



ТЕХНО ЛОГИИ 22/2014 ***KNAUF***

**Спецвыпуск журнала «Технологии строительства»
«Технологии KNAUF» №22/2014**

Журнал «Технологии строительства» зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетельство о регистрации ПИ №ФС 77-54362 от 29 мая 2013 г. Перепечатка текстов и иллюстраций допускается только с письменного разрешения редакции и ссылкой на журнал. Мнение редакции не обязательно совпадает с мнением авторов публикаций.

© РИА «АРД», 2014

Главный редактор Лариса Маливанова
Тексты Денис Банников
Фотограф Ольга Кез, ООО «КНАУФ ГИПС»
Дизайн и верстка Ольга Руденко
Руководитель проекта Леонид Лось, руководитель службы корпоративных коммуникаций группы КНАУФ СНГ
Консультант Андрей Гнутик, к.ф.-м.н., эксперт по архитектурной акустике, ООО «КНАУФ-ГИПС»
Internet: www.knauf.ru **E-mail:** technolog@knauf.ru
Электронная версия журнала «Технологии KNAUF» размещена на сайте www.knauf.ru в разделе «Новости» и на сайте www.ard-center.ru

Адрес редакции: 129085, Москва, Проспект Мира, д. 101, оф. 325
Тел./факс: (495) 380 3700 / 1200 / 2111
Internet: www.ard-center.ru **E-mail:** info@ard-center.ru

О г л а в л е н и е

- 1 **Международная конференция «Акустика в архитектуре как элемент качественного строительства». Москва, 22 октября 2014 г. КНАУФ для акустического комфорта**
- 4 **Ханс-Ульрих Хуммель. Новые европейские требования в области звукоизоляции**
- 7 **Л. Л. Борзенков. Акустика в архитектуре терминала «А» аэропорта «Внуково» как составная часть успешного проекта**
- 8 **Н. Е. Щурова. Нормирование и исследование звукоизоляционных качеств каркаснообшивных перегородок на основе гипсокартонных и гипсоволокнистых листов**
- 12 **Эрик Ипсен. Три параметра: то, что Вы слышите; то, что Вы не слышите; что определяет разница между ними в пространстве правильных акустических решений**
- 14 **С. В. Гнедовский. КНАУФ в зрительном зале**
- 16 **М. Ю. Ланэ. Особенности применения облицовок на основе гипсокартонного листа при акустическом проектировании залов различного назначения**
- 17 **Н. И. Щепетков. Акустика в профессиональном образовании архитектора**
- 18 **А. В. Коротич. Формообразование складчатых акустических конструкций зальных интерьеров с использованием листовых материалов КНАУФ**
- 19 **Р. А. Кучкаров. Оценка акустических качеств зала сената Олий Мажлис республики Узбекистан**
- 20 **Жан Карло Магноли Боччи. Практический опыт использования 4-D моделирования в вопросах решения акустических задач и обеспечения экологического подхода в строительстве**
- 22 **Себастиан Миттнахт. Высококачественные поверхности в гармонии с акустикой**
- 24 **КНАУФ в вопросах и ответах**

**Международная конференция «Акустика в архитектуре
как элемент качественного строительства»
Москва, 22 октября 2014 г.**



КНАУФ для акустического комфорта

Международная конференция «Акустика в архитектуре как элемент качественного строительства» состоялась благодаря совместным усилиям группы КНАУФ, Московского архитектурного института (МАрхИ), НИИ Строительной физики (НИИСФ) и Союза московских архитекторов (СМА). В работе конференции приняли участие более 130 специалистов из 9 стран: России, Германии, Италии, Дании, Белоруссии, Таджикистана, Казахстана, Узбекистана и Кыргызстана.

Учитывая важность мероприятия, в работе конференции приняли участие Николаус Кнауф — совладелец группы КНАУФ, почетный консул России в Германии и профессор Ханс-Ульрих Хуммель, руководитель менеджмента рынков группы КНАУФ.

Российские и зарубежные эксперты в течение дня успели обсудить состояние и будущее строительной науки и практики в сфере создания условий акустического комфорта, в том числе с применением материалов и технологий КНАУФ.

Среди объектов, выполненных с использованием решений КНАУФ, в которых перед строителями ставились сложные акустические задачи, можно отметить здание ведомства Федерального канцлера в Берлине, главный европейский офис международного автопроизводителя «Хенде» в г. Оффенбах, конгресс-центр в Дармштадте, множество учебных и религиозных учреждений в Европе, а также железнодорожный вокзала в Адлере, построенный к Олимпийским играм 2014 г., лекторий Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета, Московский Международный дом музыки, новая сцена Мариинского театра в Санкт-Петербурге, зал сената Республики Узбекистан и множество других.

Каркасно-обшивные конструкции с использованием различных панелей и листовых материалов КНАУФ не только способны создать достойную преграду внешнему шуму, но и решать проблему звукопоглощения в помещении. При создании конструкций основной упор в задачах шумоизоляции делается на совмещение минимальной толщины конструкции с максимально достижимой звукоизоляцией. Для интерьерной акустики чрезвычайно интересны интерьерные акустические панели КНАУФ Данолайн и КНАУФ Рисслер. Они полезны тем, что своими акустическими свойствами перекрывают весь диапазон применимости для любых типов помещений и сложных геометрических форм потолочной отделки.



Николаус Кнауф,
совладелец группы КНАУФ,
почетный консул России в Германии

Сегодня группа КНАУФ достигла впечатляющих успехов, став мировым брэндом по целому комплексу современных строительных материалов и технологий.

Но история производства звукоизоляционных материалов началась более 60 лет назад, когда я начал зарабатывать первые деньги, изготавливая по выходным литые гипсовые потолочные плиты. Со временем, перфорированные плиты КНАУФ со стекловатой и алюминиевой фольгой на оборотной стороне стали совершенным и лучшим продуктом среди акустических панелей на европейском рынке.

Уже будучи директором завода, под моим руководством была создана первая полуавтоматическая линия по производству гипсовых потолочных плит. Начиная с 1950-х годов, компанией КНАУФ на немецких и французских заводах были выпущены миллионы квадратных метров акустических панелей. Их до сих пор можно увидеть во многих домах и офисах Европы.

В 80-е годы прошлого столетия, из-за растущих затрат, нам пришлось остановить их производство. Но это не означало, что мы отказались от самой идеи. В итоге, к сегодняшнему дню только по акустическим плитам из минерального волокна, из перфорированного гипсокартона и металла ежегодные продажи компании КНАУФ составляют более 400 млн евро, что демонстрирует, — насколько тема акустического комфорта востребована и актуальна.

Группа КНАУФ никогда не стояла на месте в создании новых материалов, позволяющих совершенствовать акустическую среду. И основная задача наших материалов и технологий — при уменьшении веса конструкции добиваться изоляции помещения от внешнего шума, сохранять для людей полноценную возможность общаться, или слышать только то, что необходимо.



Елена Николаева,
первый заместитель председателя
Комитета по жилищной политике и ЖКХ
Госдумы Федерального собрания РФ,
президент НП Национального
агентства малоэтажного и коттеджного
строительства

Поставленная перед конференцией задача, на мой взгляд, сегодня является принципиально важной. Тема комфорта проживания и работы в современных зданиях звучит на всех уровнях власти, как законодательной, так и исполнительной.

В России впервые проходит мероприятие подобного уровня, что закономерно — мы недостаточно уделяли внимания такому явлению, как звук, его распространению в помещениях. А ведь качественное жилье зачастую начинается просто именно с тихой квартиры.

Надеюсь, что рекомендации, выработанные на конференции, мы сумеем воплотить в законодательных инициативах, а также нормативах и стандартах, в том числе, касающихся жилья эконом-класса. Надеюсь, что конференция внесет свой вклад не только в нормативную базу, но и систему подготовки кадров.



Янис Краулис,
управляющий группы КНАУФ СНГ

В последнее время уделяется повышенное внимание факторам, оказывающим воздействие на здоровье человека, физическое и эмоциональное состояние. Мы говорим об экологии жизненного пространства, во всех ее проявлениях. Одним из таких факторов является создание благоприятной акустической среды.

Акустический комфорт — это, с одной стороны, защита человека от вредного внешнего шума; с другой стороны — создание условий, в которых человек мог бы в полной мере наслаждаться приятными его слуху звуками. До недавнего времени такой полнотой акустического комфорта обладали только отдельные выдающиеся сооружения. Теперь эта задача ставится применительно к целому ряду помещений, разрабатывается и совершенствуется нормативная база и создан, в том числе и усилиями нашей компании, доступный арсенал акустических материалов, конструкций и технологий. При этом, они учитывают инвестиционные интересы застройщиков и творческие задачи архитекторов: — технологии КНАУФ создают необходимую акустику при максимуме жизненного пространства.

Дмитрий Швидковский,
ректор Московского архитектурного
института



Московский архитектурный институт, как ведущий отраслевой вуз по подготовке современных российских архитекторов, много лет сотрудничает с КНАУФ в сфере развития «устойчивой архитектуры», которая невозможна без современных материалов и технологий. Конференция дала возможность познакомиться архитекторов и ученых России и стран СНГ с нашим опытом формирования у будущих архитекторов нового мышления, основанного на применении передовых решений строительной науки и производства. И благодаря КНАУФ перед ними открывается мир новых возможностей.

Надо отметить, что у МАРХИ почти 300-летний опыт сотрудничества с немецкими специалистами. Вуз появился во времена правления Анны Иоанновны, когда в России в массовом порядке стали появляться немецкие инженеры, новая культура строительства. Контакты с немецкой строительной наукой и производством у МАРХИ всегда были очень сильны, в том числе в 20-е гг. XX в., когда в МАРХИ преподавали профессора Баухауза.

Николай Шумаков,
президент Союза московских
архитекторов



Конференция стала хорошим поводом поговорить об архитектуре и роли архитектора в современном строительстве и обществе.

СМА горячо откликнулся на идею проведения конференции, так как КНАУФ — любимая организация архитекторов, потому что КНАУФ — это синоним стабильно высокого качества материалов, технологий, решений и даже просто человеческих отношений, что не так часто можно встретить в нынешних российских реалиях. Благодаря активной политике КНАУФ на рынке и уважительному отношению к работе архитекторов и конструкторов, проектный комплекс России впитывает профессиональные решения КНАУФ, как говорится, «с молоком матери», у нас формируется плотное и многолетнее плодотворное сотрудничество. На конференции мы затронули достаточно нетривиальную тему — акустический комфорт на объектах транспортного строительства. И в ряде случаев нам удалось успешно решать проблемы, в том числе с применением технологий КНАУФ.



Ханс-Ульрих Хуммель,
профессор, руководитель менеджмента
рынков группы KNAUF

Новые европейские требования в области звукоизоляции

В ближайшие годы строительная индустрия, особенно стран ЕС столкнется с новой международной нормой — ISO 717, но принимать эту норму целиком или вносить свои изменения — отдельные страны будут решать самостоятельно. Мы полагаем, что в ЕС эта норма будет, скорее всего, принята.

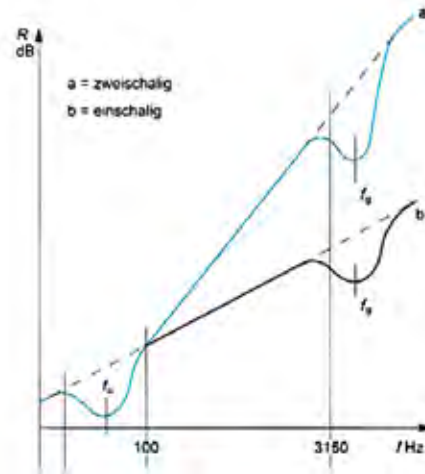
Итак, что имеем сегодня?

До изобретения более 100 лет назад гипсокартона проблема звукоизоляции решалась просто — чем толще массив стены, тем лучше защита от шума. Однако это решение не оставляет места для творчества архитектора и дизайнера, и ведет к увеличению расходов и общему весу здания. Многослойные системы с применением ГКЛ намного успешнее решают проблемы обеспечения потребительских запросов к современным зданиям и дают большую свободу для смелых архитектурных идей.

KNAUF более 30 лет занимается вопросом акустического комфорта, выводя ГКЛ на принципиально новый качественный уровень. Однако в данных системах работают более сложные законы физики, и необходимо учитывать намного больше факторов, чем при строительстве простой кирпичной стены.

