Акустические решения по обстановке кабин вертолетов и самолетов

Данные о проекте

Номер проекта компании Brüel & Kjær: #xxxxx
Номер системы компании Brüel & Kjær
Номер заказа:

Информация о документе

Дата выпуска:	03 февраля 2009 г.
Имя файла:	20090203 Acoustic solutions for Aircraft Helicopter Cabin #xxxxx
Номер редакции:	01

Авторское право © 2009 - Brüel & Kjær, продажа оборудования для измерения звука и вибрации.
Запрещается публикация, распространение или копирование любой части данного документа без предварительного письменного разрешения компании B&K.

Содержание

1 Введение 3
1.1 Описание схематических решений 3
2 Система формирования сферической диаграммы направленности 4
2.1 Модуль сферической диаграммы направленности 4
2.1.1 Технические параметры модуля сферической диаграммы направленности. 5
2.1.2 Разрешающая способность модуля создания сферической диаграммы направленности 5
2.1.3 Динамический диапазон модуля сферической диаграммы направленности 5
2.2 Программное обеспечение формирования сферической диаграммы направленности 6
2.3 Пример формирования сферической диаграммы направленности 7
3 Двухуровневая портативная решетка 8
3.1 Современная ситуация 8
3.2 Двухуровневая портативная решетка 9
3.2.1 Методология 9
3.2.2 Этапы получения конечного результата 9
4 Портативный прибор для измерения импеданса 10
4.1 Коэффициент поглощения материалов отделки 10
4.2 Потери при передаче 10
4.2.1 Сферы применения 11

История изменений

Редакция:	Дата:	Описание:	Выполнил:	Проверил:	Утвердил:
00	30.01.2009		PW	KH/JH	
001	03.02.2009	Изменения, внесенные Jason Kunio	PW	JK	

Ссылки на нормативные документы

Нормативный документ	Название/Описание
BU 0229	«PULSE Software Product datasheet» (Технические параметры программного обеспечения PULSE)
BP-2110	«PULSE Time Data Recorder Product datasheet» (Технические параметры регистратора временных данных PULSE)
BP-2215-11	Данные о продукте LAN-XI, предназначенном для сбора данных, тип аппаратного обеспечения 3660-D для продуктов PULSLE и I-deas.
BP 2144	«PULSE Array-based Noise Source Identification Solutions» (Решения по идентификации источника шума на основе решеток).
BN 0293	«Portable Impedance Meter System - Type 9737» (Портативная система измерения импеданса – тип 9737).

Проект CREDO, объединяющий компании B&K, Dassault и ØDS	Измерение интенсивности составляющих излучаемого и поглощаемого звука на основе решеток.		
Документ был представлен на конференции «Acoutics08» в Париже в июле 2008 года.	Документ представляли:	J. Hald, J. Morkholt	Компания Brüel & Kjær - Измерение звука и вибрации
		P. Hardy, D. Trentin,	Компания Dassault Aviation
		M. Bach-Andersen и G. Keith	Компания Ødegaard & Danneskiold-Samsoe A/S

Авторское право © 2009 - Brüel & Kjær, продажа оборудования для измерения звука и вибрации.
Запрещается публикация, распространение или копирование любой части данного документа без предварительного письменного разрешения компании B&K.

1 Введение

Современные технологии обнаружения источника шума в авиакосмической и военной промышленности имеют тенденцию к чрезвычайному увеличению стоимости аппаратуры. Данные технологии приспособлены к обнаружению как внутренних, так и внешних источников шума самолетов, вертолетов, автомобилей, кораблей и подводных лодок.

В авиакосмической промышленности задача понимания акустического поведения всего летательного аппарата имеет очень большое значение не только с точки зрения соответствия нормам, но и с точки зрения обеспечения качественной, конкурентно-способной продукции. В военной промышленности источники шума рассматриваются с точки зрения риска их обнаружения. Поэтому важно иметь возможность определять источник и характер шума с высокой скоростью, точностью и надежностью.

