



✉ РОССИЯ, 115598, Москва, ул. Загорьевская, д.10, коп.4 | ☎ TEL / FAX (495) 984 -74-62  
E-mail: [market@acsys.ru](mailto:market@acsys.ru) | Web Site: <http://www.acsys.ru>

Руководителю предприятия

## **Сравнение систем для УЗК твердых тел, использующих фазированные антенные решетки (ФАР) и антенные решётки, фокусируемые цифровым методом (ЦФА).**

Приборы, визуализирующие внутреннюю структуру твёрдого тела, находят все большее применение в практике неразрушающего контроля.

В сравнении с классическими ультразвуковыми (УЗ) дефектоскопами они представляют оператору гораздо более информативное двумерное изображение сечения внутреннего объема материала: томограмму.

В таких приборах в качестве излучателей и приемников УЗ сигналов, как правило, используются многоэлементные антенные решётки (АР). По принципу действия эти приборы можно разделить на две группы:

- приборы, в которых АР физически формируют в объекте контроля (ОК) сканирующий УЗ пучок.

- и приборы с виртуально синтезируемой фокусируемой апертурой, где АР поэлементно зондирует ОК рассеянным ультразвуком.

В приборах первой группы УЗ пучок создают несколько соседних элементов АР, физически фокусируемых электронным способом в определенную область ОК. Сканирование происходит за счёт электронной коммутации элементов АР и изменения фокального закона. Для получения высокого качества изображения требуется многократное зондирование ОК множеством УЗ пучков с разными фокальными законами. Это не позволяет создать аппаратуру, обеспечивающую высокое качество изображения во всей визуализируемой области при одновременно высокой производительности, которая требуется при автоматизированном контроле изделий.

Указанное противоречие отсутствует в приборах второй группы, где зондирование ОК выполняется лишь столько раз, сколько элементов содержит АР. Прием же сигналов происходит сразу всеми элементами АР при каждом зондировании. Для этого используется многоканальный приемный тракт. При одноканальном тракте поэлементное зондирование повторяется для каждого приемного элемента АР, подключаемого коммутатором к приемному тракту.

В результате зондирования и приема сигналов, как параллельно многоканальным трактом, так и последовательно одноканальным, получается набор сигналов (реализаций аддитивного шума и полезных эхоимпульсов) от всех возможных пар элементов АР (излучатель-приемник). Совместная пространственно – временная обработка этих реализаций создаёт виртуальную (цифровую) фокусировку АР в каждую точку визуализируемой области ОК. Получаемые этим методом изображения имеют потенциально наилучшее качество, т.к. кроме полной фокусировки обладают максимально возможным отношением сигнал/шум, благодаря когерентной обработке максимально возможного количества некоррелированных по шуму реализаций, принятых АР.

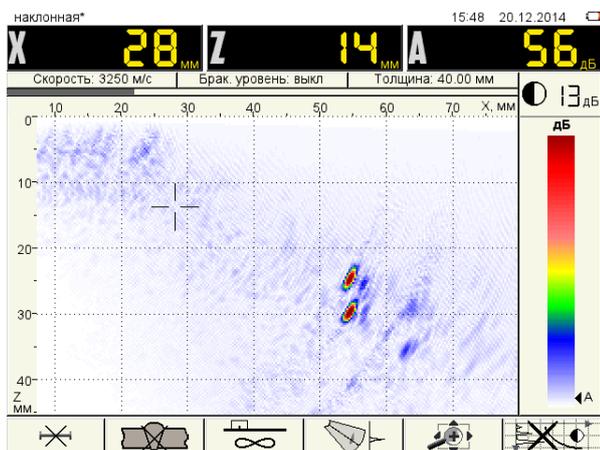
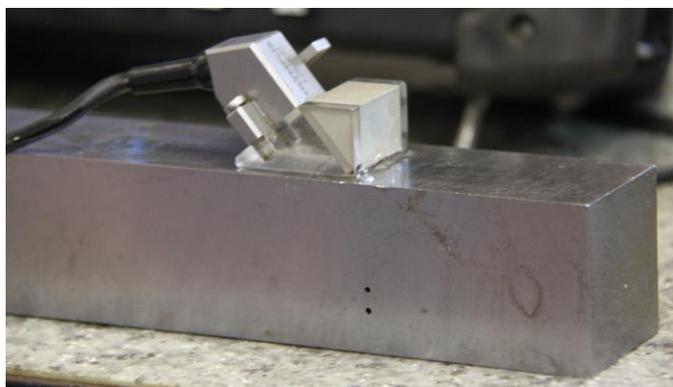
Когерентная обработка сигналов - это обработка с использованием амплитудной, фазовой, временной и пространственной характеристик сигналов. При некогерентной обработке сигналов их фазовая информация не используется.

