



Контроль болтов с помощью специальных кольцевых ФР-преобразователей

Контроль качества болтов

Болты подвержены различным дефектам, некоторые из которых возникают при установке, эксплуатации или производстве. Выявление дефектов в болтах повышает безопасность машин и оборудования и увеличивает срок службы этих компонентов.

Решение с использованием специальных кольцевых ФР-преобразователей

Технология ультразвукового контроля с фазированной решеткой (УЗК ФР) не только позволяет инспекторам выполнять высокоскоростное электронное сканирование без необходимости перемещения преобразователя, но также позволяет контролировать характеристики луча в целях повышения эффективности контроля. Преобразователь с фазированной решеткой (ПФР) с электронно управляемым лучом позволяет выполнять контроль под разными углами, обеспечивая большую гибкость при сканировании объектов сложной геометрической формы.

В этом примечании по применению мы описываем несколько тестов, проведенных с использованием дефектоскопа OmniScan™ X3 и специального кольцевого преобразователя (5D26-12-64), чтобы продемонстрировать эффективность данного оборудования при обнаружении дефектов в болтах и деталях аналогичной формы.

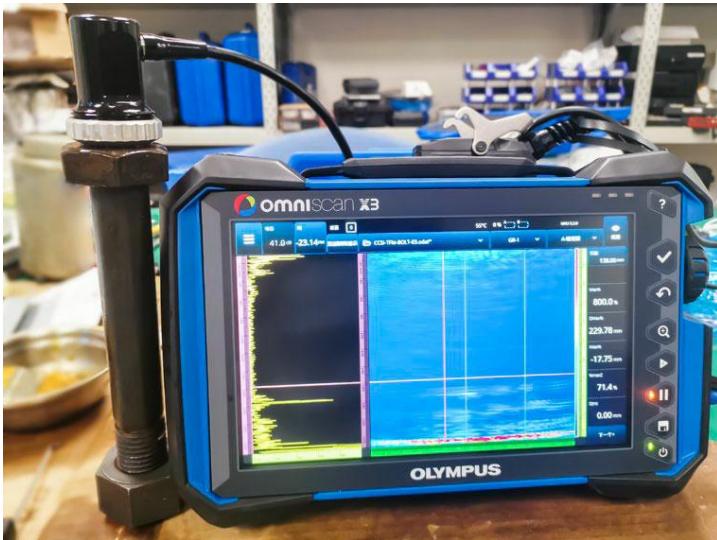


Рис. 1 Дефектоскоп OmniScan X3, подключенный к специальному кольцевому преобразователю, расположенному на болте



Рис. 2 Пользовательский кольцевой ФР-преобразователь 5Д26-12-64 (вверху) и схема распределения элементов (внизу)

Технические характеристики пользовательского кольцевого ФР-преобразователя

Наружный диаметр: 26 мм

Внутренний диаметр: 12 мм

Элементы: 64

Общая активная апертура:

Наружная окружность: 81,68 мм

Внутренняя окружность: 37,69 мм

Наружный шаг: 1,276 мм

Внутренний шаг: 0,5889 мм

Подъем: 14 мм



Рис. 3 Образец болта с механически обработанными дефектами. Этот тестовый образец представляет собой болт с заводскими дефектами, а именно канавками глубиной 1 мм, расположенными на расстоянии 20 мм (место соединения головки болта с винтом), 80 мм и 140 мм от верхней поверхности головки болта.

Тестирование различных характеристик последовательности возбуждения с использованием кольцевого ПФР

