

**Литература.** 1.Спирков С.Н., Скрипник В.М., Зайчик В.С. Метод уменьшения сложности модели для описания экспериментальных данных.// -В сб. Разработка и внедрение КСУК на предприятия радиоэлектроники и связи и увеличение на этой основе выпуска продукции высшей категории качества. –Мн.: 1978. 2.Поллард Дж. Справочник по вычислительным методам статистики. –М.: Финансы и статистика, 1982. 3.Форсайт Дж., Малкольм М., Моулер К. Машинные методы математических вычислений. –М.: Мир, 1988. 4.Браунли К.А. Статистическая теория и методология в науке и технике: Пер. с англ. – М.: Наука, 1969. 5.Беляев Ю.К. Вероятностные методы выборочного контроля. –М.: Наука, 1975.

УДК 621.185.532

**Ф.Ф. Царук, С.Е. Бельский, А.В. Блохин**

## **ВЫСОКОЧАСТОТНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ УСТАЛОСТИ МЕТАЛЛОВ ПРИ НОРМАЛЬНЫХ И ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ**

*Белорусский государственный технологический университет  
Минск, Беларусь*

Высокочастотное нагружение позволяет значительно снизить трудоемкость и временные затраты при проведении усталостных испытаний [1]. Однако различие в процессе накопления усталостных повреждений на высоких и низких частотах вынуждает проводить исследования по выявлению природы этих отличий [2].

В данной работе приведены некоторые результаты по исследованию модельного материала меди М1 и алюминиевого сплава Д16 в условиях знакопеременного циклического изгиба при нормальных и повышенных температурах.

Нагружение образцов производилось с помощью специально разработанных магнитоотриксционных (резонансная частота  $f=2.8, 8.8, \text{ и } 18.0$  кГц) стендов. Испытательные стенды работали в автоколебательном режиме с автоматическим поддержанием амплитуды колебаний образцов, которые представляли собой балочки прямоугольного сечения (1.8х6 мм), вырезанные вдоль направления проката, подвергнутые шлифовке, электрополировке и вакуумному отжигу. Нагрев образцов в электропечи сопротивления производился с выдержкой образца при заданной температуре (макс. откл.  $\pm 2^\circ\text{K}$ ) до нагружения в течение часа. Для построения кривых усталости испытания продолжались до появления в образце усталостной трещины заданного размера, что фиксировалось по падению резонансной частоты установки. Кинетику протекания процесса усталостного повреждения отслеживали с помощью микротвердости, как наиболее удобной для применения в экспериментальной практике и чувствительной к факторам нагружения характеристики

Статистическая обработка результатов усталостных испытаний, осуществленная на основании гипотезы нормального закона распределения, позволила установить, что нагрев практически не влияет на характеристики рассеяния усталостной долговечности исследованных материалов, лишь несколько увеличивая вероятность разрушения образцов с ростом температуры. Увеличение температуры практически не сказывается на форме усталостных кривых исследованных материалов, но приводит к монотонному снижению усталостной долговечности для всех баз испытаний (медь М1 - рис. 1,  $f=8.8$  кГц). Можно отметить интенсивное снижение долговечности с ростом числа циклов нагружения. Повышение температуры испытаний более ощутимо влияет на протекание

процесса усталостного повреждения по сравнению с числом циклов, значительно интенсифицируя падение циклической прочности материала (сплав Д16 - рис. 2,  $f=8.8$  кГц).

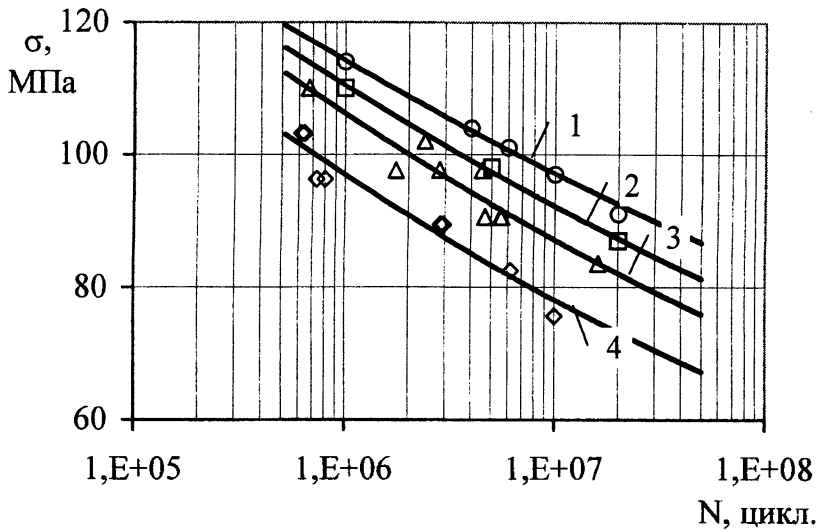


Рис. 1. Кривые усталости меди М1 для частоты  $f=8.8$  кГц:

1 – 293°К; 2 – 428°К; 3 – 543°К; 4 – 613°К; 5 – 673°К.

