

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЦИКЛИЧЕСКОГО НАГРУЖЕНИЯ НА ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Н.А. Гайдук

Научный руководитель – к.т.н., доцент *С.Е. Бельский*
Белорусский государственный технологический университет

Повышение надежности деталей машин и элементов конструкций, работающих при циклических колебаниях с различными амплитудно-частотными параметрами, требует проведения исследований развития процесса усталостной повреждаемости конструкционных материалов.

Исследования выполнены на отожженных образцах, изготовленных из алюминиевых сплавов Д16 и АМг. Анализ таких физико-механических характеристик как микротвердость (H_m), плотность дислокаций (ρ), микронапряжения (σ_{II}) проводился в условиях изгибных колебаний частотой 0,3; 3,0; 9,0 и 18,0 кГц регулярного цикла нагружения.

Действие циклических напряжений приводит к интенсивным изменениям тонкой структуры исследованных материалов, характеризующимся увеличением ρ и σ_{II} на начальном этапе испытаний. Кинетика возрастания микротвердости несколько отстает по числу циклов от увеличения микронапряжений и плотности дислокаций. Дальнейшее циклическое нагружение приводит к достижению «насыщения», характеризующегося максимальными уровнями плотности дислокаций и вакансий и торможением их дальнейшего продвижения под действием знакопеременных напряжений. Возрастание микронапряжений приводит к постепенному развитию межзеренной повреждаемости с последующим возникновением микротрещин. Как правило, этот процесс протекает параллельно с началом развития разупрочнения материалов, сопровождающегося снижением значений вначале ρ , а затем σ_{II} и H_m . С повышением частоты колебаний кинетические кривые сдвигаются вправо вдоль оси числа циклов. После достижения максимальных значений микротвердости, плотности дислокаций и микронапряжений происходило разупрочнение, завершающееся на базах, приблизительно соответствующих ускорению процесса разрушения образцов. Повышение частоты с 0,3 до 18 кГц привело к возрастанию промежутка числа циклов между максимальной величиной ρ и ее минимальным значением, соответствующим разупрочнению, что хорошо сочетается с определенным ранее [1,2] увеличением усталостной долговечности при возрастании частоты. Подобные зависимости получены для всех исследованных нами материалов.

Изучение кинетики тонкой структуры материалов позволяет приблизиться к выявлению физической сущности процессов усталостного разрушения, что открывает возможности как его прогнозирования, так и замедления путем проведения на определенных стадиях дополнительной обработки.

Кривые характеристик ФМХ исследованных материалов в диапазоне частот 0,3-18 кГц имели качественно одинаковый характер, различаясь только величиной максимумов и положением их на оси циклов. Это свидетельствует о единой природе усталостной повреждаемости в рассмотренном диапазоне частот и обеспечивает возможности разработки методик ускоренного определения низкочастотной усталости по результатам высокочастотных испытаний.

Литература

1. И.Г.Довгялло, Ф.Ф.Царук, А.Г.Капсаров, С.Е.Бельский, Л.М.Харлан. Физико-механические аспекты влияния амплитудно-частотных параметров нагружения и типов колебаний на циклическую прочность сложнагруженных деталей.//В сб.труды БГТУ, серия лесная и деревообрабатывающая промышленность, выпуск VI, Мн., 1998.

2. И.Г.Довгялло, Ф.Ф.Царук, С.Е.Бельский, А.Г.Капсаров. Влияние частоты механических колебаний на циклическую прочность деталей машин при различных схемах напряженного состояния./ В сб. трудов БГТУ, серия лесная и деревообрабатывающая промышленность, выпуск VII, Мн., 1999.