

РОЛЬ ИМПУЛЬСНОГО ТОКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В ЭВОЛЮЦИИ ДИСЛОКАЦИОННОЙ СУБСТРУКТУРЫ ЗАКАЛЕННОЙ СТАЛИ 60ГС2 ПРИ УСТАЛОСТИ

Иванов Ю. Ф.²⁾, Громов В. Е.¹⁾, Ивахин М. П.¹⁾, Коновалов С. В.¹⁾,
Коваленко В. В.¹⁾, Козлов Э. В.²⁾

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

²⁾ Институт сильноточной электроники СО РАН, Томск, Россия

³⁾ Томский государственный архитектурно – строительный университет,

Ранее было показано [1], что воздействие мощными токовыми импульсами на определенном участке усталостной кривой приводит к увеличению ресурса выносливости на 15-55% для сталей различных структурных классов. В настоящей работе исследованы усталостно-индуцированные градиенты дислокационной субструктуры (ДСС) в закаленной стали 60ГС2 в условиях электростимулирования. Схема усталостного нагружения, параметры токовых импульсов и методики исследования не отличались от описанных в [1].

Установлены зависимости параметров ДСС от расстояния до поверхности разрушения. Усталостное нагружение электростимулированной стали приводит к росту толщины слоя с измененным структурно-фазовым состоянием материала. Последнее свидетельствует о том, что электростимулирование способствует увеличению объема материала, вовлекаемого в процесс деформирования при последующем усталостном нагружении образца.

Вблизи поверхности разрушения (на расстоянии ~0,2 мм от поверхности излома) в ~30% объема материала практически полностью отсутствуют характерные признаки структуры пакетного и пластинчатого мартенсита. В этом случае в объеме зерен α -фазы формируется ячеисто-сетчатая ДСС. По границам и в объеме ячеек располагаются частицы карбидной фазы глобулярной либо округлой формы. Средние размеры ячеек составляют ~250 нм. В отдельных случаях размеры ячеек могут достигать ~0,5 мкм. В ~70% зерен в той или иной степени сохраняется структура, наследовавшая морфологию кристаллов мартенсита. По мере удаления от поверхности разрушения объемная доля зерен с данным типом субструктуры увеличивается и на расстоянии ~2,3 мм достигает ~100%. Кристаллы, средние размеры которых не превышают 300-400 нм, как правило, фрагментированы. Средние размеры фрагментов монотонно увеличиваются по мере удаления от поверхности разрушения образца.

При больших (≥ 400 нм) расстояниях между границами, объемы материала, заключенные между ними, не содержат фрагментов. Дефектная субструктура таких объемов – дислокационные сетки. Скалярная плотность дислокаций сетчатой субструктуры с увеличением расстояния от поверхности разрушения изменяется немонотонным образом и составляет в среднем $4,2 \cdot 10^{10} \text{ см}^{-2}$.

Усталостные испытания стали после электростимулирования не привели к накоплению распределенных в объеме материала дислокаций, и разрушение образцов происходило при величине скалярной плотности дислокаций, практически совпадающей с данной характеристикой электростимулированного состояния.

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

1. О.В. Соснин, В.Е. Громов, Э.В. Козлов и др. Электростимулированная малоцикловая усталость. М.: Недра комм. ЛТД. 2002. 208 с.