УЗ дефектоскопы с ФАР, создают в ОК качающийся или линейно сканирующий УЗ пучок. ФАР часто интерпретируются как УЗ преобразователи с переменным углом ввода. Используются понятия, как «начальный угол сканирования», «конечный угол сканирования», «фокусировка на постоянную глубину», «фокусировка на постоянную дальность по лучу».

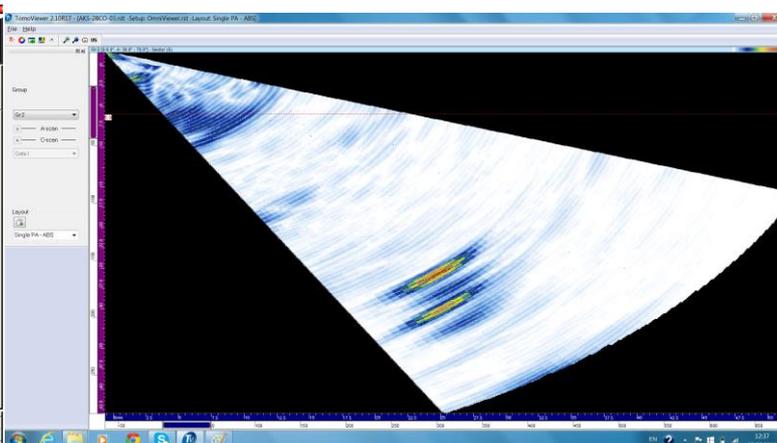
В приборах с АР, фокусируемыми цифровым методом во все точки визуализируемой области (сечения) ОК, терминология углов ввода и видов сканирования лучом не применима, т.к. в этих приборах используется рассеянное УЗ излучение, а не физически сформированный узконаправленный или сфокусированный на определенную глубину или дальность, например, на середину сварного шва УЗ пучок. Рассеянным излучением сразу охватывается вся или большая часть визуализируемой области и никакого сканирования «лучом» не происходит. Фокусировка же является результатом цифровой обработки массива принятых сигналов.

Ниже представлены изображения различных типов дефектов, полученные на образцах с помощью УЗ дефектоскопов с ФАР и ЦФА.

1. Образец с двумя боковыми цилиндрическими отверстиями (БЦО)  $\varnothing 1,5\text{мм}$ .

