

АППАРАТУРА ДЛЯ АНАЛИЗА ВИБРАЦИОННОГО И АКУСТИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНА

Интерес к аппаратуре для анализа сигналов вибрационного и акустического диапазонов частот остается неизменно высоким, что способствует появлению на рынке измерительной техники уникальной аппаратуры, построенной с использованием новейших технологий. Особого внимания заслуживают измерительные системы ЗАО "Руднев-Шиляев", построенные на базе персонального компьютера (ПК) и связанных с ним высокоточных АЦП и ЦАП. Такие измерительные системы отличаются мобильностью, высокой надежностью и весьма небольшой ценой.

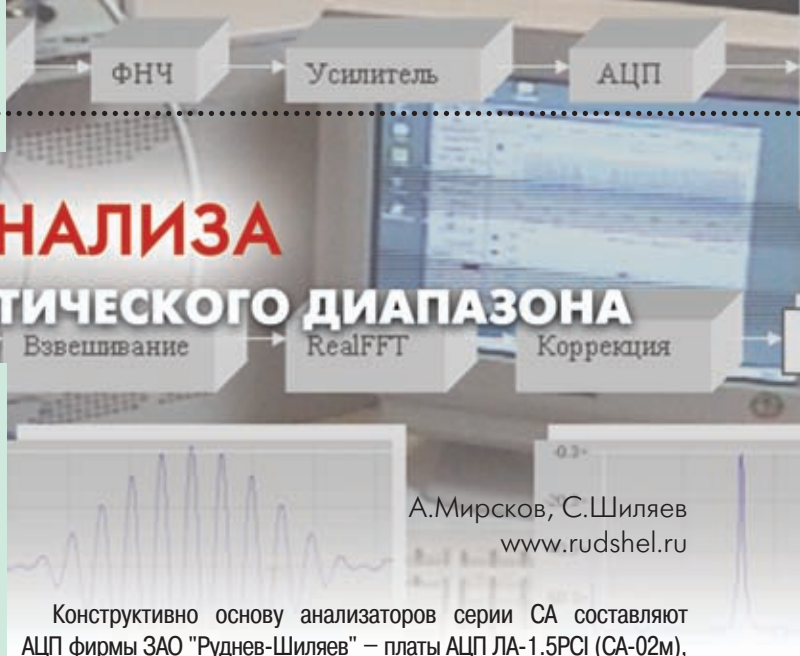
Аппаратура и измерительные системы на базе ПК, предлагаемые ЗАО "Руднев-Шиляев", могут быть полезны при решении широкого круга задач виброакустики:

- мониторинг вибрационного и акустического нагружения объектов;
- исследования частотных характеристик электромеханических, электрических и электронных преобразователей;
- локализация источников шума и идентификация путей распространения акустической энергии;
- бесконтактные (акустические) методы диагностики технического состояния электромеханических преобразователей;
- диагностика роторных машин и оборудования на стационарных и переходных режимах работы;
- измерение акустической мощности излучения изделия в условиях его эксплуатации на основе интенсивметрических методов и метода направленного приема сигналов;
- оснащение специализированных звукомерных камер измерительными и задающими системами для оценки звукопоглощающих и звукоизолирующих свойств конструкций.

Данные направления исследований инструментально поддерживаются приборами, разработанными и изготовленными фирмой ЗАО "Руднев-Шиляев". Это – многофункциональные анализаторы сигналов реального времени серии СА (СА-02м; СА-02USB; СА-02Л) и многоканальные измерительные регистраторы сигналов серии МА (МА-08; МА-16; МА-16USB). Основу для создания анализаторов серии СА и МА составляют АЦП и ЦАП, снабженные PCI или USB интерфейсами для связи их с ПК. Программная оболочка, разрабатываемая под конкретную задачу заказчика, обеспечивает управление сбором и обработкой данных, формирует режимы проведения измерений.

ДВУХКАНАЛЬНЫЕ АНАЛИЗАТОРЫ СИГНАЛОВ СЕРИИ СА

Это многофункциональные приборы, ориентированные на решение измерительных задач акустического и вибрационного диапазонов частот (рис. 1).