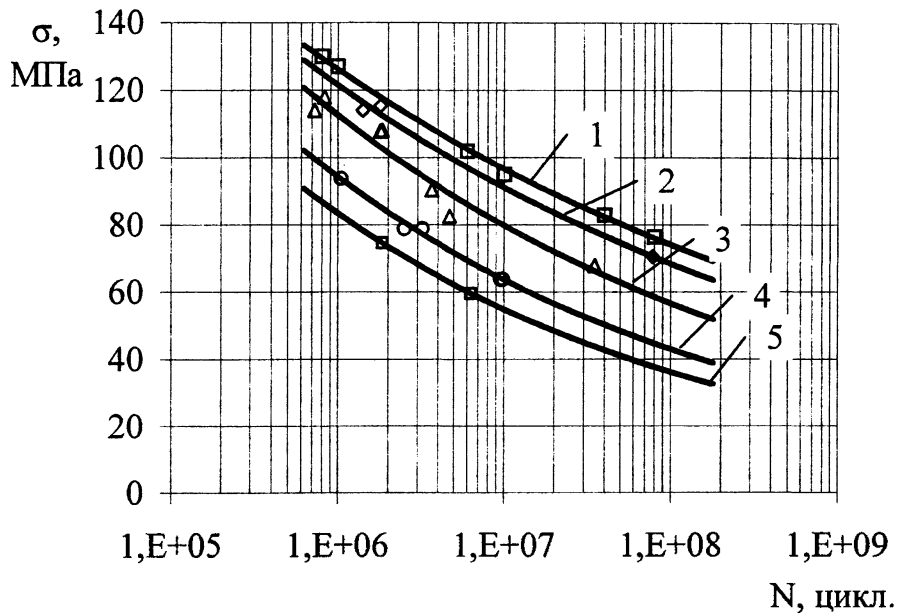


Рис. 2. Кривые усталости сплава Д16 для частоты  $f=8.8$  кГц:

1 – 293°К; 2 – 373°К; 3 – 423°К; 4 – 473°К.

Анализ поведения ограниченных пределов выносливости показывает монотонное их падение в исследованном диапазоне температур с ростом последней (рис. 3, 4), что явным образом указывает на то, что сопротивление усталости данных материалов в основном определяется числом циклов нагружения без сколько-нибудь значимого влияния термически активируемых процессов, определяющих циклическую долговечность.

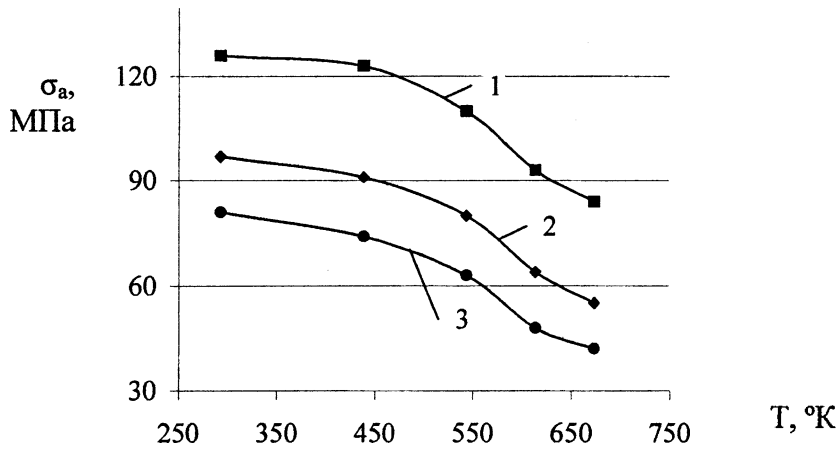


Рис. 3. Влияние температуры на ограниченные пределы выносливости меди М1 для частоты  $f=8.8$  кГц:

1 –  $10^6$  цикл., 2 –  $10^7$  цикл., 3 –  $5 \cdot 10^7$  цикл.

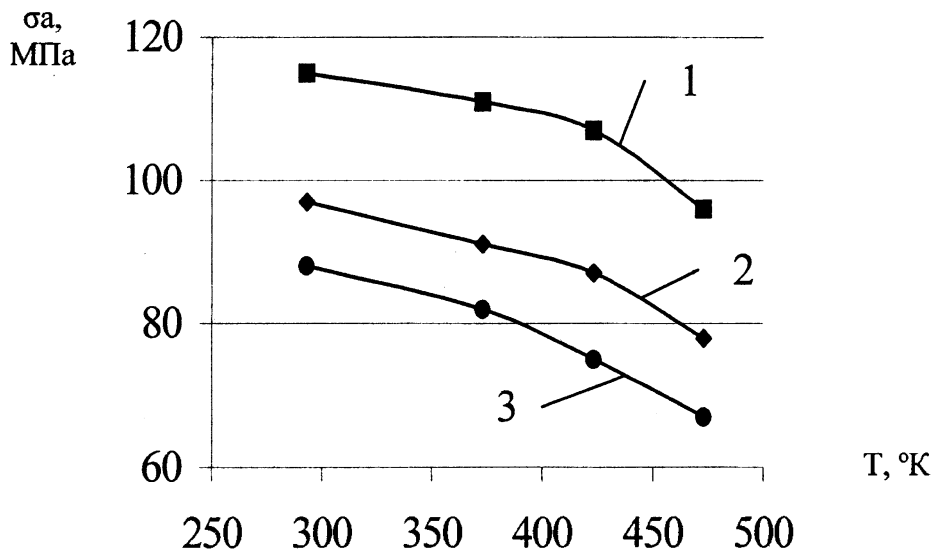


Рис. 4. Влияние температуры на ограниченные пределы выносливости сплава Д16 для частоты  $f=8.8$  кГц:

1 –  $10^6$  цикл., 2 –  $10^7$  цикл., 3 –  $5 \cdot 10^7$  цикл.

Таким образом, на примере зависимости многоциклового высокочастотной усталости модельного материала (меди М1) и промышленного сплава Д16 показана возможность исследования сопротивления усталости с использованием высокочастотного нагружения в различных условиях с целью разработки эффективных технологий повышения эксплуатационных свойств конструкционных материалов.

**Литература.** 1. Усталостные испытания на высоких частотах нагружения / Под ред. В.А. Кузьменко. – Киев : Наук. думка, 1979. 336 с. 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.