

УДК 621.785.532

Ф.Ф. Царук, доц. канд. техн. наук;
С.Е. Бельский, доц. канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск);
А.Ч. Русецкий, асп.
(ОАО «Нафтан» г. Новополоцк)

УСТАЛОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕДНОГО СПЛАВА ПРИ ЦИКЛИЧЕСКОМ ДЕФОРМИРОВАНИИ В ШИРОКОМ ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ

Исследование циклической прочности медного сплава М1 при знакопеременном симметричном циклическом изгибе проводилось в диапазоне температур 293°К – 673°К. Нагружение образцов осуществлялось с помощью магнитострикционного резонансного стенда ($f_{рез} = 8,8$ кГц) и электродинамического вибростенда ($f_{рез} = 0,22$ кГц).

Испытательный стенд работал в автоколебательном режиме с автоматическим поддержанием амплитуды колебаний образцов, которые представляли собой балочки прямоугольного сечения (1,8х6 мм), вырезанные вдоль направления проката, подвергнутые вакуумному отжигу, шлифовке и электрополировке. На низкой частоте нагружения образцы колебались по первой собственной форме колебаний, на высокой частоте – по второй [1].

Увеличение частоты нагружения (от 0,22 до 8,8 кГц) практически не сказывается на форме усталостных кривых. При этом сохраняется их эквидистантность и отмечается монотонный рост усталостной долговечности на всех базах испытаний.

Все вышеперечисленное позволило предположить отсутствие значимых различий в физике процесса усталостного повреждения на низких и высоких частотах нагружения, для подтверждения чего были проведены исследования кинетики физико-механических характеристик материалов в процессе нагружения на различных частотах. После вылеживания образцов в течение суток при комнатной температуре исследовались структурно-чувствительные характеристики: микротвердость $H_{ц}$ и циклический предел текучести $\sigma_{цт}$.

Исследование микротвердости производилось с помощью прибора ПМТ–3 по стандартной методике. Отношение величины циклических напряжений к величине ограниченных пределов выносливости для всех частот и температур принято одинаковым [2].

Результаты экспериментов показывают, что рост числа циклов для всех частот нагружения характеризуется увеличением $H_{ц}$ на начальной стадии до максимума с последующим ее уменьшением. Сохранение конфигурации кривых изменения микротвердости говорит

об отсутствии коренного отличия процесса усталостного нагружения на существенно различных скоростях приложения циклических напряжений.

Накопление повреждений в слабых и наиболее благоприятно ориентированных по отношению к приложенному напряжению микрообъемах материала приводило к возникновению на полированной поверхности образцов полос скольжения, являющихся результатом выхода на поверхность дислокационных скоплений в виде плотно расположенных экструзий и интрузий.

Кинетика величины напряжения, соответствующего моменту появления полос скольжения (циклическому пределу текучести $\sigma_{цт}$) показывает монотонное снижение данной характеристики с ростом числа циклов разрушения для всех исследуемых частот колебаний аналогично кривым усталости.

Данные исследований показали, что основные закономерности накопления усталостных повреждений в условиях высоких температур те же, что и при комнатных температурах.

Таким образом, показан одинаковый характер изменения усталостных характеристик при различных частотах нагружения, что может служить основой для создания методики ускоренного прогнозирования высоко-температурной низкочастотной усталостной долговечности на базе использования высокой частоты нагружения и данных об изменении физико-механических свойств [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Estimation of influence of frequency of flexural vibrations of structural sensitive characteristics of 20x13 steel / I. Dovgyallo [et al.] // The 4Th. International Symposium on Creep and Coupled Processes. – Bialostok, 1992. – P. 57 – 63.

2. Tsaruck, F. Method of the accelerated prediction of fatigue properties of metals at normal and heightened temperatures by results of high-frequency tests, Proceedings of III international symposium on tribofatigue ISTF 2000 / F. Tsaruck, A. Novitskiy – China; 2000. Hunan University Press. – P. 193 – 195.