

УДК 534.84

Ахметов И.А.

Студент магистратуры 1 курса

НИУ “Московский государственный строительный университет”

Россия, Москва

Краснов И.Д.

Студент магистратуры 1 курса

НИУ “Московский государственный строительный университет”

Россия, Москва

Офисная акустика

Аннотация: Офисы открытого плана могут быть сложной акустической средой для проектирования. Потолок часто является единственной поверхностью, которую вы можете использовать для любой формы акустического контроля. Однако, с увеличением использования открытой тепловой массы, термодеков или охлажденных балок, даже эта поверхность становится недоступной. В этой статье рассматриваются некоторые акустические проблемы в офисах открытого плана и рассматривается вопрос о том, как потолки могут вместить эти различные требования.

Ключевые слова: анализ, потолок, офис, акустика, отражение.

Akhmetov I.A.

1rd year master's student

National Research Moscow State University Of Civil Engineering

Russia, Moscow

Krasnov I.D.

1rd year master's student

National Research Moscow State University Of Civil Engineering

Russia, Moscow

Office Acoustics

Annotation: Open plan offices can be a difficult acoustic environment to design for. The ceiling is often the only surface you can use for any form of acoustic control. However, with the increasing use of exposed thermal mass, termodeck or chilled beams, even this surface is becoming off-limits. This article looks at some of the acoustic issues in open plan offices and considers how ceilings can accommodate these varies requirements.

Key Words: analysis, ceiling, office, acoustics, reflection.

Акустика давно сыграла определенную роль в дизайне зданий. В древние времена это было в основном из-за ограничений слышимости человеческого голоса. В то время как крик можно услышать на расстоянии до 100 метров, большинство людей не могут поддерживать этот вокальный уровень более чем на несколько минут. Штамм, необходимый для создания такого объема, обычно означает, что сложные предложения почти полностью непонятны. Греческий амфитеатр был одним из самых ранних решений этой проблемы, средством, с помощью которого актеры могли четко донести до большого количества людей, сидящих на некотором расстоянии. С теми же проблемами сталкиваются многие дизайнеры и их

ответ в значительной степени основывается на основных принципах, впервые разработанных в амфитеатрах.

Смесь исторической справки, эмпирического анализа и проб и ошибок в значительной степени объясняет, как развивался акустический дизайн до конца девятнадцатого века. В 1895 году у лекционного театра недавно завершеного Художественного музея Фогга в Гарварде были обнаружены невыносимые акустические проблемы. Уоллесу С. Сабине, молодому физику в университете, была поставлена задача исправить ситуацию. Изучив аудиторию, он определил, что самой большой проблемой была непостижимость речи из-за чрезмерного отражения звука назад и вперед между его внутренними поверхностями. Он проверил это, введя большое количество подушек с мест соседнего театра и отметил немедленное улучшение. Это многие считают первой важной научной попыткой определить основные параметры хорошей акустики помещения. В 1898 году Сабина получила математическую формулу за время, затрачиваемое на то, чтобы звук распадался в комнате, основываясь исключительно на его объеме и объеме поглощения его внутренних материалов. Взято более 60 дБ, это известно как время реверберации корпуса и до сих пор пользуется популярностью. Несмотря на то, что было внесено много предлагаемых изменений для лучшего соответствия конкретным условиям, эта формула оказалась очень полезной и по-прежнему составляет основу большинства акустических проектных работ, выполненных сегодня. Однако, учитывая широкий спектр типов зданий и мероприятий, происходящих внутри них, проблемы, с которыми сталкиваются современные акустические дизайнеры, часто сильно отличаются от проблем, встречающихся в традиционном лекционном театре. В случае офисов открытой планировки акустический ландшафт слишком часто является забытым аспектом интерьера здания.

Когда речь заходит об акустическом дизайне офисов открытой планировки, то, что идеально требуется - это идеальное общение на

определенном расстоянии, например, в два раза больше, чем с одной стороны стола, а затем с нулевой разборчивостью. Очевидно, люди должны четко общаться, однако разговоры других людей могут быть раздражающим источником отвлечения внимания - особенно когда они заняты.