Многослойная конструкция работает как пружина, которая соединяет две массы, которые можно комбинировать, размещать дополнительную изоляцию.

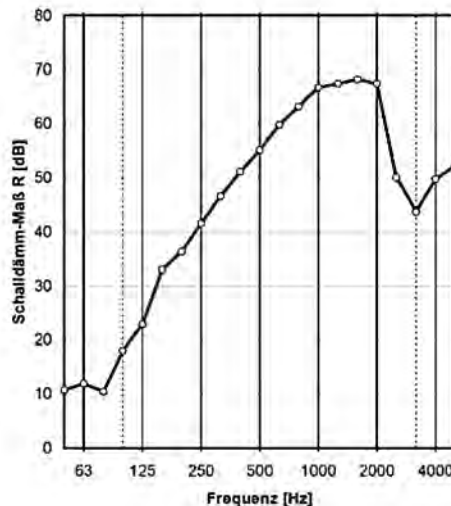
На графике видна разница между массивной стеной (черная линия) и легкой (синяя линия). Следует отметить, что в высоком диапазоне частот, различаемых человеком, легкая стена не уступает массивной по звукоизоляции. Таким образом, гипсокартон, как шумоизолятор превосходит тяжелую стену на жизненно важных для нас речевых частотах. Массивная стена получает преимущество в очень ограниченном диапазоне ниже 100 Гц.



Ideale Lage der Resonanzfrequenz $f_R (= f_a)$ und
Koinzidenz-Grenzfrequenz f_a bei ein- und zwei-
schaligen Bauteilen aus biegeweichen Schalen

Теперь возьмем гипсокартонную конструкцию с листами толщиной 12,5 мм и весом одного квадратного метра 8,5 кг. С соответствующей изоляцией и шириной в 60 мм она дает звукоизоляцию около 47 дБ. Неплохое среднее значение, вполне подходящее для жилых помещений, включая межквартирные перегородки.

Тем не менее, данная конструкция не совсем оптимальна. Факторы, играющие роль в ее звукоизолирующих характеристиках, показаны на графике. Нисходящая кривая показывает провалы в спектре звукоизоляции при низких резонансных значениях и частоте волнового совпадения. Здесь видно, что масса в конструкции играет второстепенную роль.

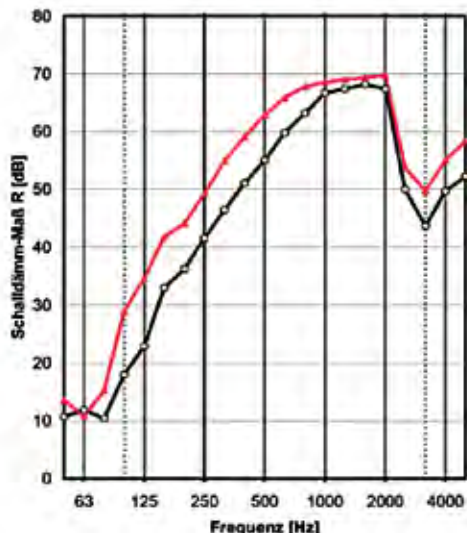


Тем не менее, мы можем выполнять самые различные гипсокартонные конструкции, в которых масса может иметь серьезную величину. На графике красная кривая показывает двойную стену со значением 55 дБ. В случае, если мы делаем один слой, то получаем значение в 47 дБ.

Простой процесс удвоения массы гипсокартона дает дополнительное увеличение звукоизоляции.

В области волнового совпадения частот (Coincidence frequency) большую роль играет, например, толщина плиты или ее плотность, и с помощью последней мы можем очень интенсивно влиять на звукоизоляцию. С другими строительными материалами мы практически не имеем такой возможности.

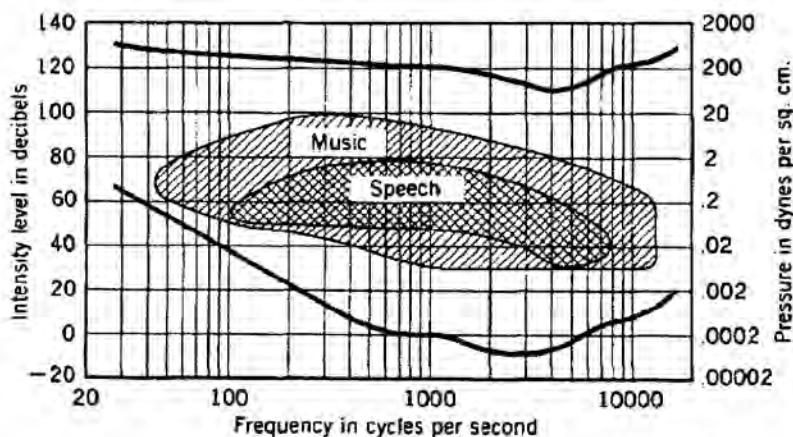
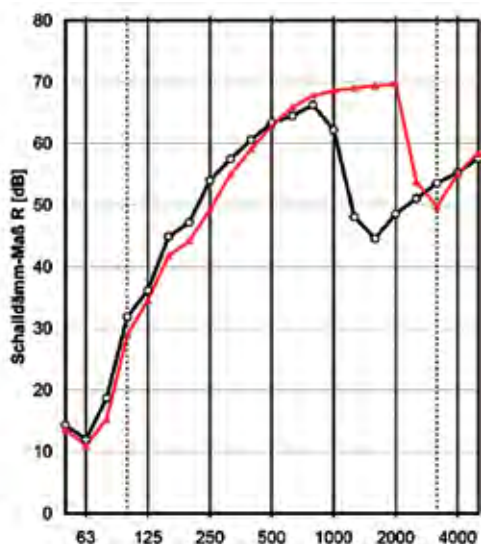
Большое значение имеет т.н. модуль упругости (Youngs modulus — англ.).



Специалисты производственных лабораторий здесь обладают обширными возможностями, например, сделать плиту очень гибкой или очень жесткой.

В верхней части графика представлена конструкция из двух листов, толщиной каждая 12,5 мм и весом 8,5 кг. В нижней части — одинарная плотная гипсокартонная плита 25 мм. На графике видно, что в высокочастотной области, от 2000 Гц у конструкции с двойным покрытием результаты существенно лучше, чем с одинарным, даже если мы сделаем лист в два раза толще. Здесь работает принцип многослойности.

Данный график показывает еще один аспект — музыкальный. С одной стороны, на нем видно частоту в Гц, с другой — уровень интенсивности восприятия. Здесь необходимо отметить, что у человека степень восприятия музыки значительно больше, т.к. музыка охватывает значительно больший частотный диапазон, недоступный для человеческого голоса.



Н. И. Шумаков, С. В. Гнедовский



И с этой точки зрения нам нужно быть осторожнее с применением различных нормативных требований, т.к. есть большая разница, что мы проектируем и строим — концертный зал или офис.

Но на какую нормативную базу нам придется опираться через несколько лет?

Нормы ISO 717 сегодня существуют как предварительный экземпляр. Суть документа в том, что нормы хотят охватить более обширную частотную область, чем раньше. В Европе, например, существуют нормы DIN и EN. И в нормальном случае начало берется в частотной области от 100 Гц. Уровень до 3500 Гц — это типичный диапазон речи, который охватывает также и большую часть музыки. Мы всегда использовали данный частотный диапазон, чтобы определять необходимые значения.

Новый подход усложняет ситуацию, в том числе для архитекторов и инженеров, т.к. все будет не так ясно и не так однозначно определено. Благодаря новому документу появятся дополнительные параметры. Например, будет введено значение R_{speech} , который ограничивается очень высоким частотным диапазоном 200–5000 Гц.

Затем R_{living} — спектр, который охватывает очень низкие частоты — диапазон от 50 Гц до 5000 Гц.

Следом идет $R_{traffic}$, отражающий акустическую ситуацию на объектах транспортной инфраструктуры.

Пока для нас все просто: если нужно построить стену с $R_w = 65$ Гц, то и планируется стена с $R_w = 65$ Гц. В будущем же мы должны дифференцировать показатели по цели применения материалов. Причем, ситуация усложняется и для производителей строительных материалов, в первую очередь, гипсокартона.

Рассмотрим в свете новых норм проблематику применения легких и массивных стеновых конструкций. На графике представлены облегченные конструкции (темно-зеленый цвет) и кирпичные стены (светло-зеленый цвет). Если мы введем, например, норму R_{living} , то окажется, что у кирпичной стены неожиданно появляются преимущества. Причем из-за чистого формализма. Выше мы уже упоминали, что в прошлом и по сей день нижняя граница частот не играет никакой роли, и не принимается во внимание. В будущем нормативом по нижним частотам будет уделяться значительно больше внимания. Таким образом, происходит нормативный сдвиг, но реальность остается прежней. Изоляционные свойства строительных материалов и акустика останутся точно такими же. Только благодаря новым нормам все будет сложнее и расплывчатее. Одним словом, в будущем гипсокартонные конструкции будут чаще сталкиваться с неподходящими критериями (значениями R), чем кирпичные массивные стены. По сути дела, нормы предопределяют, что массивные конструкции в некоторых областях будут лучше в изоляционно-акустическом смысле, чем гипсокартон. Хотя мы все понимаем, что это не так.

Сравним 17,5 см стены из бетона массой 310 кг на m^2 и гипсокартонную конструкцию, состоящую из относительно тяжелых плит (12,7 кг на m^2) толщиной 100 мм.

Сравнивая существующее значение R_w для массивной кирпичной стены в 52 дБ, мы видим, что при гипсокартонной конструкции мы приходим к такому же значению. Если же мы воспользуемся возможностью сложить два листа один на другой с каждой стороны, то получим очень высокое логарифмическое значение — на 10 дБ выше. В этом случае мы получаем полную звукоизоляцию. У массивной стены такой возможности нет.

В будущем придется дифференцировать. Так, вводится норма R_{living} , которая имеет значение 51 дБ для массивной стены в полкирпича, а для простой однослойной гипсокартонной перегородки только 42 дБ. Даже если мы сделаем двойное покрытие, то получим всего 48 дБ — значительно худший показатель.

Еще экстремальнее это выглядит при использовании показателя $R_{traffic}$, так как для массивной стены он имеет значение 46 дБ, а для одинарной гипсокартонной перегородки только 29 дБ. Одним словом, физика показывает нам фокусы, которые не соответствуют реальности.

Сейчас мы пытаемся донести через наших представителей в Брюсселе, что особое значение необходимо придавать человеческой речи, ее диапазону. Мы хотим видеть доминирующим R_{speech} (речевой) показатель, который для нашей продукции является более приемлемым.

R_{speech} адекватно отражает действительность и стоит гораздо ближе к сегодняшним значениям. Еще раз в качестве иллюстрации: нормы R_{living} (на графике) гипсокартон, отмеченный красной линией, лежит на отметке 53 дБ, линия массивной стены — 55 дБ, претендующая на лучшую звукоизоляцию. Но R_{speech} находится на отметке 69 дБ, в то время как массивная стена — 55 дБ, что является истиной в строительной акустике, и ближе подходит нашим с вами стремлениям и даже запросам, как архитекторов, так и заказчиков.