Одновременное возбуждение восьми элементов ПФР

Последовательность возбуждения: 1-8, 2-9, 3-10,...57-64

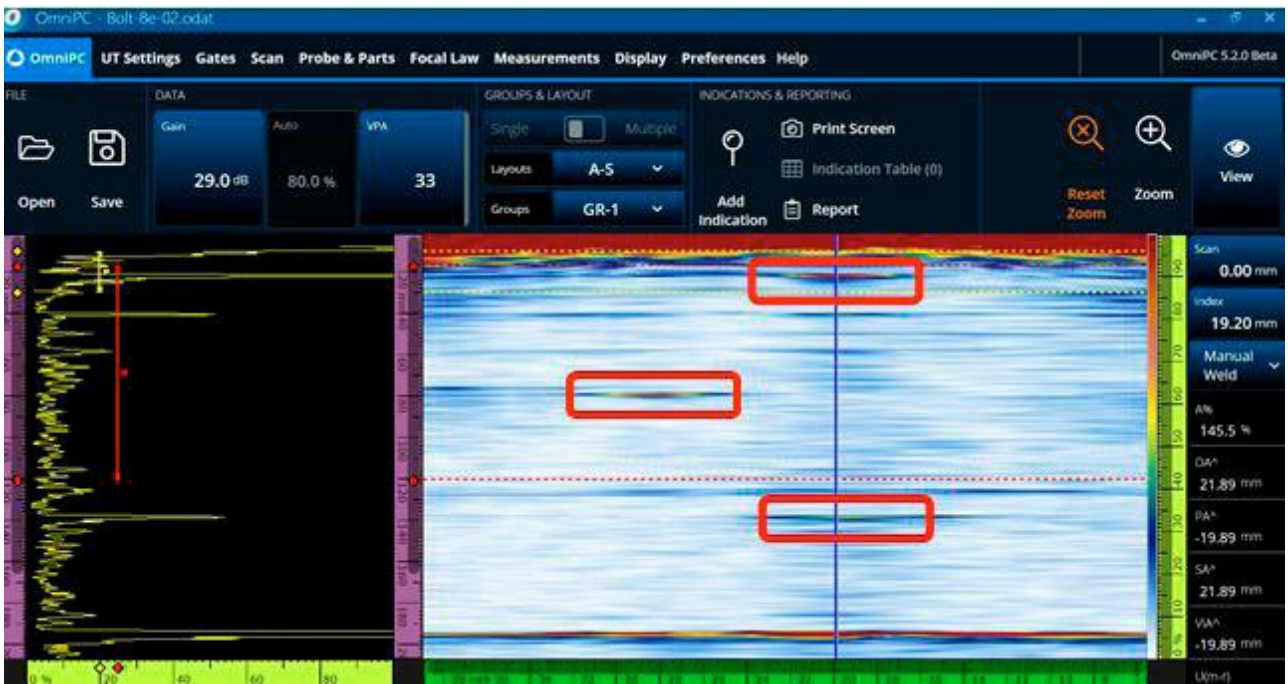


Рис. 4 Для дефекта (канавки), расположенного в 20 мм от верхней поверхности (где головка болта соприкасается с винтом), выявленная глубина составила 21,89 мм.

