

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ОБРАБОТКИ В УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ТОМОГРАФИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФАЗИРОВАННЫХ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК

Д.О. ДОЛМАТОВ, Д. А. СЕДНЕВ

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

E-mail: dolmatovdo@tpu.ru

Повышение достоверности результатов ультразвуковой дефектоскопии является одним из наиболее актуальных вопросов, связанных с развитием приборов для данного вида неразрушающего контроля. Для решения данной задачи разрабатываются и внедряются системы ультразвуковой томографии, которые позволяют получать результаты контроля в виде изображений внутренней структуры объектов контроля. В таких системах используются, как правило, фазированные антенные решетки и методы электронной или виртуальной фокусировки [1]. Преимуществом методов виртуальной фокусировки перед методами электронной фокусировки является возможность получения более высокой фронтальной разрешающей способности при использовании одних и тех же ультразвуковых преобразователей [2].

Методы виртуальной фокусировки подразумевают использование специальных методов регистрации ультразвуковых сигналов элементами фазированной решетки и применении алгоритмов пространственно-временной обработки зарегистрированных сигналов. Для сбора данных применяется метод двойного сканирования, который заключается в поочередном зондировании объекта контроля каждым из элементов фазированной решетки и регистрации отраженных от несплошностей эхо-сигналов всеми элементами фазированной антенной решетки. Для получения изображения внутренней структуры объекта осуществляется пространственно-временная обработка зарегистрированных сигналов с использованием специальных алгоритмов.

Для повышения скорости осуществления ультразвуковой томографии целесообразно использовать высоскоростные алгоритмы пространственно-временной обработки. В этой связи интерес представляют алгоритмы расчета в частотной области. Реализация алгоритмов расчета в частотной области для ультразвуковой томографии должна учитывать сложный характер распространения акустических волн, который может быть обусловлен, например, наличием сред с различными акустическими свойствами, что имеет место при использовании иммерсионного акустического контакта.

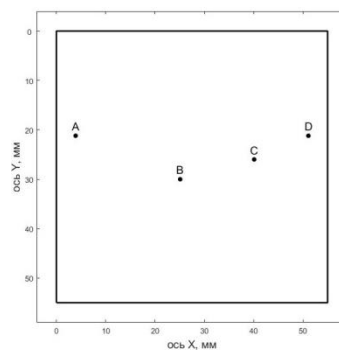


Рисунок 1 – Расположение дефектов в тестовом образце

В рамках данной работы был реализован алгоритм ультразвуковой томографии, основанный на расчетах в частотной области. Алгоритм основан на методе фазового сдвига и преобразовании Столта [3,4].

Проверка возможностей разработанного алгоритма осуществлялась с помощью эксперимента. Для этих целей алгоритм был реализован в программном пакете Matlab

R2016b. В качестве объекта контроля использовался стальной блок с боковыми просверленными отверстиями диаметром 1 мм, который помещался в иммерсионную ванну, заполненную водой. Расположение отверстий представлено на рисунке 1.

В качестве преобразователя применялась фазированная антенная решетка Olympus 5L16-A10, состоящая из 16 элементов с частотой 5 МГц. Расстояние между центрами соседних элементов ФАР — 0,6 мм. Ультразвуковые данные регистрировались при перемещении преобразователя на 1 мм вдоль поверхности объекта контроля. В каждой позиции преобразователя данные регистрировались в режиме двойного сканирования.

Полученные эхо-сигналы подвергались пространственно-временной обработке с использованием разработанного алгоритма. В результате этого было получено синтезированное изображение дефектов в объекте контроля, представленное на рисунке 2.

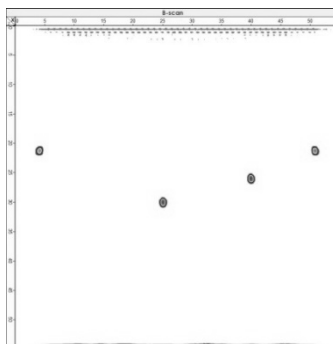


Рисунок 2 – Синтезированное изображение полученное в результате применения разработанного алгоритма к экспериментальным данным

На основании полученных результатов можно сделать вывод о том, что получена точная реконструкция каждого из отажателей, расположенных в тестовом образце. В этой связи в дальнейшем целесообразно провести анализ вычислительной эффективности разработанного алгоритма, а также его сравнение с алгоритмами пространственно-временной обработки, реализованными в коммерческих программных обеспечениях по качеству получаемых изображений.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках стипендии Президента Российской Федерации молодым ученым и аспирантам, осуществляющим перспективные научные исследования и разработки по приоритетным направлениям модернизации российской экономики, на 2018-2020 годы (№ СП-1836.2018.5 и № СП-1827.2018.2)

Список литературы

1. Самокрутов А. А., Шевалдыкин В. Г. Сканирование в ультразвуковой томографии // В мире неразрушающего контроля. – 2010. – №. 3. – С. 7-10.
2. Базулин Е. Г. Сравнение систем для ультразвукового неразрушающего контроля, использующих антенные решетки или фазированные антенные решетки // Дефектоскопия. – 2013. – №. 7. – С. 51-75.
3. Stolt R. H. Migration by Fourier transform // Geophysics. – 1978. – Т. 43. – №. 1. – С. 23-48.
4. Gazdag J. Wave equation migration with the phase-shift method // Geophysics. – 1978. – Т. 43. – №. 7. – С. 1342-1351.