

ОТЗЫВ

официального оппонента Клопотова Анатолия Анатольевича на диссертацию Долматова Дмитрия Олеговича «Разработка средств пространственно-временной обработки данных матричной антенной решетки для акустического контроля фасонных отливок», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий».

Актуальность темы

Актуальной задачей развития методов и средств акустического неразрушающего контроля является переход от решения задачи дефектоскопии к решению задачи дефектометрии, что обуславливает интерес к системам промышленной ультразвуковой томографии. Современные системы ультразвуковой томографии должны синтезировать изображения дефектов в объектах с высоким качеством и в режиме реального времени. Высокое качество может обеспечить применение матричных антенных решеток, но использование подходов, разработанных на сегодняшний день в ультразвуковой томографии для линейных антенных решеток, для матричных антенных решеток приводит к необходимости обработки большого объема ультразвуковых данных для получения результатов. Соответственно, это делает невозможным получение изображений в режиме реального времени, что резко снижает перспективы использования матричных антенных решеток для решения задач промышленной дефектоскопии и дефектометрии. То есть, по существу, внедрение систем ультразвуковой томографии с матричными антенными решетками ограничено необходимостью обработки большого объема данных для получения изображений дефектов в объектах контроля. Таким образом, в рамках решения задачи быстрой пространственно-временной обработки ультразвуковых данных актуальным вопросом является разработка вычислительно-эффективных алгоритмов.

Основное содержание диссертации

Диссертационная работа Долматова Дмитрия Олеговича, состоит из введения, пяти глав, заключения и списка использованных источников. Объем работы составляет 114 страниц, включая 61 рисунок и 14 таблиц, а также 78 использованных источников.

Во введении представлено обоснование актуальности работы, сформулированы цели и задачи. Описаны научные положения, выносимые на защиту, научная новизна и практическая ценность исследования.

Первая глава носит обзорный характер. В этой главе на основе анализа литературных данных выявлены причины формирования дефектов различного типа в

стальных отливках. Обсуждаются вопросы эффективности применения различных методов ультразвукового неразрушающего контроля по выявлению несплошностей в фасонных изделиях. Обоснована актуальность разработки методов и средств акустического неразрушающего контроля для дефектоскопии стальных отливок.

Во второй главе на основе анализа литературных данных убедительно показаны преимущества ультразвуковой томографии с применением технологии цифровой фокусировки антенной, рассматривается текущее состояние в данной области, обоснована актуальность разработки алгоритмов восстановления изображений в ультразвуковой томографии с применением матричных антенных решеток. На основании анализа существующих решений предложены два алгоритма реконструкции: с расчетами в частотной и временной области.

Третья глава посвящена сравнительному анализу предложенных алгоритмов восстановления изображений. Для этой цели применялось моделирование в программном пакете CIVA. Проведенный сравнительный анализ показал большую эффективность алгоритма расчета в частотной области. При сходных возможностях по оценке размеров дефектов при использовании двух алгоритмов, алгоритм с расчетами в частотной области обеспечил получение результатов с более высокой скоростью.

В четвертой главе подробно описана методика и аппаратура эксперимента. Дается информация о расположении, форме и глубине залегания искусственных дефектов в тестовом образце. Несомненно, важное практическое значение имеют данные, представленные в этой главе, в которой представлены возможности созданного оригинального стенда для проведения верификации, основой которого является блок ультразвуковой электроники OPTUS. Дается описание экспериментальной установки, а также разработанного программного обеспечения, основой которого является предложенный частотный алгоритм пространственно-временной обработки. Приводится методика проведения верификации разработанного алгоритма, которая включает в себя вопросы расположения образца относительно преобразователя в процессе сканирования, методику снятия эхо-сигналов в процессе сканирования и параметры восстановления изображений объекта контроля в каждом из рассмотренных случаев.

Пятая глава является логическим продолжением третьей и четвертой глав. В ней представлены результаты по восстановлению изображений тестового образца, полученные в рамках экспериментальной верификации. Для каждого из дефектов во всех случаях приводится оценка абсолютной и относительной погрешности определения его размеров, оценивается влияние взаимного расположения преобразователя и объекта

контроля на качество получаемых результатов, оценивается повторяемость полученных результатов.

В заключении приведены основные результаты, которые соответствуют задачам и целям диссертационного исследования.

