

ки. Исследования проводились на цилиндрических образцах из стали 25ХГТ диаметром 20 мм и длиной 10 мм, подвергнутых борированию и боросилицированию при температуре 950°С и времени обработки от 0,5 до 5,0 часов. Изменения диаметров образцов фиксировались при помощи вертикального оптиметра типа ИКВ с ценой деления 0,001 мм. Отмечен прирост размеров (Δl), пропорциональный увеличению времени выдержки и толщины поверхностного упрочненного слоя. Увеличение размеров составляет приблизительно 18–22% от толщины как борированного, так и боросилицированного слоев.

Шероховатость поверхности определяли по параметру Ra на профилографе-профилометре. Исследование проводилось на образцах из сталей 45, 40Х и 25ХГТ, предварительно обработанных с различной чистотой поверхности, а затем подвергнутых упрочнению борированием и боросилицированием при температуре насыщения 950°С и времени выдержки 3 часа [1]. Состояние поверхности после диффузионного насыщения как при борировании, так и боросилицировании ухудшается на всех образцах. Процент возрастания Ra примерно одинаковый при всех исходных значениях шероховатости. При борировании наблюдается большее возрастание параметра Ra (на 10–20 %), чем при боросилицировании.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пищов, М.Н. Исследование условий эксплуатации и динамической нагруженности деталей трансмиссии трелевочных тракторов / М.Н. Пищов, В.А. Симанович, С.Е. Бельский // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообаб. пром-сть. Мн., 2009. – Вып. XVII. С 113 – 115.

УДК 621.185.532.

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

КОМПЛЕКС ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ УСТАЛОСТНЫХ ИСПЫТАНИЙ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Разработка нового технологического оборудования и повышение служебных характеристик существующего невозможно без создания испытательных стендов, которые позволяют в кратчайшие сроки провести усталостные испытания материалов и элементов конструкций. Предлагаемые в данной работе резонансные установки позволяют в сжатые сроки получить данные о характеристиках усталости различных материалов на больших базах испытаний в широком диапазоне частот (0.3 кГц; 2.8 кГц; 8.8 кГц; 18 кГц) и температур (300 - 1000°К).

Источником механических колебаний в установках служат либо электродинамический вибростенд ($f = 0.3$ кГц) или магнитострикционные преобразователи (2.8 кГц; 8.8 кГц; 18 кГц) работающие в резонансном режиме для достижения приемлемого уровня циклических напряжений, достаточного для разрушения испытываемого образца. Автоматическое поддержание постоянной амплитуды колебаний образца осуществляется с помощью прибора стабилизации амплитуды ПСА, включающего в себя управляемый усилитель с использованием фазовращателя, ограничителя и фильтров, настроенных на собственные частоты колебаний преобразователей и образцов. Между преобразователями и образцами (для высоких частот) устанавливаются концентраторы с коэффициентами усиления, позволяющие достичь необходимого уровня циклических напряжений в материале образца. Измерение амплитуды колебаний образцов, колеблющихся на различных (первой или второй собственной) формах колебаний осуществляется с помощью виброметра и контролируется оптическим микроскопом.

Использование при испытаниях гармоническим нагружением автоколебательного режима работы испытательных стендов позволяет одновременно со стабилизацией амплитуды циклической нагрузки отслеживать изменение собственной резонансной частоты колебаний образца, которая отражает кинетику усталостного повреждения исследуемого материала [1]. Автоматическое прекращение испытаний по достижении трещиной заданной длины обеспечивает повышение достоверности результатов.

Установленное с помощью данного оборудования закономерное влияние частоты нагружения на усталостные характеристики, выражающееся в монотонном их росте с увеличением частоты, позволило эффективно использовать высокочастотное нагружение для ускоренного проведения усталостных испытаний и отработки технологии упрочнения высоконагруженных деталей машин, создать научно обоснованную методику ускоренного прогнозирования низкочастотной циклической прочности материалов по результатам высокочастотных испытаний [2].

Представляется возможным использование данного оборудования (возможно с незначительной модернизацией) и для разработки эффективных технологий повышения усталостных характеристик конструкционных материалов и элементов конструкций [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. F. Tsaruck, A. Novitskiy. 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 tribo-fatigue ISTF 2000, Hunan University Press, China, P. 193-195.

2. Довгялло И.Г., Царук Ф.Ф., Новицкий А.В., Рудченко Д.Н. Влияние высокочастотных колебаний на изменение усталостных характеристик сплава АМг2 в условиях повышенных температур. // Труды БГТУ., Вып. 7.- Минск: БГТУ, 1999. - С. 145-148.

3. 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.

УДК 621.185.532

Ф.Ф. Царук, доц., канд. техн. наук;

А.В. Блохин, доц., канд. техн. наук;

М.Н. Пищов, доц., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск)

А.Ч. Русецкий, магистрант (ОАО «Нафтан»)

ВЛИЯНИЕ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР НА ИЗМЕНЕНИЕ СЛУЖЕБНЫХ СВОЙСТВ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Исследование циклической прочности медного сплава М1 при знакопеременном симметричном циклическом изгибе проводилось в диапазоне температур 293–673°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. Нагрев образцов в электропечи сопротивления (макс. отклонение $\pm 2^\circ\text{К}$) производился с выдержкой образца при заданной температуре до нагружения в течение часа. Испытания продолжались до появления усталостной трещины заданного размера, что отмечалось по падению резонансной частоты установки [1].

Статистическая обработка результатов усталостных испытаний позволила установить, что температура практически не влияет на характеристики рассеяния усталостной долговечности исследованного материала, лишь несколько увеличивая вероятность разрушения образца с ростом температуры. Увеличение температуры приводит к монотонному снижению усталостной долговечности для всех баз испытаний.

Все вышеперечисленное позволило предположить отсутствие значимых различий в физике процесса усталостного повреждения на