

ОЦЕНКА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ДИСКОВ ГТД ПРИ ПОДГОТОВКЕ К РАЗГОННЫМ ИСПЫТАНИЯМ

Астафьева К.И., Маркачев А.С.

ПАО «ОДК-Кузнецов», г. Самара, astafevaxenia@yandex.ru

Ключевые слова: разгонные испытания, несущая способность, диски ГТД, разрушающая частота вращения.

Диски компрессоров и турбин газотурбинных двигателей (ГТД) относят к числу основных деталей, разрушение которых приводит к катастрофическим последствиям.

Расчетный запас по разрушающей частоте вращения на этапе проектирования роторов допускается определять по аналитическим формулам [1] на основе теорий предельного равновесия.

В связи с рядом допущений, принятых в такого рода расчетах степень доверия таким оценкам – невысока и действующие Нормативные документы, в частности [2] требуют обязательного экспериментального подтверждения несущей способности роторных конструкций – в основном дисков, иногда с учётом стыкуемых деталей роторов.

Основные сложности при проведении таких экспериментов:

- ограниченное количество разгонных стендов и большое количество индивидуальных объектов испытаний;
- возможные конструктивные ограничения по разгонным стендам;
- высокая стоимость проведения каждого испытания с учётом потери узла, оснастки и затрат на специальное препарирование и восстановление повреждённых каждым таким испытанием конструкций разгонного стенда;
- ограниченные возможности моделирования эксплуатационного теплового состояния диска (роторной конструкции).

Для достоверного определения запасов по разрушающей частоте вращения на этапе сертификации двигателя и сокращения объема испытаний натуральных дисков путём обоснованного выбора типовых представителей используется численное моделирование разгонных испытаний с помощью метода конечных элементов (МКЭ) [3]. Наибольшее распространение получили численные методы определения разрушающих частот вращения дисков на основе теории пластического течения [4, 5].

В связи с неоднозначностью критериев предельного состояния при таком анализе в работе выполнена предварительная верификация их использования на базе имеющихся результатов разгонных испытаний конструкций – прототипов.

Комплектация групп и выбор типовых представителей дисков логично выполнять по следующим основным критериям:

- материал;
- тип заготовки;
- размерность заготовки;
- геометрические особенности;
- условия работы;
- минимальные запасы по разрушающей частоте вращения по результатам анализа в 3D постановке с учетом концентраторов и окружения.

В настоящей работе выполнено расчетное моделирование разгонных испытаний модельного ротора перспективного двигателя (рис. 1):

- проведена серия 2D и 3D расчетов дисков при действии эксплуатационных нагрузок;
- проведена серия 2D и 3D расчетов дисков в составе объекта разгонных испытаний;
- проведена оценка влияния контактирующих деталей (трактовые кольца) для рассмотрения возможности их исключения при проведении испытаний.

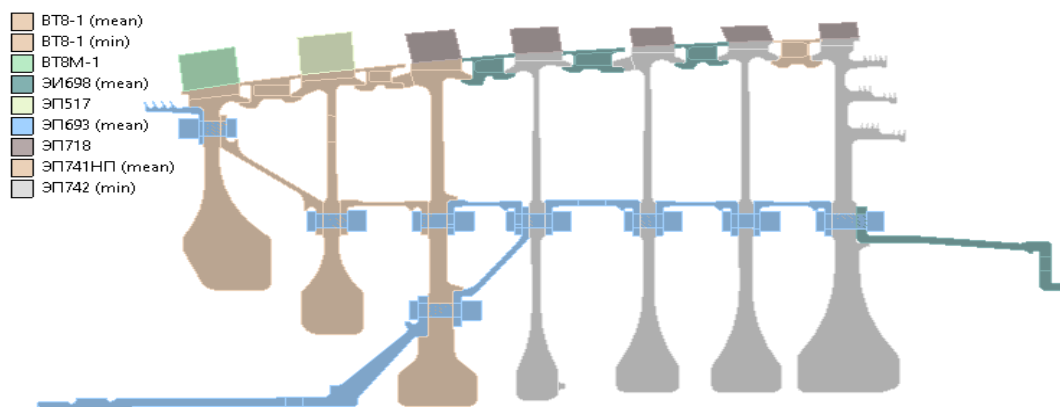


Рисунок 1 – Исследуемый ротор и материалы, использованные в модели

По результатам работы определены наиболее критически напряженные диски ротора, исследованы различные зоны концентрации напряжений, выбраны типовые представители и компоновки для проведения разгонных испытаний, определены прогнозируемые расчетные коэффициенты запасов по разрушающей частоте вращения дисков.

Список литературы

1. Биргер И.А. Расчет на прочность деталей машин: справочник / И.А. Биргер, Б.Ф. Шорр, Г.Б. Иосилевич. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1993. – 640 с.
2. Авиационные правила. Часть 33. Нормы летной годности двигателей воздушных судов // Межгосударственный авиационный комитет. – ОАО «Авиаиздат». – Москва, 2012. – 46 с.
3. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике / О. Зенкевич; под ред. Б. Е. Победри. – М.: Мир, 1975. – 575 с.
4. Каримбаев К.Д. Численное моделирование разгонных испытаний дисков турбомашин / К.Д. Каримбаев, А.Н. Серветник // Вестник двигателестроения. – 2008. – №3. – С. 130-134.
5. Горохов М.Ю., Гецов Л.Б., Кутырев В.В., Голубовский Е.Р. Расчетно-экспериментальное исследование несущей способности модельных вращающихся дисков // Механика материалов и прочность конструкций. Труды СПбГПУ. – 2004. – № 489. – С. 194-200.

Сведения об авторах

Астафьева К.И., инженер-конструктор отдела прочности ПАО «ОДК-Кузнецов». Область научных интересов: динамика и прочность роторных деталей компрессоров ГТД.

Маркачев А.К., инженер-конструктор ПАО «ОДК-Кузнецов». Область научных интересов: экспериментальное исследование деталей ГТД методом тензометрирования.

ASSESSMENT OF THE LOAD-BEARING CAPABILITY OF GAS TURBINE ENGINES DISKS IN PREPARATION FOR SPIN TESTS

Astafeva K.I., Markachev A.S.

PJSC «UEC-Kuznetsov», Samara, Russia, astafevaxenia@yandex.ru

Keywords: spin testing, load-bearing capability, gas turbine engines disks, burst speed.

The present work focuses on the numerical simulation of spin testing for gas turbine engine disks. The emerging issues in preparation for spin tests are mentioned.