

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по науке ФГАОУ ВПО
«Уральский федеральный
университет имени первого
Президента России Б.Н. Ельцина»,
В.В. Кружаев

« 14 » мая 2014 г.



ОТЗЫВ

Ведущей организации на диссертационную работу
Немытовой Ольги Владимировны

«Определение типа отражателей ультразвуковых волн с использованием мгновенной частоты эхо-сигналов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 – Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий в диссертационный совет Д004.023.01 при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте машиноведения Уральского отделения РАН

Актуальность темы исследования.

Развитие промышленности и народного хозяйства предопределяет непрерывное повышение требований к качеству продукции. Надежность, долговечность, а также возможность использования изделий или конструкций по назначению без нарушений требований безопасности и надежности определяется типом расположенных в них дефектов. Плоскостные дефекты типа трещин и «непроваров» являются, как правило, критическими и считаются недопустимыми при проведении ультразвукового контроля. Объемные дефекты (поры, шлаковые включения и др.) могут быть допустимыми, однако для них существуют ограничения по размерам. В связи с этим важным направлением в области неразрушающего контроля является разработка и реализация новых методик и способов оценки характера выявляемых дефектов.

Существующие на данный момент ультразвуковые методы оценки типа дефектов используют, как правило, косвенные информативные признаки, сформированные из амплитудных параметров принимаемых сигналов. Количественные показатели получаемой информации в значительной степени зависят от стабильности акустического контакта и качества поверхности ввода объекта контроля (ОК). В итоге точность и достоверность результатов дефектоскопии существенно снижаются. Применение ультразвуковой компьютерной томографии позволяет в большинстве случаев получать визуальный образ дефекта, однако является достаточно дорогостоящей и не полностью решает проблему оценки формы дефекта.

В этой связи представляется весьма актуальной задача разработки новых высокоинформативных и простых методик, не требующих для их реализации создания специальной аппаратуры. Решение указанной задачи требует выбора новых информативных признаков, нечувствительных как к качеству акустического контакта, так и к состоянию поверхности ОК.

Можно констатировать, что диссертационная работа Немытовой О.В., посвященная введению и обоснованию нового информативного признака (мгновенной частоты эхо-сигнала), разработке и реализации нового метода ультразвуковой дефектоскопии, полностью отвечает современным тенденциям развития неразрушающего контроля и является **несомненно актуальной**.

Работа содержит следующие элементы новизны.

1. Впервые в задачах классификации дефектов по форме введен и обоснован новый информативный признак – мгновенная частота недетектированного радиочастотного эхо-сигнала.

2. Впервые для оценки мгновенной частоты, с целью повышения помехоустойчивости метода, предложен алгоритм на основе использования непрерывного вейвлетного преобразования.

3. Научная новизна диссертационной работы подтверждена положительным решением о выдаче патента на изобретение «Способ определения типа дефекта в металлургических изделиях» по заявке № 2013101082 от 09.01.2013г.

Обоснованность научных положений и рекомендаций определяется тем, что в работе проведен большой объем экспериментальных исследований на основе применения современной аппаратуры, широко используемой в практике ультразвукового контроля. Экспериментальные данные подтверждены аналитическими расчетами. Анализ полученных экспериментальных данных и построение аналитической модели проводились с учетом современных представлений физической акустики и практической дефектоскопии. Выводы и положения работы представляются достаточно логичными и аргументированными.

Достоверность результатов, полученных в диссертационной работе, подтверждается воспроизводимостью результатов, полученных на измерительном оборудовании с различными параметрами; воспроизводимостью результатов, полученных при неизменных параметрах измерительного оборудования в повторяющихся сериях измерений; соответствием результатов экспериментальных исследований результатам аналитических расчетов; соответствием результатов, полученные на искусственных отражателях, результатам, полученным на естественных дефектах в сварных швах; сравнительным анализом данных, полученных предложенным способом и методом ультразвуковой томографии.

Общая характеристика диссертационной работы.