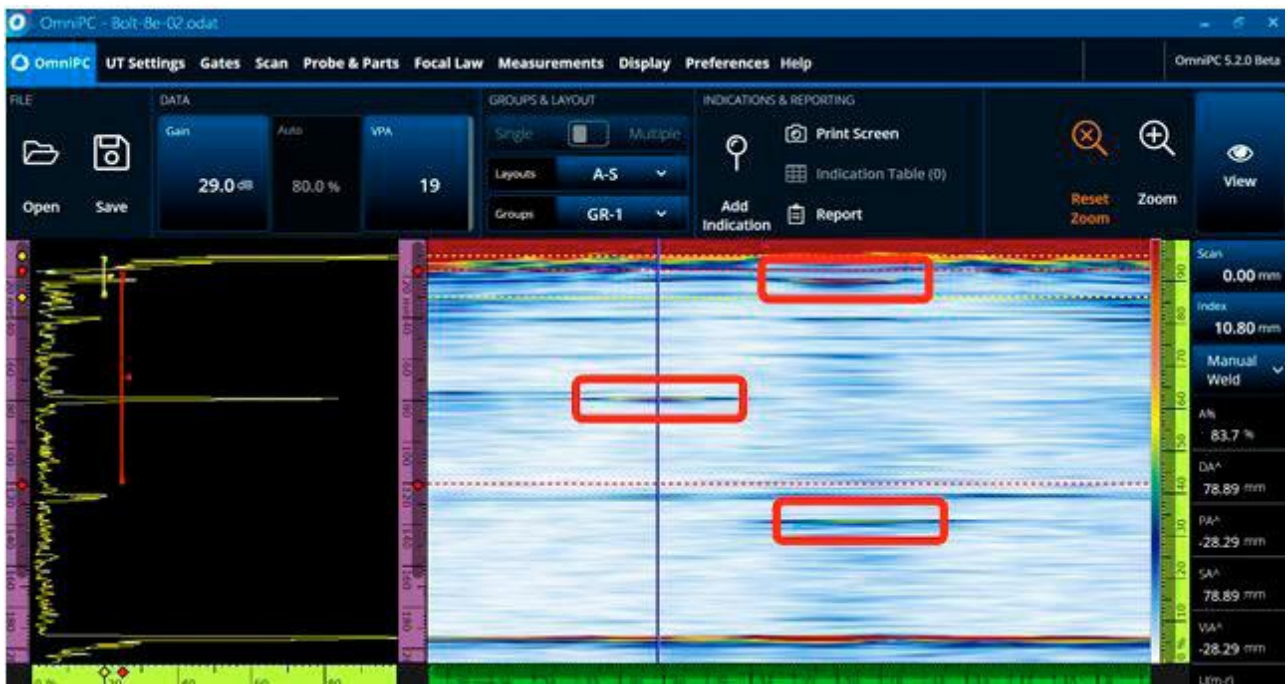


Рис. 5 Для дефекта (канавки), расположенного на расстоянии 80 мм от верхней поверхности, выявленная глубина составила 78,89 мм.

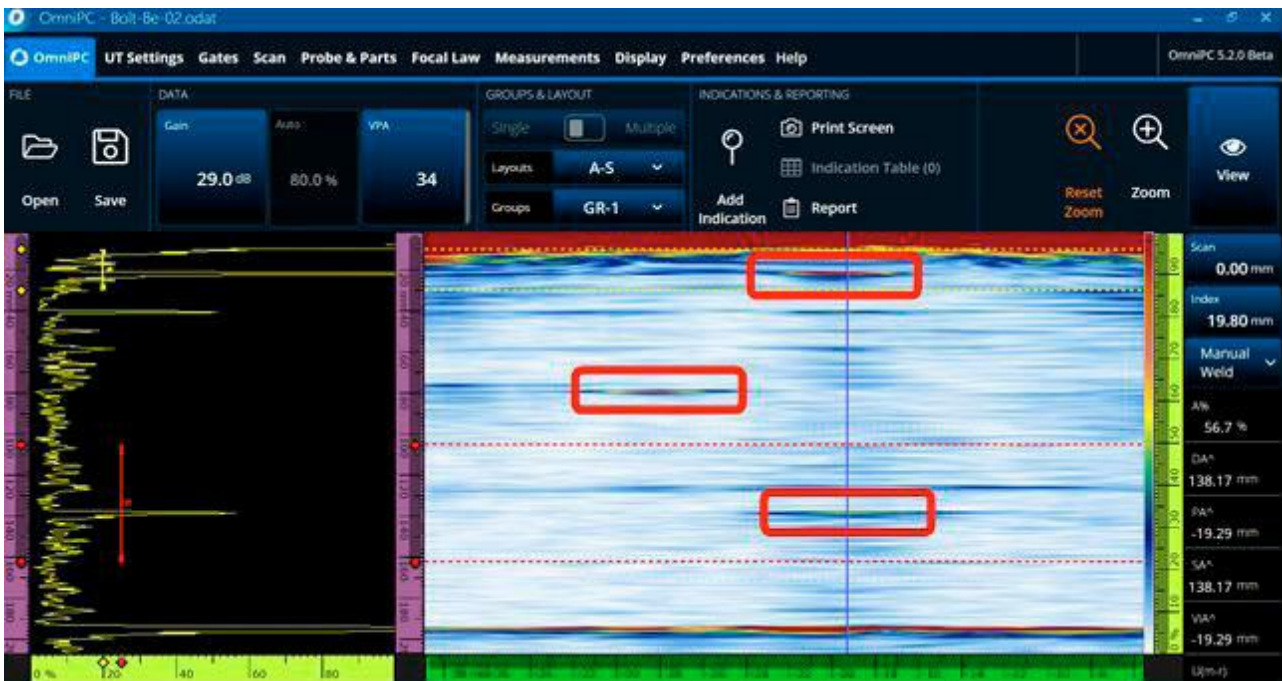


Рис. 6 Для дефекта (канавки), расположенного на расстоянии 140 мм от верхней поверхности, выявленная глубина составила 138,17 мм.

Одновременное возбуждение четырех элементов ПФР

Далее мы возбуждали только 4 элемента одновременно, а все остальные условия оставались неизменными. Полученные нами результаты представлены на Рис. 7.

