

Цифровой рентгеновский контроль

Алейников Павел Андреевич,
ведущий специалист Направления технологий контроля ООО «Остек-СМТ»



Павел Андреевич
АЛЕЙНИКОВ

В промышленном производстве авиационной техники существенную роль играет контроль каждого элемента конечного продукта. Выявление брака на стадии изготовления позволяет исключить дефектную деталь из дальнейшего цикла, что значительно повышает надежность и качество готового изделия.

В настоящий момент на большинстве предприятий для радиационного контроля качества используется пленочная рентгено-

графія. Технологические трудности этого метода широко известны и заключаются в следующем:

- на рентгенограмме тени сложной структуры накладываются, и полностью маскируют друг друга, а тем более мелкие дефекты;
- хранение пленки в надлежащих условиях в течение длительного времени затруднительно;
- необходимость регулярной закупки расходных материалов;
- для получения снимка на разных толщинах изделия требуются разные параметры рентгеновского пучка, что увеличивает количество снимков.

Цифровой рентгеновский контроль позволяет избавиться от недостатков, связанных с применением пленочной технологии. Результат исследования представляется в виде изображения на экране монитора и графиков распределения по толщине и плотности материала. Чувствительность цифрового детектора позволяет получить на одном изображении информацию по всему диапазону просвечиваемых толщин изделия, и, применяя

последующую настройку, исследовать интересующий участок. При этом не вносятся корректировки в данные изображения, а производится подбор яркости и контрастности, для улучшения визуализации.

При использовании установки цифрового рентгеновского контроля на этапе промежуточной проверки появляется возможность пропускать на финальный пленочный контроль только годные изделия, тем самым сокращая затраты на расходные материалы.

Важно отметить, что есть возможность использовать пленку в установке. Для этого необходимо закрыть цифровой детектор свинцовым экраном, прикрепить пленку с эталонами на интересующий нас участок и выставить в программном обеспечении напряжение, ток и время экспозиции рентгеновской трубки. Таким образом, мы получаем универсальную систему контроля. Для работы на установке необходим один квалифицированный оператор.

Промышленная рентгеновская компьютерная томография (КТ) существенно расширяет возможности рентгеновского контроля изделий авиационной промышленности. Она позволяет обнаруживать и измерять в трех координатах дефекты в металлических деталях, сборках, композитных и углепластиковых конструкциях, а также проверять геометрию этих тел и сравнивать результаты томографии с САД-данными.

Принцип томографии заключается в следующем:

При проведении рентгеновского контроля мы делаем один снимок исследуемой области образца. Выбор интересующей области осуществляется посредством поворотного стола. В случае компьютерной томографии образец поворачивается на манипуляторе (аналог поворотного стола в рентгеновской установке) на малые углы и делается большое число (обычно больше тысячи) таких же снимков, как и в случае рентгеновской инспекции. Таким образом, получается набор проекций образца со всех сторон. При этом время полного сканирования такой детали, как турбинная лопатка может составлять от нескольких минут для оценочного результата, до часа, для прецизионных измерений.