Акустика в архитектуре терминала «А» аэропорта «Внуково» как составная часть успешного проекта

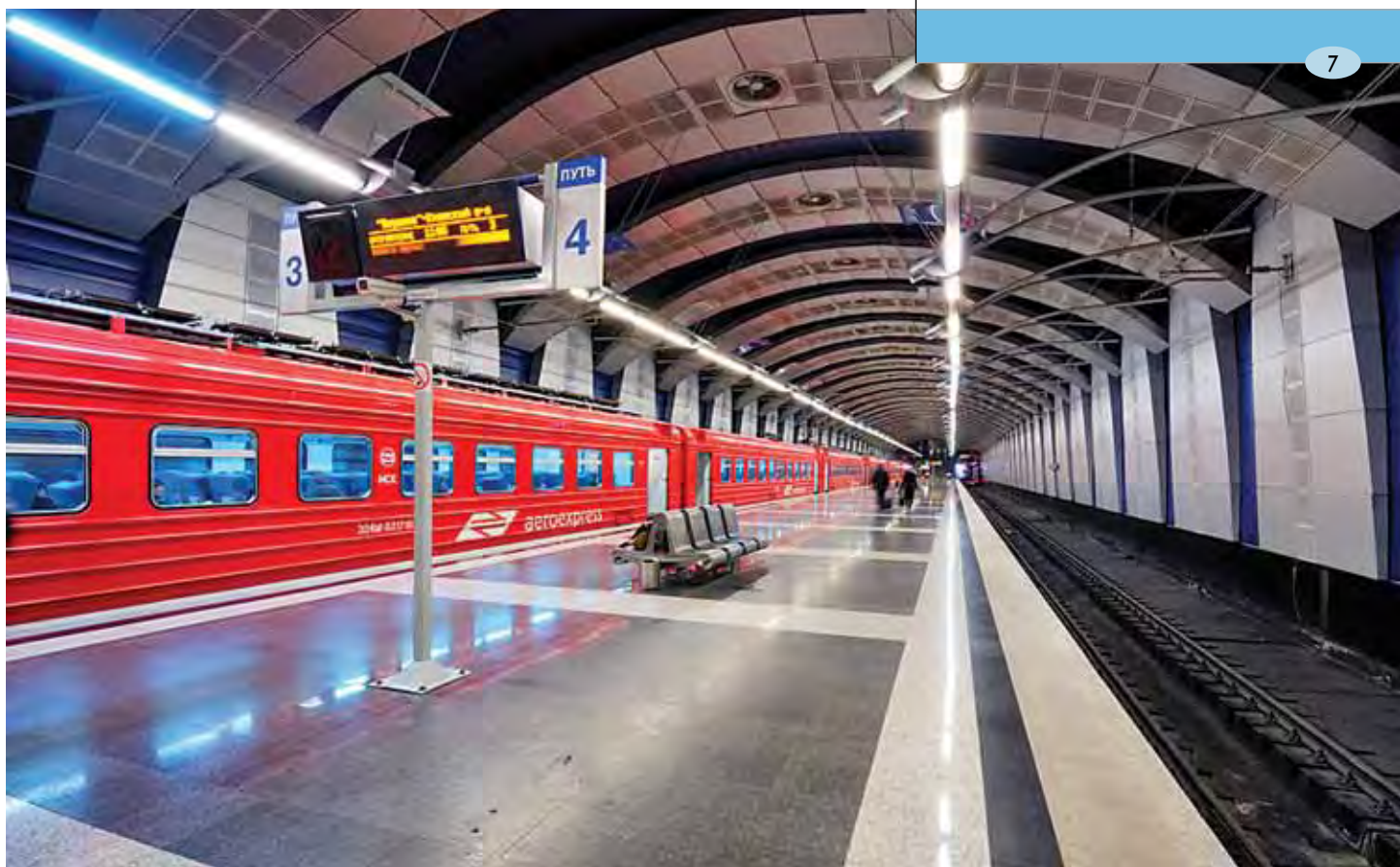
В 2005 г. в аэропорту «Внуково» был открыт первый в России подземный железнодорожный терминал, который позднее соединился с терминалом «А» в единый комплекс и позволил пассажирам, приезжающим на аэроэкспрессе с Киевского вокзала попадать сразу в здание аэропорта, при этом интерьер станции стал неотъемлемой частью терминала, в котором уровень комфорта, в том числе акустического, стал максимально приближен к комфорту внутри аэропорта, насколько это позволяли сделать условия железнодорожной станции.

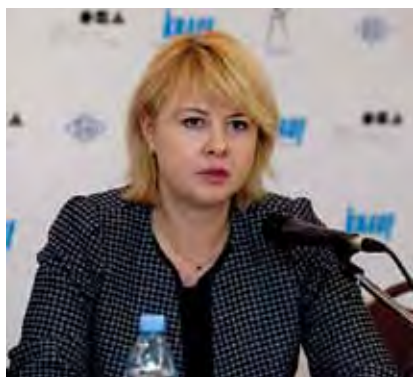
Прежде всего, поверхность стен станции была разбита на равномерные участки выступающих и западающих плоскостей, а между потолочными панелями образовались пазухи, за которыми поверхность железобетонных стен конструкции станции покрыта акустическими матами, которые глушат звук, попадающий в эти зазоры. Также в отделке стен и потолков самого аэропорта было применено сочетание композитных панелей с перфорированными металлическими панелями, которые тоже снизили звукоотражающую способность большей части облицованной поверхности станции.

В пассажирской части терминала из-за жестких требований безопасности и из практических соображений по уходу и эксплуатации применено большое количество негорючих материалов — гранита, стекла и металла, которые не являются самыми лучшими материалами для поглощения звука, наоборот — они прекрасно отражают звук. Поэтому в проекте были заложены специальные потолки, которые имеют различную конфигурацию в зависимости от типа помещения, но поглощающие звук. Во всех служебных помещениях терминала выполнены акустические потолки типа КНАУФ-Акустика.



Л. Л. Борзенков,
архитектор «Метрогипротранс»





Н. Е. Щурова,
руководитель отдела
«Сертификации и патентования»
НИИ строительной физики

Нормирование и исследование звукоизоляционных качеств каркасно-обшивных перегородок на основе гипсокартонных и гипсоволокнистых листов

В связи с принятием Закона №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», и утверждении Перечня национальных стандартов и сводов правил, в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», в который вошли основные СНиПы, НИИСФ РААСН провел работу по подготовке актуализированной редакции СНиП 23-03-2003 «Защита от шума». СНиП введен в действие с 20 мая 2011 г.

В результате переработки документа в СП 51.1330.2011 СНиП 23-03-2003 «Защита от шума». Актуализированная редакция были внесены изменения. В частности, исследованы и даны ссылки на новые ГОСТы, которые были разработаны за последние годы.

В главу 6 были добавлены нормы допустимого шума для операционных больниц, кабинетов врачей и больниц, поликлиник, санаториев, в которых эквивалентный уровень звука составляет 35 дБА, а максимальное значение уровня звука не должно превышать 50 дБА.

Исключена градация зданий на категории А, Б и В, так как она не оправдала себя, и повышено минимальное значение индекса звукоизоляции воздушного шума для межквартирных ограждений до 52 дБ по сравнению с 50 дБ для категории В старого СНиПа. Нормы по звукоизоляции для гостиниц теперь приведены в соответствие с международной классификацией по «звездности», а не для категорий гостиниц А, Б и В, как раньше.

В связи с тем, что последние годы на первых этажах жилых зданий часто размещаются магазины, кафе, рестораны, фитнес-клубы и т.д., изменены требования к звукоизоляции конструкций между встроенными и жилыми помещениями с учетом работы технологического оборудования, а также времени работы предприятия для дневного и ночного режима.

Размещение «шумных» помещений на первых этажах жилых зданий привело к необходимости добавить в СНиП требования по изоляции ударного шума при передаче звука снизу вверх при расположении источника шума на полу под изолируемыми помещениями.

Введены новые требования к звукоизоляции офисных перегородок. В частности, стены и перегородки, отделяющие офисы различных фирм, должны иметь индекс изоляции воздушного шума не менее 48 дБ в то время, как для этих же конструкций, находящихся в одном офисе, индекс изоляции воздушного шума может составлять 45 дБ.

Дополнительно в СНиП введена глава 11, в которой представлены правила проектирования вентиляционных систем, систем кондиционирования и охлаждения воздуха.

Глава 13 «Акустика помещений» была полностью обновлена. Впервые введены нормы допустимого шума, ограничивающего фоновый шум в реконструируемых кинотеатрах, многоцелевых залах. Приведены требования к объемно-планировочным решениям залов с учетом удельного воздушного объема на 1 зрительское место в зависимости от назначения зала, уточнено время реверберации залов с учетом их объема и назначения. Также в актуализированной редакции СНиПа приведены правила проектирования зала, имеющего потолок в форме купола.

За последние 15 лет в гражданском строительстве большую популярность приобрели в качестве внутренних ограждающих конструкций каркасно-обшивные (слоистые) перегородки на основе гипсокартонных и гипсоволокнистых листов с заполнением воздушного промежутка минераловатными плитами.

Одним из основных требований, предъявляемых к внутренним ограждающим конструкциям, является звукоизоляция перегородок. Требуемые нормативные индексы изоляции воздушного шума ограждающих конструкций для различных помещений приводятся в табл. 2 в актуализированной редакции СНиП 23-03-2003 «Защита от шума».

В последнее десятилетие предприятия, выпускающие гипсокартонные листы и минеральную вату, проявляют активный интерес к исследованию каркасно-обшивных перегородок, их нормированию по звукоизолирующим качествам и созданию каталогов своей продукции. Одним из первых, с кем в этой области начал сотрудничать НИИСФ, было предприятие КНАУФ. Наши совместные работы позволили исследовать и сертифицировать почти весь номенклатурный ряд конструкций каркасно-обшивных перегородок. Измерения проводились в реверберационных камерах НИИСФ в соответствии с ГОСТ 27296-2012. «Методы измерения звукоизоляции ограждающих конструкций».

При наших исследованиях, в том числе, определялось влияние объемного веса обшивки перегородки на ее звукоизоляцию. При испытаниях в качестве обшивок использовались гипсокартонные листы производства КНАУФ с объемным весом 850—900 кг/м³ и гипсоволокнистые листы с объемным весом 1200 кг/м³.



На рис. 1 представлены частотные характеристики изоляции воздушного шума отдельно взятых листов обшивки. При одинаковой толщине 12,5 мм поверхностная плотность m составляет для ГКЛ — $m = 11,2 \text{ кг/м}^2$, для ГВЛВ — $m = 15 \text{ кг/м}^2$.

Частотные характеристики звукоизоляции гипсокартонных и гипсоволокнистых листов

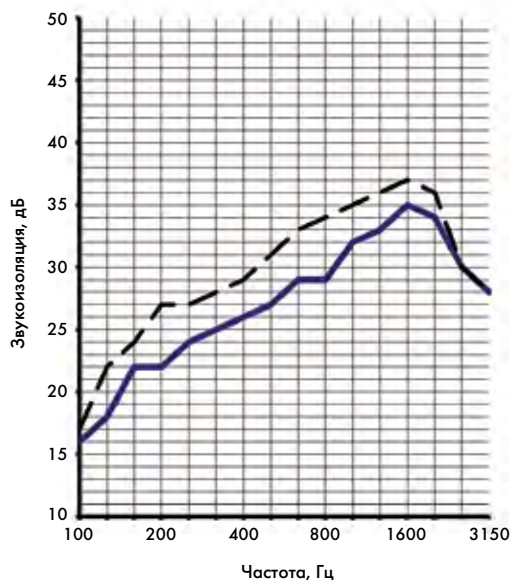


Рис. 1

— — — ГВЛВ $R_w = 33 \text{ дБ}$
 ————— ГКЛ $R_w = 30 \text{ дБ}$

На рисунке видно, что у всех листов звукоизоляция достигает максимума в третьоктавной полосе 1600 Гц и имеет провал на частоте 3150 Гц. Это хорошо согласуется с методом расчета по Своду правил СП 23-103-2003. По методике СП частота t В (максимума частотной характеристики) для ГКЛ при $\gamma = 850\text{—}1100 \text{ кг/м}^3$ определяется как: $19000/h$, где h — толщина листа в мм $19000/12,5 = 1520 \text{ Гц}$. Это попадает в третьоктавную полосу со среднегеометрической частотой 1600 Гц и границами 1415—1782 Гц. Частота провала частотной характеристики $f_c = 3040 \text{ Гц} \approx 3150 \text{ Гц}$.

Индекс изоляции ГКЛ производства КНАУФ составляет $R_w = 30 \text{ дБ}$, ГВЛВ — $R_w = 33 \text{ дБ}$. В целом, можно считать, что ГВЛВ по сравнению с ГКЛ имеют преимущество по звукоизоляции практически во всем исследуемом диапазоне частот.

На рис. 2 приведены частотные характеристики звукоизоляции одинарных перегородок С111 и С361 с наименьшим R_w , выполненных по металлическому каркасу ПС 50/50 с заполнением воздушного промежутка минераловатными плитами толщиной 50 мм с объемной плотностью 15 кг/м^3 и с обшивкой из ГКЛ и ГВЛВ.

