

УДК 621.185.532  
ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРИТИЧЕСКИХ И ПОРОГОВЫХ  
НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ УСТАЛОСТНЫХ  
ИСПЫТАНИЯХ

А.В.БЛОХИН

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

Широкое использование в современной промышленности различных металлических материалов, в том числе изготовленных из вторичного сырья, вызывает необходимость проведения большого количества испытаний связанных с установлением их механических свойств и характеристик. Причем усталостным испытаниям, среди прочих, уделяется повышенное внимание, так как известно, что большинство деталей машин и конструкций работает при циклических напряжениях, поэтому усталостное разрушение часто является основной причиной выхода их из строя.

Длительность и повышенная трудоемкость проведения таких испытаний различных конструкционных материалов (как металлических, так и в некоторых случаях неметаллических) вынуждают к поиску физических величин, позволяющих выявить закономерности развития усталостного повреждения и тем самым дать возможность прогнозировать поведение материала в поле переменных напряжений. Теоретический анализ и особенно математическое моделирование кинетики усталостного разрушения, которое сочетает в себе множество различных факторов, является чрезвычайно сложным. Поэтому для количественной оценки частотной зависимости сопротивления усталости весьма перспективным является исследование пороговых напряжений (т.е. значения циклических нагрузок, соответствующих напряжениям ниже которых отсутствует необратимая усталостная повреждаемость. Для описания закона движения закрепленного дислокационного сегмента при динамическом нагружении использовалась модель Келлера раскрывающая механизм размножения дислокаций источником Франка-Рида. После решения дифференциального уравнения и ряда математических преобразований была рассчитана частотная зависимость величины критических напряжений начала развития процесса усталостного разрушения.

Наряду с теоретическими исследованиями был проведен ряд экспериментов по изучению кинетики пороговых напряжений различных алюминиевых сплавов (Д16, АМг2Н, а так же некоторых литейных сплавов полученных из вторсырья) в широком диапазоне частот знакопеременного из-

гиба, определяемых с помощью такой структурно-чувствительной характеристики как микротвердость. Выбор данной характеристики объясняется удобством ее использования в экспериментальной практике и большой чувствительностью к различным параметрам напряженного состояния.

Нагружение образцов знакопеременным изгибом производилось с помощью специально разработанных электродинамического ( $f_{рез}=0.22$  кГц) и комплекса магнотриксционных ( $f_{рез}=2.8, 8.8$  и  $18.0$  кГц) резонансных стендов. Все испытательные стенды работали в автоколебательном режиме с автоматическим поддержанием амплитуды колебаний образцов (достигалось при помощи обратной связи реализованной виброметром МРТ и прибором стабилизации амплитуды), которые выполнялись в виде балочек прямоугольного сечения ( $1.8 \times 6$  мм или  $2.0 \times 6$  мм). После нагружения представлялась возможность без особых затруднений исследовать изменение рассматриваемой структурно-чувствительной характеристики вдоль оси образцов при различных циклических напряжениях. Полученные данные позволяли на графиках методом касательных определить величину пороговых напряжений для выбранной базы испытаний.

Анализ полученных графических зависимостей показал, что величина пороговых напряжений зависит от вида исследуемого материала и его прочностных свойств. Кроме того существенное влияние оказывает частота колебаний, приводящая к монотонному росту данной характеристики в исследованном диапазоне.

Сравнивая результаты исследований можно было наблюдать ярко выраженное подобие поведения кривых полученных экспериментальным и теоретическим путем, что позволяет использовать пороговые напряжения для разработки методики прогнозирования низкочастотной усталостной прочности металлических конструкционных материалов по результатам их высокочастотных испытаний.