А.Мирсков, С.Шиляев
www.rudshel.ru

Конструктивно основу анализаторов серии СА составляют АЦП фирмы ЗАО "Руднев-Шиляев" – платы АЦП ЛА-1.5PCI (СА-02м), ЛА-2USB (СА-02USB), Леонардо II (СА-02Л). Эти платы различаются количеством каналов и разрядов, частотой дискретизации, наличием или отсутствием мультиплексора и программно управляемого источника ИСР-питания для первичных преобразователей.

В качестве ПК могут применяться офисные и промышленные компьютеры, а также ноутбуки. Программная оболочка обеспечивает управление сбором и обработкой данных, формирует режимы проведения измерений и обмен данными с другими приложениями.



Рис. 1. Двухканальный анализатор сигналов на базе ПК

Анализатор серии СА проводит измерение и цифровую обработку сигналов одновременно по двум каналам в соответствии с выбранным методом анализа: "Спектральное накопление", "Синхронное накопление", "Распределения", "Октавный и треть октавный анализ". Каждому методу анализа соответствует свой набор измеряемых функций.

Метод "Спектральное накопление" обеспечивает измерение авто- и взаимных корреляционных функций и спектров, функции частотной когерентности, когерентной и некогерентной мощности, комплексных передаточных функций, отношения сигнал/шум, временного развития сигнала и отношения сигналов двух измерительных каналов, а также проведение кепстрального анализа сигналов.

Метод "Синхронное накопление" позволяет определять для исследуемых сигналов, сглаженных во временной области, авто- и взаимные корреляционные функции, автоспектры, когерентную и некогерентную мощность, отношение сигнал/шум, временное развитие сигнала и отношение сигналов двух измерительных каналов и проводить кепстральный анализ.

Метод "Распределения" предполагает построение функции плотности распределения и функции распределения вероятностей измеряемых сигналов.

Анализатор снабжен многофункциональным стартовым модулем, обеспечивающим различные режимы запуска измерений. Так, возможен свободный запуск; запуск по внешнему ТТЛ-уровню; запуски по условиям: по уровню сигнала одного из каналов, при превышении заданного уровня сигнала, если сигнал ниже заданного уровня, если сигнал находится внутри заданного интервала, обрабатываются верхний и нижний гистерезисы.

Предусмотрена возможность интегрирования и дифференцирования измеряемых сигналов во временной области, а также интегри-



рования в частотной области, что обеспечивает измерение интегральных и дифференциальных характеристик сигнала без смены первичного преобразователя. Это относится, например, к характеристикам скорости и перемещения заданной точки колебаний объекта при использовании в качестве первичного приемника акселерометра.

Наличие межканального временного смещения позволяет исключить запаздывание между каналами. В результате обеспечивается корректное измерение передаточных и взаимных корреляционных функций для исследуемых объектов, имеющих значительные задержки преобразования сигналов, которые превышают время корреляции сигналов между входом и выходом исследуемого устройства.

Для изображения измеренных характеристик сигналов можно воспользоваться одним или одновременно двумя экранами. Масштабы по осям абсцисс выбираются в зависимости от изображаемой функции и могут быть линейными в частотной и временной областях, а также октавными и треть-октавными – в частотной. Масштаб по оси ординат также выбирается в зависимости от изображаемой функции. Выбор масштабов по осям и экранам независимый. Каждый экран анализатора снабжен курсорами для поиска и слежения за изображаемой информацией, указателем гармоник. Возможно синхронное перемещение курсоров, а также многократное увеличение изображенных функций.

При выходе из программы происходит автоматическое сохранение последних установок на режимы обработки и изображения. Эти режимы будут восстановлены при следующем включении виртуального прибора.

Результаты измерений могут быть записаны на жесткий диск для хранения и вторичной обработки средствами приложений Windows, например Microsoft Excel, или переданы через стандартный буфер обмена другим приложениям.

Для соединения с первичными приемниками вибрационных и акустических сигналов анализаторы серии СА снабжены специальной коммутационной коробкой с расположенными на ней разъемами СР-50 и разъемом для запуска измерений по внешнему ТТЛ-уровню.

