**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФАЗИРОВАННЫХ РЕШЕТОК ПРИ ПРОВЕДЕНИИ АКУСТИЧЕСКОГО МЕТОДА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ДЕТАЛЕЙ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА**

Главная особенность технологии ультразвуковых фазированных решеток – управляемые компьютером амплитуда и фаза импульсов возбуждения отдельных пьезоэлементов в многоэлементном преобразователе. Ультразвуковой контроль фазированными решетками имеет преимущества перед обычным УЗК. Можно изменять угол наклона луча и фокусировку. Различные углы ввода управляемого многоэлементного датчика увеличивают вероятность обнаружения дефектов. Регулируемая геометрия эхо-сигналов минимизирует ложные индикации. Фазированные решетки позволяют обследовать геометрически сложные детали без необходимости перемещения объекта или датчика. Быстрое получение реальных изображений положения и размеров обнаруженных дефектов. ФР — это инструмент, позволяющий экономить ваше время и деньги за счёт быстрого и точного контроля.

Фазированные решетки (ФР) представляют собой набор нескольких пьезоэлементов, конструктивно объединенных в одном корпусе преобразователя. Физический принцип работы фазированных решеток в составе УЗ-дефектоскопа заключается в генерации УЗ-волн всеми пьезоэлементами, которые в комплексе формируют УЗ-пучок. Электронное управление углом ввода УЗ-пучка и анализ отраженных эхосигналов позволяют в режиме реального времени формировать на экране дефектоскопа S-скан, в виде двумерного изображения сечения. S-скан не только предоставляет оператору наглядную информацию о расположении и координатах дефектов, но и позволяет во многих случаях измерять их реальные размеры. УЗ-пучок от преобразователя типа фазированной решетки может быть направлен под различными углами и сфокусирован на любой глубине, что значительно повышает достоверность обнаружения разно расположенных дефектов. Все это, а также подробная визуализация и скорость контроля являются ключевыми преимуществами данной технологии перед традиционным УЗ-контролем [1].

Среди основных технических преимуществ метода фазированной решетки можно выделить следующие:

* результаты контроля с применением метода фазированных решеток, представляются в виде наглядного изображения, что значительно облегчает и ускоряет понимание результатов, повышая их точность;
* возможность генерации преобразователем разных углов ввода сигнала, что намного увеличивает контролируемую зону и скорость сканирования;
* гибкость при контроле изделий сложной формы;
* возможность записи данных в режиме реального времени;
* простота настройки и сохранение неограниченного числа настроек [2].

Типичным применением линейных ФР в системах автоматизированного УЗК является их использование в системах контроля прутков, где решетки выполнены в виде сегментов окружности и установлены по кругу в иммерсионной ванне. Каждая решетка содержит 128 элементов. Всего в установке используется шесть ФР. Пруток проходит через центр иммерсионной ванны между ФР. Такая конструкция позволяет реализовать контроль аналогичный контролю с применением вращающихся головок, однако, вращающиеся детали при этом отсутствуют. Система позволяет контролировать прутки диаметром от 15 до 100 мм [3].

Благодаря использованию ФР можно вводить ультразвук в пруток не только по нормали к его поверхности, но и под углом к ней, что позволяет контролировать пруток на наличие продольных дефектов в поверхностной зоне.

Другим примером применения линейных ФР в системах автоматизированного УЗК являются системы контроля тела трубы. Cистема конструктивно мало отличается от системы контроля прутков: трубы без вращения проходят через иммерсионную ванну, в которой расположены блоки ФР.

Один блок с шестью ФР обеспечивает обнаружение продольных дефектов, причем он может обнаруживать дефекты сразу в двух направлениях (по и против часовой стрелки). Два блока ФР предназначены для поиска поперечных дефектов. Дополнительный блок с восемью обычными иммерсионными преобразователями обеспечивает контроль геометрических параметров трубы.