Соответствие диссертации и автореферата паспорту специальности

Материалы диссертации и автореферата соответствуют паспорту научной специальности - Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий:

1. Научное обоснование новых и усовершенствование существующих методов аналитического и неразрушающего контроля природной среды, веществ, материалов и изделий.
2. Разработка алгоритмического и программно-технического обеспечения процессов обработки информативных сигналов и представление результатов в приборах и средствах контроля, автоматизация приборов контроля.

Методы исследования

При выполнении работы автором применялись методы цифровой обработки сигналов, методы моделирования физических процессов, методы вычислительной математики. Для проведения экспериментальных исследований применялись методы физического эксперимента с последующей статистической обработкой данных.

Степень обоснованности научных положений и достоверности полученных результатов

Достоверность полученных результатов подтверждается достаточным объемом проведенных экспериментальных исследований, а также применением математических методов обработки экспериментальных данных и использованием сертифицированного оборудования.

Новизна исследований и основные результаты работы

Новизна проведенных исследований состоит в том, что полученные результаты демонстрируют целесообразность разработки алгоритмов пространственно-временной обработки с расчетами в частотной области для ультразвуковой томографии на основе технологии цифровой фокусировки антенной с применением матричных антенных решеток. Подобное заключение базируется на проведенном сравнительном анализе различных подходов к реализации алгоритма пространственно-временной обработки.

Предложенный в работе алгоритм с расчетами в частотной области подразумевает преобразование набора эхо-сигналов в соответствии с методом общей средней точки, что обеспечивает высокую скорость получения синтезированных изображений.

Практическая значимость результатов диссертационной работы

Разработанное экспериментальное ПО ультразвуковой томографии с применением матричных антенных решеток в составе экспериментальной установки может применяться для проведения автоматизированного ультразвукового контроля материалов и изделий. Данное ПО позволяет учитывать наличие иммерсионного акустического контакта, применяемого в автоматизированных системах ультразвукового контроля, использование наклонных призм, а также неплоскопараллельные границы объекта контроля.

Полученные результаты могут быть востребованы российскими и зарубежными компаниями, занимающиеся разработкой систем промышленной ультразвуковой томографии. Кроме того, практическая значимость подтверждается выполнением автором работ в рамках Госзадания «Наука» и Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2014-2020 годы».

Замечания по диссертационной работе

1. В заголовках диссертации встречаются сокращения, что затрудняет восприятие материала работы.

2. В тексте диссертации автор использует термин «изображение структуры объекта контроля» применительно к результатам, полученным за счет пространственно-временной обработки сигналов. В контексте полученных результатов использование данного термина является некорректным. Более корректным термином было бы «изображение дефектов в контролируемом образце».

3. В главе 4 не приводятся данные о параметрах электрического импульса, который подается на элементы матричной антенной решетки для генерации ультразвуковых волн.

Заключение

Результаты, полученные в результате проведения исследований в рамках диссертационной работы, имеют научную новизну и практическую значимость. Приведенные замечания носят уточняющий характер и не оказывают влияния на общую положительную оценку диссертационной работы. Автореферат соответствует основным положениям диссертационной работы. Результаты диссертационного исследования в

полной мере представлены в публикациях из рецензируемых научных изданий и апробированы на конференциях.

Таким образом, считаю, что работа Долматова Д.О. «Разработка средств пространственно-временной обработки данных матричной антенной решетки для акустического контроля фасонных отливок» соответствует пунктам 8-10 Порядка присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете. Она является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, а ее автор заслуживает присуждения ученого степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий».

Профессор кафедры прикладной механики и
материаловедения Федерального
государственного бюджетного
образовательного учреждения «Томский
государственный архитектурно –
строительный университет», доктор физико-
математических наук по специальности
01.04.07 - Физика конденсированного
состояния, профессор

11
3 7

Клопотов Анатолий
Анатольевич

04.12.2020

Юридический адрес:

ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет»,
634003. Россия, г. Томск, пл. Соляная, д. 2

Телефон: +790. 37

Эл. адрес: klopotovaa@tsuab.ru

Подпись Клопотова Анатолия Анатольевича
заверяю. Ученый секретарь ТГАСУ

01.04.07

Какушкин Юрий
Александрович

