Система для проведения акустических испытаний материалов (измерение звукопоглощения / звукоотражения и звукопрохождения / звукоизоляции при нормальном падении плоской звуковой волны)

1. Назначение и краткое описание

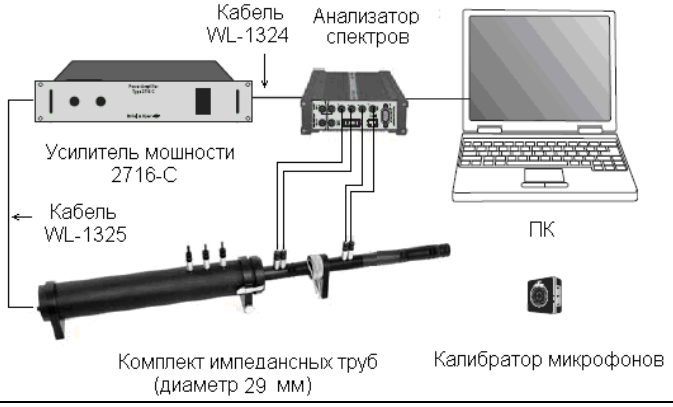
Система для проведения акустических испытаний материалов задач (далее Система) представляет собой комплекс средств измерений, предназначенный для экспериментального анализа акустических характеристик материалов и компонент композитов с целью создания новых звукопоглощающих материалов, проектирования энергосберегающих технологий, моделирования акустических полей в шумопонижающих конструкциях, применяемых в машиностроении и строительстве. Акустические испытания материалов – это процесс определения таких акустических характеристик материалов, как коэффициент звукопоглощения, звукоотражения, импеданс, адмитанс и потерь при прохождении (звукоизоляция).

Система акустических испытаний производства компании Брюль и Къер включает полный набор труб (в диапазоне звуковых частот 50Гц-6,4 кГц) для определения таких акустических характеристик материалов, как нормальный коэффициент звукового поглощения, коэффициент отражения, акустический импеданс и адмитанс, и коэффициент потерь при прохождении при использовании анализатора виброакустических спектров в режиме реального времени PULSE и персональный компьютер (ПК).

Возможные конфигурации системы для определения указанных выше акустических характеристик материалов представлены в таблице

Таблица

Конфигурация системы	Измеряемые характеристики
	- коэффициент звукопоглощения; - коэффициент звукоотражения; - импеданс; - адмитанс Диапазон частот: 50 Гц – 1,6 кГц
	- коэффициент звукопоглощения; - коэффициент звукоотражения; - импеданс; - адмитанс Диапазон частот: 500 Гц – 6,4 кГц

	Показатель потерь звука при прохождении (звукоизоляция). Диапазон частот: 50 Гц – 1,6 кГц
	Показатель потерь звука при прохождении (звукоизоляция). Диапазон частот: 500 Гц – 6,4 кГц

Большая измерительная труба со встроенной диамической головой (громкоговорителем), усилитель звуковой мощности, анализатор спектров PULSE, ПК и адаптер микрофонов являются базовыми компонентами всех возможных конфигураций системы.

Широкополосный звуковой сигнал (белый шум) с генератора, встроенного в анализатор спектров, подается на усилитель мощности и затем на динамическую головку большой измерительной трубы.

Измерения внутри трубы выполняются с помощью 1/4" конденсаторных микрофонов типа 4187, поставляемых вместе с трубами. Сигналы с микрофонов подаются на анализатор спектров, осуществляющий их усиление и обработку соответствующими методами. Для отображения, хранения и других действий с результатами измерений используется ПК и специализированное программное обеспечение типа 7758-N. Лицензия на использование программного обеспечения поставляется на CD-минидиске.

2. Принцип действия.

2.1. Комплект импедансных труб для измерения коэффициента звукопоглощения, коэффициент звукоотражения, импеданса и адмитанса.

Комплект труб для измерения указанных параметров включает следующие компоненты (рис. 1):

• Большая (низкочастотная) измерительная труба *1*, содержащая на одном конце частотно-корректирующий блок и источник звука (динамическую головку), и гнезда для крепления трех микрофонов внутри трубы.

• Малую (высокочастотную) измерительную трубу *2*, содержащую два микрофонных гнезда, и устанавливаемую непосредственно в открытом конце большой измерительной трубы.

• Большой 3 и малый 4 держатели образцов, в каждом из которых находится акустически жесткая стенка, закрепленная на скользящем поршне.

• Двух труб расширения, которые могут помещаться между измерительной трубой и держателем образцов для увеличения длины большого 5 и малого 6 измерительного комплекта.

В зависимости от требуемого диапазона частот, эти составляющие могут собираться в стандартный большой (для определения параметров в диапазоне частот 50 Гц – 1,6 кГц) и малый (для диапазона частот 500Гц – 6,4 кГц) конфигурации. Эффективная длина трубы набора может изменяться путем установки одной или обеих труб расширения 5 или 6, а также путем перемещения скользящего поршня внутри фиксатора образцов.

