

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

*Кафедра компьютерной физики и метаматериалов
на базе Саратовского филиала
Института радиотехники и электроники
им. В. А. Котельникова РАН*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК
ЭЛЕКТРОАКУСТИЧЕСКИХ ПЬЕЗОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ
ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ РАСХОДОМЕРОВ**

Автореферат
выпускной квалификационной бакалаврской работы
по направлению 03.03.02 «Физика»
студента 4 курса 432 группы
физического факультета
Татарина Алексея Павловича

Научный руководитель –
д. ф.-м. н., профессор В. В. Петров

Заведующий кафедрой –
д. ф.-м. н., профессор В. М. Аникин

Саратов 2018

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуализация работы. Ультразвуковая контрольно-измерительная аппаратура находит применение в различных областях науки и техники - дефектоскопии, медико-биологических исследованиях, гидроакустике, контроле физических параметров, размеров объектов и т.п. При этом одним из основных узлов любой установки, предназначенной для использования в названных целях, является электроакустический преобразователь. Для его создания возможно использование различных физических принципов, однако наибольшее распространение в наши дни получили преобразователи пьезоэлектрического типа. В зависимости от требований, предъявляемых к аппаратуре, с их помощью преобразуются различные сигналы, которые отличаются по форме, амплитуде, спектральному составу. Это в свою очередь вызывает необходимость формулировки требований к частотному и динамическому диапазонам преобразователей. В частности, при исследовании физических свойств материалов преобразователи выполняют важные функции, необходимые для решения спектрометрических задач. В ультразвуковой дефектоскопии и некоторых приборах медицинской диагностики ими преобразуются сигналы, несущие информацию локационного характера.

Одной из наиболее важных областей применения электроакустических преобразователей является измерение расхода газов и жидкостей, причем благодаря значительному прогрессу в микроэлектронике и вычислительной технике данное направление в настоящее время развивается весьма интенсивно. Постоянно растущие потребности к точности измерений и надежности измерительных устройств приводят, соответственно, к ужесточению требований к характеристикам применяемых в них пьезоэлектрических преобразователей, а также к их надежности.

Объектом исследования являются электроакустические преобразователи для ультразвуковых расходомеров (рисунок 1).

Предмет исследования – рабочие характеристики электроакустических пьезопреобразователей.

Целью выпускной квалификационной работы (ВКР) экспериментальное является изучение особенностей основных характеристик ультразвуковых пьезопреобразователей, применяемых в акустических расходомерах, а

также изучение возможности диагностики скрытых дефектов с помощью этих характеристик.

Структура ВКР. Работа включает введение четыре главы, заключение и список использованных источников из 10 наименований. Общий объем – 35 с.



Рисунок 1. Ультразвуковые излучатели/приемники. Область применения – различные виды оборудования, где используется явление отражения ультразвуковых колебаний от плоскости раздела сред жидкость-газ. Эти датчики применяются в уровнемерах, сигнализаторах, расходомерах.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В главе 1 рассматривается теория распространения ультразвука в газовой среде, обсуждаются эквивалентные схемы-аналоги преобразователей в режиме излучения.

В главе 2 рассматриваются принцип действия, разновидности и характеристики акустических расходомеров с колебаниями, направленными по потоку и против него, влияние поля скоростей на показания ультразвуковых расходомеров и погрешности измерений, паразитные акустические сигналы, влияние асимметрии электронно-акустических каналов. Суммарная погрешность измерения расхода газа.

В главе 3 описываются электроакустические преобразователи для ультразвуковых расходомеров. Формулируются требования к преобразователям: обратимость, достаточно большой коэффициент преобразования, рабочая частота от 50 до 200 кГц, минимальность передачи акустической волны в стенки трубопровода, диапазон температур от минус 50 до плюс 50 градусов по Цельсию, достаточно широкая диаграмма направленности для обеспечения возможности работы при больших скоростях газового потока, крутой фронт импульса с приемного преобразователя). Дается определение основных зависящих от частоты характеристик преобразователя-излучателя – акустической мощности, электроакустического к.п.д., входного электрического сопротивления, характеристики направленности, коэффициента осевой концентрации, основные характеристики преобразователей-приемников – чувствительности, электрического сопротивления, направленности, коэффициента концентрации, удельной чувствительности. Рассмотрены графики зависимости названных характеристик от частоты.