Последовательность возбуждения: 1-4, 2-5, 3-6,...61-64

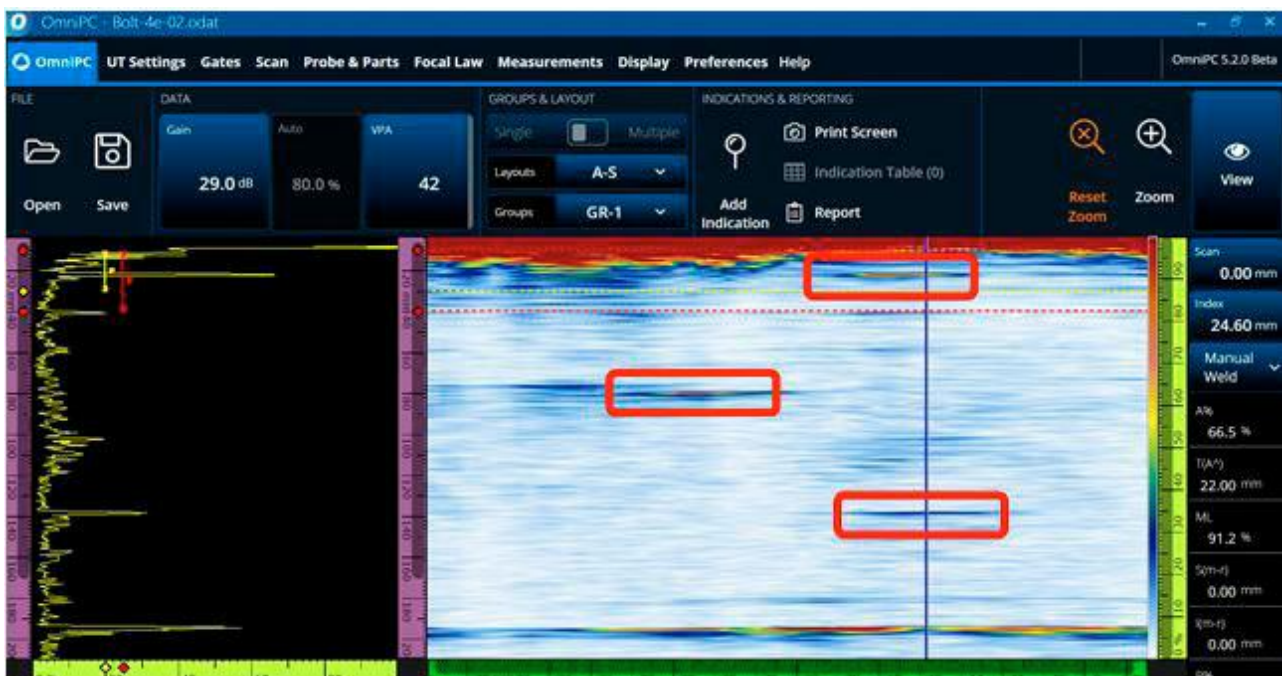


Рис. 7 Сигналы от более мелких дефектов (канавок), расположенных на расстоянии 20 мм и 80 мм от верхней поверхности, — сильные, а показания четкие, тогда как сигнал от дефекта (канавки) на расстоянии 140 мм — слабее.

Одновременное возбуждение двух элементов ПФР

При одновременном возбуждении только 2 элементов сигнал от дефекта на расстоянии 140 мм от верхней поверхности головки болта практически не обнаруживался (см. Рис. 8).