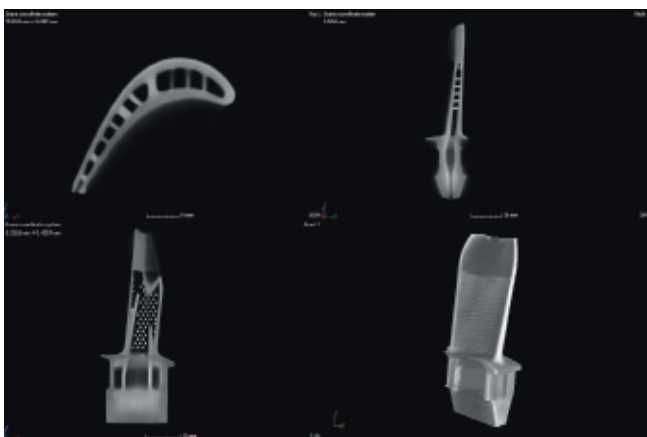


Рис.1. Срезы и 3D-модель турбинной лопатки

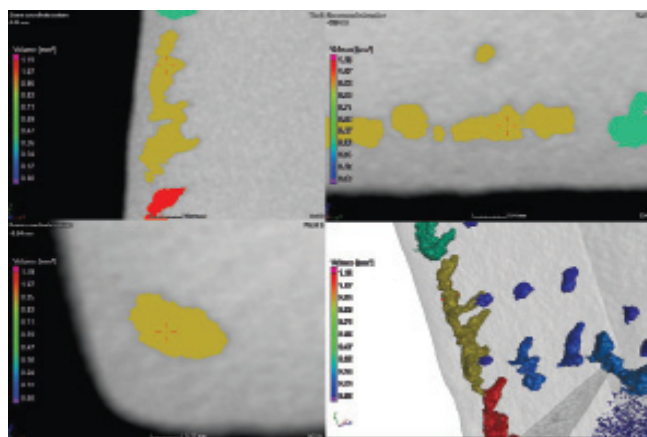


Рис. 2. Цветовая шкала визуализирует дефекты в объеме и на срезах

Затем, при помощи мощного ПО, использующего сложные алгоритмы, этот набор проекций преобразуется в 3D-модель исследуемого объекта. Из этого следует, что «пробегая» по каждому срезу модели мы различаем между собой дефекты, которые слились бы на пленке. Внутренние дефекты в виде мелких пор и включений отчетливо обнаруживаются, с визуализацией на срезах и 3D-модели (Рис.1, 2). Трещины с раскрытием обнаруживаются вне зависимости от их ориентации. Материалы разной плотности и состава отчетливо различимы по уровням серого.

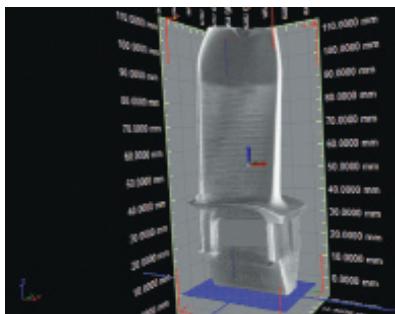


Рис. 3. 3D-модель турбинной лопатки с указанной базовой плоскостью и объемной картой

Измерения проводятся как на самом 3D-изображении, так и на отдельных сечениях. На модели, полученной при помощи томографа v|tome|x c450 (Рис. 3), синим выделена базовая плоскость, относительно которой ведется отсчет расстояния для получения интересующих срезов. Примеры проведенных измерений указаны на Рис. 4.

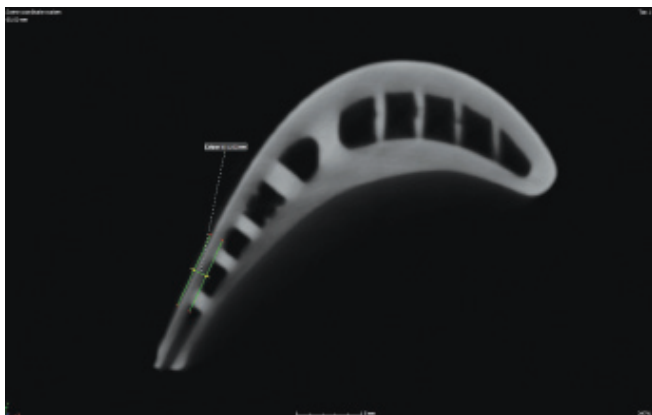


Рис. 4. Измерение на сечении. Толщина выделенной стенки 1,02 мм



Рис. 5. Горелочное устройство, произведенное методом аддитивных технологий

В полной мере все преимущества томографии раскрываются при контроле изделий, произведенных методом аддитивных технологий. В приведенном примере (Рис. 5), горелочное устройство с внутренними полостями из кобальтового сплава **Co-Cr-Mb** сканировалось в течение 30 минут, при этом минимальный размер детектируемых элементов составлял 190 мкм.

На итоговой 3D-модели (Рис. 6) дефектов диаметром более 190 мкм обнаружено не было, что говорит о высоком качестве производства данного устройства и возможности его использования в дальнейшем цикле.