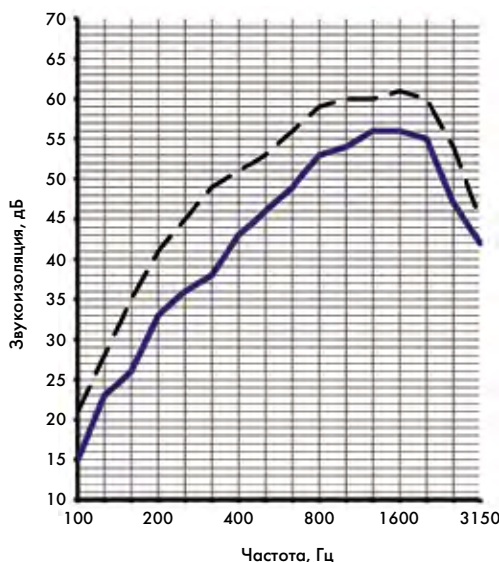


Рис. 2

— С111 — минплита 15 кг/м^3 ,
 по 1 слою ГКЛ $R_w = 45 \text{ дБ}$
 — — — С361 — минплита 15 кг/м^3 ,
 по 1 слою ГВЛВ $R_w = 51 \text{ дБ}$

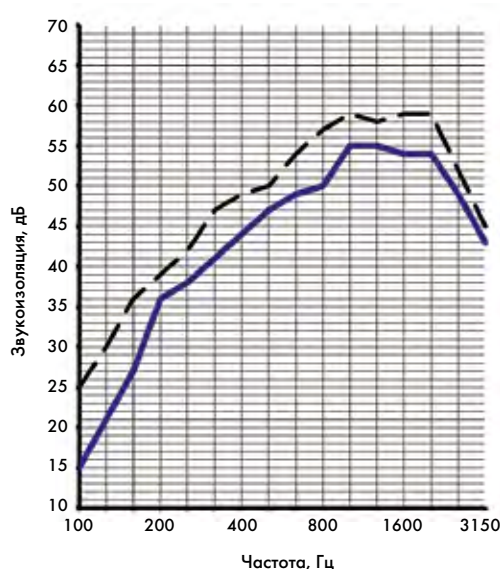
По результатам измерений, каркасно-обшивная перегородка с обшивкой из ГКЛ имеет индекс изоляции $R_w = 43 \text{ дБ}$, а с обшивкой из ГВЛВ — $R_w = 51 \text{ дБ}$, т.е. индекс изоляции перегородки с ГВЛВ, у которой объемный вес обшивки составляет 1200 кг/м^3 , на 6 дБ выше, чем для перегородки с обшивкой из ГКЛ, объемный вес которой составляет $850\text{—}900 \text{ кг/м}^3$. Во всем частотном диапазоне звукоизоляция перегородки с ГВЛВ выше звукоизоляции перегородки с ГКЛ на 1 — 10 дБ.

Также были проведены сравнительные измерения звукоизоляции одинарных перегородок с обшивкой из ГКЛ и ГВЛВ (по 2 слоя с каждой стороны) С112 и С362 при толщине каркаса 100 мм с заполнением воздушного промежутка минплитами толщиной 100 мм. Замена гипсокартонных листов на ГВЛВ дала увеличение индекса изоляции R_w на 1 дБ (с 59 дБ до 60 дБ). Т.е. при высокой звукоизоляции перегородки увеличение объемного веса обшивки незначительно увеличивает ее звукоизоляцию.

Другим существенным параметром, влияющим на звукоизоляцию каркасно-обшивной перегородки, является толщина звукопоглощающего слоя.

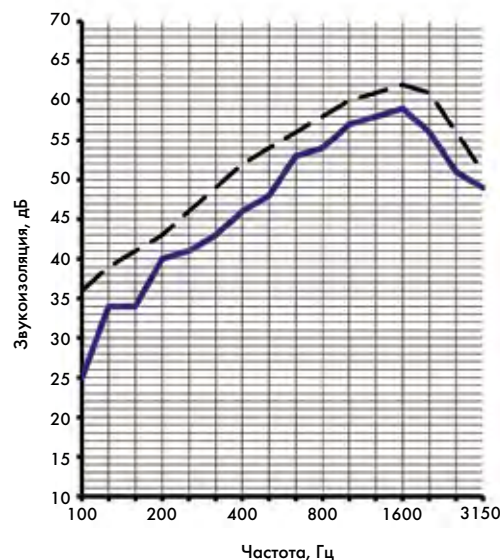


Рис. 3
 — минплита 15 кг/м^3
 толщиной 50 мм,
 по 1 слою ГКЛ
 $R_w = 45 \text{ дБ}$
 - - - минплита 15 кг/м^3
 толщиной 100 мм,
 по 1 слою ГКЛ
 $R_w = 51 \text{ дБ}$



На рис. 4 приведены сравнительные частотные характеристики звукоизоляции перегородок с металлическим каркасом ПС 50 и ПС 100 при заполнении минплитами толщиной 50 и 100 мм плотностью 15 кг/м^3 , обшитые ГКЛ по 2 листа с каждой стороны. Индекс изоляции перегородки с минватой толщиной 50 мм составил $R_w = 51 \text{ дБ}$, индекс изоляции перегородки с минватой толщиной 100 мм увеличился до 54 дБ . Как видим, влияние толщины звукопоглощающего слоя также снижается при увеличении абсолютной величины звукоизоляции

Рис. 4
 — минплита 15 кг/м^3
 толщиной 50 мм,
 по 2 слоя ГКЛ
 $R_w = 51 \text{ дБ}$
 - - - минплита 15 кг/м^3
 толщиной 100 мм,
 по 2 слоя ГКЛ
 $R_w = 54 \text{ дБ}$



конструкции. Так в первом случае увеличение толщины минплиты привело к увеличению индекса изоляции на 6 дБ, а во втором случае — всего на 3 дБ.

Таким образом, изменяя обшивку с ГКЛ на ГВЛВ, количество слоев обшивки и ширину воздушного промежутка, было обследовано около 50 конструкций. Индексы звукоизоляции составили: минимальный индекс $R_w = 44 \text{ дБ}$ — для самой простой конструкции С 111 с обшивкой из ГКЛ по одному листу ГКЛ с каждой стороны и толщиной воздушного промежутка с минватой 50 мм; максимальный R_w составил 59 дБ — для перегородок С 115 и С 365 на двойных разнесенных каркасах различной толщины с обшивкой по 2 слоя ГКЛ или ГВЛВ.

Результатом проведенных исследований является обширный каталог каркасно-обшивных перегородок с использованием ГКЛ и ГВЛВ, который позволяет выбрать удобную для потребителя конструкцию с требуемым индексом звукоизоляции R_w .

Вкратце стоит остановиться еще на одной области применения гипсокартонных листов. В настоящее время нашей промышленностью выпускается большое количество гипсовых, силикатных и тому подобных блоков и панелей с небольшой поверхностной плотностью. Чаще всего они не обладают достаточной звукоизоляцией и для ее увеличения необходимо проводить дополнительные мероприятия. Для увеличения звукоизоляции перегородок из таких строительных материалов используются гипсокартонные листы с заполнением воздушного промежутка минеральной ватой. Поскольку в литературе на момент исследований не встречались результаты измерений таких перегородок и не были известны достоверно значения их звукоизоляции, в реверберационных камерах НИИСФ совместно с предприятием КНАУФ были выполнены измерения звукоизоляции таких конструкций.



Перегородки из гипсовых плит толщиной 80 мм и из кирпича толщиной 125 мм, обшитых с одной стороны ГКЛ или ГВЛВ с заполнением воздушного промежутка минераловатными плитами «Акустическая перегородка» плотностью 15 кг/м^3 .

По результатам измерений необработанных перегородок R_w для кирпичной стены составил 35 дБ, для стены из пазоребневых плит $R_w = 39$ дБ. Как и для каркасно-обшивных перегородок были выполнены измерения перегородок, обшитых с одной стороны ГКЛ или ГВЛВ в один или два слоя при различной толщине воздушного промежутка с частичным или полным заполнением его плитами из минваты.

Для кирпичной стены с обшивкой из ГКЛ и ГВЛВ индексы изоляции составили $R_w = 56\text{--}62$ дБ, что позволяет применять их в любых помещениях с повышенными требованиями к звукоизоляции перегородок. Для стены из гипсовых плит аналогичных конструкций R_w составил 54—59 дБ, что говорит также о хороших звукоизолирующих качествах перегородок.

Звукоизолирующие качества перегородок с низкой звукоизоляцией можно увеличить до желаемых значений с помощью установки на основе листов ГКЛ или ГВЛВ с заполнением минплитами воздушного пространства.

В последние годы на рынке появляются новые материалы, с помощью которых можно увеличить звукоизоляцию ограждений на основу ГКЛ и ГВЛВ до 66 дБ. Такой индекс изоляции был получен на конструкции из гипсовых плит с обшивкой при использовании материала «Тэксаунд 70» в качестве прокладок на стойках каркаса и между листами обшивки.



Эрик Ипсен,
руководитель управления дизайна
и развития «КНАУФ Данолайн»,
архитектор МАА (Дания)

Три параметра: то, что Вы слышите; то, что Вы не слышите; что определяет разница между ними в пространстве правильных акустических решений

Если человек является обычным архитектором, то он ничего не знает об акустике, как и большинство обычных людей. Мне приходилось сталкиваться с очень субъективным восприятием акустики, когда люди, видя красивый дизайн, утверждали — в этом помещении прекрасная акустика, хотя акустические показатели того интерьера следовало бы признать сомнительными.

Но необходимо ответить на вопрос — что такое «звук». Ребенок в утробе матери начинает слышать звуки на 22 неделе. В течение всей жизни мы прислушиваемся по 20—40 раз за ночь, чтобы распознать звуки — не происходит ли чего-то опасного. Если человек работает один в офисе в середине ночи, его слух работает по максимуму. Звуки окружают нас все время: когда мы спим и когда бодрствуем. Ведь наше ухо устроено просто — оно распознает частоты, а то, что происходит, нам сообщает мозг.

Существует такой тест: зрители смотрят видео с морской волной, набегающей на галечный пляж. Звуки моря и шуршащей гальки вызывают у нас положительные эмоции и ассоциации. Если же запустить видео с автострады, то нетрудно догадаться о возникшем эмоциональном фоне.

Когда мы слышим какие-то звуки, у нас в голове появляются картинки, смысл и содержание которых зависит от культурного фона, в котором сформировался или находится человек. Поэтому, например, жители Швеции и Лондона слышат звуки по-разному.

Следует признать, что между визуальной частью и звуками в помещении есть прочная связь. Чтобы слышать и говорить, для людей важна хорошая окружающая среда, которая не ограничивается только параметрами здания. Окружающая среда является сочетанием очень многих факторов, вплоть до запаха чистящих средств, используемых при уборке помещений. Поэтому все-таки важно не просто грамотно расположить акустический материал, но и добиться эстетического эффекта.

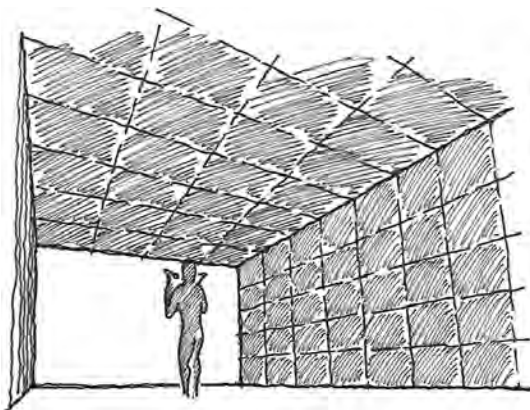
Мои исследования звука продолжаются уже 25 лет, и мне важно понять и ответить на вопросы: как звуки перемещаются в помещении, как их контролировать, какие правила нужно соблюдать архитекторам, чтобы добиться нужной акустики?

Как управлять звуком? Я преподаю в архитектурной школе, и чтобы понять — как движется звук, мы строим конструкции в воде, и бросаем туда камни, чтобы увидеть отражение волн. Глубоко убежден, архитектор может и не знать много про акустику, но он должен иметь информацию о движении звуковых волн.

Чем эффективнее акустика, тем большее отражение мы услышим от стены. Рассеивания можно добиться, например, с помощью мебели. Но сейчас модно использовать минимальное количество мебели, поэтому становится особенно важным использовать акустический материал на стенах, чтобы добиться рассеивания и поглощения.

