

3D-моделирование поверхности изломов для реконструкционных подходов в экспертизе

Позняк И.Г., Макась О.Г.

Белорусский национальный технический университет

Анализ поверхности изломов при реконструкции механизма разрушения ответственных металлических деталей является первоначальным и весьма ответственным этапом на пути выяснения причин и хронологии процесса разрушения исследуемых объектов. Изломы изучают для оценки металлургического качества металлов. Фрактографический анализ (исследование поверхности излома) проводят также при изучении механизма и кинетики разрушения, то есть рассмотрение процесса в развитии. Изучение строения излома необходимо при исследовании причин и механизма эксплуатационного разрушения. В этом случае излом связывают с условиями нагружения и параметрами процесса разрушения, принимая во внимание строение и свойства материала. Здесь важно знание особенностей строения изломов.

В настоящее время совершенно очевидно, что излом представляет собой некоторый объем, в котором произошли поглощение и диссипация подводимой извне энергии, а его поверхность является следом пространственной траектории растущей трещины. Границей этого объема является граница зоны пластической деформации. Наиболее общая черта почти всех изломов состоит в макро- и микронеоднородности их строения. Простым объяснением причины неоднородности строения изломов можно считать наличие в структуре материала посторонних примесей и неметаллических включений. Основная причина неоднородности строения изломов связана с особенностями процесса разрушения и обусловлена возможной неоднородностью материала, а также изменением напряженно-деформированного состояния в процессе разрушения и скоростью развития трещины. Другая причина неоднородности строения изломов заключается в том, что процесс разрушения носит дискретный «скачкообразный» характер. Характерной особенностью изломов является наличие шероховатой поверхности. Шероховатость связана с размерами зерна, особенно это проявляется при межзеренном разрушении. Неровности на поверхности излома образуются слиянием многих трещин в единую трещину. Следы слияния в магистральную трещину проявляются на изломе в виде рубцов и ступенек. При исследовании микростроения изломов проявляется ямочный разрыв, образованный в результате роста и слияния микропор.

Наиболее распространенные методы изучения изломов заключаются в исследовании их строения с использованием различного увеличения, от визуального осмотра до рассмотрения их в электронном микроскопе [1-4]. В большинстве случаев любое исследование излома производят после визуального осмотра и осмотра с помощью бинокулярного микроскопа. При этом содержание используемых в экспертной практике методических разработок, включающих фрактографический анализ разрушенных деталей, носит лишь качественный описательный характер [5]. Поэтому корректность определения вида излома и установление механизма его образования полностью зависит от опыта и навыков специалиста, проводившего исследование.

Использование в экспертизе расчетных методов и технологии трехмерной визуализации изломов позволяет объективно оценивать характер разрушения металлических деталей и элементов конструкций при ударном воздействии на них внешних сил с учетом соответствующих граничных условий, а также многократности действия нагрузки при изменении ее величины и направления.

Авторами статьи проведены экспериментальные исследования по реконструкции трехмерных твердотельных моделей разрушенных деталей с максимальной степенью достоверности геометрических и топологических характеристик поверхности по отношению к исходному объекту-оригиналу, путем интеграции виртуального изображения, извлеченного из цифровой съемки при 3D-сканировании детали в пространство твердотельного моделирования САПР.

Исследование направлено на разработку некоторых инструментов и приемов, необходимых для осуществления такого подхода.

Литература

1 Гордеева, Г.А. Анализ изломов при оценке надежности материалов/ Г.А. Гордеева, И.П. Жегина. – М.: Машиностроение. 1978. – 198 с.

2 Шестопалова, Л.П. Методы исследования микро- и наноструктур материалов. Уч. пос./ Л.П. Шестопалова, Л.Г. Петрова. – М.: МАДИ, 2012. – 184 с.

3 Мерсон, Е.Д. Количественный анализ изломов при помощи конфокальной лазерной сканирующей микроскопии / Е.Д. Мерсон. В.А. Данилов, Д.Л. Мерсон // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – 2015. – №4(34). – С.68 – 75.

4 Фрактография и атлас фрактограмм: справ. изд./под ред. Ю.П. Солнцева. – СПб.: Профессional, 2002. – 352 с.

5 Фактография. Металлы и сплавы: справ. изд./под ред. Дж. Феллоуза: пер. с англ. – М. Металлургия, 1982. – 489 с.