

УДК 621.787:539.319

**ОБОСНОВАНИЕ СТЕПЕНИ ДОСТОВЕРНОСТИ ОЦЕНКИ МАЛОЦИКЛОВОЙ  
УСТАЛОСТИ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОЙ  
ЗАВИСИМОСТИ МЭНСОНА-КОФФИНА НА БАЗЕ СТАТИСТИКИ  
ИСПЫТАНИЙ СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ  
ПРИ ОТНУЛЕВОМ ЦИКЛЕ «МЯГКОГО» НАГРУЖЕНИЯ**

Кочерова Е. Е., Кужахметов Б.Л., Кирпичёв В.А.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика  
С. П. Королёва (национальный исследовательский университет), г. Самара

При выполнении расчёта долговечности деталей газотурбинного двигателя (ГТД), повреждаемых по малоцикловой усталости (МЦУ), согласно «Нормам прочности газотурбинных двигателей ...» ФГУП ЦИАМ, необходимо проводить испытания вырезанных из соответствующих деталей (или заготовок) образцов при «жёстком», то есть с заданным циклом деформации нагружении с различными коэффициентами асимметрии цикла деформирования и с различными выдержками при максимальной деформации цикла (для учёта влияния ползучести при повышенных температурах). Для обеспечения достоверности расчёта испытания должны быть проведены в достаточном для статистической обработки объёме.

Целью данной работы является подтверждение возможности достижения достаточной достоверности оценки долговечности деталей, повреждаемых по механизму МЦУ, с использованием модифицированного уравнения Мэнсона-Коффина и формирование предложений по порядку его использования.

Ранее применявшиеся подходы к анализу долговечности по сопротивлению МЦУ строились на использовании результатов циклических испытаний вырезанных из деталей стандартных гладких образцов и образцов с V-образными концентраторами различного радиуса (коэффициентами концентрации напряжений) в основании надреза, полученными при «мягком» нагружении образца.

Эти экспериментальные данные, наряду с достаточно малочисленными случаями разрушения деталей по механизму МЦУ, являются уникальным материалом для оценки качества работы модифицированного уравнения Мэнсона-Коффина и возможной необходимости его коррекции.

В настоящей работе проведена обработка большого объёма результатов испытаний образцов на МЦУ. Выполнено моделирование проведённых испытаний средствами коммерческого САЕ пакета ANSYS v14 с целью получения необходимых для расчёта долговечности параметров уравнения Мэнсона-Коффина.

Сравнение расчётных кривых МЦУ образцов на моделях и кривых МЦУ, полученных в экспериментах, показало вполне удовлетворительную работу уравнения для жаропрочных никелевых и титановых дисковых сплавов и, соответственно, достаточную точность расчёта долговечности по МЦУ с использованием модифицированного уравнения Мэнсона-Коффина.