Отвлечение

Исследования показали, что может потребоваться около 10-15 секунд для того, чтобы кто-то переключил свое внимание на задание, как только он был на мгновение отвлечен. Человеческий голос обладает наибольшим отвлекающим потенциалом любого другого источника, кроме сирен и звуков с высоким шагом. Более того, у него есть информационный контент, который мозг трудно игнорировать и будет обрабатывать, что приведет к периодическому и долгосрочному отвлечению внимания. Очевидно, это не проблема, если вам действительно не нужно сосредоточиться на чем-то, поэтому, как правило, исполнительные и управленческие группы оказываются более обеспокоенными шумом, чем клерки и офисные сотрудники.

Объем пространства на человека также оказывает значительное влияние на уровень звука в офисах, поскольку существует тенденция к тому, чтобы люди повышали свои голоса, когда комната, в которой они находятся, более плотно занята, особенно при разговоре по телефону. Переполненность создает напряжение, следовательно, повышает осведомленность о окружающей среде. Площадь от 8,5 м² до 14 м² на человека - удовлетворительный диапазон, предпочтительнее около 10 м². Однако в комнате ниже 12,6 м² часто будет небольшое количество людей, которые все еще чувствуют себя некомфортно.

Работа с потолком

Офисы открытого плана обычно имеют относительно низкие потолки и большие площади пола, а это означает, что окружающие стены играют

незначительную роль в звуковом поле. Кроме того, внутренние перегородки имеют низкий уровень и относительно легкий вес, поэтому они также имеют ограниченный эффект. С износостойкими ковровыми полами, за исключением обязательных, единственная реальная переменная в офисе, которую дизайнер оставил - это потолок.

Учитывая ограниченные издержки и необходимость размещения услуг, потолки в большинстве офисных зданий обеспечивают не что иное, как большое пространство относительно легкой акустической плитки. Хотя есть много высококачественных и хорошо продуманных потолков, они могут только сделать так много, чтобы решить эти проблемы. Кроме того, при все большем использовании охлажденных балок и естественных систем вентиляции, которые требуют открытой тепловой массы для ночного охлаждения, просто не может быть достаточной площади поверхности, оставшейся в потолке, чтобы полагаться исключительно на хорошее поглощение. Однако, с некоторым тщательным дизайном, даже высокоотражающий открытый бетонный потолок может обеспечить отличную акустику и более успешное и интересное решение, чем просто высокопоглощающие потолки.

С плоским потолком действительно нет ничего, чтобы остановить звук, отражающийся на расстоянии. В то время как перегородки, мебель и посадка могут создавать препятствия на низком уровне, звук, распространяющийся наружу и вверх, может продолжаться относительно беспрепятственно, как показано на рисунке 1. В результате звуковое поле в офисе отличается от звукового поля в большом открытом объеме в котором распространяющийся звук подчиняется закону обратного квадрата - падает примерно на 6 дБ за удвоение расстояния. Вместо этого пространство открытого плана имеет тенденцию создавать эффект туннелирования, что означает, что могут быть области, где уменьшение звука составляет всего лишь 3 дБ за удвоение расстояния.



Рисунок 1: Влияние плоского потолка на отражение звука. Низкая высота потолка плюс большая открытая площадь пола могут создать эффект акустического туннелирования, что приведет к увеличению шумов и громкости.

Некоторые хорошо спроектированные акустические потолочные плитки используют углы падения, чтобы отражать полезные звуки, в то же время поглощая нежелательные отражения. Те звуки, которые идут прямо вверх, полезны, поскольку они могут быть быстро отражены назад рядом с динамиком, что желательно, так как это помогает увеличить уровень звука для тех, кто находится рядом. Те звуки, которые приближаются к горизонтали, ударяют по потолку намного дальше и с гораздо меньшим углом падения, делая их нежелательными отражениями.

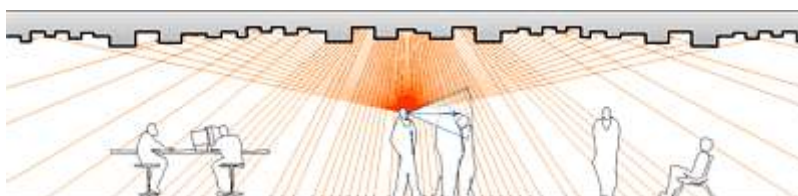


Рисунок 2: Пример акустической потолочной плитки, отражающей вертикальные звуки.

Если, как показано на рисунке 2, потолок состоит из областей плоских отражающих горизонтальных поверхностей, установленных на разных высотах, то высокопоглощающий материал можно разместить на вертикальных поверхностях, которые их разделяют. Это гарантирует, что звуки, которые обычно пролегают довольно далеко, вместо этого поглощаются потолком, а те, которые движутся вблизи вертикали,

отражаются прямо назад. Как показано на рисунке 3, это может быть хорошим первым шагом в уменьшении более отдаленных уровней.