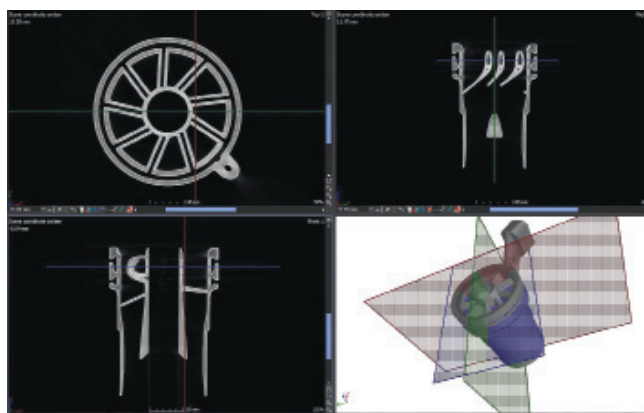


Рис. 6. Срезы и 3D-модель горелочного устройства

Для контроля геометрии тел используется наложение геометрических примитивов на томограмму с последующим анализом и цветовой визуализацией на карте отклонений (Рис. 7). Важное преимущество КТ перед использованием координатно-измерительных машин (КИМ) является возможность контроля скрытых объемов/внутренних полостей объекта. Отметим, что в отличие от КИМ, где геометрия определяется по 10-20

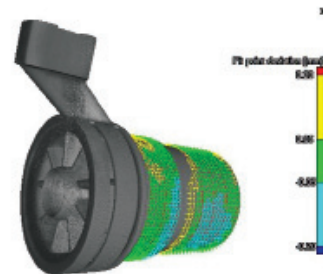


Рис. 7. Наложение геометрических примитивов на поверхность модели. Радиусы внешних цилиндров: $R_1=25,61$ мм, $R_2=27,37$ мм

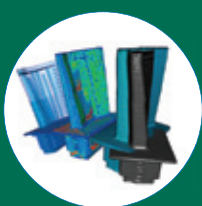
точкам на измеряемой поверхности, КТ-сканирование характеризуется большим числом измеряемых точек (10^5-10^6). Это дает возможность благодаря использованию статистических методов достичь высокого разрешения, таким образом, увеличивая точность определения параметров.

Хранение полученных данных на цифровых носителях обеспечивает компактность и быстрое копирование результатов в случае необходимости, позволяя создавать неограниченное количество копий.

Измерение на модели, полученной с помощью компьютерной томографии позволяет решить широкий спектр задач, при этом позволяя проводить измерения геометрии и сравнивать результат с CAD данными. Таким образом, появляется возможность осуществлять контроль на производстве при изготовлении прецизионных изделий, таких как топливные форсунки и турбинные лопатки. При помощи ПО весь описанный выше процесс измерений и сравнений может быть полностью автоматизирован. Благодаря этому появляется возможность получать метрологические характеристики с минимальной подготовкой оператора, и существенно сократить время его работы. Во многих случаях КТ является самым информативным способом неразрушающего метрологического контроля: она дает достоверную информацию о внутреннем объеме изделия и снижает до минимума субъективность в толковании результатов.

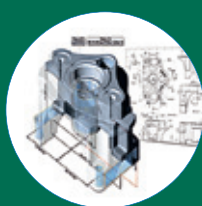


ООО «Остек-СМТ»
Кулакова ул., д. 20, стр. 1Г,
Москва, Россия, 123592
телефон: +7 (495) 788-44-41
E-mail: info@ostec-ct.ru
www.ostec-ct.ru



Литье

- Оработка технологии литья
- Поиск и анализ пустот, раковин и включений



Механообработка

- Контроль качества геометрии ответственных деталей сложной формы
- Обратное проектирование



Электроника

- Контроль печатных плат, компонентов и качества пайки
- Исследование совмещения слоев, дефектов металлизации



Материаловедение

- Исследования внутренней структуры материалов
- Анализ металлопорошковых композиций



Аддитивные технологии

- Анализ сложной внутренней геометрии
- Контроль качества печати

Лаборатория промышленной томографии: экспертный контроль качества и проведение исследований

В лаборатории представлены установки General Electric:

- Рентгентелевизионная установка X-Cube XL 225
- Промышленные компьютерные томографы v|tome|x c450, v|tome|x m300

- Самая крупная в Восточной Европе
- Оснащенная передовым оборудованием

Лаборатория создана на базе Центра технологий контроля (ЦТК), предназначенного для решения широкого спектра производственных и научных задач.



будущее
создается



Channel Partner
GE Oil & Gas

www.ostec-ct.ru
(495) 788 44 41
info@ostec-ct.ru