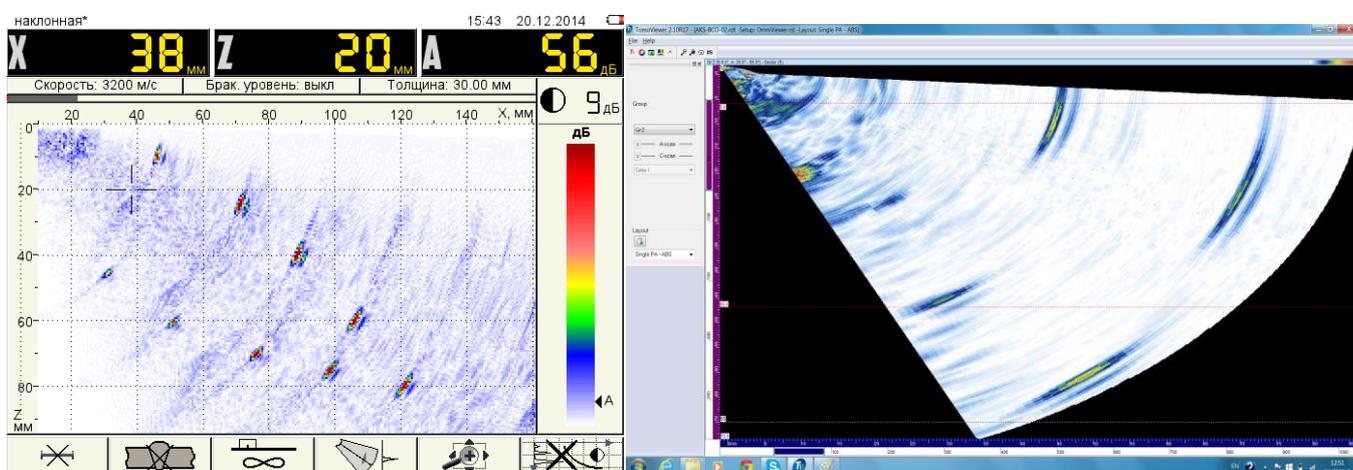
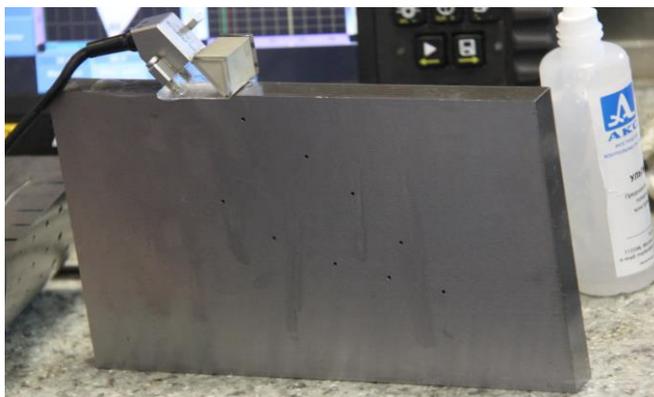


Образы БЦО полученные A1550 IntroVisor



Образы БЦО полученные OmniScan MX

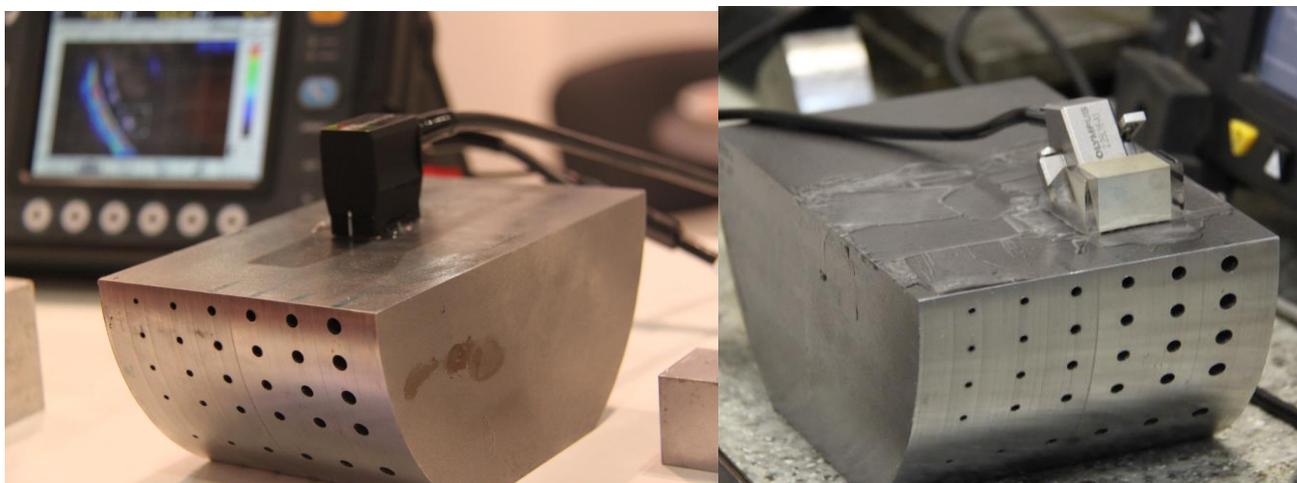
2. Образец с несколькими боковыми цилиндрическими отверстиями (БЦО)  $\varnothing$  1,5мм, выполненными на разной глубине.