Для определения расположения источников шума внутри самолетов и вертолетов компания Brüel & Kjær предлагает два вида измерительных систем. Первой системой является система формирования сферической диаграммы направленности, которая предназначена для обнаружения источников звука в кабинах вертолетов. Второй системой является двухуровневая портативная система микрофонных решеток, предназначенная для разложения акустических потоков с целью обнаружения активных участков. Обе системы используют одинаковое интерфейсное оборудование сбора данных PULSE LAN-XI и программное обеспечение PULSE Labshop.

Портативный измеритель импеданса компании Brüel & Kjær применяется для проверки коэффициентов поглощения различных материалов внутренней отделки кабины и элементов различных акустических решений кабины.

1.1 Описание схематических решений

Авторское право © 2009 - Brüel & Kjær, продажа оборудования для измерения звука и вибрации.
Запрещается публикация, распространение или копирование любой части данного документа без предварительного письменного разрешения компании B&K.

2 Система формирования сферической диаграммы направленности

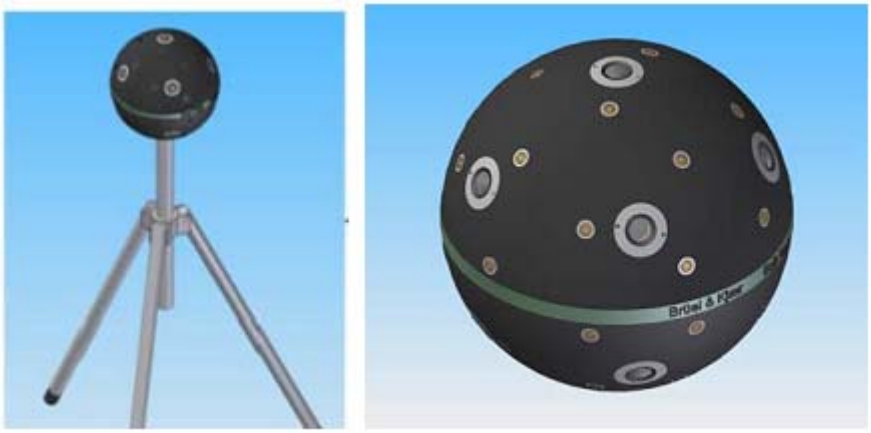
Система формирования сферической диаграммы направленности может применяться в широком диапазоне приложений для отображения источников шума. Она разработана специально для использования внутри кабин самолетов, вертолетов и автомобилей, которые могут иметь звуковое поле с большим разбросом и отражениями, что делает невозможным применение обычных методов плоской диаграммы направленности. Система сферической диаграммы направленности способна обойти данные ограничения.

2.1 Модуль сферической диаграммы направленности

Модуль сферической диаграммы направленности состоит из твердой сферы, на поверхности которой расположено 12 камер и либо 36, либо 50 микрофонов. Количество микрофонов определяет максимальную измеряемую частоту.

Тип прибора	**Количество микрофонов**	**Максимальная частота**
WA-1565-W-003	36	5 кГц
WA-1565-W-004	50	8 кГц

Сфера имеет диаметр 19,5 см или 7,7 дюйма и вес 5 кг или 11,02 фунта.



Модуль сферической диаграммы направленности обеспечивает фотографирование на 360°, что позволяет представить измеренный микрофонами шум в виде карты и наложить ее на фотографию. Далее по тексту представлен пример изображения, полученного в салоне автомобиля.

К сфере подключается только один кабель, по которому передаются сигналы микрофонов и камер. Это упрощает расположение и обслуживание модуля сферической диаграммы направленности. Данный кабель на конце разъединяется на сигналы микрофона, подключаемые к интерфейсному оборудованию сбора данных (которое затем подключается к компьютеру при помощи одного кабеля Ethernet) и на один кабель камеры, подключаемый к компьютеру через интерфейс USB.

