Контроль композиционных материалов

Контроль композиционных материалов (КМ) — Основные принципы

Самолетостроительные предприятия, сервисные службы и операторы авиаперевозок с недавних пор стали широко использовать технологию ультразвуковых фазированных решеток (РА, ФР) для проверки качества деталей из КМ во время производства и технического обслуживания. Компоненты, выполненные из полимерных композитов, армированных углеродным волокном (CFRP), представляют некоторые трудности при контроле, ввиду многообразия форм и различной толщины слоев.

Технология фазированных решеток представляет собой неразрушающий метод контроля, использующий ультразвуковой луч с настраиваемыми углом ввода, фокусным расстоянием и размером фокусного пятна. УЗК с использованием фазированных решеток значительно улучшает обнаружение дефектов в композиционных материалах (в частности, расслоений).

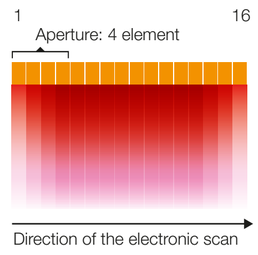
Преимущества технологии ультразвуковых фазированных решеток при контроле КМ

Ультразвуковые фазированные решетки представляют немало преимуществ при контроле плоских и закругленных компонентов из КМ. В частности, улучшенное отображение данных позволяет снизить влияние человеческого фактора. Подобным же образом, С-скан развертка повышает надежность контроля, поскольку обеспечивает полный охват сканируемой поверхности. Кроме того, широкие многоэлементные преобразователи увеличивают скорость и разрешение сканирования. Данные А-скана и С-скана можно сохранять для дальнейшего анализа или периодического сличения.

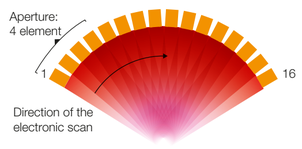
Наши дефектоскопы OmniScan® PA используются как в режиме традиционного УЗК, так и в режиме ФР; переключение режимов контроля осуществляется одной кнопкой.

Преимущества ультразвуковых фазированных решеток:

- **Большая** скорость контроля
- **Полный охват сканирования** за один проход
- **Улучшенная** вероятность обнаружения (POD)
- **Отчетность** и трассируемость результатов измерений



Электронное линейное сканирование 0° хорошо подходит для контроля плоских панелей.



Электронное линейное сканирование 0° с использованием криволинейных решеток применяется для контроля радиуса закруглений.

Терминология

Изделия из КМ представлены в широком диапазоне форм и толщин. Некоторые детали являются достаточно плоскими, но большинство из них имеют форму со скругленным углами и изгибами. Для плоских панелей определяющим параметром является толщина, тогда как для закругленных деталей необходимо учитывать дополнительные параметры.

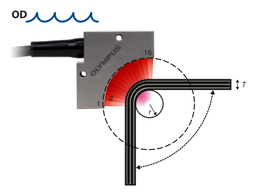
Плоские поверхности

Плоские панели из углепластика (CFRP) характеризуются только по толщине.

Радиус закругления

Радиус закругления CFRP определяется тремя основными параметрами:

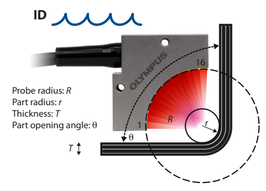
- Радиус детали
- Угол раскрытия детали
- Толщина



Специальные ФР-преобразователи с изогнутыми линейными решетками, используемые для контроля радиусов закруглений, также определяются радиусом и углом ПЭП.

Существует два основных типа контроля, каждый из которых характеризуется положением преобразователя относительно угла.

- Внутри угла ВД
- Снаружи угла НД



Типичная конфигурация настроек

Конфигурация настроек при контроле плоских поверхностей и радиусов закруглений КМ очень схожа. В обоих случаях следует расположить строб А непосредственно после первого эхо-сигнала и до точки за донным эхо-сигналом. Контроль плоских панелей осуществляется ручным сканером по двум осям, тогда как контроль радиуса закругления выполняется иммерсионным методом по одной оси.

