

К ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЛИЯНИЯ ЧАСТОТЫ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ НА СОПРОТИВЛЕНИЕ УСТАЛОСТИ МАТЕРИАЛОВ

*Белорусский государственный технологический университет
Минск, Беларусь*

Повышение надежности работы деталей машин, эксплуатирующихся в условиях сложного напряженного состояния, требует проведения большого количества усталостных испытаний. Использование колебаний высокой частоты обеспечивает за короткий промежуток времени наработку значительного числа циклов нагружения.

Однако в связи с отличием характеристик циклической прочности, получаемых при низких и высоких частотах нагружения для обоснования методики ускоренных усталостных испытаний необходимо определить корреляционные зависимости между схемой, параметрами колебаний и структурно-чувствительными свойствами конструкционных материалов. Для этого проведен теоретический анализ частотной зависимости эволюции дислокационной структуры на первом этапе развития процесса усталостной повреждаемости. Поскольку на развитие деформации наряду с движением дислокаций существенное влияние оказывает также их размножение и поведение в больших ансамблях, использована модель Келлера [1].

Модель Келлера, применяемая для описания закона движения закрепленного дислокационного сегмента, описывает инерционность и вязкость среды, а также самодействие дислокационного сегмента в рамках однодислокационного приближения.

$$A \frac{d^2 \xi}{dt^2} + B \frac{d\xi}{dt} - C \frac{d^2 \xi}{dt^2} = b \sigma_0 \sin ft$$

где $A = \frac{\rho b^2}{\pi}$ - приведенная масса на единицу длины дислокационного сегмента;

b - вектор Бюргерса;

f - частота;

t - время;

ρ - плотность материала;

B - коэффициент демпфирования, обусловленный случайностью распределения точечных дефектов в кристалле;

C - эффективное натяжение выпнутой дислокации.

$$C = \frac{2Gb^2}{\pi(1-\nu)}$$

где ν - коэффициент Пуассона;

$b \sigma_0 \sin ft$ - внешняя возбуждающая сила.

Уравнение, моделирующее данные процессы учитывает плотность материала, коэффициент вязкого трения, коэффициент Пуассона, частоту и амплитуду знакопеременного нагружения. Решение данного уравнения позволило определить критическую величину знакопеременного напряжения, при которой источник Франка-Рида начинает генерацию дислокаций и тем самым происходит развитие процесса усталостного разрушения материала. При малых частотах нагружения воздействие подвижных дислокаций заключается в том, что они уменьшают скорость распространения волн на величину

ну, пропорциональную их вкладу в пластическую деформацию. С увеличением частоты возникают дополнительные факторы уменьшения упругих модулей среды, что коррелирует с положением о том, что поглощение упругой энергии в области малых частот невелико, поскольку не проявляются динамические характеристики движущихся дислокаций.

Проведенные теоретические и экспериментальные исследования позволили установить, что критические напряжения достаточно точно соответствуют напряжениям, ниже которых не отмечается необратимых изменений структурно-чувствительных свойств материалов при неограниченно больших базах испытаний. Данные напряжения названы нами пороговыми напряжениями. Их экспериментальное определение осуществлялось во всем исследуемом диапазоне частот колебаний (0,1 кГц - 20 кГц), Пороговые напряжения определялись методами микротвердости, рентгеноструктурного и микроструктурного анализов, электросопротивления при достижении уровня циклических напряжений, ниже которых изменения параметров физико-механических свойств не регистрировались приборами. С превышением уровня пороговых напряжений, существенно зависящих от исследуемого материала и его прочностных свойств и началом упрочнения отмечался резкий рост вышеуказанных характеристик (рис. 1).

В связи с тем, что кривые пороговых напряжений и пределов выносливости материалов располагаются в исследованном диапазоне частот (100 Гц-20 кГц) практически эквидистантно, появляется возможность физически обоснованного прогнозирования низкочастотных характеристик циклической прочности по результатам высокочастотных испытаний.