ЦИФРОВЫЕ РЕГИСТРАТОРЫ СИГНАЛОВ СЕРИИ МА

Эти приборы построены на тех же АЦП, что и анализаторы сигналов серии СА. Они предназначены для измерения и цифровой записи непрерывных и кратковременных сигналов произвольной формы в виде файлов на жесткий диск ПК (рис.2).

Режим калибровки обеспечивает сквозную калибровку каждого измерительного тракта и одновременно калибровку соответствующего первичного приемника от внешнего калиброванного источника.

Режим записи исследуемых сигналов может формироваться пользователем в зависимости от решаемой измерительной задачи. Для этого регистратор снабжен многофункциональным стартовым модулем, обеспечивающим различные режимы запуска процесса измерений. Это свободный – программный запуск, запуск по внешнему ТТЛ-уровню, триггерный запуск по одному из восьми измерительных каналов с предысторией и возможностью выбора возрастающего или спадающего фронта сигнала и его уровня, а также запуск по условию: по уровню, выше уровня, ниже уровня, внутри диапазона уровней, верхний и нижний гистерезисы. Наличие много-



Рис.2. Цифровой регистратор сигналов на базе ПК

функционального стартового модуля и возможность выбора частоты квантования в широких пределах (128–102400 Гц) обеспечивают решение широкого круга измерительных задач.

Режим просмотра позволяет провести визуальный анализ информации, сохраненной в файлах, быстро найти интересующие участки записи, количественно оценить пределы изменения реальных физических величин, сравнить эти величины для разных каналов. В этом режиме предусмотрена возможность записи фрагмента файла на диск в текстовом формате, обеспечивающем его вторичную обработку, например с помощью Microsoft Excel, и передача графического изображения фрагмента через буфер обмена другим приложениям. Дополнительные возможности регистратора обеспечивают учет коэффициентов усиления внешней аппаратуры в составе измерительных каналов, что важно при измерении сквозной чувствительности трактов и корректного измерения действительных значений физических величин.

В цифровых регистраторах серии МА возможно применение первичных приемников вибрационных и акустических сигналов различного исполнения. Так, в составе измерительного комплекса могут быть использованы как первичные приемники с внешними усилителями, так и приемники, имеющие встроенные усилители с источником ИСР-питания. Переключение типа первичного приемника сигналов производится программно. Кроме того, файлы данных, записанные регистраторами, могут быть обработаны анализаторами серии СА в режиме "Файл-источник", что существенно расширяет возможности пользователя.

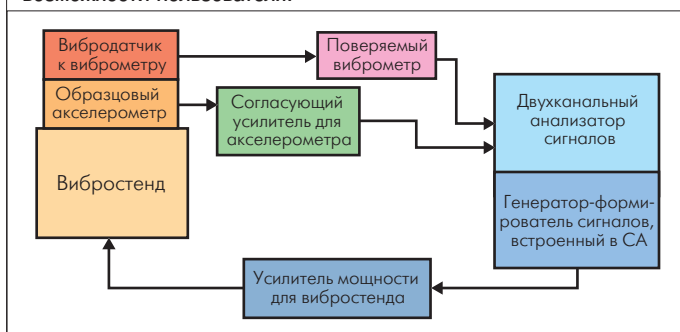


Рис.3. Блок-схема проверки виброметров

В качестве примера рассмотрим конкретное применение рассмотренных здесь приборов для создания измерительного комплекса, предназначенного для проверки виброметров с пьезоэлектрическими и индуктивными вибропреобразователями (рис.3), а также пьезоэлектрических и индуктивных виброизмерительных преобразователей (ВИП) согласно методическим указаниям МИ 1873-88.