Система обеспечивает полный контроль стенок трубы с максимальной скоростью подачи 2 м/с. Длина неконтролируемых концов составляет не более 50 мм. Отсутствие вращающихся головок делает систему чрезвычайно надежной и стабильной в работе.

Для контроля труб большого диаметра разработана другая система контроля. Труба вращается, а блоки ФР, размещенные в локальных иммерсионных ваннах, передвигаются вдоль контролируемой трубы. Применение ФР при такой схеме контроля обеспечивает:

– контроль за один проход и тела трубы, и ее концов на одной и той же системе контроля благодаря управлению работой ФР;

– высокую производительность контроля за счет совмещения механического и электронного сканирования: при шаге спирального движения 180 мм реальный шаг сканирования составляет около 1 мм (например, труба длиной 12 м с диаметром 273 мм и с толщиной стенки 16 мм проверяется 38 с с учетом контроля концов трубы);

– выявление продольных и поперечных дефектов в двух направлениях, контроль на расслоения и стопроцентную толщинометрию стенки трубы;

– малое время перехода на другой диаметр или толщину стенки трубы за счет отсутствия необходимости в механической юстировке фазированных решеток;

– соблюдение требований практически всех существующих в настоящее время стандартов благодаря высокой разрешающей способности и высокой чувствительности.

Самое широкое распространение получило использование ФР в системах контроля сварных швов. В качестве примера рассмотрим две системы производства фирмы «Olympus NDT» (торговая марка «R/D Tech»): «PipeWIZARD» и «PipeSMART».

«PipeWIZARD» представляет из себя автоматизированную систему, основным назначением которой является контроль сварных стыков трубопроводов во время их монтажа. Ее особенностью является передвижение сканера «PW» по бандажу, остающемуся после автоматической сварки. Производительность контроля составляет 100 мм шва в секунду или 3 – 4 мин на один стык диаметром 1 м, включая установку, сканирование и съем сканера, анализ результатов и выдачу заключения, переезд к следующему шву.

Система обеспечивает контроль в соответствии с требованиями различных стандартов (DNV OS F101 2000, ASTM E1961-98, API 1104 19th edition и ряда других) благодаря применению сразу нескольких методик контроля (эхо-метод с разбиением шва на большое число зон контроля, получение В-сканов шва, использование метода TOFD). Ее преимуществами по сравнению с аналогичными системами на основе обычных ПЭП являются:

– быстрая настройка путем программного расчета параметров виртуальных датчиков, не нуждающихся в механической юстировке;

– возможность контроля трубопроводов диметром от 100 мм и выше одной и той же системой ФР и призм;

– малые размеры и вес блока с ФР по сравнению с размером и весом блока ПЭП (обычно больше 32 шт.);

– легкость поддержания акустического контакта благодаря его малой площади (в 15 – 20 раз меньше чем у обычных систем);

– обеспечение постоянного прямого контроля качества акустического контакта.

Программное обеспечение позволяет автоматически определять параметры обнаруженных дефектов и вносить их в отчет, что многократно упрощает и ускоряет проведение анализа дефектоскопистом. В настоящее время это одна из самых востребованных систем в мире.

Библиографический список:

1 Введение в технологию применения ультразвуковых фазированных решеток (перевод) [Текст]: учеб./ Автор неизвестен. Перевод: к.т.н. С.В.Реука. – СПб.: СПбГЭТУ ЛЭТИ, 2014.

2 Ультразвуковой контроль на фазированных решетках [Электронный ресурс] . - Режим доступа: <https://www.pergam.ru/press/blogs/uz-control.htm>

3 В мире неразрушающего контроля [Текст]: ежеквартальное журна-льное обозрение. – С-Пб.: ЗАО «Свен», 2006 - (С-Пб.) . – Выходит ежеквартально. - ISSN 1609-3178

**Деханов Александр Александрович, студент 4 курса**

**Лапицкий Василий Николаевич, преподаватель**

**Тайгинский институт железнодорожного транспорта - филиал ФГБОУ ВО "Омский государственный университет путей сообщения"**