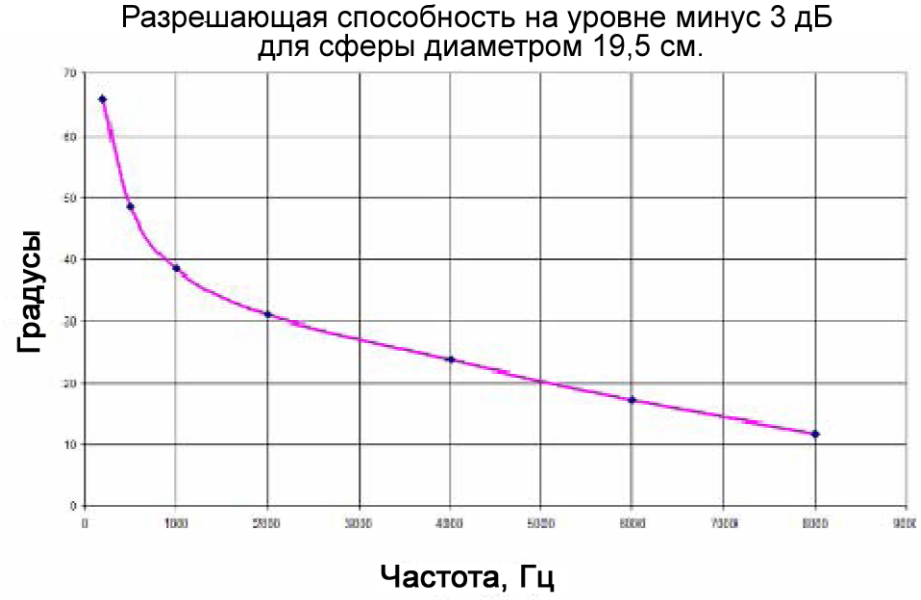
Специализированный футляр для переноса имеет колесики и выдвижную ручку и обеспечивает хранение модуля сферической диаграммы направленности, кабелей, оборудования системы PULSE LAN-XI и штатива.

Авторское право © 2009 - Brüel & Kjær, продажа оборудования для измерения звука и вибрации.
Запрещается публикация, распространение или копирование любой части данного документа без предварительного письменного разрешения компании B&K.

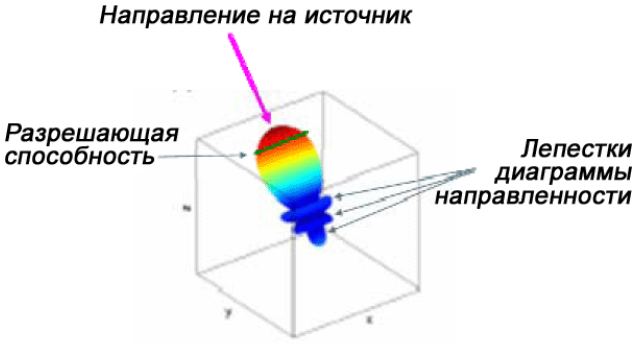
2.1.1 Технические параметры модуля сферической диаграммы направленности.

Технология, используемая в решении сферической диаграммы направленности, основана на принципе сферического формирования гармоник диаграммы направленности (SHB - Spherical Harmonics Beamforming). Процесс состоит из разложения акустического поля, измеренного на поверхности сферы, на спектральные гармоники, а затем выделения угловых составляющих результата с целью определения направлений на источники.

2.1.2 Разрешающая способность модуля создания сферической диаграммы направленности