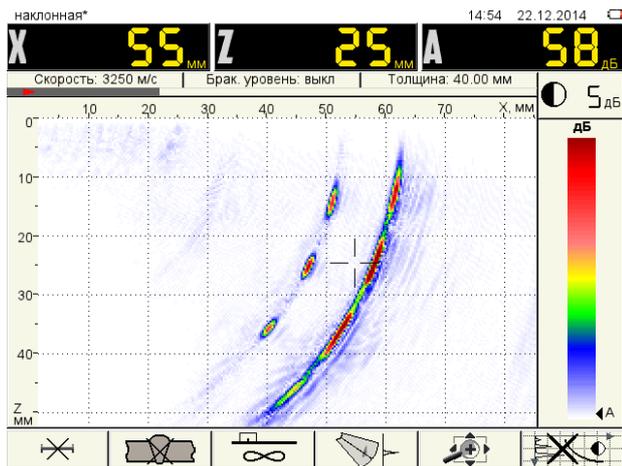


Образы БЦО полученные A1550 IntroVisor

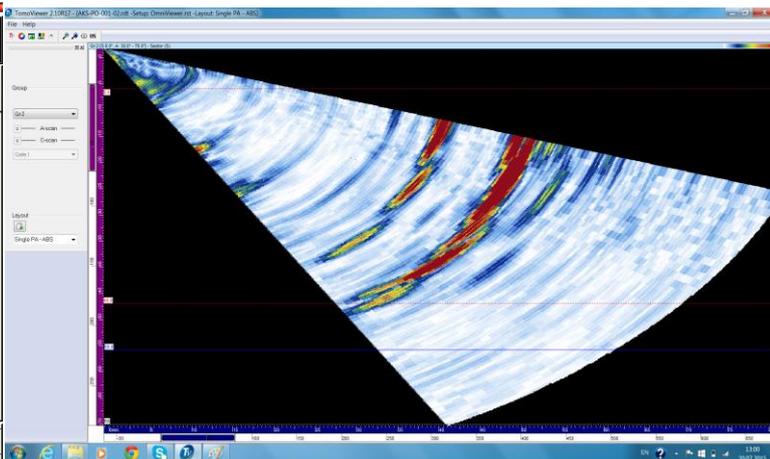
Образы БЦО полученные OmniScan MX

3. Образец с плоскодонными отверстиями (ПДО)  $\varnothing$  5.0 мм, 4.2 мм, 3.6 мм, 3.0 мм, 2.3 мм, 1.8 мм, имеющих одинаковый диаметр на различной дальности от АР.



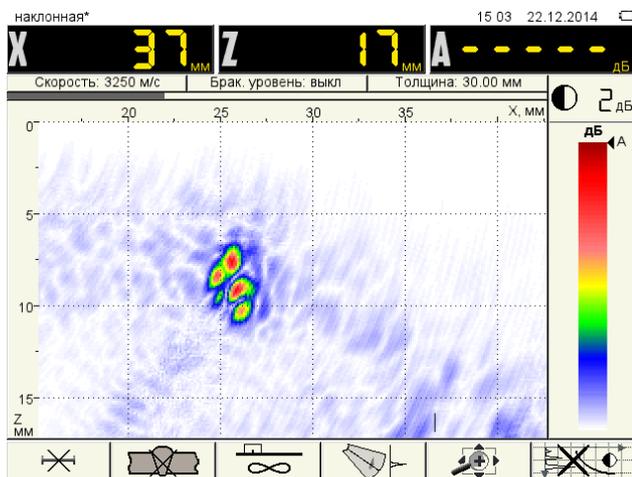
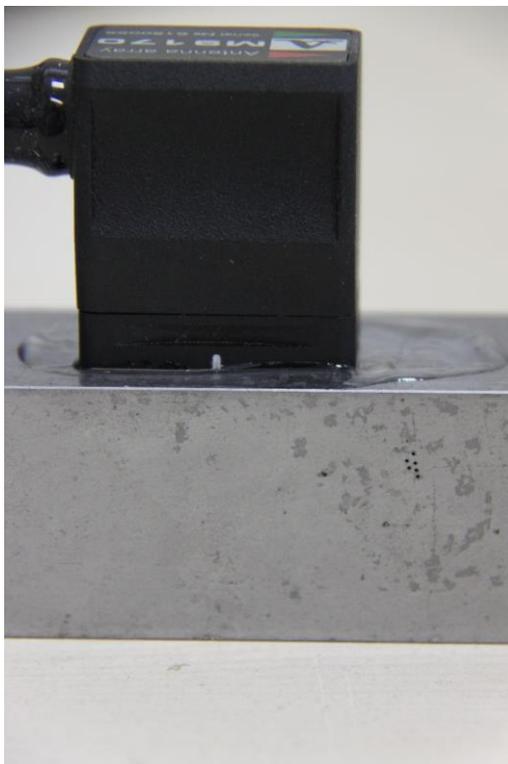


