

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Немытовой Ольги Владимировны «Определение типа отражателей ультразвуковых волн с использованием мгновенной частоты эхо-сигналов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 – Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий.

Актуальность темы диссертации.

Классификация дефектов на плоскостные и объемные – актуальная и важная задача ультразвукового неразрушающего контроля, поскольку потенциальная опасность скрытого дефекта в большей степени определяется его формой. Плоскостные дефекты, как правило, считаются критическими, сильно снижая прочность и надежность конструкций и изделий. Поэтому изделия, содержащие такие дефекты, подлежат браковке. При наличии же дефектов с округлой поверхностью, не превышающих определенного размера, изделия допускаются к эксплуатации. Учитывая вышесказанное, требуется разработка методов и способов определения типа дефектов.

На данный момент эта область ультразвукового контроля развита недостаточно. Существующие ультразвуковые методы, как правило, позволяют сделать заключение о типе дефекта на основе информативных признаков, зависящих от амплитуды принятого сигнала. В этом случае существенное влияние на результат измерений оказывает стабильность акустического контакта, труднодостижимая при ручном ультразвуковом контроле, и качество поверхности объекта контроля – величина шероховатости. Трудно получить объективную оценку типа дефекта.

Томографические методы дают возможность в режиме реального времени наблюдать образ дефекта на экране томографа – «томограмму», однако имеют недостаточно совершенный алгоритм восстановления формы дефекта. Форма отражателей со сложно ориентированными гранями восстанавливается недостоверно. Кроме того, томографические методы являются достаточно дорогостоящими.

Все это предопределяет необходимость развития новых недорогих и достаточно простых методик и способов, которые должны быть лишены основных ограничений, и для реализации которых не требуется разработка нового дефектоскопического оборудования. Для этого необходимо найти новые информативные признаки оценки типа дефектов, не зависящие от амплитуды принятого сигнала.

Актуальность темы подтверждается поддержкой гранта РФФИ № 12-08-33098 мол_а_вед. «Моделирование и экспериментальное исследование взаимосвязи инициированных деформацией изменений структуры, прочностных, магнитных и акустических свойств стальных объектов», поддержкой проекта Президиума РАН, рук.

чл.-корр. РАН Щербинин В.Е. «Восстановление образа дефекта путем решения обратных задач магнитостатики, электродинамики и акустики и применения современных методов анализа сигналов» и проекта Президиума РАН, рук. чл.-корр. РАН Щербинин В.Е. «Анализ, моделирование и экспериментальное исследование топологии магнитных и акустических полей в ферромагнитных объектах».

Общая характеристика диссертационной работы.

Диссертация состоит из введения, пяти основных глав, заключения и списка литературных источников, включающего 101 наименование. Структура диссертационной работы отличается логичностью, последовательностью в изложении материала и завершенностью. Диссертационная работа характеризуется большим объемом новых экспериментальных данных, полученных с использованием современной дефектоскопической аппаратуры. Построена аналитическая модель, подтверждающая результаты экспериментальных исследований. Результаты диссертации опубликованы в 4 научных статьях в журналах из перечня ВАК и Web of Sciences и представлены на 11 конференциях различного уровня, в том числе 1 международной. В тексте диссертации соискатель приводит ссылки на авторов и источники заимствованных материалов или отдельных результатов. Участие соавторов также отражено в тексте диссертации.

Соответствие паспорту специальности

Содержание диссертации соответствует пунктам 1 и 6 паспорта специальности 05.11.13 – Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий «Научное обоснование новых и усовершенствование существующих методов аналитического и неразрушающего контроля природной среды, веществ, материалов и изделий», «Разработка алгоритмического и программно-технического обеспечения процессов обработки информативных сигналов и представление результатов в приборах и средствах контроля, автоматизация приборов контроля».

Во введении четко сформулирована актуальность проблемы исследований. Показана степень разработанности темы исследования. Поставлена цель и определены задачи, которые должны быть решены для достижения поставленной цели. Обоснована новизна, практическая и теоретическая значимость, а также достоверность результатов диссертационной работы.

В первой главе отражена история вопроса. Описаны существующие на данный момент ультразвуковые и рентгеновские методы определения типа дефектов. Показаны их

возможности и ограничения. Обоснована необходимость разработки новых методик и способов.

Во второй главе описываются методы и методология, используемые в диссертационной работе для проведения экспериментальных исследований и для разработки нового способа оценки типа скрытых дефектов. Приведены технические характеристики средств измерений. В этой главе вводится новый информативный признак оценки типа скрытых дефектов – мгновенная частота эхо-сигнала. Обосновывается возможность его использования для классификации отражателей по форме. Предложен алгоритм оценки мгновенной с использованием непрерывного вейвлетного преобразования, позволяющий снизить влияние аддитивного белого гауссова шума на результат оценки частотных параметров. Выработан качественный критерий классификации отражателей по форме – соотношение между нормированными девиациями частоты.

В третьей главе приведены результаты экспериментальных исследований частотных параметров эхо-сигналов от искусственных отражателей различной формы и размеров и естественных дефектов в сварных швах. Построена аналитическая модель, показывающая, что происходит с мгновенной частотой принятого сигнала при отражении ультразвуковой волны от отражателей с различной формой отражающей поверхности. Для проведения экспериментальных исследований использовалось широкополосное приемное дефектоскопическое оборудование, которое принято использовать в практике ультразвукового контроля. Были выбраны пьезоэлектрические преобразователи отечественного и импортного производства, с различными номинальными частотами, различными углами ввода и различной шириной диаграммы направленности. При проведении аналитических расчетов использованы современные представления физической акустики. По результатам экспериментальных исследований и теоретических расчетов предложен новый способ определения типа отражателей ультразвуковых волн.