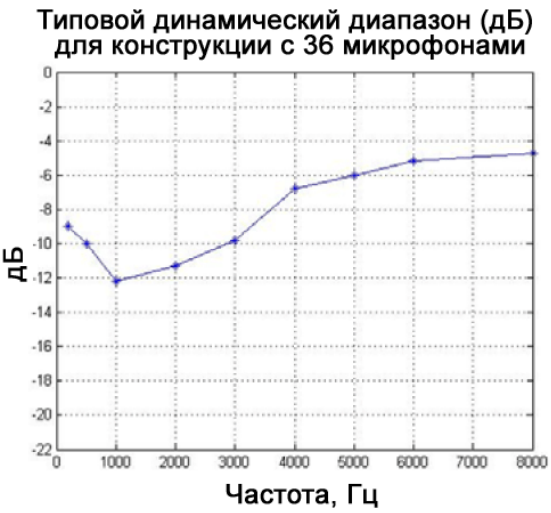


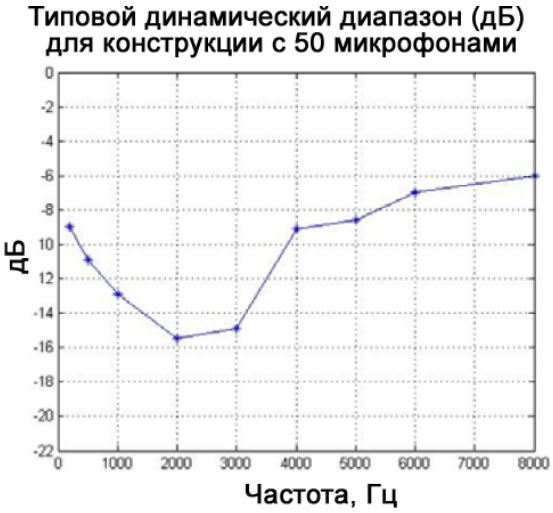
2.1.3 Динамический диапазон модуля сферической диаграммы направленности



Основной лепесток поля, полученного в результате разложения, указывает направление на источник шума, амплитуда или длина данного лепестка указывает на мощность источника, измеренную сферой. Боковые лепестки, полученные в результате вычислений, являются следствием разложения звукового поля. Если они будут выведены на экран, это приведет к появлению ложных изображений, указывающих на источники, которые не существуют на самом деле. Обычно отношение, равное 6 дБ, между основным и боковыми лепестками позволяет определить направление на реальный источник шума и отделить боковые лепестки, которые не соответствуют существующим источникам. Таким образом, на экране может быть отображен только основной лепесток, а боковые лепестки подавлены. На рисунках, представленных ниже, показано отношение амплитуды основного лепестка к боковым для модуля сферической диаграммы направленности на различных частотах.

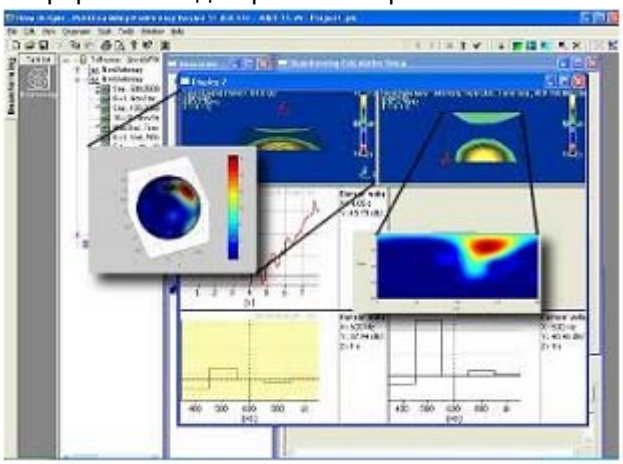
Авторское право © 2009 - Brüel & Kjær, продажа оборудования для измерения звука и вибрации.
Запрещается публикация, распространение или копирование любой части данного документа без предварительного письменного разрешения компании B&K.





2.2 Программное обеспечение формирования сферической диаграммы направленности

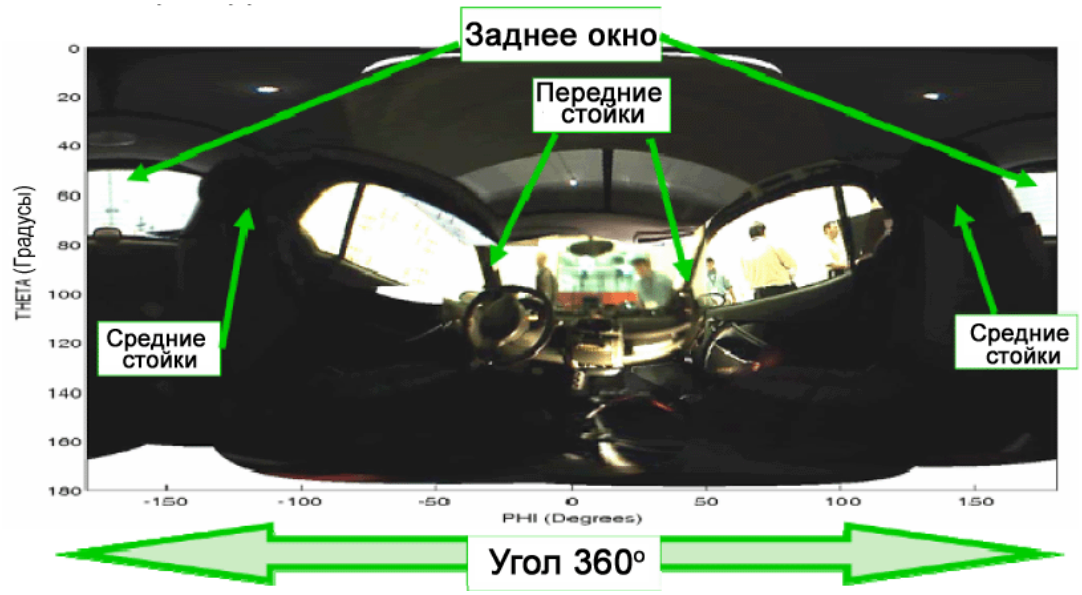
Программное обеспечение формирования сферической диаграммы направленности основано на среде «PULSE Labshop» и является частью программного обеспечения «Acoustic Test Consultant» (ATC) (Консультант акустических испытаний), предназначенного для последующей обработки акустических данных решеток, что обеспечивает совместимость с другими технологиями акустических изображений. Алгоритм вычисления сферической диаграммы направленности обеспечивает работу с неподвижными и перемещающимися источниками звука и панорамами в диапазоне 360°X180°, выполняя сборку изображений с 12 камер.



