

ФИЗИЧЕСКАЯ ПРИРОДА ПОВЫШЕНИЯ УСТАЛОСТНОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ

Целлермаер В. В.¹⁾, Соснина О. В.¹⁾, Иванов Ю. Ф.²⁾, Громов В. Е.¹⁾,
Козлов Э. В.³⁾, Коновалов С. В.¹⁾

¹⁾ Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия,
gromov@physics.sibsiu.ru

²⁾ Институт сильноточной электроники СО РАН, Томск, Россия

³⁾ Томский государственный архитектурно – строительный университет

Ранее нами было показано для сталей аустенитного класса, что воздействием импульсным электрическим током на определенной стадии усталостной кривой можно увеличить усталостную прочность. Данная работа посвящена выяснению механизмов повышения усталостной выносливости стали 60ГС2, подвергнутой усталостным испытаниям и промежуточному электростимулированию. Методика экспериментов и обработки результатов не отличалась от описанной в [1].

В случае непрерывной схемы нагружения разрушение стали наступало после ~71000 циклов. Прерванная схема нагружения (число циклов до остановки ~50000), сопровождающаяся обработкой образца импульсным электрическим током, при последующем его нагружении приводила к разрушению образца после ~109000 циклов (суммарное число циклов нагружения). Установлено, что ширина зоны усталостного роста трещины увеличивается с увеличением числа циклов нагружения. Электростимулирование на промежуточной стадии нагружения приводит к увеличению критической длины трещины в 1,25 раза, увеличивая тем самым ресурс работоспособности стали.

Проведенные нами исследования показали, что среднее расстояние между усталостными бороздками в нестимулированном образце ~1,175 мкм, в образце, подвергнутом электростимулированию на промежуточной стадии нагружения, ~0,61 мкм. Следовательно, шаг трещины за один цикл усталостного нагружения в электростимулированном материале в ~2 раза меньше, чем в обычном. Это означает, что электростимулированный материал обладает заметно более высокой сопротивляемостью распространению усталостной трещины.

При анализе фрактограмм исследуемой стали было установлено, что ширина зоны ускоренного роста усталостной трещины в обычном образце составляет ~260 мкм, в электростимулированном образце она несколько меньше ~200 мкм. В электростимулированном образце структура зоны усталостного роста трещины заметно более дисперсная. Последнее свидетельствует о том, что скорость разрушения материала в данном случае ниже, чем в исходном образце. Т. е. электростимулирование стали на промежуточной стадии усталостного нагружения способствует снижению скорости роста усталостной трещины в промежуточной зоне.

По величине отношения площади чисто усталостной зоны к площади зоны, занятой доломом, можно ориентировочно судить о значении коэффициента безопасности данного материала. Анализ фрактограмм исследуемой стали показал, что значение данного коэффициента в обычном образце ~0,37; в электростимулированном ~0,44. Следовательно, электростимулирование стали несколько повышает коэффициент безопасности ее эксплуатации.

Работа выполнена при финансовой поддержке в форме гранта Т02-05.8-2673 МФ РФ по фундаментальным исследованиям в области технических наук.

1. Электростимулированная малоцикловая усталость / Под редакцией О.В. Соснина, В.Е. Громова, Э.В. Козлова. М.: «Недра комм. ЛТД» 2000. 208с.