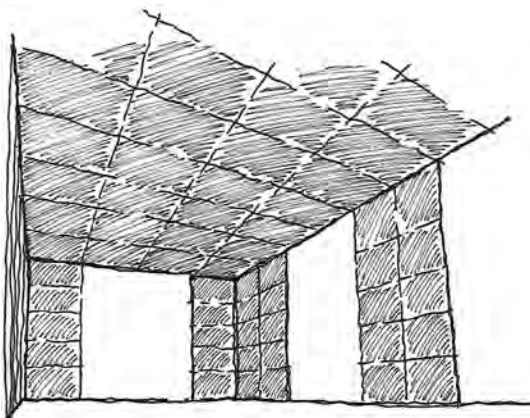
Рассмотрим короткое время реверберации. Представим, что вы сидите в кинотеатре, и вам важен звук в фильме. Тут имеют значение две вещи: низкая вибрация и отсутствие эха от поверхностей. Я рекомендую установить 90% материала, поглощающего звук, на стены.

Рис. 1



В акустике помещений детских садов есть сходство с кинотеатрами. Потому что дети подходят к воспитателю и начинают говорить, говорить, говорить. Поэтому в детских садах мы должны иметь много звукопоглощающего материала.

Рис. 2

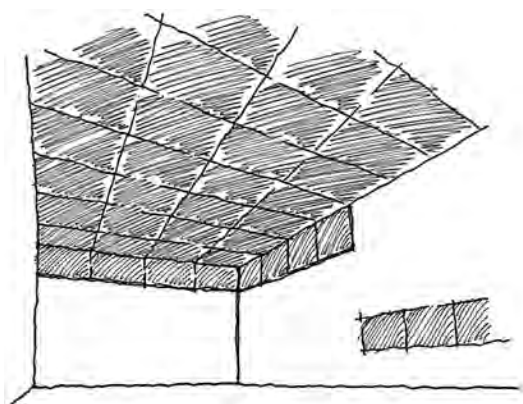




То же самое касается и школ, где важно иметь качественное отражение звука. Это влияет на то, как человек говорит, на его риторику. Не случайно проповедники в церкви говорят медленно. Ведь они получают обратную связь.

В школах время реверберации должно составлять 0,6 секунд. Это оптимальный показатель.

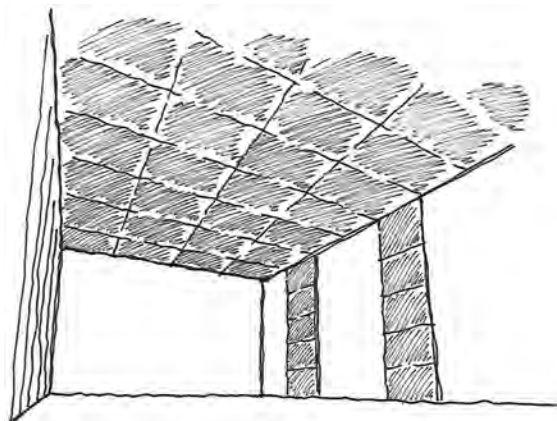
Рис. 3



Отдельная тема — офисы. И большие офисы — это всегда акустическая проблема, потому что здесь необходимо реализовать два взаимоисключающих требования: постоянное взаимодействие людей с возможностью их уединения. При этом в большом офисе есть правило — если вы видите человека, то вы его и слышите. Эту задачу должен решать архитектор, например, с помощью мебели. Часто для решения поставленной задачи используют офисные экраны. Но здесь надо быть осторожным. Если экран слишком высокий, то человек услышит — откуда идет звук, и если он не соединен с полом, звук опускается, и человек все еще будет слышать звук, и если экран не соединен со стеной, он также опускается, и человек будет продолжать слышать звук.

Также стоит обратить внимание еще на один пункт: сейчас много строится зданий из стекла, и это необходимо учитывать, т.к. стекло очень сильно отражает звук в здании.

Рис. 4





С. В. Гнедовский,
заслуженный архитектор России,
вице-президент Союза архитекторов
России, генеральный директор
ООО «Архитектура и Культурная
политика»

КНАУФ в зрительном зале

Продукция концерна КНАУФ давно известна на строительном рынке. Много лет, занимаясь разработкой проектной документации, мы пользуемся альбомами узлов и деталей, раскрывающих весь диапазон применения продукции КНАУФ.

При проектировании и строительстве здания Московского международного Дома Музыки я открыл для себя новые возможности материала, выпускаемого компанией. В ходе проектирования Большого концертного зала, главным стоял вопрос его акустического комфорта. По техническому заданию зал ориентировался на естественную, т.н. архитектурную акустику с минимальным внесением электроакустических средств. Для концертного зала вместимостью 1700 мест задача представлялась трудно выполнимой, поскольку диапазон концертных программ исполняемых в нем, по тому же заданию, предполагал выступления камерных коллективов, больших симфонических оркестров, звучание большого органа.

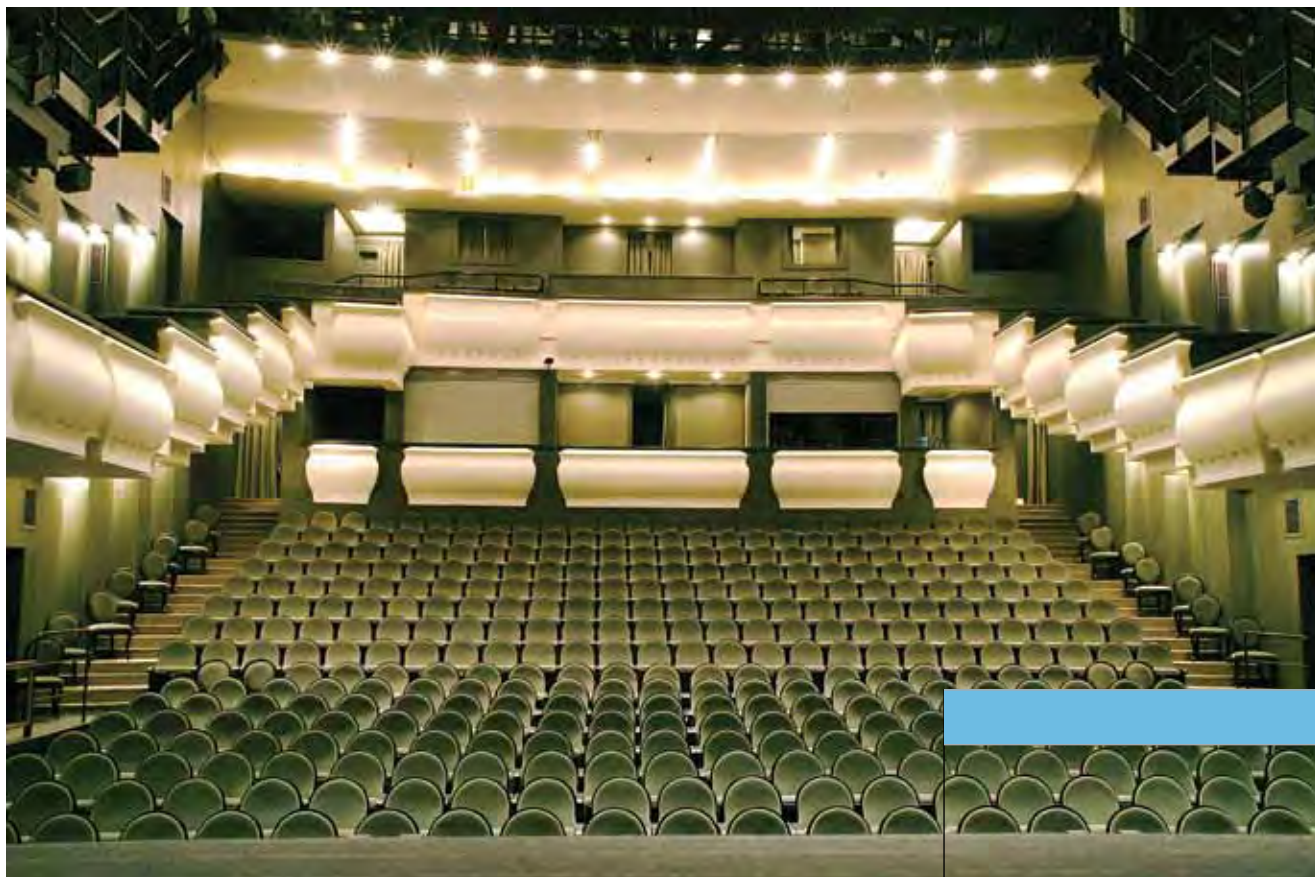
Акустическое проектирование зала осуществлялось специалистами НИИ Стройфизика к.т.н. Х.А. Щержецким и д.т.н. Л.А. Борисовым. По их заданию нами была выполнена модель зала в масштабе 1:25 из плотного полистирола, кресла в зале покрыты звукопоглощающим материалом, имитирующим звукопоглощение в заполненном зале. Далее, установленные в разных точках микрофоны и различной силы и частоты источники звука, фиксировали время реверберации, в зависимости от материала стен и потолка, которые менялись в ходе эксперимента. Акустическая универсальность зала, по рекомендациям ученых, могла быть достигнута путем увеличения его объема и достижения времени реверберации до 2,2 секунды и обеспечения рассеивания отраженного звука, при нормальном объеме зала время реверберации должно составлять 1,3–1,4 секунды.

Дом Музыки,
Большой (Светлановский) зал



Дом Музыки,
Камерный зал





Увеличение объема зала было и достигнуто путем устройства подъемно-опускных люков в звукоотражающем козырьке, расположенном над сценой. При их подъеме к фактическому объему зала присоединялся объем воздуха за козырьком, как бы увеличивая высоту зала и, соответственно, время реверберации. Необходимые требования по звукоотражению достигались путем создания деревянной деки облицовки зала, это была доска из лиственницы толщиной 32 мм с воздушной прослойкой между ней и железобетонной конструкции стены 5–7 см. Поверхность дерева покрывалась тонким слоем лака, сохранявшего его текстуру и пластические свойства. Аналогичные требования предъявлялись и к поверхности потолка, но по архитектурным и противопожарным соображениям мы не могли применить открытое дерево. Эксперименты показали, что близкой по частотным характеристикам способностью к отражению звуковых волн обладают спаренные листы гипсокартона КНАУФ толщиной $12,5 \times 2 = 25$ мм.

Этот материал и был использован при строительстве звукоотражающего потолка большого Светлановского зала Московского международного Дома Музыки. По тому же пути мы пошли при проектировании и строительстве камерного музыкального зала на 600 мест. Функцию звукорассеивающих и отражающих поверхностей в нем выполняли ложи балконов. На их округлых поверхностях, выполненных из гипса, толщиной 60 мм, были нанесены борозды глубиной 20 мм с интервалом 120 мм. Они работают на высокочастотные отражения, диапазон среднечастотных волн подхватывался формой балконов и, наконец, главной отражающей поверхностью стал практически плоский потолок, выполненный по той же технологии с использованием листов КНАУФ.

Полученный опыт акустического проектирования с использованием листов гипсокартона был использован мною при проектировании и строительстве московского театра-студии П. Фоменко.

Его большой зал на 450 зрителей трактовался как гибкое театральное пространство. Две трети его потолочного пространства занимает верхняя механизация сцены, свето- и звукооборудование. Поскольку глубина зала составляет всего 15 м, расчет делался на прямой звук, идущий от сцены. Вместе с тем, его поддержка осуществляется деревянной обшивкой боковых стен, гипсовыми пластинами облицовки зрительских балконов и лож. Главными элементами коррекции естественного звучания в зале стали трансформируемый звукоотражающий козырек над просцениумом и стационарная плоскость потолка над амфитеатром, выполненная из спаренных листов гипсокартона КНАУФ толщиной 25 мм.

Многолетний опыт работы с продукцией фирмы КНАУФ говорит о ее высочайших технологических качествах. Мы не только постоянно обращаемся к ее конструктивным разработкам в применении гипсокартона в различных проектных заданиях — от нового строительства до реконструкции зданий и их капитального ремонта, но и в ходе выполнения реальных, порою нестандартных задач, открываем для себя новые, как нам представляется, скрытые возможности продукции концерна.

Нов. здание Театра-студии П. Фоменко,
Большой зал



Нов. здание Театра-студии П. Фоменко,
Большой зал



М. Ю. Ланэ,
ведущий научный сотрудник
лаборатории акустики залов НИИСФ

Особенности применения облицовок на основе гипсокартонного листа при акустическом проектировании залов различного назначения

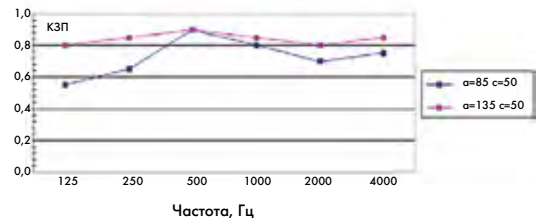
Когда мы говорим о применении ГКЛ в обеспечении необходимого звукопоглощения, то очевидно, что сам гладкий гипсокартонный лист не обладает заметным звукопоглощением низких и высоких частот, поэтому он не может быть отнесен к эффективным звукопоглощающим материалам.