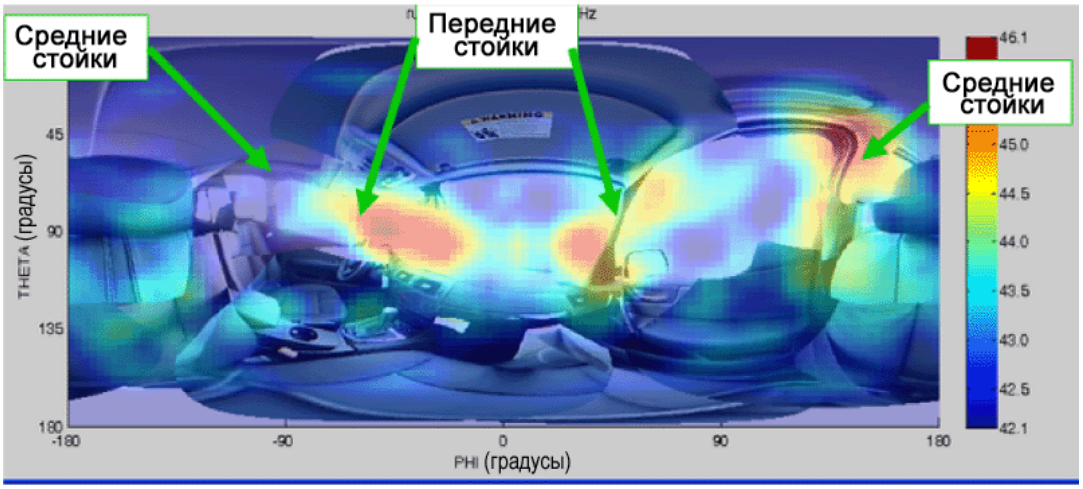
Авторское право © 2009 - Brüel & Kjær, продажа оборудования для измерения звука и вибрации.
Запрещается публикация, распространение или копирование любой части данного документа без предварительного письменного разрешения компании B&K.

2.3 Пример формирования сферической диаграммы направленности

На следующем примере показана процедура обнаружения шума ветра в автомобильной промышленности.



На графике, представленном ниже, показано расположение источников шума. Области, вклад которых в шумовую обстановку более высокий, показаны цветами, близкими к красному. Во время данного измерения автомобиль перемещался по испытательному треку со скоростью 80 миль/час, модуль формирования сферической диаграммы направленности был установлен на переднем сиденье пассажира. На первом графике виден шум ветра вокруг передних стоек автомобиля и в задней части бокового окна.



Модуль формирования сферической диаграммы направленности способен обнаружить источники шума в очень короткий промежуток времени, а также в заданных частотных диапазонах.

Авторское право © 2009 - Brüel & Kjær, продажа оборудования для измерения звука и вибрации.
Запрещается публикация, распространение или копирование любой части данного документа без предварительного письменного разрешения компании B&K.