В главе 4 изложены результаты экспериментальной части работы по исследованию частотных характеристик партии из 200 шт. преобразователей SA-4ДС-100, разработанных в ООО «СпектрАкустика», г. Саратов.

Были проведены измерения диаграммы направленности партии датчиков (рисунок 2), зависимости электрического импеданса нагруженного и ненагруженного датчика от частоты – как исправного датчика, так и датчика с дефектами (блок-схема измерителя представлена на рисунке 3), температурных коэффициентов, коэффициента преобразования.

В этой же главе подробно описана работа автоматизированной системы обработки экспериментальных данных.

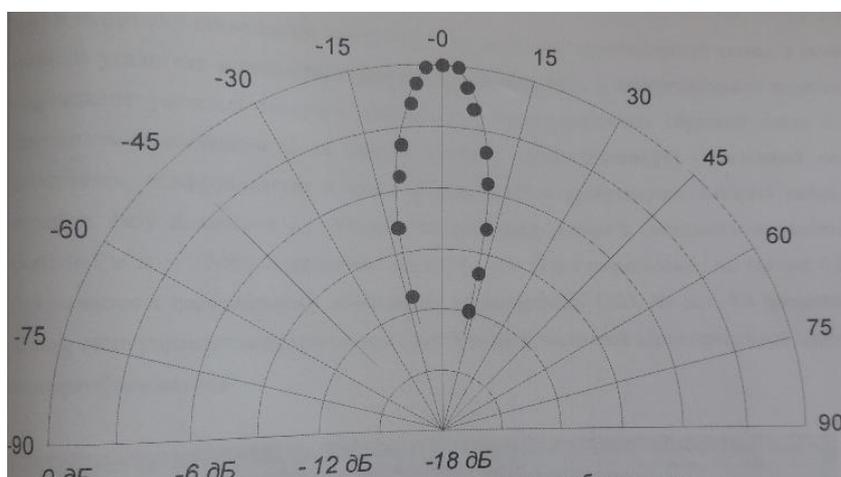


Рисунок 3. Диаграмма направленности преобразователя

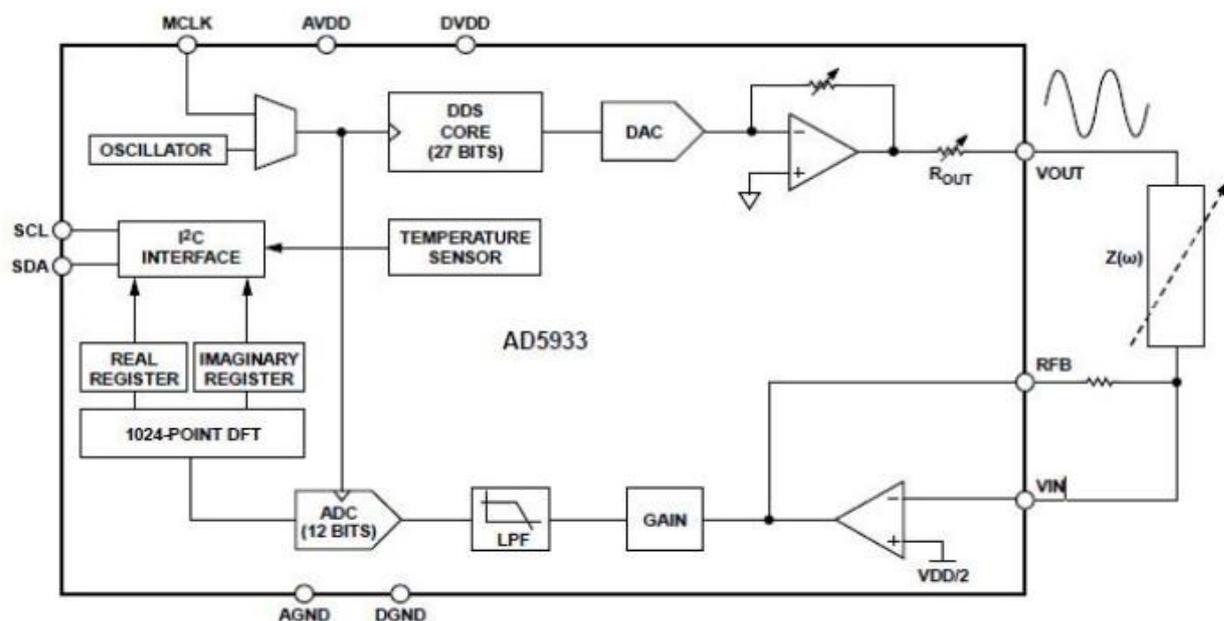


Рисунок 3. Блок-схема измерителя импеданса на базе микросхемы AD5933

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выпускная квалификационная работа выполнялась в ООО «СпектрАкустика», г. Саратов. Деятельность компании охватывает целый спектр направлений – от акустической микроскопии и дефектоскопии, разработки приборов спектрального анализа до производств а биологически активных добавок и косметических препаратов. Качество выпускаемых ультразвуковых датчиков (сенсоров акустических) не уступает имеющимся на рынке зарубежным аналогам. А имеющиеся в компании технологические решения, позволили существенно снизить стоимость прибора. Компания постоянно расширяет ассортимент выпускаемой продукции. На сегодняшний день нами производятся сенсоры с рабочей частотой 40 кГц, 100 кГц, 150 кГц, 160 кГц и 200 кГц.