Образы ПДО полученные A1550 IntroVisor

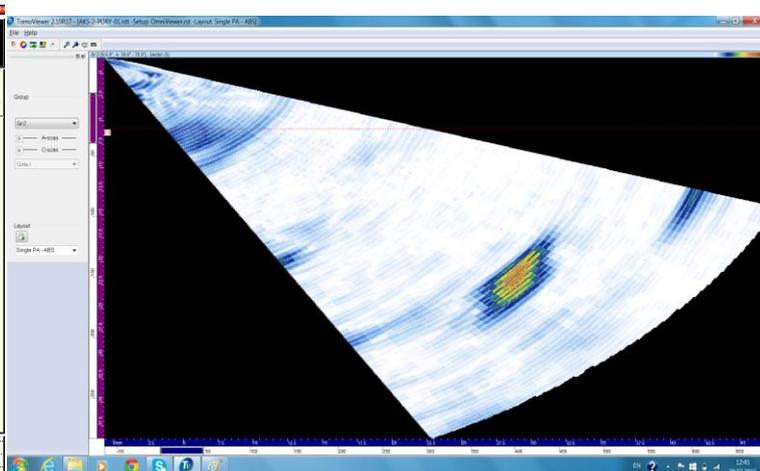


Образы ПДО полученные OmniScan MX

4. Образец с цепочкой пор  $\varnothing 0.5$  мм.

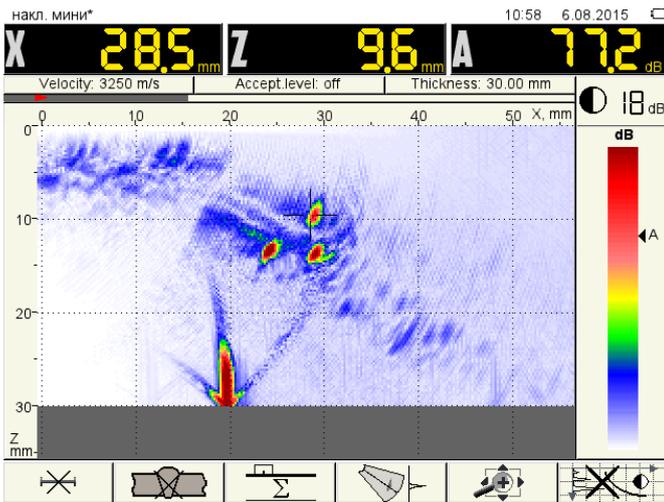
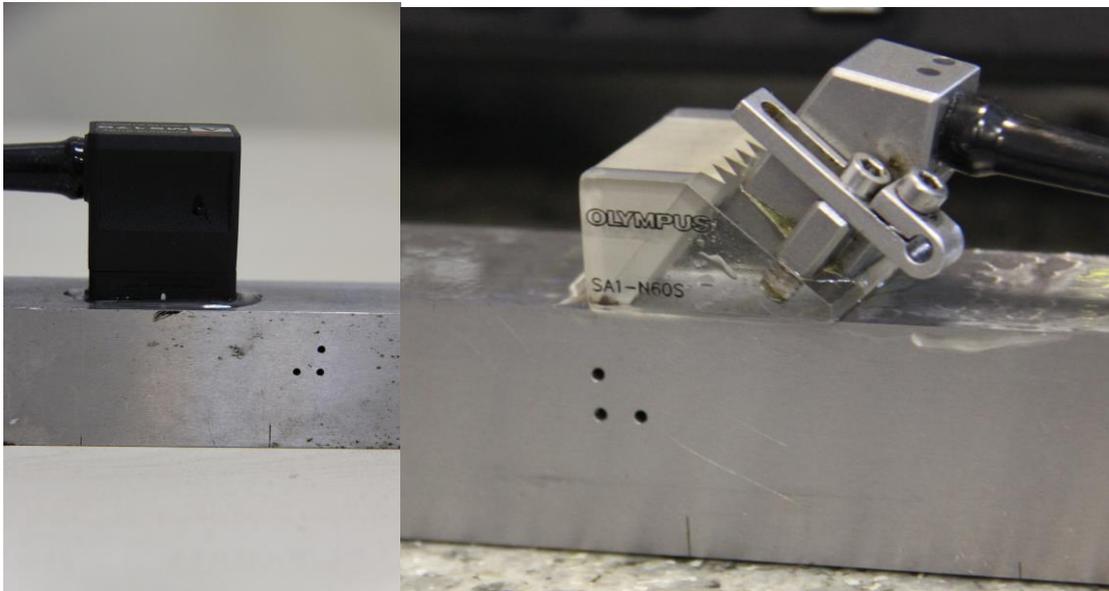