Последовательность возбуждения: 1-2, 2-3, 23-4,...63-64

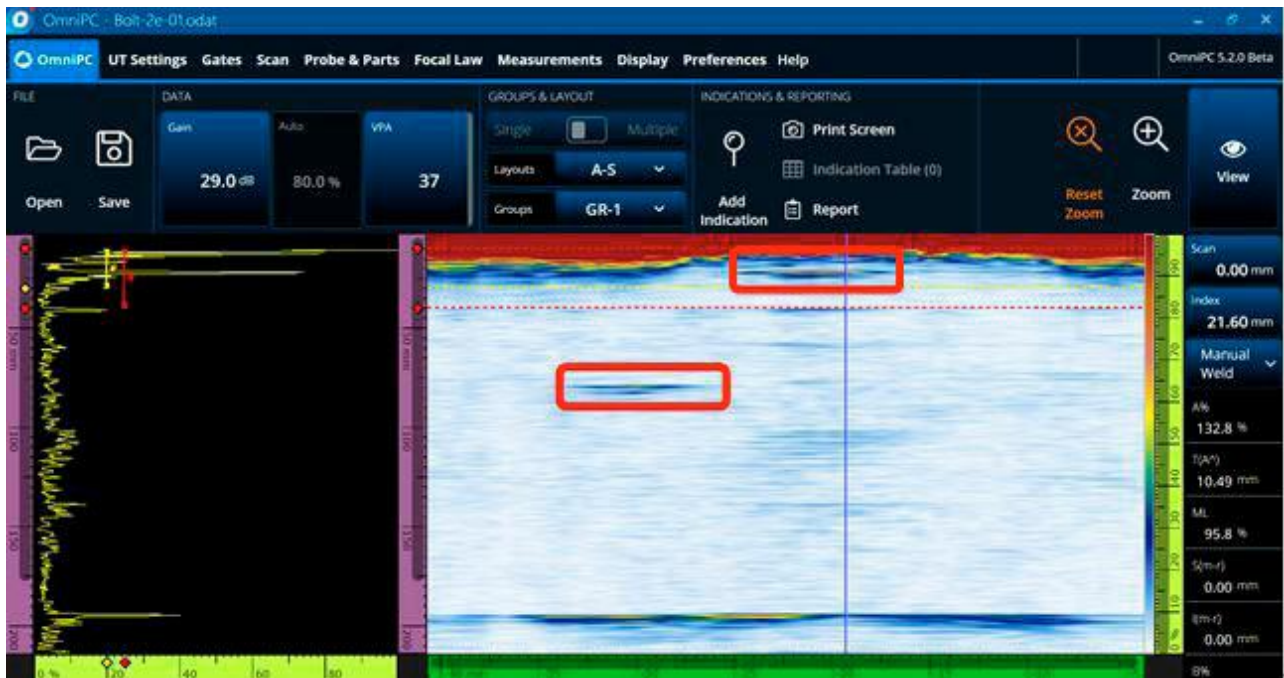


Рис. 8: Сигнал от дефекта на расстоянии 140 мм от верхней поверхности практически незаметен при использовании двух элементов.

Одновременное возбуждение 16 элементов ПФР

Наоборот, при одновременном возбуждении 16 элементов сигнал от дефекта на расстоянии 140 мм от верхней поверхности головки болта отображался более четко. Однако, поскольку 16 элементов располагались по кругу, охватывая широкую дугу, фокусировка была менее эффективной, и, следовательно, сигнал растягивался и усиливался. Это противоположно тому, что обычно происходит при использовании линейного ПФР.