Два или три строба (I, A, B)

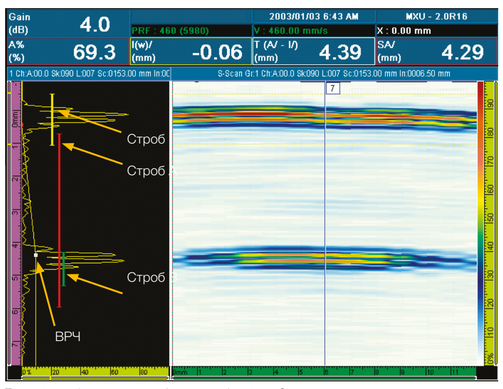
- Строб I может использоваться для синхронизации двух других стробов по переднему фронту.
- Строб А обычно начинается сразу после первого эхо-сигнала и продолжается до конца донного эхо-сигнала. Этот строб используется для построения С-сканов амплитуды и времени пролета (TOF).
- Строб В, как правило, используется для отслеживания амплитуды донного эхо-сигнала на панелях с относительно постоянной толщиной.

Временная регулировка чувствительности (ВРЧ)

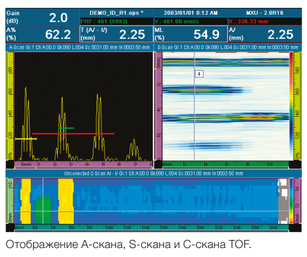
- Используется для получения 80% передних и донных эхо-сигналов.

С-скан развертки (A%, TOF, B%)

- В зависимости от исследуемого образца и типа дефектов, каждая развертка имеет свои преимущества и недостатки.



Типичная конфигурация с отображением А-скана и S-скана.



Отображение А-скана, S-скана и С-скана TOF.

Отображение А-скана, С-скана амплитуды и С-скана TOF.

Отображение А-скана, S-скана и С-скана амплитуды.

Анализ данных

Для быстрого контроля и широкого охвата сканирования требуются инструменты неразрушающего контроля с соответствующими возможностями визуализации данных. Широкие возможности визуализации данных (А-скан, В-скан, S-скан и С-сканы амплитуды и/или времени пролета) обеспечивают достоверные результаты контроля.

Основные различия между контролем углов и контролем плоских панелей:

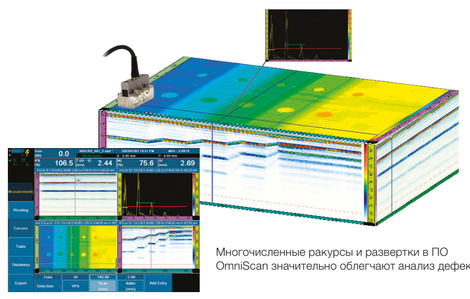
- Корреляционная зависимость необходима при измерении размеров дефектов на углах.
- Инверсия луча для контроля по внутреннему диаметру (ВД).

Измерение размеров дефектов на углах

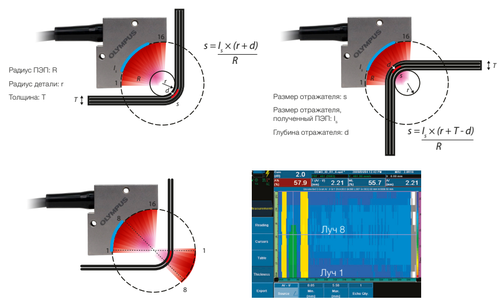
Измерить отражатели в направлении сканирования можно напрямую на основе кодированных значений и отображаемых данных дефектоскопа OmniScan. Для получения реального размера отражателя (*s*) необходима геометрическая конверсия с учетом радиуса ФР-преобразователя (*R*), радиуса угла (*r*), глубины отражателя (d), толщины объекта (*T*) и отображаемого в OmniScan условного размера отражателя (*S*). Эта конверсия также зависит от типа контроля (ВД или ОД).

