

УДК 620.179.16

Определение геометрических параметров отражателей на основе акустических изображений

Иванченко Ксения Дмитриевна

00ivanchenko.ks@mail.ru

Мелешко Наталия Владимировна

meleshkonatalia@gmail.com

Жуков Андрей Дмитриевич

adzhukov@cniitmash.com

НПО «ЦНИИТМАШ», Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрена возможность оценки геометрических размеров искусственных отражателей (плоскодонных отверстий, пазов, вертикальных цилиндрических отверстий) по данным ультразвукового контроля с использованием цифровой фокусировки апертуры антенной решётки. Экспериментально подтверждено, что амплитудный критерий оценки применим лишь для отражателей, размеры которых меньше фронтального размера фокальной зоны. Для отражателей, превышающих этот размер, продемонстрирована эффективность подхода, основанного на измерении линейных размеров акустических образов относительно «опорного уровня».

Ключевые слова: ультразвуковой контроль, цифровая фокусировка апертуры, антенная решетка, плоскодонные отверстия, фокальная зона

Введение. Применение антенных решеток (АР) с цифровой фокусировкой апертуры (FMC/TFM) позволяет получить акустическое изображение несплошности, отображающее распределение откликов по ее поверхности, в отличие от фиксации лишь максимальной амплитуды сигнала. Размеры акустического образа дефекта и его амплитуда определяются соотношением фактического размера несплошности и фронтального размера фокальной зоны антенной решетки в данной точке [1]. Это разграничивает подходы: отражатели малых волновых размеров оцениваются по амплитуде сигнала относительно эталонного плоскодонного отверстия (ПДО), а крупные — по геометрическим размерам их образа [2, 3]. Традиционный метод оценки образа на фиксированных уровнях ослабления (–3, –6, –10 дБ) характеризуется высокой погрешностью. Например, согласно [4], она может достигать 56 % на уровне –6 дБ и более 100 % на уровне –10 дБ. В качестве альтернативы авторами предлагается подход, основанный на применении «опорного уровня», определяемого через размер фокальной зоны конкретной АР.

Методы и материалы; результаты. Для экспериментальной оценки линейных размеров отражателей по акустическим изображениям использовался дефектоскоп A1550 IntroVisor с антенной решеткой M9170. В ходе исследований были определены диаметры плоскодонных отверстий на образце с углом 60° (диаметры от 1,2 до 6,0 мм на глубине 20 мм) и оценены высоты угловых отражателей: вертикальные цилиндрические сверления высотой 6,9 мм с различной геометрией вершины и пазов высотой от 1,0 до 3,5 мм на глубине 30 мм.

Эксперимент, проведенный на многоканальном дефектоскопе с цифровой фокусировкой апертуры, показал, что амплитуда сигнала от ПДО растет существенно с увеличением диаметра лишь до значений, меньших фронтального размера фокальной зоны b_f (~2,4 мм). Для отражателей с геометрическими размерами большими на заданной глубине- b_f рост амплитуды прекращается, что может привести к ошибкам при амплитудной браковке, так как дефекты разного размера будут давать схожий сигнал.

В ходе исследований по определению высоты пазов выявлено, что при значениях высоты, превышающих b_f , амплитуда эхо-сигнала практически не изменяется при увеличении этой высоты. Выявлено, что амплитуда сигнала зависит от длины отражателя лишь при условии, что эта длина не превышает угла раскрытия антенной решётки в направлении пассивной апертуры.

Заключение. Результаты исследования показывают, что оценка размеров дефектов на основании амплитудного критерия, выполняемая с применением технологии цифровой фокусировки апертуры, ограничена соотношением геометрических размеров дефекта и параметров апертуры антенной решетки. В противном случае заключение о дефекте следует формировать на основании оценки размеров акустического образа дефекта.

Список источников

- [1] Самокрутов А.А., Шевалдыкин В.Г. Оценка дефектов при ультразвуковом контроле методом цифровой фокусировки апертуры. Условия, возможности, границы применимости. *Контроль. Диагностика*, 2017, № 9, с. 6–18.
- [2] Ермолов И.Н., Ланге Ю.В. *Неразрушающий контроль: справочник. Т. 3. Ультразвуковой контроль*. Москва, Машиностроение, 2008, 864 с.
- [3] Самокрутов А.А., Шевалдыкин В.Г. Оценка несплошностей металла ультразвуковым дефектоскопом с цифровой фокусировкой антенной решетки. *В мире НК*, 2013, № 2 (60), с. 8–13.
- [4] Мелешко Н.В., Газизова Г.Г., Абраменко Д.Н., Марьин М.А., Коннова Е.С. Опыт применения дефектоскопа A1550 IntroVisor при контроле нестандартного сварного соединения. *В мире НК*, 2019, № 4 (22), с. 54–58.