Последовательность возбуждения: 1-16, 2-17, 3-18,...49-64

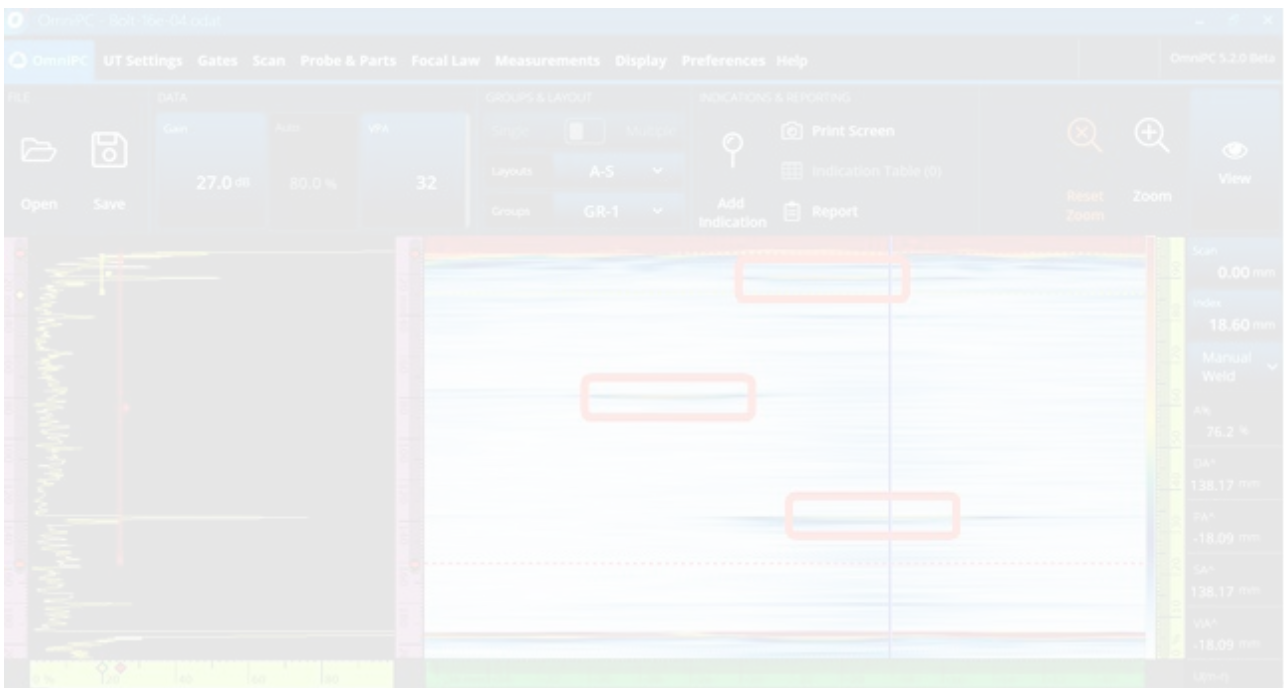


Рис. 9: Результаты испытаний, полученные при одновременном возбуждении 16 элементов.

Одновременное возбуждение 32 элементов ПФР

Затем мы попробовали запустить 32 элемента одновременно, т. е. половину всех элементов, образующих полукруг. Поскольку эти 32 элемента расположены полукругом, а не по прямой в горизонтальной плоскости, акустический пучок не мог сфокусироваться, что приводило к сильному искажению сигналов и делало практически невозможным поиск сигнала от дефекта, расположенного на расст. 140 мм от верхней поверхности болта (см. Рис. 10).

Последовательность возбуждения: 1-32, 2-33, 3-34,...33-64

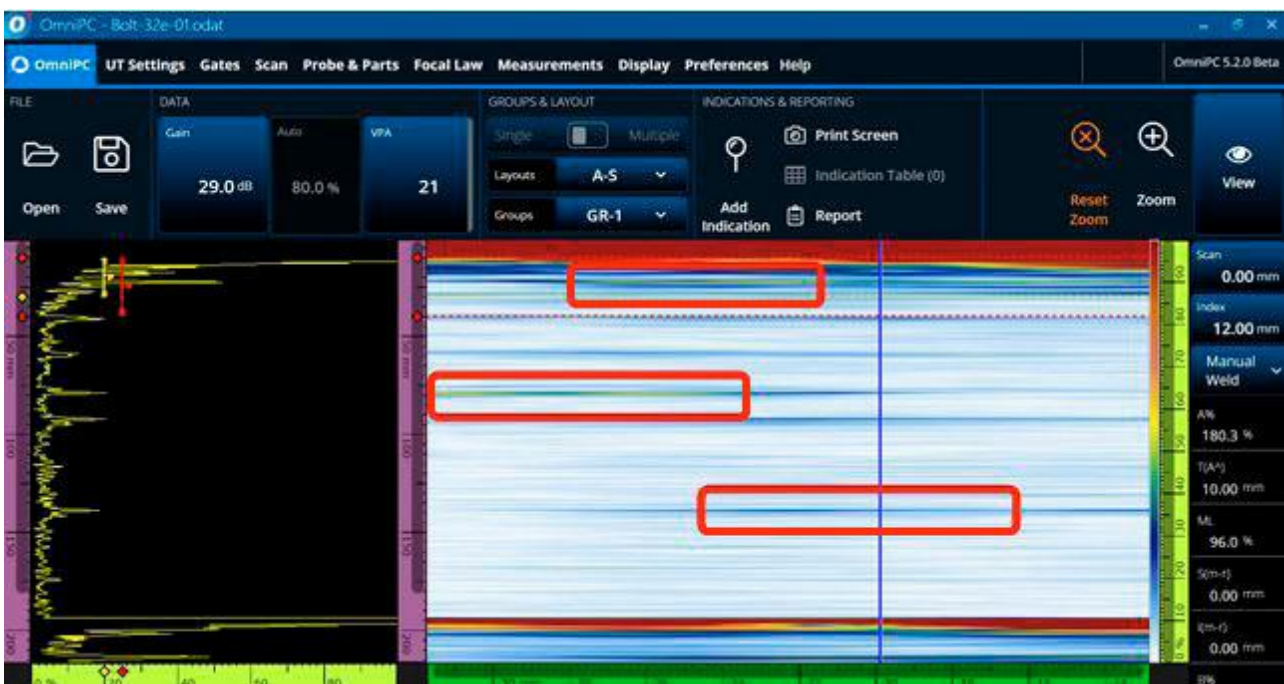


Рис. 10: Результаты испытаний, полученные при одновременном возбуждении 32 элементов.

Выводы относительно результатов, полученных с помощью кольцевого ПФР.