По иному обстоит дело с перфорированным гипсокартонным листом — типичной резонансной звукопоглощающей конструкцией, т.к. с позиции акустического проектирования перфорированный лист начинает работать, когда он размещается на каком-то воздушном отnose. Эффект усиливается, когда в конструкции дополнительно размещается звукопоглощающий материал.

Какие факторы влияют на звукопоглощающие свойства конструкции с перфорированным ГКЛ?

Во-первых, коэффициент перфорации. Для ГКЛ это 6–25%. В отдельных случаях данная величина может достигать 30 и более процентов. Также необходимо учитывать и геометрию перфорации, рис. 1.

Рис. 1 Звукопоглощение при максимальном коэффициенте перфорации (перфорация Kiperforation $K_{пер} = 36\%$, по данным ф. КНАУФ)

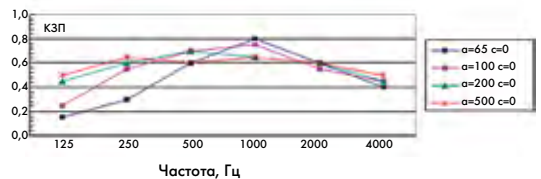


Во-вторых, величина воздушного отnose. Как правило, она составляет 50–200 мм. Хотя на потолках и в редких случаях на стенах можно встретиться и с большими значениями.

На рис. видно, как величина воздушного отnose влияет на звукопоглощающие свойства. Звукопоглощение имеет здесь резонансный характер в зависимости от частоты, и находится в пределах 1000 Гц. В подавляющем большинстве случаев перфорированный ГКЛ имеет пик поглощения в диапазоне 500–1000 Гц. С увеличением отnose у нас происходит заметное увеличение низкочастотного звукопоглощения и кривая несколько сглаживается.

Также при всех значениях воздушного отnose можно наблюдать определенный спад звукопоглощения в области высоких частот. Это характерно для большинства резонансных конструкций и перфорированный ГКЛ здесь не является исключением, рис. 2.

Рис. 2 Зависимость звукопоглощения от воздушного зазора a (перфорация Quadril $K_{пер} = 13\%$, по данным ф. КНАУФ)



В третьих, наличие пористого звукопоглотителя, толщина которого может варьироваться от 40 мм до 100 мм.

На рис. 3 показано, как изменяется частотное звукопоглощение в зависимости от наличия или отсутствия в конструкции пористого звукопоглотителя. При его размещении в конструкции (красная кривая) происходит увеличение звукопоглощения в низкочастотной области и кривая становится более широкой.

Рассмотрим применение перфорированного ГКЛ, когда это оправдано и целесообразно.

Например, при проектировании классических концертных залов, оперных театров и драматических театров включение в проект каких-либо звукопоглощающих материалов зачастую не требуется. Кроме тех случаев, когда объем помещения превышает 6 м³ на человека.

С эстрадными театрами и конгресс-холлами ситуация совершенно обратная. Применение звукопоглощающих материалов и конструкции здесь необходимо, но перфорированный ГКЛ включается в проекты, как показал наш опыт, довольно редко. В основном, из-за недостаточной информированности архитекторов и дизайнеров об имеющемся мировом опыте его применения. Крупных спортивных залы и ледовые арены. Здесь использование перфорированного ГКЛ вполне оправдано, но в России почти не используется в силу, опять же, отсутствия архитектурных и дизайнерских идей, и часто — по конструктивным соображениям.

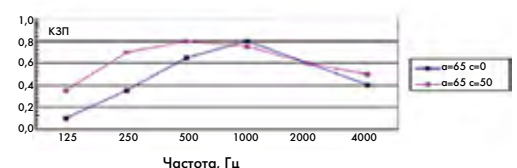
Небольшие спортивные и тренировочные залы также требуют включения звукопоглощающих материалов. Так как в гулком помещении, например, удары мяча, вызывают дискомфорт у спортсменов. При этом, звукопоглощающая конструкция должна быть ударопрочной.

Кинотеатры — именно тот случай, когда перфорированный ГКЛ может найти широкое применение при отделке стен для ликвидации, в том числе «порхающего эха».

Учебные заведения, транспортные терминалы, конференц-залы, торговые центры — тоже сфера применения перфорированного ГКЛ.

К сожалению, следует подчеркнуть, что значительная часть корпуса архитекторов и дизайнеров плохо информирована о возможностях интерьерных решений с использованием перфорированных панелей. В этой связи можно порекомендовать производителям задуматься о красочных графических иллюстрациях богатого и успешного зарубежного опыта применения таких материалов, проще говоря — эффектно подать материал для целевой аудитории.

Рис. 3 Зависимость звукопоглощения от наличия за перфорированным гипсокартонном пористого звукопоглотителя (перфорация Globe G1 $K_{пер} = 10,2\%$, по данным ф. КНАУФ)



Акустика в профессиональном образовании архитектора

Архитектурная акустика непосредственно влияет на формирование элементов «средовой» или «экологической» архитектуры, обеспечивающих качественное восприятие речи и музыки, а также санитарно-гигиенические требования по защите от шума в интерьерах и на территории застройки.

Основными задачами акустической подготовки архитекторов в вузе являются:

- дать представление об основных параметрах, характеризующих звуковое давление, мощность, спектр звука, звукопоглощение и звукоизоляцию, а также о современных методиках расчета звукоизоляции конструкций от воздушного и ударного шума;
- научить студентов современным принципам акустического проектирования зрительных залов различного назначения (лекционные, драматические, музыкальные, концертные, многофункциональные, кинозалы и др.), оказывающим непосредственное влияние на архитектурное формообразование;
- научить методикам и приемам защиты от внутренних и внешних шумов при проектировании зданий, что связано как с градостроительными мероприятиями, так и с выбором объемно-планировочных и конструктивных решений зданий.

Акустическая подготовка является одной из профилирующих в триаде «архитектурной физики».

До недавнего времени студент на основе лекционного и практического материалов выполнял акустическое проектирование или акустический анализ залов в абстрактной форме 2D-размерных моделей по собственному выбору или академическому заданию, главным образом, с помощью графических построений путей распространения прямого и отраженного звука. Практика дипломного проектирования указывает на насущную потребность владения элементами пространственного средового акустического дизайна с привлечением компьютерных 3D-моделей при широком использовании современных материалов и конструкций.

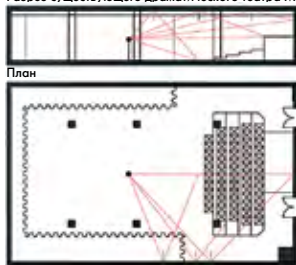
Фирма КНАУФ постоянно направляет инвестиции в учебное и профессиональное образование — 9 учебников, серия сборников и статей, учебных пособий, один электронный учебник, которые успешно можно использовать в учебном процессе техникумов и вузов. В новом учебнике «Архитектурная физика», который планируется к изданию в 2015 г., немало примеров с изделиями фирмы КНАУФ.

В образовательных проектах следует отметить многолетнее сотрудничество фирмы КНАУФ и МАрХИ. Особое внимание уделяется повышению квалификации профессиональных архитекторов и строителей; для них КНАУФ предлагает краткосрочные курсы, семинары, консультации в учебных центрах.

В Московском архитектурном институте (академии) студенты 5 курса выполняют две расчетно-графические работы по архитектурной акустике — акустический проект зала по собственному выбору или академическому заданию и звукоизоляция ограждающими конструкциями от воздушного и ударного шумов, а также защита от шумов в помещении и на территории застройки, в т.ч. с использованием разработок КНАУФ.

Большую помощь при выполнении студенческих научно-исследовательских и расчетно-графических работ оказывают опубликованные материалы фирмы КНАУФ. Идет ли речь об акустическом проектировании жилого помещения, офиса, административного или культурного учреждения — новейшие и хорошо зарекомендовавшие себя прежние разработки КНАУФ позволяют обеспечить надлежащий акустический комфорт в зрительном зале, требуемую звукоизоляцию ограждающих конструкций в зданиях наряду с высокими эстетическими характеристиками (разнообразные криволинейные структуры боковых стен и потолков), эффективный воздухообмен в потолках Cleano Acoustic, эффективную влагуустойчивость материалов и конструкций.

Разрез существующего драматического театра М 1:100



Разрез проектного драматического театра М 1:100

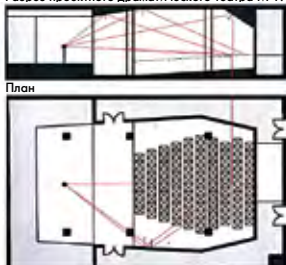


Рис. 1 Курсовая работа по архитектурной акустике: «Анализ акустики в Малом зале Драматического театра им. А. С. Пушкина в г. Москве». Работа графически построена в существующем зале и даны предложения по его реконструкции с визуализацией интерьера



Н. И. Щепетков,
профессор, доктор архитектуры,
заведующий кафедрой
«Архитектурная физика»,
Московский архитектурный институт

Рис. 2 Компьютерные 3-D расчеты акустических параметров: разборчивость речи и уровень звукового давления в церкви на высоте 1,6 м — примеры для практических занятий

6 колонок общего назначения Electro-Voice EVID 4.2c

6 колонок Renkus-Heinz Iconyx IC-8R



А — разборчивость речи в пустом зале (неудовлетворительная)



Г — разборчивость речи в пустом зале (удовлетворительная)



Б — разборчивость речи в заполненном зале (хорошая)



Д — уровень звукового давления (высокий)



В — уровень звукового давления (хороший)



Е — разборчивость речи в заполненном зале (хорошая)



А. В. Коротич,
заслуженный изобретатель России,
доктор архитектуры,
член-корреспондент Российской
академии архитектуры и строительных
наук, профессор Международной
академии архитектуры

Формообразование складчатых акустических конструкций зальных интерьеров с использованием листовых материалов КНАУФ

Создание эффективного (комфортного) акустического режима зальных помещений общественных зданий сегодня абсолютно невозможно без использования новаторских конструктивно-технологических решений оболочек интерьеров.

Долгие годы автор специализируется в сфере формообразования складчатых оболочек, для которых одной из наиболее перспективных областей конкретного использования, несомненно, является акустика зальных помещений.

В качестве примера конкретной конструктивно-технологической реализации одной из его складчатых оболочек приводится акустический складчатый потолок Камерного театра в Екатеринбурге, выполненный с использованием гипсоволокнистых листов КНАУФ. Потолок выполнен из плоских элементов конфигурации прямоугольника и параллелограмма, которые крепятся к сварному металлическому решетчатому каркасу, повторяющему форму трапециевидных складок, на винтах. Для того, чтобы предотвратить появление акустического резонанса, было принято решение сделать потолок тяжелым (не менее 20 кг/м^2) из двух слоев гипсоволокнистых листов.

Более чем 15 лет эксплуатации потолка подтвердили правильность акустических расчетов и экспериментов на масштабных моделях: по отзывам артистов и специалистов акустика зала является лучшей в Екатеринбурге и сравнима по качеству с акустикой лучших оперных залов Европы. Уникален и архитектурно-художественный облик потолка.

К настоящему моменту с использованием собственной оригинальной научно-творческой базы формообразования автором создан весьма обширный комплекс моделей новых складчатых оболочек, способных кардинально влиять на формирование стилистических художественных концепций зальных интерьеров, а также создавать прогнозируемые акустические эффекты и корректировать акустические недостатки зальных помещений.

Предлагаемые к использованию складчатые оболочки способны образовывать широкий спектр конфигураций (плоскостные, конические, купольные, сводчатые, геликоидальные, гиперболические и др.) и приемлемы для моделирования как потолочных так и настенных акустических облицовочных конструкций различной фактуры и формы.

Наряду с плоскогранными складчатыми оболочками автором предложены акустические звукорассеивающие системы из элементов двоякой отрицательной кривизны — гиперболических параболоидов. Данные оболочки характеризуются тем, что пучки звуковых волн (параллельных или конических), попав на поверхность гипара, отражаются не направленно, а рассеянно, а также никогда не фокусируются в пространстве после отражения от гиперболической поверхности.