Рисунок 1 – Комплект импедансных труб для измерения коэффициента звукопоглощения, коэффициент звукоотражения, импеданса и адмитанса в диапазоне частот 50Гц – 6,4 кГц

Для измерения коэффициента звукопоглощения, коэффициент звукоотражения, импеданса и адмитанса используется метод «двух микрофонов», основанный на разложении широкополосного стационарного случайного сигнала на падающую (Pi) и отраженную (Pr) составляющие. Сигнал генерируется источником звука (динамической головкой в большой измерительной трубе), а падающая и отраженная составляющие определяются из соотношения между величинами акустического давления, измеряемыми микрофонами в двух точках на поверхности трубы (рис.2).

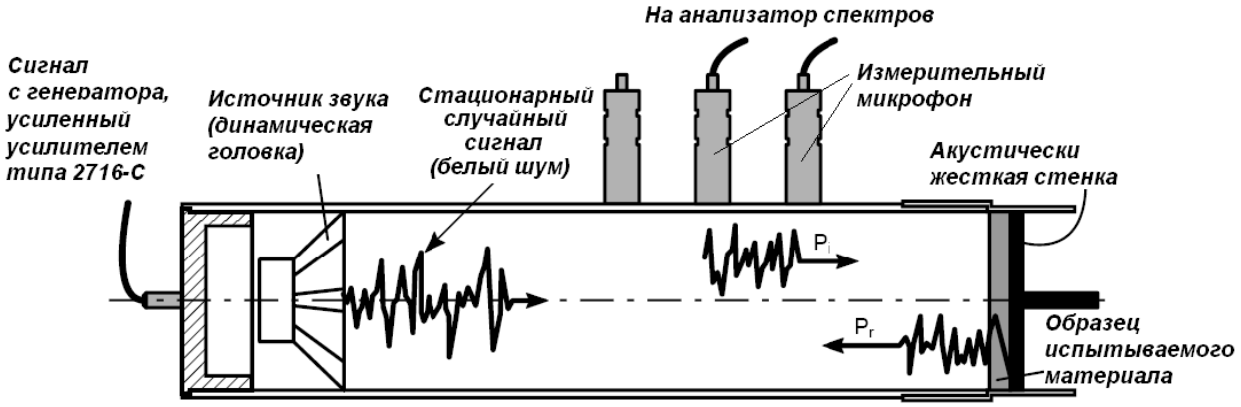


Рисунок 2 – Схема поперечного сечения импедансной трубы для измерения коэффициента звукопоглощения, коэффициента звукоотражения, импеданса и адмитанса, показывающая падающую и отраженную составляющие стационарного случайного сигнала

Сигналы с измерительных микрофонов поступают на многоканальный анализатор спектров PULSE, выполняющий цифровую обработку сигналов по заданным алгоритмам. С анализатора спектров информация при помощи LAN-соединения передается на ПК для отображения результатов измерений, хранения данных, печати, а также управления процессом измерений.

2.2. Комплект труб для измерения показателя потерь звука при прохождении (звукоизоляция).

Комплект труб для измерения звукоизоляции включает (рис. 3):

- две трубы диаметром 100 мм (большие трубы)
- две трубы диаметром 29 мм (малые трубы)
- держатели образцов (29 и 100 мм);
- трубы расширения (29 и 100 мм).

В зависимости от требуемого диапазона частот, эти составляющие могут собираться в стандартный большой (для определения параметров в диапазоне частот 50 Гц – 1,6 кГц) и малый (для диапазона частот 500Гц – 6,4 кГц) конфигурации, как показано на рис. 3.

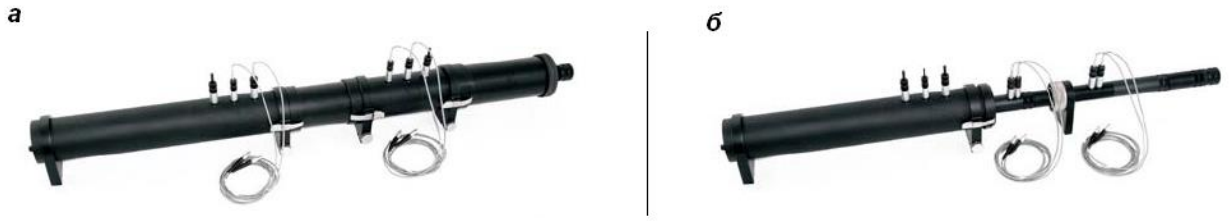


Рисунок 3 – Конфигурации комплекта труб для измерения звукоизоляции: а – в диапазоне частот 50 Гц – 1,6 кГц, б – в диапазоне 500Гц – 6,4 кГц

Для измерения показателя потерь звука при прохождении (звукоизоляции) используется метод «четырех микрофонов», реализованный в системе данной системе. Сущность метода заключается в следующем. Источник звука (динамическая головка) устанавливается на одном конце импедансной трубы, а образец расположен в держателе, как показано на рисунке 4.