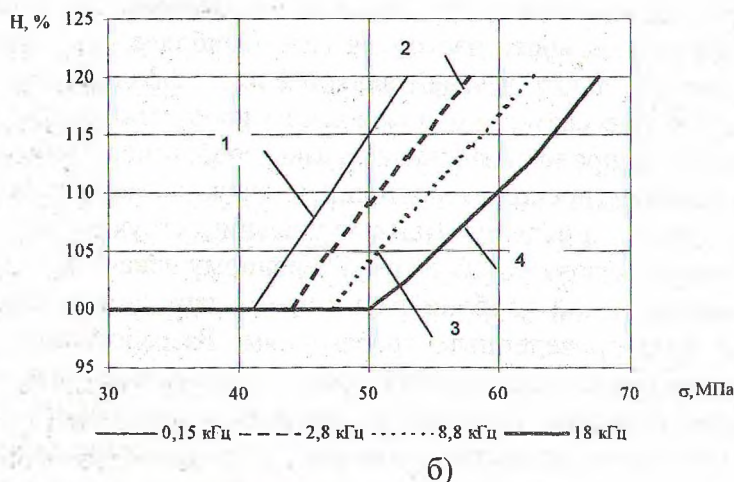
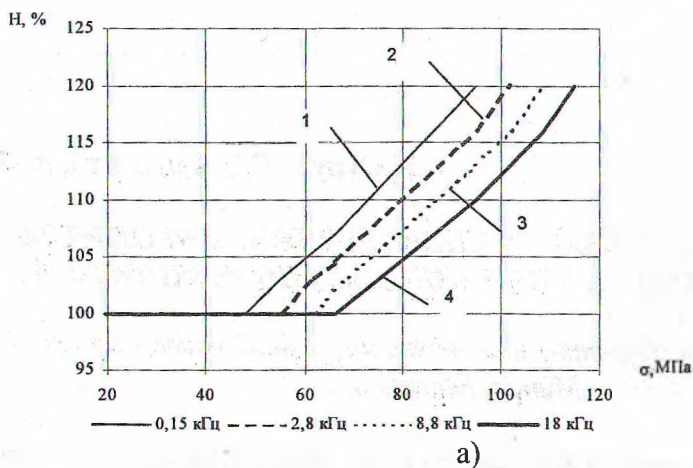


Рис. 1. Пороговые напряжения стали 40Х (а) и стали 10 (б) определенные на различных частотах испытаний.

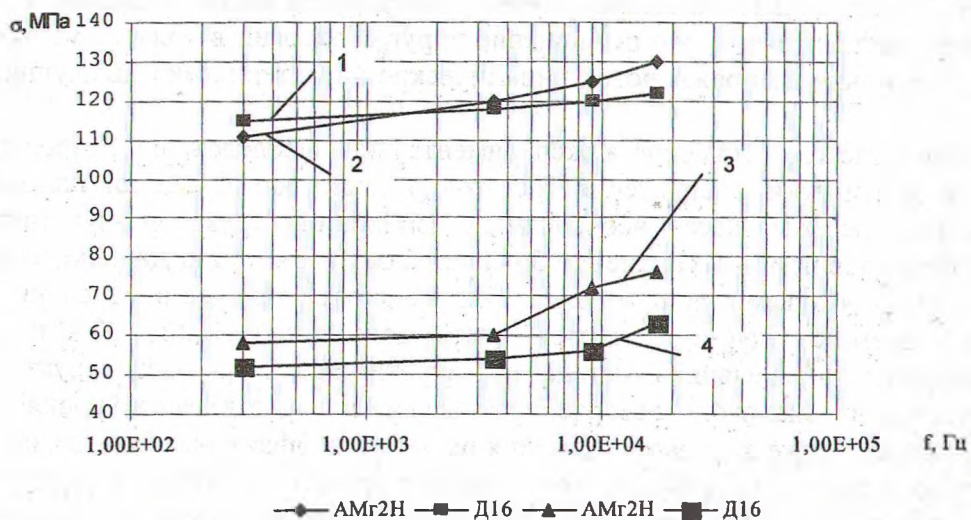


Рис. 2. Влияние частоты нагружения на изменение пределов выносливости (1, 2) и пороговых напряжений (3, 4).

Литература. 1. Dovgyallo I., Belsky S., Sobol V. The theoretical and experimental researches of physical natures of influence of frequency of mechanical vibrations on fatigue on characteristics of metals and alloys// The 5Th. International Symposium on Creep and Coupled Processes. Bialostok, 1995. – P.44-48.

УДК 621.185.532

А.И.Сурус, С.Е.Бельский, А.Ф.Дуленко

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ КАРБОНИТРАЦИИ НА КИНЕТИКУ ИЗНОСА УПРОЧНЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Белорусский государственный технологический университет
Минск, Беларусь

Эксплуатация сопрягаемых поверхностей ряда деталей машин и технологической оснастки сопровождается значительным трением и изнашиванием их рабочих поверхностей, что приводит к необходимости частой замены. Наиболее простым и дешевым способом повышения ресурса таких деталей является их диффузионное упрочнение. Используемые для этого процессы насыщения должны иметь минимальную трудоемкость и энергоемкость, стоимость и продолжительность. Целесообразно, чтобы процесс упрочнения был заключительным, поскольку финишная механическая обработка является весьма трудоемкой и приводит в ряде случаев к ухудшению структуры и свойств тонкого поверхностного слоя, а следовательно к его ускоренному изнашиванию [1].

Процесс низкотемпературной карбонитрации в расплаве азотсодержащих солей удовлетворяет многим вышеприведенным требованиям. Разработанная нами схема процесса с использованием механических колебаний, вводимых в расплав обеспечивает существенное повышение толщины и твердости поверхностного слоя [2]. В связи с использованием данного процесса в качестве финишного, целью настоящей работы является исследование влияния параметров упрочнения на кинетику изнашивания обрабатываемых поверхностей.