

ОТЗЫВ

**официального оппонента на диссертационную работу
Коновалова Сергея Ильича «Методология формирования акустических
сигналов с заданными параметрами в системах измерения и контроля»,
представленную на соискание ученой степени доктора технических наук
по специальности 2.2.8 - «Методы и приборы контроля и диагностики
материалов, изделий, веществ и природной среды»**

Актуальность темы

Вопросы развития производственных технологий и разработки новых материалов неразрывно связаны с совершенствованием методов и технических средств неразрушающего контроля. Это касается как дефектоскопов, так и систем излучения-приема, в состав которых входят преобразовательные блоки. Среди методов неразрушающего контроля акустический метод занимает одно из лидирующих положений благодаря возможности контроля разнообразных материалов, выявления поверхностных и внутренних дефектов, достаточно большой глубине проникновения, безопасности для персонала, относительной простоте автоматизации процессов контроля.

Улучшение параметров систем излучения-приема ультразвуковых дефектоскопов является актуальной проблемой, стоящей перед разработчиками, особенно в части повышения предельной разрешающей способности. Решение этой проблемы базируется на совершенствовании характеристик дефектоскопов, развитии и создании новых методов обработки информации, изменении конструктивных особенностей и пр.

В диссертационной работе разработаны методы совершенствования конструктивных особенностей систем излучения-приема и способы формирования сигнальных последовательностей в генераторах акустических дефектоскопов. Этот подход позволяет достичь повышения разрешающей способности, увеличения точности определения координат дефектов, снижения протяженности мертвой зоны дефектоскопов, не затрагивая его структуры. Разработанные методы коррекции конструктивных элементов пьезоэлектрических преобразователей и внешних электрических цепей, а также коррекции электрических воздействий специальной формы, позволили автору создать и научно обосновать методологию проектирования ультразвуковых дефектоскопов с улучшенными метрологическими характеристиками. Рассмотренная тема исследований безусловно относится к одному из наиболее значимых и актуальных направлений развития средств акустического неразрушающего контроля.

Научная новизна полученных результатов работы

Оценивая новизну представленных результатов, можно выделить следующее:

1. Предложена методология проектирования импульсных пьезоэлектрических преобразователей ультразвуковых дефектоскопов с заданными параметрами излучаемого акустического сигнала, обеспечивающими повышенную чувствительность к дефектам:

- основанная на системном анализе процессов преобразования электрического сигнала малой длительности в акустический и влияния различных факторов на точность формирования акустического импульса с заданными характеристиками;

- использующая комплекс методов и методик для расчета элементов акустических преобразователей систем излучения–приема, коррекции формируемых электрических сигналов возбуждения, искажений излучаемых и принимаемых акустических сигналов.

2. Созданы модели, метод и методики расчета импульсного режима работы многослойных пьезоэлектрических преобразователей, позволяющие генерировать зондирующие акустические сигналы с заданными свойствами:

- основанные на применении эквивалентных схем и спектральном методе Фурье;

- отличающиеся от известных моделей, алгоритмов и методик расчета импульсного режима работы многослойных пьезоэлектрических преобразователей одновременным учетом влияния его конструктивных особенностей (электрические цепи, контактный слой, протектор, демпфер) на характеристики зондирующих акустических сигналов;

- обеспечивающие синтез зондирующих сигналов с заданными свойствами, что приводит к возможности управления такими характеристиками многослойных пьезоэлектрических преобразователей, как разрешающая способность, размеры мертвой зоны, точность определения координат и повышению достоверности результатов.

3. Разработаны метод и методика расчета переходных процессов в системах излучения-приема, нагруженных на жидкие среды, с использованием электрических компенсирующих импульсов:

- основанные на применении метода Даламбера;

- обеспечивающие синтез зондирующих сигналов с заданными параметрами.

4. Предложены критерии и методы оценки эффективности работы импульсных пьезоэлектрических преобразователей:

- критерий получения минимальной длительности импульса на выходе преобразователя с согласующим слоем в зависимости от формы его АЧХ;

- критерий оптимальности разноса частот излучателя и приемника в системах излучения-приема для многоканальных средств неразрушающего контроля;

– выявлено, что минимальная длительность электрического импульса на выходе системы излучатель–приемник с согласующими слоями может быть получена для случая пьезокварц–пьезокварц, а наибольшая чувствительность для случая пьезокерамика–кварц.

5. Разработаны образцы систем излучения–приема ультразвуковых дефектоскопов с использованием полученных результатов и проведены экспериментальные исследования их характеристик для оценки достоверности положений диссертации, корректности разработанных моделей, методик, критериев и их работоспособности.

Степень достоверности научных положений

Достоверность полученных результатов, выводов и рекомендаций диссертационной работы подтверждается согласованностью результатов анализа теоретических численных моделей с результатами экспериментальных исследований.

Результаты работы докладывались и обсуждались на многочисленных международных и российских научно-технических конференциях.

Научная и практическая значимость полученных результатов

Научные результаты диссертации, а именно: методология проектирования импульсных пьезоэлектрических преобразователей ультразвуковых дефектоскопов с заданными параметрами акустического сигнала, основанная на комплексном учете информационного, методического, инструментального, программно-алгоритмического, метрологического обеспечения систем акустического контроля; математические модели, метод и методики расчета импульсного режима работы многослойных пьезоэлектрических преобразователей, позволяющие проводить синтез зондирующих акустических сигналов с заданными свойствами, при возбуждении преобразователя импульсом электрического напряжения; метод и методика расчета переходных процессов в системах излучения–приема, нагруженных на жидкие среды, с использованием электрических компенсирующих импульсов; критерии и методы оценки эффективности работы импульсных пьезоэлектрических преобразователей; алгоритм и методики проектирования импульсных пьезоэлектрических преобразователей для задач неразрушающего акустического контроля, вносят существенный вклад в решение задач исследования и разработки систем акустического контроля.

