

# ОСОБЕННОСТИ ИСПЫТАНИЯ ЗАКАЛЕННЫХ МЕТАЛЛОВ НА КОНТАКТНУЮ УСТАЛОСТЬ

**А.В.Кусяк**, кандидат технических наук, доцент кафедры СМИС

Испытания на контактную усталость закаленных металлов (до твердости 60 – 64 HRC<sub>3</sub>) производятся при выборе материалов и контроле их качества, обосновании конструктивно-технологических решений, а также при оценке расчетов на этапе проектирования деталей машин и приборов, работающих при циклическом контактном нагружении.

В практике испытаний наиболее частое применение нашли следующие схемы нагружения контактирующих тел:

- качение без проскальзывания;
- качение с внешней касательной нагрузкой;

- пульсирующее нагружение.

При проведении испытаний одной серии образцов металлов необходимо соблюдать неизменность следующих условий:

- схемы нагружения;
- обоснованной частоты нагружения в пределах 30...1000 Гц;
- сорта смазки;
- способа подвода смазки;
- количества смазки;
- критерия разрушения.

При обосновании частоты нагружения образцов необходимо исходить из предва-

рительных исследований структуры и физико-механических свойств металлов. При изменении этих параметров по сравнению с их исходным состоянием необходимо корректировать частоту нагружения. Для контроля структурного состояния поверхностных слоев образцов необходимо провести испытания не менее трех образцов, изготовленных из металла со стандартным пределом контактной выносливости.

Способ подвода смазки и ее количество должны быть такими, чтобы обеспечить неизменность структурного состояния образцов при повышении температуры контактирующих элементов.

В отношении критерия разрушения при испытаниях образцов металлов, закаленных до высокой твердости, следует придерживаться общего положения, что начальное разрушение является критическим состоянием образца и может быть выбрано в качестве критерия разрушения.

Контроль момента начального разрушения может быть осуществлен по изменению шума при работе испытательного стенда или при помощи специальных электронных устройств.

При проведении испытаний должно использоваться испытательное оборудование с модернизированной схемой нагружения, аттестованное в соответствии с СТБ 8004 и СТБ 8015 и отвечающее следующим требованиям:

- обеспечивать плавное нагружение образца до необходимого значения нагрузки после того, как будет достигнута заданная частота нагружения;
- автоматически выключаться при резком изменении нагрузки или отсутствии подачи смазки;

- автоматически выключаться при достижении начального разрушения поверхностного слоя образца;

- нагружать образец нормальной нагрузкой с относительной погрешностью не более  $\pm 3\%$  и касательной нагрузкой с относительной погрешностью не более  $\pm 5\%$  значения измеряемой величины;

- поддерживать частоту нагружения образца с относительной погрешностью, не превышающей  $\pm 5\%$  значения измеряемой величины.

В конструкциях испытательных стендов, имеющих пружинный механизм нагружения, следует предусмотреть конструктивные решения, снижающие влияние резонансных явлений при испытаниях, например парные конические пружины или пружины с переменным расстоянием между витками.

Важным моментом при подготовке к испытаниям является соблюдение основных требований к образцам и контртелам:

- изготовление образцов и контртел производится из металла одной марки и плавки с использованием одного технологического процесса;

- изготовление образцов и контртел с одинаковой макро- и микроструктурой и отклонениями твердости не более  $\pm 1$  HRC<sub>3</sub>, причем нижнее предельное значение твердости должно быть не менее 60 HRC<sub>3</sub>;

- шероховатость рабочих поверхностей образцов и контртел по параметру Ra должна быть не более 0,3 мкм по ГОСТ 2789;

- изготовление образцов и контртел должно осуществляться не грубее 6 качества по ГОСТ 25346 с соблюдением рекомендаций ГОСТ 24643 по геометрической точности.

Важным моментом при проведении испытаний является выбор числа образцов при оценке параметров функции распределения предела контактной выносливости, который осуществляется по РД 50-690-89 исходя из нормального закона распределения.

По РД 50-54-30-87 рекомендуется выбирать не менее 30 образцов при базе испытаний  $10^8$  циклов для закаленных образцов с твердостью выше 40 HRC, имеющих горизонтальный участок на кривой контактной усталости и  $2 \cdot 10^8 - 5 \cdot 10^8$  – без наличия горизонтального участка кривой.

Для построения кривой контактной усталости в статистическом аспекте на 3-5 уровнях напряжений, превышающих предел контактной выносливости, испытывают партию одинаковых образцов до раз-

рушения или до достижения базового числа циклов нагружения. Кривые контактной усталости строят в полулогарифмических координатах; ординаты – наибольшие значения напряжений цикла  $\sigma_{\max}$ , а абсциссы – логарифмы чисел циклов до разрушения  $\lg N$  или в двойных логарифмических координатах  $\lg(\sigma_{\max}) - \lg N$ .

Результаты испытаний подвергают статистической оценке и регрессионному анализу.

При обработке результатов испытаний необходимо учитывать накопленную пластическую деформацию образцов и контролел через уточнение значения  $\sigma_{\max}$ .

По уточненным значениям  $\sigma_{\max}$  необходимо построить дополнительную кривую контактной усталости с учетом пластической деформации.

## Литература

1. СТБ 8004-93. Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Метрологическая аттестация средств измерений.
2. СТБ 8015-2000. Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Оборудование испытательное. Порядок аттестации.
3. Р50-54-30-87. Расчеты и испытания на прочность в машиностроении. Методы испытаний на контактную усталость.
4. Р50-690-89. Методы оценки показателей надежности по эксплуатационным данным: Методические указания.