На основании описанных выше результатов эксперимента мы пришли к следующим выводам:

1. Оптимальные результаты испытаний при контроле болтов могут быть получены при одновременном возбуждении 8 элементов.
2. Когда одновременно возбуждаются менее 8 элементов, акустический луч имеет более слабое проникновение, снижая вероятность обнаружения более глубоких дефектов.
3. И наоборот, при одновременном возбуждении более 8 элементов из-за того, что они не находятся на одной прямой, способность к фокусировке снижается, что приводит к растяжению и усилению сигнала.

Использование линейного ПФР для выполнения секторного сканирования ФР

Это испытание было проведено для сравнения характеристик кольцевого ПФР и стандартного линейного ПФР (Рис. 11).

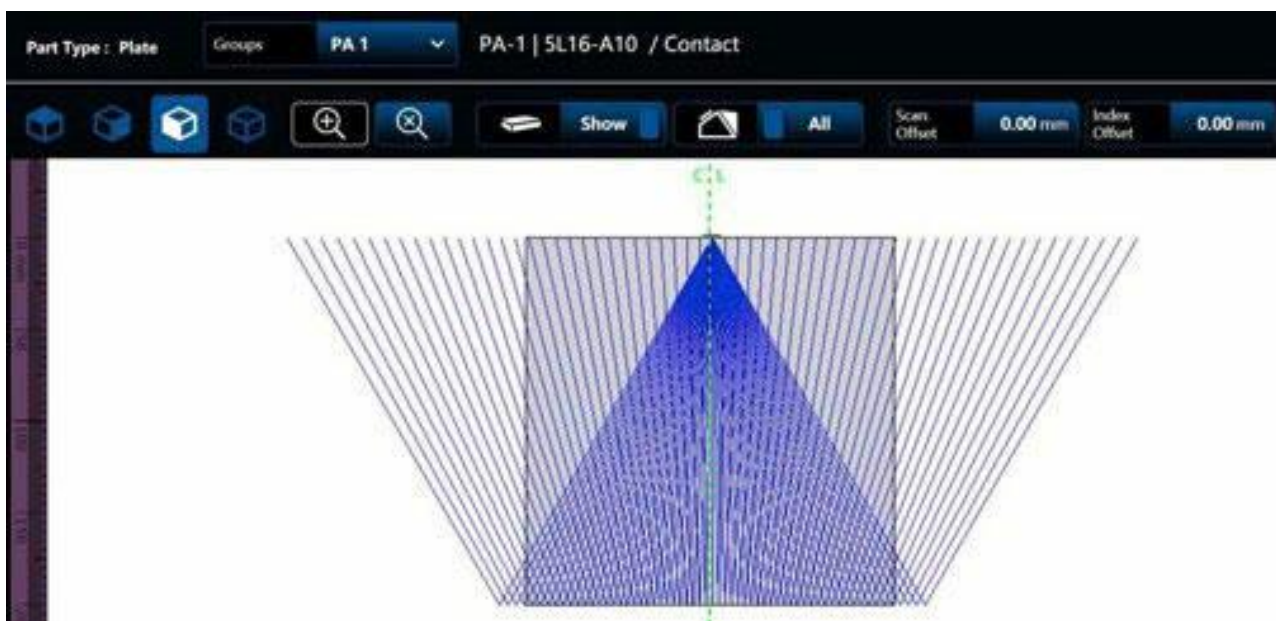


Рис. 11 Схема пучка линейного преобразователя в дефектоскопе OmniScan X3

Нам удалось обнаружить все дефекты в болте с помощью линейного преобразователя и секторного сканирования; однако это потребовало дополнительных шагов. Для обнаружения дефекта, расположенного в 20 мм от верхней поверхности болта, мы использовали призму для увеличения угла ввода луча. Кроме того, сигнал от этого дефекта и сигнал от края нижней поверхности головки болта были слишком близки друг от друга, чтобы их различить (Рис. 12).

