

УДК 621.185.532

Adel Abdel Basset Rashid;
(Beirut Arab University, Lebanon, Tyre);
Srour, Assistant Professor;
(Lebanese University, Lebanon);
С.Е. Бельский, проф.
(БГТУ, г. Минск)

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЧАСТОТНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ХАРАКТЕРИСТИК УСТАЛОСТИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Экспериментальные результаты в сочетании с рассмотренными литературными источниками по влиянию частоты механических колебаний на усталостную долговечность и кинетику структурно-чувствительных характеристик металлов и сплавов позволяют констатировать, что основные признаки усталостного накопления повреждаемости независимо от рассмотренной вариации частоты и дополнительного статического нагружения сохраняются: остается неизменной форма усталостной кривой; сопоставимы для разных частот и давлений значения ограниченных пределов выносливости; ориентация зарождающихся и распространяющихся усталостных трещин по отношению и направлению нормальных и касательных напряжений не изменяется; остается практически одинаковым влияние средних напряжений при асимметричных циклах нагружения; частота оказывает качественно одинаковое влияние на микротвердость, кинетику дислокационной структуры, электросопротивление, микродеформацию, амплитудно-временные зависимости рассеяния энергии.

На основании этого можно сделать заключение о единой физической природе усталостной повреждаемости на качественном уровне, однако выявление причин количественного различия этого процесса на разных частотах требует проведения теоретических и экспериментальных исследований.

Для алюминиевых сплавов, приготовленных с использованием вторичного сырья характерно значительное количество примесей, широкий интервал содержания основных компонентов, загрязненность неметаллическими включениями и газами, гетерогенность структуры. Для комплекса механических характеристик наиболее опасно наличие грубых включений железосодержащих фаз. Данные факторы существенно усложняют физическую картину развития процесса усталостного разрушения материала и приводит к необходимости учета взаимодействия дислокаций с атомами примесей.

Кроме того, в связи с тем, что многие детали, изготавливаемые с использованием вторичных материалов, работают в условиях повышенных температур (например, поршни и радиаторы) в разрабатываемой модели необходим учет и температурного фактора.

Для этого предпринята попытка теоретического анализа частотной зависимости эволюции элементов дислокационной структуры на первом этапе развития процесса усталостной повреждаемости. Рассмотрена динамика развития дефектов структуры дислокационным источником Франка-Рида в условиях циклического нагружения и статической поднагрузки. Выбор данного источника дислокаций обусловлен не только изученностью этой модели, но и его вкладом в механизм размножения дислокаций.

При оценке движения источника Франка-Рида проанализировано влияние частоты и асимметрии цикла знакопеременного циклического напряжения на движение дислокационного сегмента, особенно в процессе “срабатывания” источника при достижении критической дислокации от амплитудного значения знакопеременного напряжения в широком спектре частот.

Установлено, что для одинакового дислокационного среднего смещения на высоких частотах при равном статическом усилии необходимы значительно большие циклические напряжения, чем на низких частотах.

В большей степени частотная зависимость выражена у сталей 10 и 40Х, то есть у материалов с решеткой ОЦК. При значительно меньших по модулю напряжениях накопление повреждаемости наблюдается у меди М1 и сплава Д16, обладающих гранецентрированной решеткой.