Диссертация Немытовой О.В. – это экспериментально-теоретическая работа. Структура диссертационной работы отличается логичностью и последовательностью в изложении материала. В работе решаются основные задачи, направленные на реализацию поставленной цели. Диссертация изложена на 144 страницах, состоит из введения, пяти основных глав, заключения, списка цитируемой литературы, включающего 101 наименование, что говорит о проработанности темы исследования и достоверности полученных результатов.

Во введении обоснована актуальность диссертационной работы, ее практическая значимость и новизна, обозначена цель научного исследования и задачи, решаемые для достижения поставленной цели.

Первая глава представляет собой литературный обзор, в котором благодаря достаточно подробному и полному анализу публикаций по вопросам исследования

обоснована необходимость разработки новых способов оценки типа дефектов, с целью повышения информативности и достоверности контроля.

Во второй главе большое внимание уделяется физическим основам нового способа оценки типа дефектов. Теоретически введен и четко обоснован новый информативный признак оценки типа скрытых дефектов – мгновенная частота эхо-сигнала. Для достижения высокой помехоустойчивости предлагаемого способа разработан алгоритм оценки мгновенной частоты с использованием непрерывного вейвлетного преобразования. Введен критерий оценки типа дефектов – соотношение между нормированными девиациями частоты.

В третьей главе представлены результаты экспериментальной оценки частотных параметров эхо-сигналов от искусственных отражателей различного типа и естественных дефектов в сварных швах. Измерения выполнены на большом количестве образцов с наборами искусственных отражателей различных типов и размеров. Используются стандартные отражатели, моделирующие наиболее часто встречающиеся типы естественных дефектов. Результаты, полученные на искусственных отражателях, подтверждены результатами, полученными на естественных дефектах в сварных швах.

Построенная аналитическая модель и проведенные экспериментальные исследования позволили автору получить важный конечный результат в виде качественного критерия классификации отражателей, позволяющего уверенно отличать уголки от отражателей другого типа. Достоинством работы также является установленная независимость данного критерия от параметров измерительной аппаратуры, что следует считать существенным вкладом в развитие методов неразрушающего контроля.

В четвертой главе реализована процедура визуализации искусственных и естественных отражателей различного размера и формы с использованием цифрового дефектоскопа-томографа IntroVisor и представлены результаты оценки типа отражателей на основе применения критерия мгновенной частоты эхо-сигнала. Показано, что выводы, сделанные на основе указанного критерия и новой методики ультразвукового контроля, полностью согласуются с данными компьютерной томографии.

Пятая глава посвящена разработке технологии ультразвукового контроля изделий из жаропрочных никелевых сплавов. Установлено, что при корректном выборе схем прозвучивания и параметров контроля можно добиться высокой выявляемости как искусственных отражателей, так и реальных дефектов в таких материалах. Практические возможности методики продемонстрированы на примере изделий типа турбинных лопаток (деталей авиационных двигателей и энергоустановок). В результате решена задача практической реализации эффективной методики ультразвукового контроля изделий из материалов с высокой упругой анизотропией. Наряду с этим автором проведена классификация отражателей по форме в жаропрочных никелевых сплавах, которая качественно подтверждает аналогичные данные, полученные ранее на малоуглеродистых мелкозернистых сталях.

Научная значимость диссертационной работы состоит, прежде всего, в построении аналитической модели, позволяющей теоретически описать зависимость параметра мгновенной частоты от формы отражателей, и в разработке оригинального алгоритма, обеспечивающего оценку мгновенной частоты импульсного эхо-сигнала с использованием непрерывного вейвлетного преобразования. Предложенный алгоритм

может быть использован в теории и практике ультразвукового контроля для анализа и обработки результатов измерений с целью снижения влияния аддитивного белого Гауссова шума.

Практическая значимость состоит в том, что на основе построенной аналитической модели и результатов экспериментальных исследований разработан новый эффективный способ оценки типа скрытых дефектов. Предложенный способ позволяет получать более точную информацию о типе скрытого дефекта и реализуется с использованием стандартной аппаратуры ультразвуковой дефектоскопии.