Поверяемые параметры:

- основная погрешность виброметра (раздел 4.5.1. МИ 1873-88) в рабочем диапазоне амплитуд (4.5.1.1.); в рабочем диапазоне частот при непрерывном спектре частот (4.5.1.2.);
- проверка встроенных фильтров в непрерывном спектре частот (4.5.2.);
- неравномерность АЧХ виброметра при непрерывном спектре частот (4.5.3.);
- действительное значение преобразования ВИП (4.5.6.);
- относительный коэффициент поперечного преобразования ВИП (4.5.7.);
- неравномерность АЧХ ВИП в непрерывном спектре частот (4.5.8.);
- нелинейность амплитудной характеристики ВИП (4.5.9.);
- частота установочного резонанса ВИП (4.5.10.);
- частота поперечного резонанса ВИП (4.5.11.).

Состав измерительного комплекса приведен в таблице.

Состав измерительного комплекса

Устройство	Тип	Число, шт.
Анализатор частотных характеристик с встроенным генератором-формирователем сигналов на базе ПК Portable	СА	1
Принтер для ПК	HP LJ	1
Вибростол + усилитель мощности, 1–25000 Гц, 100 Н для синусоидальных колебаний	TV51110-C	1
Вибростол + усилитель мощности, 1–25000 Гц, 400 Н для синусоидальных колебаний	TV51140-C	1
Образцовый акселерометр Back-to-Back для калибровки, 10 мВ/г + усилитель. ICP-питание	394A03	1
Источник ICP-питания, 4 мА (2 канала)	S2022 ICP	1
Усилитель-формирователь сигнала (усилитель заряда)	РШ2731Э	1
Калибратор акселерометров	394C06	1
Кабель соединительный	BNC-BNC, 3м	2
Кабель соединительный	(10-32 – 10-32), 3м	2
Крепежные аксессуары (шпильки, магниты)	–	1 комплект
Техническое описание и инструкция по эксплуатации	–	1
Методика поверки	–	1

Технические характеристики анализатора сигналов СА

Число измерительных каналов 2 из 8 синхронных
 Тип АЦП Delta-Sigma
 Разрешение АЦП 24 бит
 Входное сопротивление не менее 1 МОм/60пФ
 Макс. амплитуда входного сигнала 10 В
 Вход (программное переключение) AC/DC, AC – на уровне 3 дБ
 при частоте среза 3,4 Гц
 Полосы пропускания 40000, 25600, 20000, 12800,
 10000, 6400, 5000, 50 Гц
 Динамический диапазон >110 дБ
 Пульсация в полосе пропускания -0,5 дБ
 Нелинейность фазовой характеристики -0,5°
 Перекрестный шум <-100 дБ
 Межканальные искажения:
 модуль 0,1 дБ
 фаза 0,5°
 Аналоговый триггер:
 источник каналы 0–7
 уровень программируемый +10, -10 В
 спад положительный,
 отрицательный
 Цифровой триггер..... TTL-совместимый
 Источник ICP-питания на каждый канал -24 В, 4 мА,
 программное управление
 включением/отключением
 питания

Характеристики встроенного генератора-формирователя сигналов

Число каналов 1
 Диапазон выходного напряжения
 (на сопротивлении нагрузки 5 Ом) ±5 В
 Частотный диапазон 0,5–40000 Гц
 Коэффициент гармоник (на частоте
 гармонического сигнала 1 кГц) -70 дБ
 Форма сигнала синусоидальная, синусо-
 идальная качающейся час-
 тоты в полосе 0,5–5000 Гц,
 шум в ограниченной поло-
 се, импульсный сигнал с ре-
 гулируемыми заполнением,
 скважностью

Такой генератор выпускается серийно ЗАО "Руднев-Шиляев" под наименованием ГСПФ-052 (на шину PCI) и ГСПФ-053 (на шину USB). Входящее в состав анализатора сигналов ПО позволяет управлять режимами работы генератора. Использование генераторов с тем или иным интерфейсом определяется потребностью задачи и удобством пользователя.

Фирма производит и предлагает к применению однока-
 нальные РШ2731Э, четырехканальные РШ2734Э и восьмика-
 нальные РШ2738Э усилители заряда для акселерометров отече-
 ственного и зарубежного производства. Разработаны многоканальные
 источники питания для акселерометров и измерительных микрофо-
 нов с ICP-питанием. ○