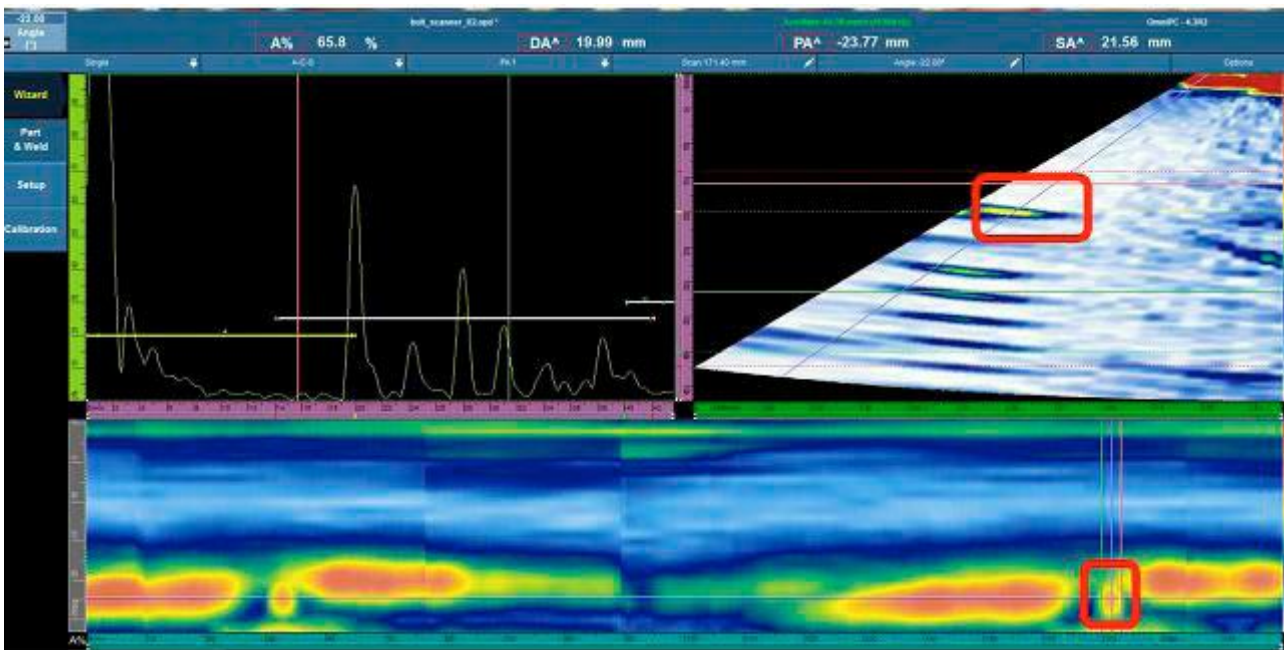


Рис. 12 Результаты сканирования дефекта, расположенного на расстоянии 20 мм от верхней поверхности головки болта.

Для обнаружения дефектов, расположенных на расстоянии 80 мм и 140 мм от верхней поверхности болта, мы использовали преобразователь без призмы, чтобы эхо-сигналы от призмы не искажали результаты контроля. На Рис. 13 представлены сканы дефектов, расположенных на расстоянии 80 мм и 140 мм от верхней поверхности головки болта. Следует, однако, отметить, что после обнаружения первого дефекта преобразователь необходимо было повернуть для обнаружения другого дефекта.



Рис. 13 Результаты для дефектов, расположенных на расстоянии 80 мм (слева) и 140 мм (справа) от верхней поверхности головки болта.

Преимущества использования пользовательского кольцевого ПФР

Этот эксперимент показал, что кольцевой ПФР обеспечивает следующие уникальные преимущества по сравнению линейным ПФР:

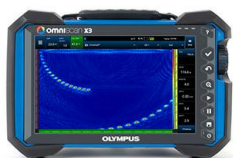
1. Кольцевой ФР-преобразователь способен выявлять дефекты, расположенные под любыми углами, без необходимости его вращения, тогда как линейный ПФР необходимо разворачивать не менее чем на 180° для обнаружения дефектов, расположенных под всеми углами.
2. Кольцевой ПФР способен выявлять поверхностные дефекты в месте, где головка болта соприкасается с винтом, без использования призмы, тогда как в случае с линейным ПФР требуется призма для увеличения угла отклонения и обнаружения поверхностных

дефектов в этой области.

На основании результатов мы пришли к выводу, что кольцевой матричный ПФР больше подходит для контроля болтов с отверстием посередине, нежели линейный ПФР. Последующие эксперименты будут проводиться на реальных болтах с центральным отверстием для подтверждения преимуществ использования кольцевого ПФР при контроле данного типа болтов.

Related Product

Omniscan X3 Series



Дефектоскоп серии OmniScan™ X3 представляют собой полностью укомплектованное решение УЗК ФР. Инновационный TFM и расширенные возможности фазированной решетки позволяют с уверенностью выявлять любые дефекты, тогда как мощные программные средства и простые рабочие процессы улучшают производительность.

Узнать больше ► <https://www.olympus-ims.com/phasedarray/omniscan-x3/>