

УДК 693.22.004.18

Фрактография усталостных изломов

Студентка гр. 104213 Залужная О.Г.
Научный руководитель – Константинов В.М.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Усталостные изломы — изломы, происходящие после многократного нагружения (сотни тысяч и миллионы циклов) при напряжениях ниже предела текучести материала и даже в несколько раз более низких. Этим объясняется отсутствие следов пластической деформации на участке собственно усталостного

развития излома. Усталостные изломы, как и другие типы изломов, имеют фокус, очаг разрушения, зону развития магистральной усталостной трещины и зону долома. Наиболее характерной их чертой является наличие зоны развития усталостной трещины, которая включает в себя участки медленного избирательного развития (иногда называемой зоной «отдыха») и ускоренного развития. Зона развития усталостной трещины не имеет фасеток и выраженных волокон металла, характеризуется наибольшим блеском, иногда до зеркального.

Другой характерной только для усталостных изломов особенностью является образование усталостных линий. Последние представляют собой границы уступов или зон с различной шероховатостью на поверхности усталостной трещины.

Образование усталостной линии обусловлено изменением режима нагружения и скорости роста усталостной трещины, изменением направления роста трещины при видимом непрерывном ослаблении «живого» сечения детали. Поэтому чем больше усталостных линий на изломе, тем в больших пределах менялся режим работы исследуемой детали. В экспертной практике часто исследуют усталостный излом шаровых пальцев. Практически у каждого усталостного излома рисунок усталостных линий сугубо индивидуален и отражает особенность режима эксплуатации конкретного автомобиля.

Приведена схема строения усталостных изломов при нагружении различных видов.

Число усталостных линий не зависит от размеров излома, геометрической формы концентратора напряжений в фокусе усталостного излома. Однако влияние концентратора сказывается на расположении (форме) усталостных линий на изломе, которые около точечного концентратора напряжений и очага разрушения обычно имеют форму (при нагружении изгибом) концентрических окружностей с центром в фокусе. Около концентраторов вытянутой формы (трещины, подрезы) усталостные линии имеют плавную форму огибающих концентратора. Форма усталостных линий зависит и от внешней конфигурации деталей: они перпендикулярны к внешней границе излома. Усталостные линии не пересекаются между собой, хотя и могут касаться (в случае, если распространяются из одного фокуса), что отличает их от линий Вальнера.

Граница между зоной собственно усталостной трещины и зоной долома не всегда резкая, особенно если последняя мала по сравнению с площадью всего излома. Перед окончательным разрушением образца или детали образуется зона ускоренного роста усталостной трещины, так как даже при сохранении величины внешних нагрузок прочность детали вследствие перерезания ее усталостной трещиной понижается, что увеличивает скорость роста трещины. Это также является причиной того, что усталостные линии при приближении к зоне долома обычно сгущаются. При ускоренном развитии трещины увеличивается шероховатость поверхности излома.

На последней стадии развития усталостной трещины, когда действующие нагрузки достаточны для однократного (малократного) разрушения детали, ослабленной трещиной, образуется зона долома и происходит разделение детали на части. Обычно зона долома имеет (особенно при однократном доломе) признаки хрупкого излома и лишь у очень пластичных материалов — волокнистое строение. Размер этой зоны относительно всей поверхности излома зависит от величины нагрузки и чувствительности материала к концентрации напряжений, причем роль концентратора играет сама усталостная трещина. Большая зона долома свидетельствует о большой величине нагрузки при окончательном изломе.

Помимо типично усталостных изломов целесообразно отметить следующие группы изломов с усталостными трещинами:

- а) повторно-усталостные, или малоцикловые;
- б) коррозионно-усталостные;
- в) питтинг, или контактное усталостное выкрашивание, называемое также шелушением или

осповидным износом.