

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ УСТАЛОСТНОГО РАЗРУШЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ.

Н.Г. Бураго¹, А.Б. Журавлев¹, И.С.Никитин², А.А.Шанявский³

¹ *ИПМех РАН им. А.Ю. Ишлинского, Москва*

² *РГТУ-МАТИ им. К.Э.Циолковского, Москва*

³ *ГосЦентр безопасности полетов, Москва*

Предлагаемое исследование связано с существующей проблемой усталостного разрушения титановых дисков компрессора газотурбинного двигателя (ГТД) в эксплуатации. Анализ реализованных процессов разрушения показывает, что зарождение и развитие усталостных трещин происходит в зоне контакта диска и лопаток [1].

Для определения трехмерного напряженно-деформированного состояния (НДС) создана конечноэлементная расчетная модель реальной конструкции диска компрессора ГТД. Проведены расчеты НДС в полетных циклах нагружения (малоцикловая усталость - МЦУ) с учетом центробежных и аэродинамических нагрузок, контактных взаимодействий составляющих элементов (диска, лопаток, фиксирующих штифтов, бандажных полок). Параметры предельного состояния цикла соответствовали скорости полета 200 м/с, частоте вращения 3000 об/мин. Учитывались аэроупругие эффекты, связанные с изменением формы конструкции при ее взаимодействии с набегающим потоком [2]. Получены оценки долговечности в виде предельного безопасного числа полетных циклов нагружения на основе современных моделей многоосного усталостного разрушения по напряженному состоянию, по деформированному состоянию и по накопленной повреждаемости [3].

Дополнительно исследовался альтернативный механизм усталостного нагружения, связанный с наблюдаемыми высокочастотными осевыми колебаниями бандажных полок (сверхмногоцикловая усталость - СВМУ). Амплитуда колебаний принималась равной ± 1 мм при частоте 3000 об/мин. Также получены оценки долговечности в виде числа вибраций, при котором выполняется критерий разрушения. В отсутствие

экспериментально обоснованных моделей многоосной усталости в режиме СВМУ, применялись известные критерии многоосного усталостного разрушения МЦУ. Параметры для них определялись с учетом немногочисленных данных одноосных СВМУ испытаний.

Зоны зарождения усталостного разрушения в обоих случаях близко расположены и приблизительно совпадают с наблюдаемыми при эксплуатации, а интегральная оценка долговечности в реальном времени составляет 20000 – 50000 полетных циклов. Это указывает на альтернативный характер возможных механизмов усталостного разрушения данного элемента компрессора.

Работа выполнена в рамках ФЦП "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" на 2009-2013 годы.

Литература

1. Шанявский А.А. Моделирование усталостных разрушений металлов. - Уфа. Изд-во научно-технической литературы «Монография». 2007. 498с.
2. Бурого Н.Г., Журавлев А.Б., Никитин И.С. Анализ напряженного состояния контактной системы «диск-лопатка» газотурбинного двигателя. // Вычисл. мех. сплош. сред. 2011. Т. 4. № 2. С. 5-16.
3. Бурого Н.Г., Журавлев А.Б., Никитин И.С. Модели многоосного усталостного разрушения и оценка долговечности элементов конструкций. // Изв. РАН. МТТ. 2011. №6. С. 22-33.