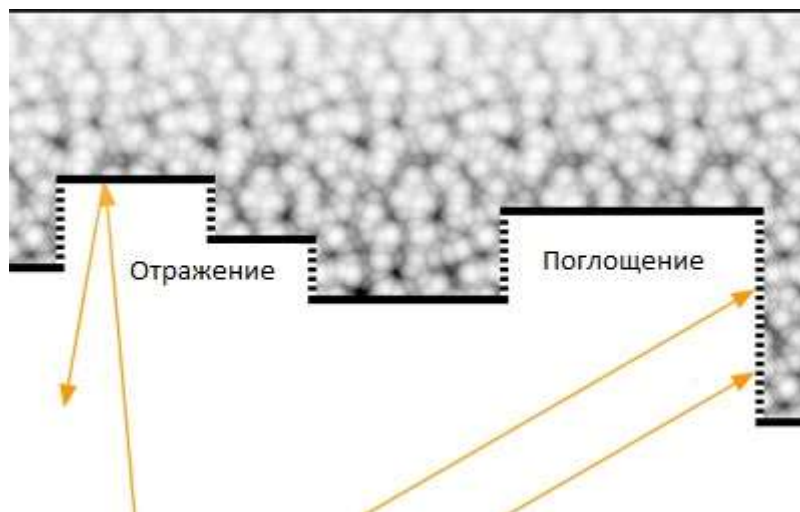


Рисунок 3: Благодаря разумному расположению поглощающих и отражающих поверхностей на потолке можно отражать полезные звуки, поглощая потенциально ненужные.

Принимая этот же процесс и масштабируя его, можно спроектировать потолочную конфигурацию, которая способствует акустической конфиденциальности. На рисунке 4 показан только один пример того, как это можно сделать. Несмотря на то, что существует много других конфигураций, которые будут работать аналогичным образом, их основной особенностью является разделение потолочной зоны на коробки.

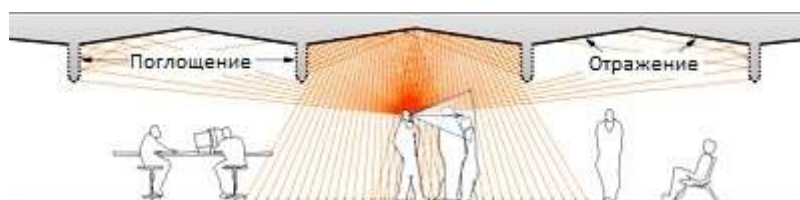


Рисунок 4: Разделение потолка на коробчатые секции (разделение зеркал в действии из нижележащих пространств) также может помочь уменьшить распространение шума в среде открытого плана.

В этом примере вертикальные элементы, обеспечивающие разделение, сделаны очень поглощающими, чтобы уменьшить нежелательные

отражения, перемещающиеся в смежные секции. Кроме того, верхняя часть каждой секции выполнена с высокой отражающей способностью и слегка наклона, чтобы гарантировать, что звук, генерируемый в каждом пространстве, остается максимально возможным в этом разделе.

Заключение

Очевидно, что потолочная геометрия сама по себе не может препятствовать выходу всех звуков в смежные области. Однако, столкнувшись с ситуацией, когда потолок играет несколько разных ролей, по-прежнему можно обеспечить приемлемый акустический ландшафт в офисе открытого плана, который сохраняет конфиденциальность и, следовательно, производительность своих сотрудников.

Библиографический список

1. ВСН-01-77 “Инструкция по проектированию средних специальных учебных заведений искусства и культуры”, М., 1977.
2. Х.А.Щиржецкий, М.Ю. Ланэ, Е.В. Витвицкая. Резонансные явления в малых помещениях и их влияние на качество передачи музыкальных программ. “Труды НИИСФ”, М.1087.
3. Е.В. Витвицкая. Влияние архитектурно-акустических параметров помещений и музыкальных учебных заведений на качество звучания инструментальных и вокальных исполнений. Автореферат на соискание степени кандидата технических наук. М. НИИСФ. 1981.
4. СНиП II-23-03 2003. Защита от шума. М., Стройиздат, 1978.
5. ISO 3382 “Acoustics – Measurement of the reverberation time of rooms with reference to other acoustical parameters”.