В четвертой главе результаты оценки типа дефектов, полученные предложенным способом, сравниваются с результатами ультразвуковой томографии. Возможности предлагаемого в работе способа представляются интересными и значимыми даже наряду с использованием таких современных приборов, как цифровой дефектоскоп-томограф A1550 IntroVisor.

В пятой главе решается важная проблема разработки методик ультразвукового контроля изделий из моно- и поликристаллических жаропрочных сплавов. Вопрос разработки таких методик является актуальным для практической дефектоскопии. На данный момент осуществляется лишь выходной контроль этих изделий. Методик

контроля изделий, находящихся в эксплуатации, пока не существует. Также в пятой главе приведены результаты оценки мгновенной частоты эхо-сигналов от искусственных отражателей в образцах из жаропрочных сплавов, которые подтвердили результаты, полученные в третьей главе на сталях.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, определяется наличием большого экспериментального материала, полученного с использованием аттестованного дефектоскопического оборудования, точным и подробным анализом полученных результатов с позиций современных научных подходов в области физической акустики и практики ультразвукового контроля. Выводы и положения работы логически выстроены и достаточно полно аргументированы.

Достоверность полученных в работе результатов обеспечивается применением аттестованного измерительного оборудования, а также использованием при анализе полученных результатов современных представлений физической акустики и ультразвукового контроля; согласованностью результатов, полученных различными методами (ультразвуковая томография и разработанный в диссертации метод); воспроизводимостью экспериментальных данных. Результаты экспериментальных исследований подтверждены аналитическими расчетами. Результаты, полученные на искусственных отражателях, подтверждены результатами, полученными на естественных дефектах в сварных швах.

Новизна полученных результатов

Впервые предложено использовать информацию об изменении во времени мгновенной частоты эхо-сигнала для оценки типа скрытых дефектов.

Предложен алгоритм оценки мгновенной частоты на основе использования непрерывного вейвлетного преобразования, позволяющий повысить помехоустойчивость предлагаемого способа.

Разработан новый способ ультразвукового неразрушающего контроля, который позволяет судить о типе скрытого дефекта.

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

Научная и практическая значимость результатов

Практическая значимость результатов диссертационной работы состоит в том, что разработан новый способ оценки типа скрытых дефектов, позволяющий получать достоверную информацию о типе дефекта. Предложенный способ может быть реализован посредством стандартной аппаратуры, используемой в современной ультразвуковой дефектоскопии, на основе применения единственного совмещенного преобразователя, при одностороннем доступе к объекту контроля. Таким образом, способ является простым в реализации и не требует больших материальных затрат.

Научная значимость результатов заключается в том, что разработанный алгоритм оценки мгновенной частоты импульсного эхо-сигнала с использованием непрерывного вейвлетного преобразования, может быть использован в других методах ультразвукового контроля для анализа результатов и обработки полученных экспериментальных данных, с целью снижения влияния шума на результаты измерений.

О практической значимости результатов диссертационной работы говорит тот факт, что в настоящее время автором совместно с ЗАО «НПО «Интротест» ведется разработка функциональной возможности использования критерия оценки мгновенной частоты для классификации дефектов по форме в виде дополнительной опции в существующем дефектоскопическом оборудовании.

Кроме того, результаты данной работы используются в учебном процессе в рамках курса лекций по дисциплине «Физические методы контроля материалов» на кафедре «Физические методы и приборы контроля качества» Физико-технологического института Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина.

На защите диссертационной работы прошу задать следующие вопросы:

1. Как влияет размер отражателя на значение мгновенной частоты. Дать теоретическое обоснование данных зависимостей.
2. Каким образом влияет качество акустического контакта на мгновенную частоту эхосигнала. Рассмотреть зависимость от толщины контактного слоя, шероховатости поверхности, типа контактной жидкости.

Высказанные замечания не опровергают основных научных результатов и положений работы и не снижают научной и практической значимости диссертации, которая несомненно заслуживает положительной оценки. Диссертация выполнена на высоком уровне, с применением современных представлений физической акустики и ультразвукового контроля и на актуальную тему. Работа написана грамотным научно-

техническим языком и хорошо отредактирована. Работу отличает то, что все проведенные в ней экспериментальные и аналитические исследования посвящены решению единственной основной проблемы – определению типа скрытого дефекта, которая является одной из ключевых в практике ультразвуковой дефектоскопии. Диссертационная работа является цельным и многосторонним научным исследованием, результаты которого можно рассматривать, как существенный вклад в развитие ультразвуковых методов неразрушающего контроля материалов и изделий. Автореферат соответствует основному содержанию и научным положениям диссертационной работы. Полученные в диссертационной работе результаты полностью соответствуют поставленной цели и задачам.

Заключение:

Считаю, что рассмотренная диссертация Немытовой О.В. является законченной научно-квалификационной работой. В кандидатской диссертации решается актуальная задача оценки формы и, как следствие, опасности дефектов сплошности по результатам ультразвукового контроля. Диссертационная работа и автореферат О.В. Немытовой удовлетворяют всем требованиям, предъявляемым к диссертациям, представленным на соискание степени кандидата наук. Диссертация и автореферат оформлены в соответствии с ГОСТ Р 7.0.11-2011. Автор диссертации – Немытова Ольга Владимировна – заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 – «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий».

Официальный оппонент,
директор ООО «ИЦ ФИЗПРИБОР»,
кандидат физико-математических наук
620075, г. Екатеринбург, ул. Восточная, д. 54.
телефон: 8 (343) 3550053
e-mail: barkhat@fpribor.ru

Бархатов Владимир Альбертович

