

УДК 621.185.532

И. Г. Довгялло, доц.;
Ф. Ф. Царук, ст. преп.;
А. В. Новицкий, асп.;
Д. Н. Рудченко, студ.

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ КОЛЕБАНИЙ НА ИЗМЕНЕНИЕ УСТАЛОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СПЛАВА АМг2 В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР

The results of investigations of influence of the high temperatures on the fatigue properties of АМг2 aluminium alloy under high frequency cyclic bending are submitted.

Создание высоконадежных конструкций лесных машин, работающих в условиях интенсивных вибрационных нагрузок, невозможно без наличия информации о влиянии различных факторов на характеристики циклической прочности конструкционных материалов [1]. Получают такого рода данные путем проведения исследований процесса усталостного повреждения материалов на модельных образцах в контролируемых условиях.

В работе приведены данные о влиянии высокочастотных механических колебаний, температуры и времени воздействия последней на усталостные характеристики моделей из алюминиевого сплава АМг2. Выбор данного материала в качестве модельного объясняется хорошей изученностью его свойств; тем, что служебное использование сплава происходит в условиях интенсивных вибраций, а также удобством проведения исследований благодаря относительно низкой температуре плавления.

Испытания отожженных и электрополированных образцов, вырезанных из металла одной поставки вдоль направления проката, проводились при частоте 18 кГц симметричного циклического изгиба, затем осуществлялось их вылеживание в диапазоне температур 293 - 493°К. Для проведения усталостных испытаний применялась установка на базе магнитострикционного преобразователя, работавшая в автоколебательном резонансном режиме, что позволяло по падению собственной частоты колебаний отслеживать накопление усталостных повреждений в материале и по достижении заданной степени повреждения образца прекращать испытания [2].

В качестве усталостной характеристики, чувствительной к воздействию температуры и времени выдержки, нами были выбраны пороговые напряжения. Они достаточно просто определяются с помо-

стью измерения микротвердости вдоль образца, колебавшегося на второй собственной форме. Микротвердость (нагрузка на индентор 5 Н, прибор ПМТ-3) определялась в выбранной зоне циклических напряжений, установленных с помощью функций Крылова, сразу после испытаний, а затем - после выдержки образца некоторое время при заданной температуре.

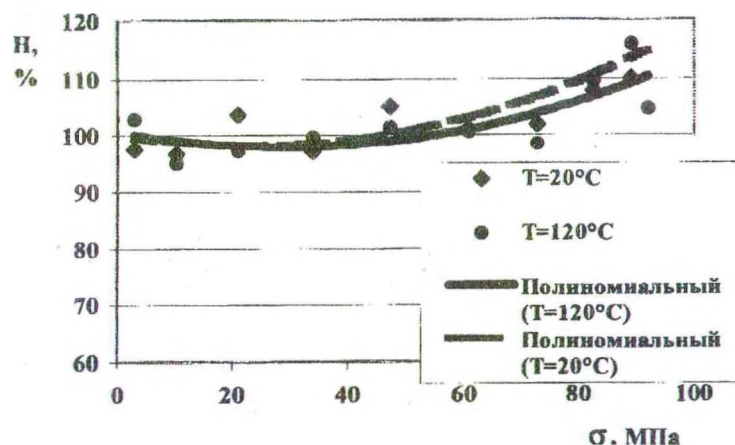


Рис. 1. Влияние температуры и напряжений на микротвердость сплава АМг2

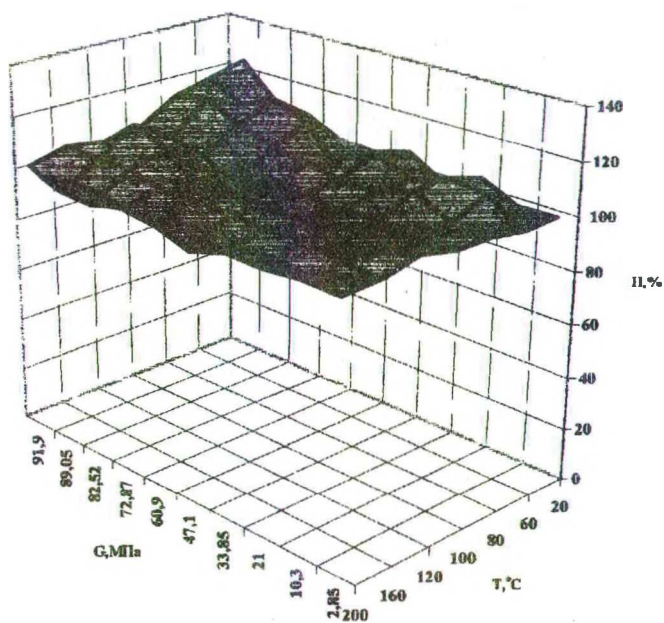


Рис. 2. Изменение микротвердости

Характер изменения микротвердости при нормальной и повышенных температурах практически одинаков, что видно из подобия формы кривых изменения микротвердости (рис. 1). Необходимо отметить закономерный сдвиг в сторону увеличенных циклических напряжений точки перегиба данных кривых (пороговых напряжений) с увеличением температуры выдержки во всем исследованном диапазоне (рис. 2).