Необходимо также акцентировать важный момент: в коммерческом отношении фирменный бренд КНАУФ может и должен быть представлен не только собственно выпускаемыми листовыми материалами, а также в большей степени теми результирующими изделиями — потолочными и стеновыми экранами зальных интерьеров, которые изготавливаются на основе листов КНАУФ, и в итоге определяют все архитектурно-художественные и важнейшие акустические (звукорассеивающие) достоинства помещений. Именно уникальные интерьерные оболочки и определяют образ компании КНАУФ в сознании созерцающих эти интерьеры людей.



А. Гнутик,
к.ф.-м.н., эксперт по архитектурной
акустике, ООО «КНАУФ ГИПС»



Оценка акустических качеств зала сената Олий Мажлис республики Узбекистан

За последние годы в республике Узбекистан, в частности в Ташкенте, возводилось много зданий с зальными помещениями различного функционального назначения (реконструкция театра им. Хамзы, строительство зданий Государственной консерватории, Медиацентр Государственного комитета по телевидению и радиовещанию республики Узбекистан и др.). Обеспечение благоприятных условий внутренней среды в них является одним из важнейших вопросов, возникающих в процессе проектирования.

Строительство новых и реконструкция существующих зданий общественного назначения, как типовых, так и уникальных, связано с необходимостью обеспечить в залах оптимальные условия слышимости речи и звучания, что составляет одну из задач архитектурной акустики. Правильное акустическое решение особенно важно для залов, в которых основные мероприятия проходят без использования звукотехнических средств. Однако благоприятные акустические условия являются также весьма существенным фактором и в залах, где применяется система усиления звука. Определенные сложности в решении акустики возникают также в связи с большими размерами залов, многоцелевым их использованием, а также необходимостью компромисса между акустическими и технологическими требованиями.

Административное здание Сената Олий Мажлиса республики Узбекистан имеет Ш-образную конфигурацию, состоит из 5 блоков «А», «Б», «В», «Г» и «Д». Длина здания 249,7 м, ширина — 69,5 м. Здание 4-этажное. Высота этажа 4,2 м. По отношению к среднему блоку «В» принята симметричная композиция. В блоке «В» предусмотрен конференц-зал на 172 места, являющиеся основным залом заседаний сенаторов двухпалатного парламента республики Узбекистан. Зал относится к категории залов средней вместимости. Его длина в осях составляет 20 м; ширина в осях — 30 м. Высота в средней части — 10,5 м.



Р. А. Кучкаров,
Ташкентский архитектурно-строительный институт

19

В плане зал имеет овальную конфигурацию. Его площадь составляет $417,1 \text{ м}^2$, объем (приблизительно) — около 4380 м^3 . Удельный объем на одного зрителя составляет примерно $24,0 \text{ м}^3$. Сценическая часть зала находится на отметке $-1,050 \text{ м}$. Боковые стены имеют криволинейную поверхность с радиусом кривизны $7,58 \text{ м}$. Расстояние от президиума до задней стены составляет 18 м . Ширина зала в средней части 25 м . В зале предусмотрен балкон для прессы с выносом $7,5 \text{ м}$. Высота под балконной пазухи $4,2 \text{ м}$. Отношение выноса балкона к средней высоте под балконной пазухи составляет $1,66$.

Основные размеры, форма и очертание поверхностей зала приняты без учета основных акустических требований. Они во многом сходны и зависят, главным образом, от объемно-планировочных решений зала.

Для залов с естественной акустикой необходимо выполнение следующих основных требований:

- обеспечение всех слушателей достаточной звуковой энергией;
- создание диффузного звукового поля, исключающего возможность образования таких акустических дефектов, как эхо, фокусирование звука;
- обеспечение оптимального времени реверберации.

Известно, что удовлетворение данных требований достигается рациональным выбором размеров и формы залов, а также характером внутренней отделки. Потолок выполнен из гипсокартонных листов КНАУФ толщиной $12,5 \text{ мм}$. Боковые стены — обшивка из гипсокартона толщиной $12,5 \text{ мм}$ фирмы КНАУФ.

Был выполнен акустический расчет времени реверберации зала на частотах $125, 500$ и 2000 Гц до и после внедрения рекомендаций. Получены хорошие совпадения расчетных и рекомендуемых значений.

Окончательный результат приведен на рис. 1.

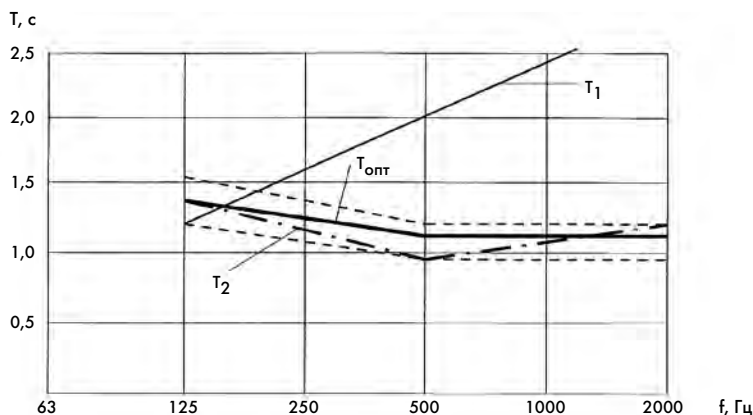


Рис. 1 Оптимальное время реверберации зала Сената Олий Мажлис республики Узбекистан: **T_{opt}** — рекомендуемое время реверберации; **T₁** — расчетное время реверберации до внедрения рекомендаций; **T₂** — расчетное время реверберации до внедрения рекомендаций



Жан Карло Магноли Боччи,
архитектор, генеральный директор
M&P (Magnoli & Partners)

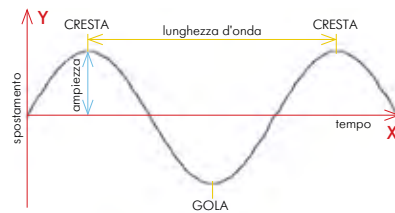
Практический опыт использования 4-D моделирования в вопросах решения акустических задач и обеспечения экологического подхода в строительстве

Основным направлением деятельности компании Magnoli & Partners, оказывающей консультационные услуги в сфере проектирования, с 1995 г. является разработка зданий и продукции будущего, создание инновационных идей и передовых технологий для антропогенной среды следующего поколения, при этом компания делает особый акцент на устойчивом развитии.

Мы считаем, что устойчивое развитие — это рынок будущего, при этом оно может быть воплощено только при условии использования нового подхода, делающего акцент на биомимикрии, которая достигается за счет сложного комплексного проектирования и цифрового моделирования. И в данной сфере компания Magnoli & Partners проектирует индивидуальные показатели, в том числе, акустической эффективности для любых типов антропогенных сред. Мы разрабатываем качество тишины и звука: с одной стороны делаем акцент на разработке сертифицированного сокращения уровня шума в зданиях, с другой — все возможное для улучшения аудиторной акустики.

Акустическая лаборатория в Кремонне

Проект уникальной акустической лаборатории был разработан в Кремонне (Италия) в период между 2008 и 2013 гг. До этого в Италии не предпринимались попытки межотраслевого изучения акустического дизайна, но новые нормы ЕС сделали акустический дизайн обязательным требованием строительной отрасли.



cresta-----пик
lunghezza d'onda-----длина волны
spostamento-----сдвиг
ampiezza-----амплитуда
gola-----падение
tempo-----длительность

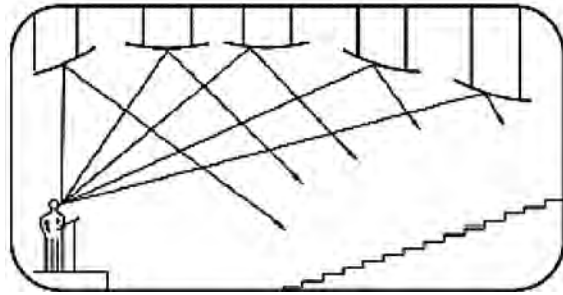


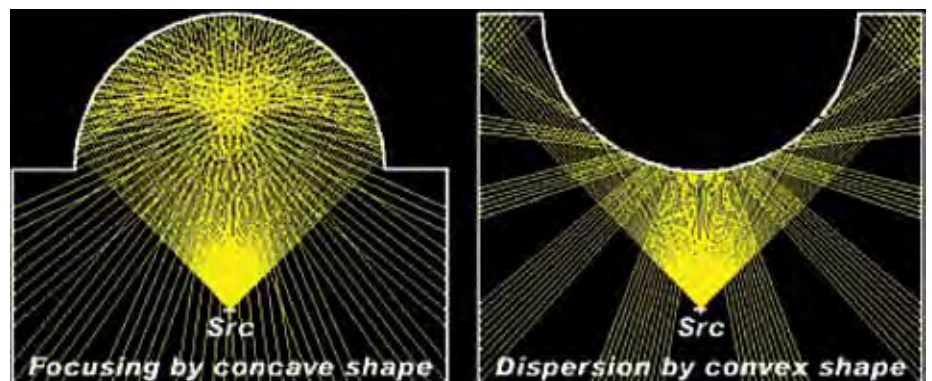
Рис. 1 Упругие волны и их воздействие

Главная цель создания Студии звукозаписи — сохранение за Кремонной положения на мировой сцене в качестве места создания уникальных скрипичных инструментов, т.к. Кремонна — тот самый город, где творили всемирно известные мастера, например, Страдивари.

В итоге, возникла необходимость создания Студии, в которой можно определять различия между великими скрипками, ранее создававшимися в Кремонне, и их современными аналогами, для достижения конечной цели — разработки системы непрерывного улучшения звуковых характеристик современных скрипок.

Проект предусматривает создание трех помещений: для исполнения, испытаний и Студии звукозаписи. Каждое из них обладает собственным функционалом, но работает как единая система.

До 2008 г. в Кремонне проектирование акустического дизайна не считалось актуальным вопросом из-за невозможности предсказать динамическое поведение звуковых волн в сложных пространствах. Акустика изучалась посредством графического моделирования направления акустической волны (см. схему выше), при этом считалось, что углы отражения равны углам падения.



Src-----Src
Focusing by concave shape-----Фокусировка при вогнутой форме
Dispersion by convex shape-----Рассеивание при выпуклой форме

Динамическое моделирование позволяет предсказывать акустическую реакцию с большей степенью точности.

На сегодняшний день существует возможность моделирования акустических характеристик концертного зала до его создания, как показано на нижеприведенных рисунках.



Direct sound only-----Только прямой звук

Социальное жилье с высокими показателями эффективности

Компания Magnoli & Partners совместно с Миссией по устранению углеродных выбросов разработала и реализовала в Бергамо (объект сдан в 2014 г.) масштабный проект социального жилья на 72 квартиры, финансируемый региональным правительством Ломбардии. Главное преимущество проекта — расходы на эксплуатацию для будущих владельцев, согласно прогнозам, должны составить 1/10 от среднестатистических. Согласно оценкам, полученным независимыми сторонами на основании испытаний, проведенных на рабочей площадке, расход энергии будет составлять 18 кВт на квадратный метр в год, в то время как акустическая эффективность внешней оболочки здания в среднем равна 52 дБ. Это первая рабочая площадка, на которой был завершен проект строительства социального жилья с высокими показателями эффективности в Италии.



Дом Леонардо и будущее строительной отрасли — «умные» города и «активные» здания для низкоуглеродного образа жизни, основанного на концепции устойчивого развития

Целью данного третьего проекта является создание прототипов «зданий Будущего» в родном городе Леонардо да Винчи (Флоренция, Италия) в рамках подготовки к 500-летней годовщине со дня смерти ученого, которая будет отмечаться в 2019 г. Известный во всем мире итальянский изобретатель родился в области, которая и на сегодняшний день славится изобретательностью, «традициями инноваций». Строительный сектор, который в настоящее время располагается возле Винчи, проявил интерес к «новому открытию строительства», т.е. к разработке новых направлений и модернизации уже существующих трендов. Леонардо был пионером биомимикрии, а его подход и в настоящее время кажется жизнеспособным, поскольку сама природа «проводила» научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в течение, как минимум, 3,7 млрд лет.

