

УДК 621.125.532

Ф.Ф. Царук, доц., канд. техн. наук;
С.Е. Бельский, доц., канд. техн. наук;
А.В. Блохин, доц., канд. техн. наук;
М.Н. Пищов, доц., канд. техн. наук
(БГТУ, г. Минск)

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НИЗКОЧАСТОТНОЙ УСТАЛОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ИЗГИБНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Для разработки методики ускоренного прогнозирования низкочастотных характеристик циклической прочности конструкционных материалов проводились усталостные испытания различных материалов (стали 20Х13, меди М1, алюминиевых сплавов Д16 и АМг2Н) в широком частотном диапазоне (0.3 - 18 кГц) знакопеременного изгиба при регулярном нагружении с использованием электродинамического вибростенда (0.3 кГц) и специально созданных магнитострикционных испытательных установок (2.8, 8.8 и 18 кГц).

Статистическая обработка результатов усталостных испытаний, позволила установить, что частота нагружения практически не влияет на характеристики рассеяния усталостной долговечности исследованных материалов. Увеличение частоты нагружения практически не сказалось на форме усталостных кривых, при сохранении их эквидистантности и приводило к монотонному росту 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 (ФМХ) материалов в процессе нагружения на различных частотах.

Установлено, что ФМХ являются частотнозависимыми, причем с ростом частоты колебаний характерные точки кривых изменения монотонно сдвигаются в сторону увеличения числа циклов при одинаковой форме этих кривых и отражает факт некоторого запаздывания процесса усталостного повреждения с ростом частоты из-за меньшего времени действия максимальных напряжений [1].

Данные обстоятельства позволяют предложить физически обоснованную методику ускоренного прогнозирования низкочастотных характеристик циклической прочности конструкционных материалов. Для этого было введено понятие пороговых напряжений, т.е. величины циклических напряжений σ_p , ниже которых не происходит каких либо необратимых изменений ФМХ на данной базе испытаний. Ре-

зультаты исследований данной характеристики показали монотонный ее рост с увеличением частоты, а также, что весьма ценно, существование постоянной разности между ней и величиной ограниченных пределов выносливости во всем исследованном диапазоне частот для каждого материала.

Методика прогнозирования предполагает определение усталостных характеристик материала на возможно более высокой частоте с соблюдением ограничений по температуре саморазогрева и одновременным определением величины высокочастотного порогового напряжения $\sigma_{пв}$ (например, по результатам исследования микротвердости). Одновременно испытаниям подвергаются образцы на низкой частоте с целью определения низкочастотного порогового напряжения $\sigma_{пн}$. По завершению высокочастотных испытаний определяется величина $\Delta\sigma$ – разность между ограниченным пределом выносливости на высокой частоте $\sigma_{лв}$ и величиной порогового циклического напряжения $\sigma_{пв}$. Затем с помощью величины $\Delta\sigma$ и находится искомый предел низкочастотной выносливости как $\sigma_{лн} = \sigma_{пн} + \Delta\sigma$.

Экспериментальная проверка данной методики прогнозирования показала ее достаточную точность при значительном сокращении длительности и трудоемкости определения усталостных характеристик [2]. 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 поврежденных, полученных при знакопеременном нагружении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Судзуки Т., Ёсинага Х., Такеути С. Динамика дислокаций и пластичность: Пер. с япон.-М.: Мир, 1989.-296 с.
2. 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.