

Разработка Стенда для Определения Параметров Ультразвуковых Колебательных Систем

Роман В. Барсуков, к.т.н., Сергей Н. Цыганок, к.т.н., Денис С. Абраменко,
Александр В. Буздаков

Бийский технологический институт (филиал) ГОУ ВПО АлтГТУ им И.И. Ползунова

Аннотация – Статья посвящена разработке измерительного стенда для определения основных параметров ультразвуковых колебательных систем, таких как резонансная частота, амплитуда колебаний, добротность, коэффициент трансформации колебательных скоростей.

Ключевые слова – Ультразвук, измерения, параметры колебательных систем.

I. ВВЕДЕНИЕ

Многообразие технологических процессов и технологий, где используется ультразвуковая энергия для их интенсификации обуславливает многообразие ультразвуковых технологических аппаратов [1].

Вместе с тем любой ультразвуковой технологический аппарат состоит из двух взаимодополняющих частей: это ультразвуковая колебательная система (УЗКС) и электронный генератор, предназначенный для ее питания [2].

Ультразвуковые колебательные системы являются важнейшим элементом любого ультразвукового технологического аппарата. Если, практически все ультразвуковые генераторы, имеют схожую структуру, то различные ультразвуковые колебательные системы имеют уникальные параметры и представляют индивидуальную электрическую нагрузку для электронного генератора.

В связи с этим, при разработке, изготовлении и настройке уникального ультразвукового оборудования, для оптимального согласования выходного сопротивления генератора с входным сопротивлением ультразвуковой колебательной системы, необходимо знать параметры УЗКС для расчета параметров согласующей цепи генератора [3].

Кроме того, существует потребность в контроле параметров ультразвуковых колебательных систем, поскольку при массовом производстве типового ультразвукового оборудования их параметры могут существенно отличаться.

В процессе эксплуатации ультразвукового оборудования, при воздействии на УЗКС и ее

элементы перепадов температур, механических воздействий, износа рабочего инструмента, параметры систем так же могут сильно изменяться, что в конечном итоге приводит к снижению эффективности ультразвукового воздействия.

В связи с этим проведение измерений параметров ультразвуковых колебательных систем, как при производстве нового ультразвукового оборудования, так и при текущем ремонте или гарантийном обслуживании является важной и необходимой процедурой.

II. РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ УЗКС

К основным параметрам ультразвуковых колебательных систем относятся электрическая емкость пьезокерамических элементов, входящих в состав преобразователя, амплитуда колебаний, распределение амплитуды колебаний по излучающей поверхности рабочего инструмента УЗКС, резонансная частота, коэффициент электромеханического преобразования, коэффициент трансформации колебательной скорости.

Существуют специализированные комплексы, позволяющие проводить измерения параметров УЗКС, однако стоимость их высока, что сдерживает их использование.

В связи с этим, возникла необходимость, для определения параметров ультразвуковых колебательных систем, использовать доступное измерительное оборудование, показанное на рисунке 1.

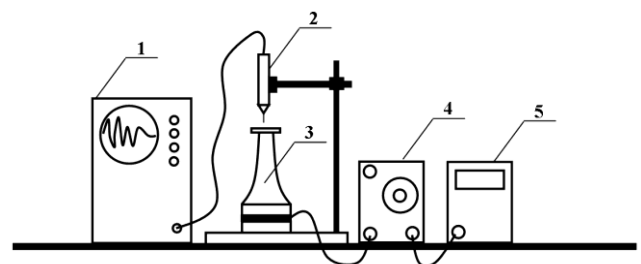


Рис.1. Стенд для измерения параметров УЗКС

Стенд состоит из осциллографа 1, или высокочастотного вольтметра, частотомера 5, низковольтного генератора 4, широкополосного пьезодатчика (пьезопреобразователя) с точечным контактом 2, исследуемой колебательной системы 3.

Последовательность работы с таким стендом состоит в следующем:

- подключается генератор к исследуемой УЗКС;
- подключается выход точечного пьезодатчика к осциллографу или высокочастотному вольтметру;
- пьезодатчик устанавливается в точку для проведения измерений амплитуды колебаний;
- осуществляется перестройка частоты генератора, ориентируясь на показания частотомера;
- по величине амплитуды сигнала, наблюдаемого на экране осциллографа определяется частота, соответствующая максимальной амплитуде колебаний.

При помощи такого стенда можно найти численные значения резонансных частот исследуемой УЗКС и относительное значение амплитуды колебаний.

Проводя измерения в различных точках излучающей поверхности УЗКС можно получить информацию о распределении колебаний по поверхности.

Одной из важнейших характеристик любой УЗКС является ее добротность, которая определяется потерями в элементах ультразвуковой колебательной системы. Этот параметр может быть определен исходя амплитудно-частотной характеристики УЗКС, получение которой при помощи существующего стенда является трудоемкой задачей.

Для упрощения процесса измерений и его автоматизации была разработана измерительная приставка к существующему стенду, структурная схема которой представлена рисунке 2.