Результаты диссертационной работы использованы при выборе и разработке пьезоэлектрических преобразователей в рамках проведения опытно-конструкторских работ по созданию автоматизированных установок ультразвукового эхо-импульсного контроля рельсов; при создании импульсных пьезоэлектрических преобразователей для

акустической системы многоканального дефектоскопа «ДУЭТ-5»; при создании систем контроля автотранспортных средств специального и двойного назначения.

Результаты диссертационной работы внедрены и используются в Санкт-Петербургском государственном электротехническом университете «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина) в практике научных исследований и в учебном процессе при реализации магистерской образовательной программы «Приборы и методы контроля качества и диагностики».

Общая характеристика диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, 5 основных разделов, заключения, списка литературы из 306 наименований, приложений.

Материалы работы содержат сведения о выполненных теоретических и экспериментальных исследованиях и научных результатах, полученных автором. Диссертация представляет собой ясное, четкое и обоснованное изложение научных исследований, выполненных автором.

Полученные научные результаты диссертационного исследования соответствуют пп. 1, 3 и 6 паспорта научной специальности 2.2.8 – «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды».

Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертационной работы

Автореферат отражает содержание диссертации, содержит обоснование актуальности, цель и задачи исследования, основные положения, выносимые на защиту, методы исследования, обоснование научной новизны и практической ценности, сведения о публикациях в научной печати и внедрении результатов исследований.

Сведения о структуре работы, основное содержание, выводы, список публикаций автора по диссертации в полной мере соответствует основным положениям работы.

Публикации. Основные научные положения, результаты и выводы диссертационного исследования достаточно полно изложены в 144 печатных работах автора, в том числе в 2 монографиях, 69 статьях в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ для публикации результатов диссертаций по специальности 2.2.8, в 6 зарегистрированных патентах на изобретения, полезные модели и программы для ЭВМ.

Замечания и вопросы по диссертационной работе.

Диссертация не свободна от недостатков. В качестве замечаний можно отметить следующее:

1. Объем диссертационной работы несколько завышен. Это создает определенные трудности при знакомстве с изложенным в ней материалом.
2. В п. 4.2.3 диссертации теоретически рассмотрены вопросы формирования коротких зондирующих сигналов при подаче на преобразователь электрического импульса в виде одного полупериода возбуждения и одного полупериода компенсации. В работе сигналы такого типа исследованы также и экспериментально. Помимо этого, приведены результаты теоретических исследований и для случаев, когда электрическое возбуждение состоит не из одного, а из двух полупериодов синусоидального напряжения на резонансной частоте преобразователя (рис. 4.18 и рис. 4.19). Из текста работы не ясно проводилась ли при этом экспериментальная проверка результатов?
3. В п. 5.1.4 работы проведено сравнение результатов, полученных при теоретическом, численном и экспериментальном изучении работы системы излучения-приема. При этом одним из методов, примененных для сравнения с другими, является метод конечных элементов с использованием программы COMSOL. Схема решаемой задачи, исследуемая геометрическая область в среде COMSOL представлены лишь в диссертационной работе. В автореферате эти сведения не приводятся. Данное обстоятельство затрудняет понимание материала, изложенного в этой части автореферата.
4. В диссертационной работе проведено сравнение эффективной механической добротности для случаев применения преобразователей с демпферами с резиноподобной основой и с твердой эпоксидной основой с порошком вольфрама. При этом в автореферате, в отличие от диссертации, технологические особенности таких преобразователей описаны весьма скупо.
5. В диссертации представлен обширный материал, касающийся исследования свойств прямых преобразователей. Однако в неразрушающем контроле используются и наклонные (призматические) преобразователи. Они не рассмотрены в работе.
6. К сожалению, в диссертации не рассматриваются вопросы применения параметрических антенн, принцип действия которых основан на нелинейном взаимодействии акустических волн. Использование разностной и суммарной частот позволит достичь повышения разрешающей способности, увеличения

точности определения координат дефектов, а также снижения протяженности мертвой зоны дефектоскопа.

Отмеченные недостатки не снижают научной ценности проведенных исследований, достоинств диссертационной работы, общего уровня и не меняют общей положительной оценки диссертации.

Таким образом, диссертационная работа Коновалова Сергея Ильича является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны.

Название и содержание диссертации соответствуют специальности 2.2.8 – «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды».

Представленная диссертация является законченной научной работой, выполненной на высоком уровне, и соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук.

Автор диссертации, Коновалов Сергей Ильич, заслуживает присвоения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.2.8 – «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды».

Официальный оппонент,
доктор технических наук,
профессор



Тарасов Сергей Павлович

Ученая степень: доктор технических наук;

Ученое звание: профессор;

Шифр научной специальности: (01.04.06) 1.3.7.

Должность: заведующий кафедрой электро-гидроакустической и медицинской техники Института нанотехнологий, электроники и приборостроения ФГАО ВО «ЮФУ»,

адрес: пер. Некрасовский, 44, Таганрог Ростовской обл., Россия, 347922;

Телефон: 89034007904,

E-mail: tsp-47@mail.ru

Подпись официального оппонента, д. т. н., профессора

Тарасова А. П. удостоверяю

Директор института нанотехнологий,
электроники и приборостроения ЮФУ,
кандидат технических наук, доцент



Федотов А. А.