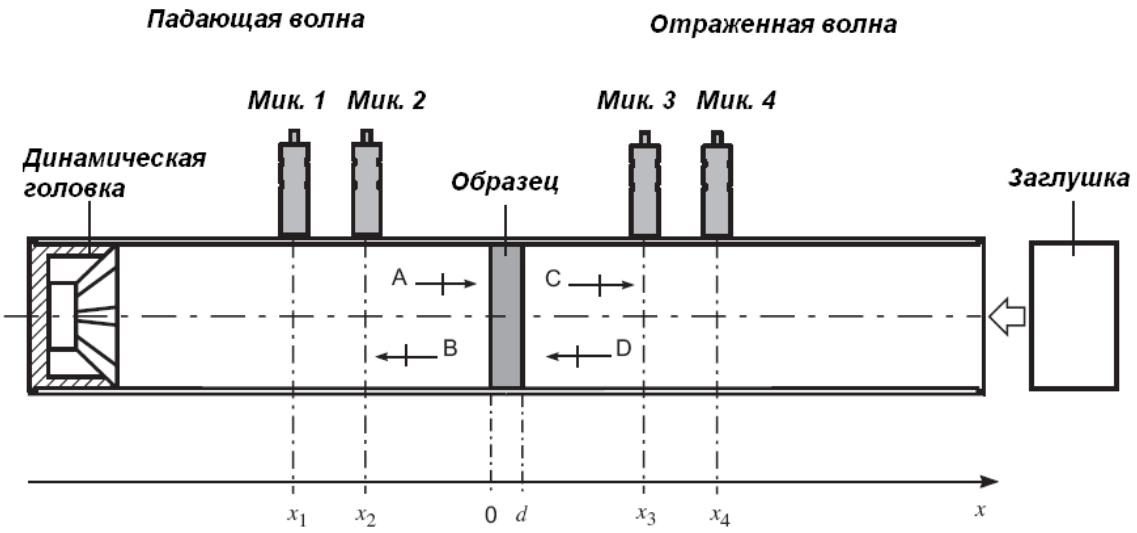


Рисунок 4 – Схема поперечного сечения импедансной трубы для измерения потерь звука при прохождении (звукоизоляции), показывающая падающую и отраженную составляющие стационарного случайного сигнала

Динамическая головка, на которую поступает широкополосный стационарный сигнал с генератора и усилителя 2716-С, создает соответствующие плоские волны внутри трубы. Плоские волны, падающие на образец в держателе частично отражаются обратно к источнику звука, частично поглощаются в материале образца и частично проходят через образец в приемную трубу. Часть плоских волн, прошедших через материал образца в приемную трубу, затем достигают конца приемной трубы, где часть волн отражается, а часть выходит из трубы. Измерение звукового давления в четырех фиксированных точках (двух в передающей трубе и двух в приемной) и вычисление комплексной передаточной функции с использованием 4-х канального анализатора спектров PULSE позволяет определить величину потерь энергии звука при прохождении волн через образец материала. Диапазон частот, в котором производятся измерения, зависит от диаметра трубы и расстояния между микрофонами.

Примечание:

1. Анализатор спектров PULSE и базовое программное обеспечение имеется в ИММС НАН Беларуси. Лицензия «открывает» опцию базового ПО PULSE -7758-N- «Акустические испытания материалов».

2. Адаптер калибратора для калибровки 1/4" микрофонов представляет собой пластмассовое кольцо для обеспечения возможности калибровки 1/4" микрофонов, специально разработанных для использования в составе импедансных труб, калибратором типа 4231 со стандартным входным гнездом для калибровки 1/2" микрофонов.

3. Усилитель 2716-С представляет собой многофункциональный усилитель звуковой мощности для громкоговорителей, искусственных ртов, звуковых локаторов и других применений в области акустических измерений. В усилителе предусмотрена защита от короткого замыкания, постоянного тока, сигналов высоких частот и перегрева. Частотная характеристика (8 Ом, 1 Вт): 20 Гц – 20 кГц: +0, -1 дБ. Максимальная выходная мощность: (нагрузка 8 Ом в стерео режиме) 110 Вт, (нагрузка 8 Ом в мостовом режиме) 320 Вт. При поставке усилителя в составе системы для проведения акустических испытаний материалов в обязательный комплект усилителя входят следующие соединительные кабели:

- WL-1324- Кабель коаксиальный одинарный типа «XLR» трёхконтактный к BNC (папа), 3,0м, макс+85°С; предназначен для соединения усилителя с анализатором спектров. Поставляется 2 кабеля, один является запасным.

- WL-1325- кабель типа «спикон» четырёхконтактный (мама) двухпроводной (папа), 5м, макс+70 °С; предназначен для соединения усилителя с динамической головкой, встроенной в большую измерительную трубу из комплекта импедансных труб. Поставляется 2 кабеля, один является запасным.

- AN-0041- стандартный сетевой кабель EU 3x1,0мм2 CEE 7 (папа) для C13 (мама) 2,5м, макс+70°С; предназначен для подключения усилителя к питающей электрической сети переменного тока 220В.