используется в качестве тепло-, звукоизолирующей подложки под паркет, ламинированные и теплые полы.

Сундкорк (SOUNDCORC) – звукопоглощающая агломерированная техническая пробка. Крепится к поверхности на резиновый клей стык в стык. Коэффициент звукопоглощения 0,70...0,95 на частотах 125...4000 Гц. Теплопроводность 0,30 Вт/м·°С. Размеры листов 915×610 мм при толщине 5 и 8 мм.

Используется в качестве звукоизоляционного материала для стен, потолков, полов; в отделке домашних кинотеатров, звукозаписывающих студий, музыкальных классов; для защиты от бытового шума.

ТЕПЛОН – рулонный материал из вспененного полиэтилена. При применении ТЕПЛОН не требует дополнительных материалов (пергамина, рубероида), что удешевляет и ускоряет строительство; обладает хорошей светопрозрачностью, легко режется, сваривается и склеивается с другими материалами.

Основные свойства представлены в табл. П.2.28.

Таблица П.2.28

Характеристики	Показатели
Средняя плотность, кг/м ³	40...60
Теплопроводность, Вт/м·°С	0,029
Рабочий интервал температур, °С	-70...+70
Толщина рулона, мм	2, 4, 6, 8, 10

Используется для тепло-, шумо- и гидроизоляции стен, полов, перекрытий, а также для утепления крыш, мансард, ангаров, гаражей и в качестве прокладочного материала под ламинированный паркет.

ТЕРМЕКС (TERMEX) – материал, изготавливаемый на основе целлюлозы, антисептиков и антипиренов (бура, борная кислота). Целлюлозное волокно легко впитывает и легко отдает влагу без значительного изменения в объеме и высыхания.

Характеристики изделий ТЕРМЕКС приведены в табл. П.2.29.

Таблица П.2.29

Характеристики	Показатели
Средняя плотность, кг/м ³	30...70
Теплопроводность, Вт/м·°С	0,04

ТЕРМЕКС рекомендуется использовать для тепло- и звукоизоляции междуэтажных перекрытий, полов, перекрытий кровли и подвалов в деревянных домах.

ТУБОЛИТ (TUBOLIT) – изоляция на основе вспененного полиэтилена с закрытой поровой структурой. Материал обладает повышенной стойкостью и гибкостью, что позволяет применять его для защиты трубопроводов и арматуры. Стоек к таким материалам, как цемент, известь, гипс, бетон и др. ТУБОЛИТ относится к трудновоспламеняемым, самозатухающим материалам, не распространяющим пламени.

Некоторые свойства изделий приведены в табл. П.2.30.

Таблица П.2.30

Характеристики	Показатели
Теплопроводность, Вт/м·°С	0,038...0,040
Рабочий интервал температур, °С	-40...+102
Толщина рулона, мм	2, 4, 6, 8, 10

Применяется для изоляции стен, полов и перекрытий зданий.

Фальшполы – панели с различными техническими характеристиками и регулируемые по высоте с помощью стоек из оцинкованной стали. Основа полов – специальные панели из ДСП высокой плотности или другого материала. Нижняя поверхность панелей облицована пластинами (алюминий, сталь), сверху может применяться любое напольное покрытие. Панели прочны, огнестойки, обеспечивают отличную звукоизоляцию.

Существует несколько видов панелей фальшполов.

Стандартные панели применяют для установки в помещениях с невысокой нагрузкой (небольшие офисы, компьютерные лаборатории).

Электропроводимые панели предназначены для узлов связи, коммуника-

ционных центров, компьютерных залов, лабораторий, банков, где случайный электрический разряд может вызвать серьезные сбои в работе компьютеров. Электропроводимость достигается введением графита в состав ДСП и использованием специальных электропроводимых напольных покрытий.

Перфорированные панели разработаны для обеспечения постоянной циркуляции воздуха в подпольном пространстве.

Системы фальшполов предназначены для установки в офисах, компьютерных лабораториях, банках и в других помещениях с развитой системой коммуникаций и энергоснабжения (электропроводка, водопроводные и канализационные трубы, телефонные провода и т.д.).

Эковата (ECOWOOL) – вата целлюлозная, древесный материал, изготавливаемый из макулатуры (состав: 80 % целлюлозы и 20 % антипиренов и антисептиков). Средняя плотность эковаты 35...65 кг/м³, теплопроводность 0,041...0,050 Вт/м·°С, имеет хорошую паропроницаемость.

Используется для тепло-, звукоизоляции строительных конструкций. Наносится на изолируемую поверхность с помощью компрессора, проникая в самые труднодоступные места. Защищает деревянные конструкции от гниения и грибков.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	3
АКУСТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1	
Влияние структуры пористых материалов на их акустические свойства	9
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2	
Изучение влияния пористой структуры материалов на их звукопоглощающие свойства	19
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3	
Оценка звукоизоляционных свойств акустических материалов	25
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	32
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	32
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	
СОВРЕМЕННЫЕ ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ	33
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	
СОВРЕМЕННЫЕ ЗВУКОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ	50

Учебное издание

Суслов Александр Александрович,
Усачев Александр Михайлович

ТЕХНОЛОГИЯ АКУСТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

Лабораторный практикум

Подписано в печать . Формат 60×84 1/16. Уч.- изд.л. 4,0.
Усл. -печ.л. 4,1. Бумага писчая. Тираж 300 экз. Заказ № _____

Отпечатано: отдел оперативной полиграфии издательства учебной литературы
и учебно-методических пособий Воронежского
государственного архитектурно-строительного университета
394006 Воронеж, 20-летия Октября, 84