Корпорация «СпектрАкустика» была создана в 2005 году группой ученых-физиков под руководством доктора физико-математических наук, профессора В. В. Петрова. Классическое университетское образование и постоянное повышение квалификации, грамотное планирование и обширные научные связи позволяют команде Корпорации «СпектрАкустика» успешно и в

срок решать научно-технические и производственные задачи, которые ставят перед фирмой заказчики.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Красильников В. А. Введение в акустику. М. : Изд-во МГУ, 1992. 152 с.
2. Харитонов А. В. Электрические схемы-аналоги электроакустических преобразователей. Л. : ЛЭТИ, 197. 59 с.
3. Кремлевский П. П. Расходомеры и счетчики количества веществ. В 2-х т. СПб : Политехника, 2002.
4. Хансуваров Т. И., Цейтлин В. Г. Техника измерения давления, расхода, количества и уровня. М. : Изд-во стандартов. 1990.
5. Богущ М. В. Пьезоэлектрические датчики для экстремальных условий эксплуатации // Пьезоэлектрическое приборостроение: сб. в 3-х т Т. 3. Ростов-на-Дону : изд-во СКИЦ ВШ, 2006. 346 с.
6. Электроакустические преобразователи / В. М. Шарипов и др. М. : Техносфера, 2013. 296 с.
7. Коновалов С. И., Кузьменко А. Г. Особенности импульсных режимов работы электроакустических преобразователей. СПб : Политехника, 2014. 294 с.
8. AD533 Data Sheet, Rev F (2017). URL : www.analog.com
9. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники / пер. с англ. 5-е изд. М. : Мир, 1988. 704 с.
10. Исаев И. А., Иралиева М. Б., Акулов С. А. Исследование микросхемы AD5933 //XIII Королёвские чтения: Междунар. молодёжная науч. конф. Самара, 6-8 октября 2015 года: Тезисы докладов, Т.2. Самара: Изд-во СГАУ, 2015. С. 29-30.