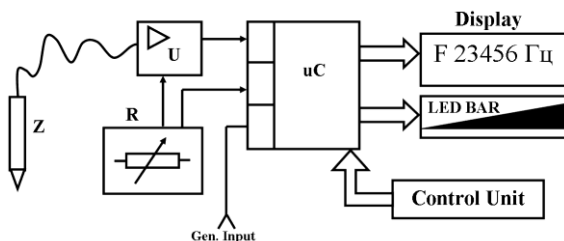


Рис.2. Блок-схема измерительной приставки

Сигнал с выхода пьезодатчика Z поступает на вход усилителя U, коэффициент усиления которого можно изменять при помощи элемента R. С выхода усилителя сигнал поступает на аналоговый вход микроконтроллера uC. Элемент R так

же необходим для информирования микроконтроллера о текущем коэффициенте усиления усилителя U. К входу «Gen. Input» подключается выход низковольтного генератора. Цифровой индикатор «Display» и индикатор шкального типа «Led Bar» необходим для отображения измерительной информации. Управление работой прибора осуществляется при помощи панели управления «Control Unit».

При помощи разработанной приставки можно измерять:

- абсолютные значения частот всех резонансов колебательной системы, находящихся в полосе измерений;
- добротность колебательной системы при работе на каждом из измеренных резонансов;
- относительные амплитуды колебаний всех найденных резонансов;
- количество резонансов, найденных в полосе перестройки генератора.

Разработанный стенд с приставкой были реализованы в виде измерительного прибора, работающего под управлением микроконтроллера uC, со специально созданным программным обеспечением. Этот узел выполняет операции, связанные с измерениями параметров, их визуализацией.

Для эксплуатации прибора разработаны и программно реализованы алгоритмы измерения и усреднения амплитуды колебаний, частоты колебаний, а так же алгоритм вычисления добротности по амплитудно-частотной характеристике исследуемой УЗКС.

Методика работы с прибором заключается в следующей последовательности действий:

1. Подключить низковольтный генератор электрических колебаний к исследуемой УЗКС и к измерительной приставке, к входу «Gen. Input»;
2. Установить пьезодатчик в точку измерений;
3. Выполнить несколько раз перестройку частоты генератора (вверх-вниз) в окрестностях резонансной частоты УЗКС;
4. В процессе выполнения предыдущего шага наблюдать за показаниями шкального индикатора и вращением рукоятки R добиться полного загорания шкального индикатора в момент перехода через резонанс колебательной системы.
5. Нажать кнопку «Измерение» и повторить действия, описанные в пункте 3.
6. При помощи панели управления последовательно вывести на цифровое табло все измеренные и вычисленные параметры.
7. Для проведения повторных измерений повторить последовательность действий начиная с пункта 2.

Таким образом, в результате выполнения работы был создан рабочий макет стенда для измерения основных характеристик ультразвуковых

колебательных систем (резонансная частота, амплитуда колебаний, добротность), обладающий следующими техническими характеристиками:

- диапазон входных напряжений, В 0...10;
- диапазон рабочих частот, Гц 15000...45000;
- максимальная погрешность измерений, не более 1%;
- габаритные размеры, мм 150x100x50 мм;
- напряжение питания, В +12.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанный измерительный прибор используется для проведения измерений параметров ультразвуковых колебательных систем, разрабатываемых в лаборатории акустических процессов и аппаратов Бийского технологического института, а так же в учебном процессе по предметам «Акустоэлектроника» и «Применение ультразвука в промышленности» и может быть рекомендован для лабораторного и промышленного применения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ультразвуковые аппараты [Электронный ресурс]//Сайт Лаборатории акустических процессов и аппаратов – Режим доступа: <http://u-sonic.ru/device>
- [2] Барсуков Р.В., Савин И.И., Хмелев В.Н., Сливин А.Н., Цыганок С.Н., Чипурин Е.В. Разработка компактных многофункциональных ультразвуковых технологических аппаратов - Сборник материалов Международной сибирской школы-семинар по электронным приборам и материалам ЭПМ'2003. – Новосибирск: НГТУ, 2003. - с.217-221.
- [3] Барсуков Р.В., Савин И.И., Хмелев В.Н., Цыганок С.Н. Согласование пьезоэлектрических колебательных систем с электронными генераторами ультразвуковой частоты. - Межвузовский сборник «Измерения, автоматизация и моделирование в промышленных и научных исследованиях». – Бийск: АлтГТУ, 2004. - С.219-225.



Сергей Н. Цыганок родился в Новосибирске, Россия, 1975. Кандидат технических наук, доцент. Лауреат премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники для молодых ученых. Областью научных интересов является разработка высокоэффективных пьезоэлектрических колебательных систем для ультразвуковых технологических аппаратов.



Денис С. Абраменко родился в 1982 году, в г. Бийске. В 2005 закончил БТИ по специальности «Информационно-измерительная техника и технологии». Инженер БТИ. Область научных интересов: контроль, управление и измерение параметров ультразвукового оборудования.

Александр В. Буздаков студент 5-го курса БТИ. Специальности «Информационно-измерительная техника и технологии»



Роман В. Барсуков, к.т.н., доцент, БТИ. Родился в 1975 году в г. Бийске. Лауреат премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники для молодых ученых. Областью научных интересов является: разработка высоко мощных ультразвуковых генераторов.