3 Двухуровневая портативная решетка

Двухуровневая портативная решетка предназначена для работы в авиационной промышленности и способна быстро, точно и с требуемым разрешением в пространстве определять мощность источника шума в кабине самолета или вертолета. Данный инструмент, разработанный для применения в авиакосмической отрасли, позволяет проверить достоверность и откалибровать модели прогнозирования параметров, чтобы получить экономически выгодную конструкцию кабины с низким уровнем шума.

Рисунок 1: Внутренняя отделка вертолета S76C++.

Измерение коэффициента поглощения и интенсивности поступающего звука является очень важным для воздушных судов с низким уровнем шума (служебные реактивные самолеты) и кабин вертолетов (для особо важных персон), панели которых имеют большой коэффициент поглощения возникающего звукового поля. Для стандартных вертолетов значение коэффициента поглощения обычно задается более низким. В этом случае применение двухуровневой портативной решетки позволяет быстро и с высоким разрешением создать карту интенсивности и виброскорости панелей и корпуса коробки приводов.

3.1 Современная ситуация

Учитывая отражающую природу звукового поля в кабинах самолетов и вертолетов, для решения задачи обнаружения источника шума существующих методов не достаточно. Измерение интенсивности звука, например, при помощи датчика интенсивности с двумя микрофонами, позволяет получить общую интенсивность звука на некотором расстоянии от панелей. Однако это не позволяет определить, какая часть энергии звукового поля отражается от поверхности, а какая часть поглощается. Данный метод также не дает информации о звуковом поле на поверхности панели, так как его разрешающая способность падает с расстоянием. Возможность различения отраженной и поглощенной мощности очень важна для моделирования потоков энергии, а также для идентификации шумов в процессе устранения неисправностей, связанных с проникновением шума в кабину.

Авторское право © 2009 - Brüel & Kjær, продажа оборудования для измерения звука и вибрации.
Запрещается публикация, распространение или копирование любой части данного документа без предварительного письменного разрешения компании B&K.

3.2 Двухуровневая портативная решетка

Двухуровневая портативная решетка позволяет измерить мощность акустического поля на границе объема кабины, т.е. между панелями и пространством кабины. Это позволяет получить пограничную модель шумовой обстановки в кабине (для потока энергии от средних до высоких частот). Реальные измерения данной пограничной шумовой обстановки позволяют утвердить модель прогнозирования параметров на этапе разработке конструкции воздушного судна и выполнить калибровку модели, применяемой в последствии на этапе доводки конструкции.

3.2.1 Методология

Данная методика адаптирована для измерений, выполненных при помощи двухуровневой портативной микрофонной решетки и программного обеспечения «Conformal Mapping PULSE» (PULSE – Конформное отображение). Необходимо выполнить два измерения напротив участка интересующей панели:

1. Измерение коэффициента поглощения поверхности при помощи возбуждения громкоговорителем.
2. Измерение в условиях полета.

3.2.2 Этапы получения конечного результата

Следующие шаги позволяют определить конечный результат, учитывая способность системы двухуровневой решетки раскладывать звуковое поле на составляющие, которые направлены поперек решетки в противоположных направлениях.

I. Определить общую интенсивность составляющих звукового поля (возникающих и проходящих).
   a. Результат наносится на карту поверхности панелей.
II. Выполнить измерения при помощи возбуждения громкоговорителем (см. пункт 3.2, шаг 1). Это позволяет измерить непосредственно коэффициент поглощения, как отношение общей интенсивности к интенсивности возникающих составляющих.
III. Полученный коэффициент поглощения затем используется при выполнении измерений в режиме полета (см. пункт 3.2, шаг 2) для вычисления поглощенной интенсивности, как произведения возникающей интенсивности на коэффициент поглощения.
IV. Излучаемая интенсивность вычисляется путем вычитания поглощенной интенсивности в режиме полета из общей интенсивности.
   a. В результате появляется возможность нанести на карту также и коэффициент поглощения. Необходимо заметить, то излучаемая интенсивность звука, исходящего от панелей, равна интенсивности звука в пространстве кабины.