Образы пор полученные A1550 IntroVisor

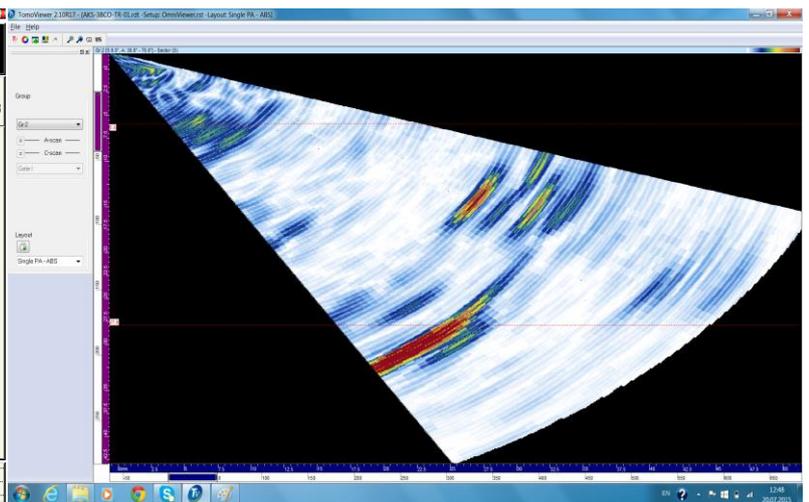


Образы пор полученные OmniScan MX

5. Образец с тремя боковыми цилиндрическими отверстиями (БЦО)  $\varnothing$  1.5 мм и трещиной с высотой 10 мм.



Образы БЦО и трещины полученные A1550 IntroVisor



Образы БЦО и трещины полученные OmniScan MX

## ВЫВОДЫ

1. Метод ЦФА, благодаря фокусировке апертуры АР в каждую точку визуализируемого сечения ОК, обеспечивает потенциально наивысшее качество изображения, высокую разрешающую способность, отношение сигнал/шум, выявляемость дефектов по всей глубине и ширине объекта контроля (сварных швов), что создает условия для обеспечения высокой производительности при автоматизированном УЗ контроле.
2. Приборы с ФАР не обеспечивают высокого качества изображения по всей визуализируемой области ОК, а только вблизи узкой зоны фокусировки (например на постоянную дальность). Для увеличения этой зоны требуется дополнительное зондирование с другими фокальными законами. Это ограничивает возможность повысить производительность автоматизированного контроля изделий.
3. Приборы с ЦФА обладают возможностью реконструировать изображения с помощью разных алгоритмов обработки полученных данных, благодаря чему пользователь получает возможность селективировать разные типы несплошностей (объемный, плоскостной).

Генеральный директор  
ООО «АКС», д.т.н.



Самокрутов А.А.

Заместитель генерального директора по науке  
ООО «АКС», д.т.н.

Шевалдыкин В.Г.

Руководитель отдела маркетинга и продаж  
ООО «АКС», специалист II уровня по УЗК

Яхонтов Н.В.