Методические достоинства и информационные возможности предложенного способа продемонстрированы на примере моно- и поликристаллических жаропрочных сплавов – материалов с высокой упругой анизотропией. Методика уже внедряется на ЗАО «НПО «Интротест» в виде дополнительной функциональной опции серийных и перспективных ультразвуковых дефектоскопов, о чем свидетельствует приложенный акт об использовании результатов НИР.

Оригинальность и научно-техническая значимость методических разработок подтверждается положительным решением о выдаче патента по заявке №2013101082 от 09.01.2013 г. на изобретение «Способ определения типа дефекта в металлургических изделиях».

Отдельные результаты выполненной работы уже используются на кафедре «Физические методы и приборы контроля качества» Физико-технологического института Уральского федерального университета в лабораторном практикуме и на лекционных занятиях по дисциплинам «Акустический контроль» и «Физические методы контроля материалов».

Замечания.

1. В разделе «Защищаемые положения» диссертационной работы содержится простое перечисление полученных результатов вместо развернутой формулировки конкретных научных достижений, выносимых на защиту.

2. В тексте диссертации ничего не сказано о влиянии стабильности акустического контакта на форму УЗ импульса. Между тем хорошо известно, что степень прижатия при сканировании влияет не только на амплитуду, но и на форму импульса, внося дополнительные фазовые искажения в спектр эхо-сигнала. В этой связи остается открытым вопрос о влиянии указанного фактора на частотные параметры регистрируемого ультразвукового сигнала.

3. На странице 68 (рисунок 3.6) представлены результаты оценки частотных параметров эхо-сигналов от зарубок, двугранных углов и «непровара» в корне стыкового сварного соединения. Как видно из рисунка, область концентрации точек, соответствующих реальному дефекту типа «непровар», не совпадает с областью, соответствующей модельным уголковым отражателям. Неясно, с чем связано наблюдаемое различие: с особенностями сложных волновых процессов взаимодействия ультразвука с дефектами либо с величиной ошибки экспериментальной оценки параметра «мгновенной частоты».

4. Термин «мгновенная частота», использованный в работе для обозначения нового информативного признака при оценке типа дефекта, заимствован из классической теории колебаний и волн. С точки зрения практики ультразвукового контроля указанный термин следует признать не вполне удачным, поскольку его физический смысл неочевиден, что в ряде случаев может затруднить понимание результатов дефектоскопии.

Следует подчеркнуть, что перечисленные замечания не носят принципиальный характер, являются рекомендательными и не снижают ценности сделанных выводов и защищаемых положений диссертации.

Заключение

В целом диссертационная работа является законченным научным исследованием, результаты которого можно рассматривать как существенный вклад в развитие теории и практики неразрушающего контроля.

Результаты диссертации представляют интерес и могут быть рекомендованы для использования в производственных организациях, научных и образовательных учреждениях, связанных с разработкой и эксплуатацией средств ультразвукового контроля (МНПО «Спектр» (Москва), НИИИН (Москва), ИФМ УрО РАН (Екатеринбург), ИМаш УрО РАН (Екатеринбург), ФТИ УрО РАН (Ижевск)), (УрФУ (Екатеринбург), ЛЭТИ (Санкт-Петербург), ЛИИЖТ (Санкт-Петербург), МВТУ им. Баумана (Москва), ИжГТУ (Ижевск), ТПУ (Томск)). Автореферат полностью соответствует основному содержанию диссертационной работы

По актуальности темы, научной новизне и практической значимости диссертационная работа «Определение типа отражателей ультразвуковых волн с использованием мгновенной частоты эхо-сигналов» полностью отвечает требованиям ВАК, а ее автор Немытова Ольга Владимировна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 – Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий.

Диссертация и автореферат обсуждены на научном семинаре кафедры «Физические методы и приборы контроля качества» УрФУ протокол № .5 от 24 апреля 2014 года.

Заведующий кафедрой «Физические
методы и приборы контроля
качества» Физико-технологического
института ФГАОУ ВПО
«Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,
доктор физико-математических наук, профессор



И.А. Вайнштейн

Доцент кафедры «Физические
методы и приборы контроля
качества», кандидат технических наук, доцент



А.Ф. Зацепин