Инверсия луча для контроля по ВД

При выполнении контроля по внутреннему диаметру (ВД), луч, генерируемый первыми элементами ПЭП, отражается на самой высокой точке угла (луч 1), тогда как луч, созданный последними элементами ПЭП, отражается от нижней части угла (луч 8). Соответственно, лучи инвертируются (зеркально отображаются) на развертках S-скан и С-скан.



Многочисленные ракурсы и развертки в ПО OmniScan значительно облегчают анализ дефектов.

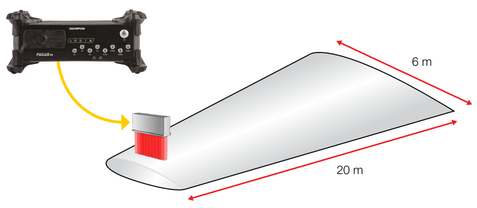


В результате инверсии луча, на С-скане лучи отображаются зеркально.

Автоматизированные системы контроля изделий из КМ

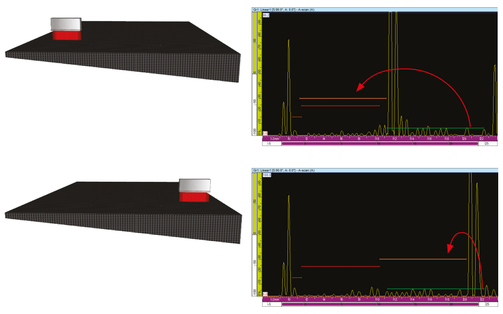
Контроль деталей любых размеров

Возможность непрерывного сканирования крупных объектов. Данная функция позволяет создавать файлы данных во время проведения контроля, что значительно экономит время.



Улучшенная способность обнаружения

Многочисленные стробы с расширенными возможностями синхронизации и предварительной синхронизации упрощают контроль объектов сложной геометрической формы, включая детали с варьируемой толщиной.



Сопряженные стробы автоматически настраивают свое положение с учетом геометрии объекта.

Технология С-скан для контроля клеевых соединений КМ

Удобочитаемое двумерное изображение С-скан теперь доступно и с портативным прибором. Данное решение OmniScan идеально подходит для выявления расслоений в композитных конструкциях с сотовым заполнителем. Изначально предназначенная для эксплуатационного контроля в аэрокосмической промышленности, данная технология также используется в производственном секторе, включая автомобиле- и судостроение (напр., для выявления дефектов в корпусах судов из КМ).

Для каждой С-скан развертки оператор может выбрать один из двух режимов отображения: С-скан амплитуды показывает изменение цвета в соответствии с амплитудой сигнала, вне зависимости от фазы, что идеально подходит для выявления расслоений в КМ; фазовый С-скан использует цветовую палитру от 0° до 360° для отображения изменений фазового угла, позволяя быстро распознавать различные сигналы (наличие шпатлевки или расслоения).

Высокоточный контроль плоских панелей из углепластика (CFRP)

Дефектоскоп OmniScan и программное обеспечение

Сканер GLIDER™

ФР-преобразователи и призмы

Эргономичный контроль плоских и криволинейных поверхностей углепластика (CFRP)

Дефектоскоп OmniScan и программное обеспечение

Сканер RollerFORM®

ФР-преобразователь

Контроль радиусов закруглений в конструкциях из CFRP-композитов

Дефектоскоп OmniScan и программное обеспечение

Линейные изогнутые ФР-преобразователи и призмы (иммерсионный контроль)

Другие продукты для контроля композиционных материалов

www.olympus-ims.com

© 2019 Olympus. Все права защищены. OmniScan и RollerFORM являются зарегистрированными товарными знаками, а GLIDER (сканер) – товарным знаком Olympus Corporation.
920-419-EN Версия A - Posters_Composite_RU_201709. Отпечатано в США.
E0440074RU