Из анализа экспериментальных данных следует, что увеличение температуры выдержки приводит к отжигу дефектов структуры таким образом, что происходит закономерный сдвиг величины пороговых напряжений (напряжений, при которых фиксируется начало изменения микротвердости) в сторону их увеличения. Можно предположить, что при повышении температуры происходит устранение термически активируемых препятствий (точечных дефектов решетки, атомов твердого раствора) благодаря тому, что внутренние напряжения в структуре должны совершать меньшую работу по преодолению препятствий, и это можно видеть из выражения для скорости сдвиговой деформации $\dot{\gamma}$ [3]:

$$\dot{\gamma} = \frac{\rho_m}{l} \nu b S \exp\left(-\frac{U_0 - V_a \tau_e}{k_b T}\right),$$

где ρ_m – плотность движущихся дислокаций; l – расстояние между дислокациями; ν – частотный коэффициент (с энтропийным членом); b – расстояние смещения дислокации за один акт преодоления препятствия; S – ометаемая площадь при движении дислокации; τ_e – сдвиговое напряжение; U_0 – энергия активации, соответствующая пределу $\tau_e = 0$; V_a – активационный объем; k_b – постоянная Больцмана; T – абсолютная температура.

Оценочные расчеты по вышеприведенной зависимости установили характер поведения данной характеристики, подобный приведенному на рис. 3 изменению пороговых напряжений при увеличении температуры, подтверждая тем самым термически чувствительную природу пороговых напряжений.

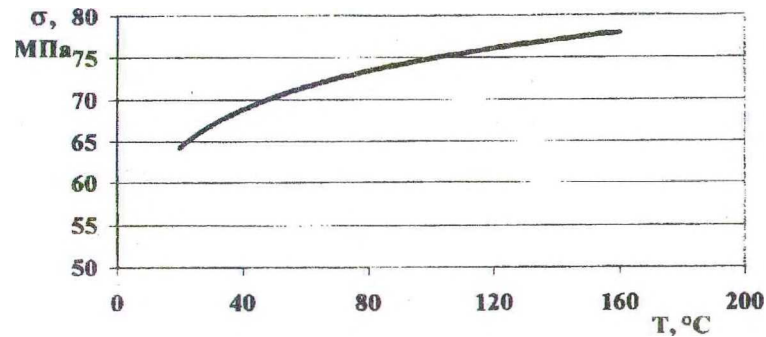


Рис. 3. Влияние температуры на пороговые напряжения сплава АМг2

Учитывая то, что характер изменения пороговых напряжений как при низкой, так и высоких частотах остается практически неизменным при нормальных температурах, закономерно увеличиваясь с ростом частоты циклических напряжений [4], можно предположить, что установленная зависимость будет сохраняться и для низких частот испытаний, регламентированных ГОСТом.

Данное обстоятельство позволяет проводить ускоренные исследования по увеличению циклической прочности материалов с использованием высокой частоты нагружения и выдержки при повышенных температурах циклически деформированных деталей для отжига повреждений, полученных при знакопеременном нагружении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Усталостные испытания на высоких частотах нагружения / Под ред. В. А. Кузьменко. – Киев.: Наукова думка. – 1979.
2. Dovgyallo I., Tsaruck F., Dolbin N., Dovgyallo A. Estimation of influence of frequency of flexural vibrations of structural sensitive characteristics of 20x13 steel // The 4 Th. International Symposium on Creep and Coupled Processes. Bialostok, 1992.- P. 57-63.
3. Судзуки Т., Ёсинага Х., Такеути С. Динамика дислокаций и пластичность: Пер. с япон.-М.: Мир, 1989.
4. Довгялло И. Г., Царук Ф. Ф., Юргилевич А. Н. Методика прогнозирования низкочастотной усталости конструкционных материалов по результатам высокочастотных изгибных испытаний. Современные проблемы машиноведения.: Матер. Междунар. научно-техн. конфер. (научн. чтен. посв. П. О. Сухому). (1-3 июля 1998 г., г. Гомель) / Под ред. А. С. Шагиняна. – Гомель: ГПИ, 1998.-Т. I.- С. 164-166.