Более подробная информация представлена в следующей документации по конференции «Acoutics08»:

Название:
«Array based measurement of radiated and absorbed sound intensity components»
(Измерение интенсивности составляющих излучаемого и поглощаемого звука на основе решеток.)
Авторы:

J. Hald, J. Mшrkholt	*Компания Brüel & Kjær*
P. Hardy D. Trentin	*Компания Dassault Aviation*
M. Bach-Andersen, G. Keith	*Компания Ødegaard & Danneskiold-Samsoe A/S*

Авторское право © 2009 - Brüel & Kjær, продажа оборудования для измерения звука и вибрации.
Запрещается публикация, распространение или копирование любой части данного документа без предварительного письменного разрешения компании B&K.

4 Портативный прибор для измерения импеданса

Внутренняя отделка кабины обычно задается заказчиком в соответствии с его эстетическими предпочтениями. Материалы внутренней отделки кабины влияют на уровень шума внутри нее. Портативный прибор для измерения импеданса позволяет производителям вертолетов и самолетов поставить заказчика в известность о свойствах различных вариантов отделки.

4.1 Коэффициент поглощения материалов отделки

Портативный измеритель импеданса, производства компании B&K, может применяться для измерения коэффициента поглощения материалов отделки. Портативность, технологическая гибкость и скорость измерения, позволяет выполнить быстрое и точное испытание большого количества материалов. Данные измерения могут использоваться при оценке времени отражений шума внутри кабины и при моделировании уровня внешних шумов. Они также используются в ряде случаев внутренней отделки, когда необходимо определить эффективность поглощения акустических волн и предупредить заказчика о свойствах выбранной отделки кабины.

Так как в портативном измерителе импеданса используется фланец для соединения устройства с материалом, может быть выведена зависимость между измерениями при помощи фланца и измерениями, выполненными внутри трубки при помощи специального держателя образца.

4.2 Потери при передаче

Измеритель импеданса может использоваться с приспособлением, позволяющим измерить потери при передаче звука. При этом источник звука (громкоговоритель) закрепляется с одной стороны трубы измерения импеданса, а образец материала располагается в держателе. Громкоговоритель создает широкий спектр частот стационарного случайного сигнала, который распространяется в виде плоских волн. Плоские волны воздействуют на образец, закрепленный в держателе, часть волн отражается обратно к источнику звука, часть поглощается материалом, а часть проходит сквозь материал и попадает на приемный участок трубы. Те волны, которые прошли через материал, измеряются на приемной стороне трубы, где некоторая часть из них отражается, а другая выходит из трубы. Путем измерения звукового давления в четырех фиксированных точках (две точки на передающей стороне трубы и две на приемной) и вычисления комплексной передаточной функции при помощи четырехканального цифрового анализатора частот, можно определить потери при передаче звука через материал. Используемая полоса частот зависит от диаметра трубы и расстояния между точками расположения микрофонов.

Авторское право © 2009 - Brüel & Kjær, продажа оборудования для измерения звука и вибрации.
Запрещается публикация, распространение или копирование любой части данного документа без предварительного письменного разрешения компании B&K.

4.2.1 Сферы применения

Измерение потерь при передаче звука представляет интерес, если необходимо контролировать его при помощи звукового барьера. Это особенно важно, когда источник шума может быть отделен от слушателя какой-либо преградой, например, в автомобиле панель приборов выступает в роли барьера, установленного между двигателем и кабиной, или в строительстве, когда стены или двери позволят отделить источник шума от слушателя.

Технологии, применяемые для измерения параметров целых элементов (панелей приборов, дверей и т.п.), используют в качестве источника и приемника звука или в качестве отражающей камеры целые комнаты, что требует большого количества времени на установку аппаратуры и получения результата. Однако измерение параметров целого элемента может быть представлено в виде функции от материалов компонента, учитывающей его геометрическую форму и пограничные свойства, что является удобным методом для поиска ошибок.

В этом случае предпочтительно измерять непосредственно потери при передаче звука через элементы. Эти методы используются в следующих приложениях:

- сравнение свойств различных материалов для специальных приложений;
- построение аналитических моделей в создании материалов и компонентов;
- выполнение проверки свойств материалов пред из началом выпуска изготовленных из них компонентов.

Авторское право © 2009 - Brüel & Kjær, продажа оборудования для измерения звука и вибрации.
Запрещается публикация, распространение или копирование любой части данного документа без предварительного письменного разрешения компании B&K.