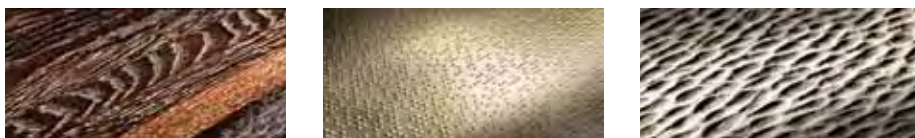


Себастиан Миттнахт,
руководитель отдела менеджмента
рынков и технологии
«КНАУФ Рисслер» (Германия)

Высококачественные поверхности в гармонии с акустикой

Фирма КНАУФ в последние несколько лет находится в активном поиске новых направлений своего развития. И сегодня у нас есть предложения и реализованные проекты, которые дают новые представления об акустических материалах КНАУФ.

Основной материал, с которым работает наше подразделение — гипсоволокно. Это негорючий строительный акустический материал, которому мы можем придать практически любую поверхность, в зависимости от замысла архитектора. Например, создать поверхность из натурального шпона, ламината. Покрывать цветным лаком или краской, а также нанести на лист цифровую печать (графику, цветные изображения и т.д.).



Плиты из гипсоволокна обрабатываются наподобие материалов из древесины. Но в отличие от древесины ГВЛ остается именно негорючим материалом, независимо от того, какая декоративная поверхность придана материалу. Поэтому основное применение материал нашел в общественных объектах, местах массового скопления людей, к которым предъявляются повышенные требования пожарной безопасности и правильной акустики: аэропорты, оперные залы и т.д.

Для достижения необходимых акустических показателей можно выполнять различную перфорацию. У нас есть возможность сделать очень маленькие отверстия, до 3мм, которые почти не видны, но задают очень хорошие акустические свойства.



Мы начали разработку материала два года назад и стали задавать себе вопросы: как поведет себя акустика в зависимости от толщины и удельной плотности гипсоволокна?

Исследование материала проводилось в зале Müller-BBM Group в Мюнхене. Эхо-камера имеет объем $V = 6,35 \text{ м}^3$ и размер панели для проведения акустической экспертизы составляет 1 м^2 . Коэффициент звукопоглощения определяется в соответствии со стандартом DIN EN ISO 354. В связи с размерами зала частотный диапазон ограничен с $f=315$ до 5000 Гц . Точность измерения дается как $\pm 10\%$ от времени стандартной реверберации зала.

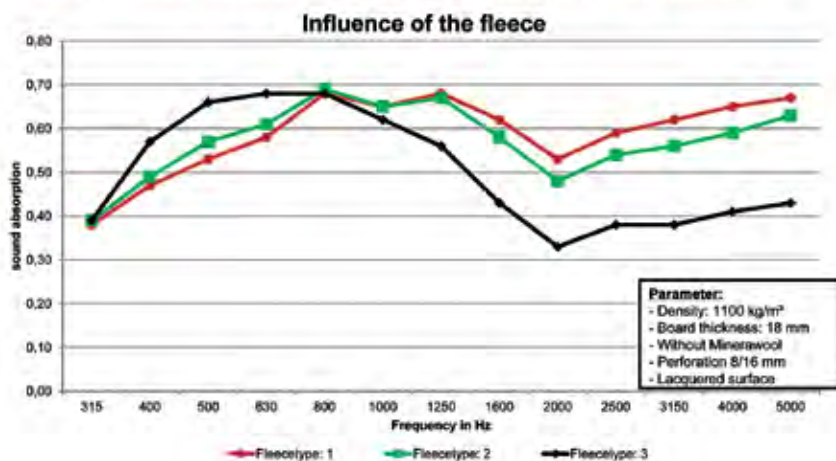
На графике можно увидеть, как влияет на акустические свойства нанесенный сзади плиты слой из нетканых материалов. Мы начали с 315 Гц и дошли до 1000 Гц , толщина и плотность материала была всюду одинакова, перфорация $8-16\%$. Заметно, как черная кривая очень хорошо работает в диапазоне до 500 Гц . Ее необходимо продлить в более высоком диапазоне — в разговорных частотах. Так появилась красная кривая — нетканый материал, потому что подавляющие свойства материала в нижнем диапазоне не настолько важны, как в верхних частотах.



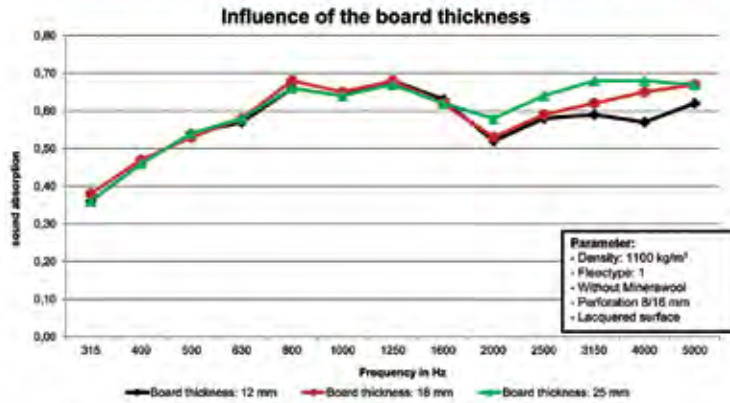
Музыкальный театр
в г. Элбург (Дания)



INFLUENTIAL PARAMETERS ON THE SOUND ABSORPTION



INFLUENTIAL PARAMETERS ON THE SOUND ABSORPTION



Также на графике можно видеть влияние толщины листа. Обычно мы работаем с листами толщиной 12, 18 и 25 мм. Стандартная плата — 18 мм. В итоге график показывает, что все кривые близки друг к другу (черная кривая — лист толщиной 12 мм, красная — 18, зеленая — 25 мм). Все дальнейшие измерения были сделаны с 18 мм листом.

Исследования также показали, что плотность материала практически не влияет на акустические свойства листа. Как, впрочем, и свойства поверхности — гладкие и лакированные листы ведут себя почти одинаково.

Сегодня наши материалы востребованы на строительном рынке. И нам удалось успешно реализовать в Европе и России несколько знаковых объектов, наглядно демонстрирующих акустические и архитектурные свойства материала.

В лондонском аэропорту «Хитроу», где требовалось создать акустический комфорт для пассажиров, мы применили ламинированные гипсоволокнистые плиты с перфорацией. У нас получилось создать иллюзию деревянных поверхностей. Но, тем не менее, здесь говорим о полностью негорючем материале.

Аэропорт «Хитроу» дня нас еще знаменателен возможностью продемонстрировать конструкционный потенциал материала, способного работать на изгиб, что тоже очень важно для архитекторов.

В 2011 г. в Москве нами был реализован проект детской поликлиники, где также использовались перфорированные и неперфорированные плиты с ламинированием. Нам удалось создать в зале (на илл.) не только необходимую акустическую среду, но и реализовать архитектурные и дизайнерские решения.

Очень необычный проект, созданный австрийскими архитекторами, был реализован в датском городе Элбург — это музыкальный театр с концертным залом на 1200 мест для исполнения классической и оперной музыки.

Здесь мы видим единые архитектурные приемы в виде округлых форм (можно сказать «амеб») как на фасаде здания, так и внутри. То есть было создано единое стилистическое пространство.

Общая площадь стены зала составляет 2400 м². И это самая интересная часть в этом здании, имеющая 4 слоя гипсоволокнистых материалов «амебной» структуры, с различными углублениями, выпуклостями и геометрическими формами. Акустика зала была рассчитана известным японским специалистом в сфере акустики — господином Тойотой.

Возникает вопрос — почему сделано 4 слоя, когда можно было взять один и фрезеровать поверхность?

Дело в том, что по замыслу архитектора стены в зале имеют определенную кривизну и гнуть довольно толстый материал сложно. Поэтому нам пришлось разделить работу на 4 этапа.

Всего здесь 169 различных форм «амеб» с 3 вариантами толщины: 12, 18 и 25 мм. То есть 170 тыс. элементов 169 различных геометрий 3 толщин!

Возникла сложность — как такое количество наклеить на такую площадь? Хотели привлечь 140-тысячное население в формате некоего «флэш-моба». Не получилось. Но на идею отозвались студенты... Таким образом, проект был успешно завершён к весне 2014 г.

Почему мы остановились именно на этом типе плит? Они не горят и имеют относительно высокую плотность в 1500 кг/м³. В целом мы получили массивное тело для акустической «развязки», которое может работать как диффузор, а в комбинации с лаком мы получили еще и механически прочную поверхность.



Аэропорт «Хитроу», (Великобритания)



Конференц-зал детской поликлиники в Москве



Янис Краулис, Ханс-Ульрих Хуммель
и Дмитрий Швидковский

КНАУФ в вопросах и ответах

По материалам пресс-конференции в рамках Международной конференции «Акустика в архитектуре как элемент качественного строительства»

Москва, 21 октября 2014 г., гостиница Marriott Grand Hotel

Накануне конференции часть ведущих спикеров встретилась с журналистами и редакторами отраслевых и общественных СМИ, чтобы в свободной беседе обсудить интересующие прессу проблемы, связанные с созданием комфортной акустической среды.

На вопросы журналистов отвечали: Янис Краулис — управляющий группы КНАУФ СНГ, Ханс-Ульрих Хуммель — профессор, руководитель менеджмента рынков группы КНАУФ, Николай Шумаков — президент Союза московских архитекторов, Дмитрий Швидковский — ректор Московского архитектурного института (Государственная академия), Наталья Щурова — руководитель отдела «Сертификации и патентования» НИИ Строительной физики, Андрей Гнутик — эксперт по акустике КНАУФ. Ведущий пресс-конференции: Леонид Лось — руководитель корпоративных коммуникаций группы КНАУФ СНГ.

В первую очередь, как отметил, Янис Краулис, конференция и в целом тема акустики получит свое продолжение в регионах, в том числе в рамках «Дней КНАУФ». Вопрос акустического комфорта поднят компанией КНАУФ далеко не случайно. Сегодня в России строится большое количество общественных сооружений, коммерческих зданий, где акустика является определяющим фактором: храмы, концертные залы, школы, детские сады, телестудии. Например, два года назад в партнерстве с «Моспроект» компания КНАУФ принимала участие в проектировании храма св. Ефросиньи в Москве.



Для устройства теле- и звукозаписывающих студий, где шумоизолирующие перегородки имеют принципиальное значение, компания КНАУФ ведет разработку новых материалов и конструкций. Сегодня для этих целей на Новомосковском заводе КНАУФ производится специальная перфорированная панель — КНАУФ-Акустика.

Также участники пресс-конференции особо отметили актуальную тему акустики в домах массовых жилых серий, чья судьба сегодня обсуждается на самом высоком уровне. В ближайшее десятилетие Россия не сможет отказаться от массовых жилых серий и созданных производственных мощностей. Однако производители серий довольно активно откликнулись на претензии со стороны властей и потребителей, приступив к модернизации своих устоявшихся в жилищном строительстве домостроительных систем. И здесь компания КНАУФ также готова предложить свои эффективные решения.

Ректор МАрХИ Дмитрий Швидковский в свою очередь отметил, что КНАУФ всегда идет навстречу архитекторам, и сейчас даже трудно представить, что нельзя воплотить в жизнь то, что задумал архитектор. Современные архитекторы и конструкторы сегодня получают в руки очень интересные программные инструменты, и, моделируя акустическую среду, специалисты проектного комплекса на самом высоком уровне могут задавать акустические параметры, которые необходимы им. В ответ производители находят пути решения поставленных архитекторами и инженерами задач. Идет процесс взаимных предложений. По мнению Николая Шумакова, сегодня все очень сильно смешалось, наблюдаются плотные симбиозы, демонстрирующие определенные прорывы в реализации знаковых объектов. Яркий тому пример — объекты олимпийского Сочи, где был применен очень эффективный материал КНАУФ Аквпанель, который позволил сделать удивительную архитектуру.

Также все чаще со стороны архитекторов выдвигаются требования, связанные с «зеленой» архитектурой, экологической чистотой и устойчивостью материалов. И в этой части немецкие компании, и в особенности КНАУФ, являются несомненными лидерами, в том числе в создании акустического комфорта.



Акустические системы КНАУФ Пространство совершенного звука

Акустические системы КНАУФ создают комфортную атмосферу в здании, обеспечивая превосходную акустическую среду и оптимальное светоотражение. Они изготавливаются из высококачественных гипскартонных плит — экологически чистого и прочного материала с длительным сроком службы, а разнообразная перфорация, размер и форма дают простор воображению и позволяют создавать практически любые дизайнерские решения.

www.knauf.ru

KNAUF
Немецкий стандарт

