



Рис. 2. Расположение горелки камеры сгорания на платформе построения в программе Magics

После того, как модель горелки КС МГТД была отредактирована в программе MagicsRP, рабочий файл с моделью был

загружен в 3D машину SLM 280 HL. На данной установке файл горелки был разбит на слои в 50 мкм, также было произведено окончательное позиционирование на платформе построения, проведён подбор параметров лазерного излучения.

Далее был запущен процесс автоматического построения детали. В камере построения, заполненной азотом, лазер выборочно сплавил слои металлического порошка. В результате методом послойного лазерного сплавления была получена деталь ГТД. Изделие снято с платформы построения путём отделения от материала поддержки и зачищено от оставшегося неспечённого металлического порошка.

УДК 621.452-226:620.191

ПОДТВЕРЖДЕНИЕ РЕСУРСА ДИСКОВ АВИАДВИГАТЕЛЕЙ ИЗ ЖАРОПРОЧНЫХ НИКЕЛЕВЫХ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ ФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

©2016 Н.В. Туманов, М.А. Лаврентьева, А.Н. Серветник, Н.А. Воробьёва,
Е.П. Кузьмин, А.И. Калашникова

Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова, г. Москва

THE SERVICE LIFE CONFIRMATION OF AIRCRAFT ENGINE DISKS MADE FROM HEAT-RESISTANT NICKEL SUPERALLOYS BASED ON PHYSICAL METHODS OF RESEARCH

Tumanov N.V., Lavrentjeva M.A., Servetnik A.N., Vorobjeva N.A., Kuzmin E.P., Kalashnikova A.I. (Central Institute of Aviation Motors named after P.I. Baranov, Moscow, Russian Federation)

The work proposes the techniques for service life determination of aircraft engine disks using the physical methods of research. Examples of techniques application are presented.

Исчерпанию циклической долговечности дисков авиационных газотурбинных двигателей (АГТД) из гранулируемых и деформируемых жаропрочных никелевых сплавов неизбежно предшествует стадия устойчивого роста (УР) трещин малоциклового усталости (МЦУ), продолжительность которой составляет значительную часть общего ресурса дисков (от начала эксплуатации до потери работоспособности) [1]. На основании расчёта периода УР трещины МЦУ в критической зоне диска определяются нижняя оценка ресурса диска

до первого ремонта (не учитывающая наработку до зарождения трещины МЦУ и период её неустойчивого роста) и межремонтный ресурс [2]. Особенностью этого расчёта является то, что он базируется на физически обоснованной и верифицированной математической модели УР трещин МЦУ и измеримой характеристике УР (шаге усталостных бороздок), определяемой в процессе электронно-микроскопических фрактографических исследований [3-4]. Модель позволяет в каждой высоконапряженной зоне диска рассчитать

период УР трещины МЦУ до любой заданной её длины (в границах УР), а измеримая характеристика обеспечивает микрофрактографическую реконструкцию УР. Её результаты можно использовать как для верификации расчётов УР, так и для получения экспериментальных оценок периода УР и периода до зарождения трещин МЦУ, а также для определения размеров трещин, не обнаруженных при проведённом ранее дефектоскопическом контроле (последнее необходимо для оценки выявляемости трещин применяемыми методами контроля).

Использование физических методов исследования (электронной микроскопии и рентгеновского микроанализа) позволяет также проанализировать характерные дефекты, приводящие к зарождению трещин МЦУ в дисках АГТД, оценить их количество в критических зонах дисков, определить причину образования дефектов, их размеры, период до зарождения трещины МЦУ от дефекта и период её роста, влияние типа дефекта на конфигурацию развивающейся от него трещины. Результаты этих исследований используются при расчётном моделировании УР трещин МЦУ от дефектов различного типа.

Приведены примеры подтверждения

ресурса дисков АГТД гражданского и военного назначения с использованием физических методов исследования.

Библиографический список

1. Туманов Н.В., Черкасова С.А., Лаврентьева М.А., Воробьева Н.А. Исследование механизмов развития трещин малоциклового усталости в дисках авиадвигателей в условиях эксплуатации и оценка остаточной долговечности дисков // Вестник СГАУ. 2011. №3(27). Ч. 2. С. 175-184.
2. Туманов Н.В., Лаврентьева М.А. Концепция аддитивности циклической долговечности и её применение для определения ресурса дисков авиадвигателей // Вестник СГАУ. 2014. №5(47). Ч. 1. С. 11-19.
3. Туманов Н.В., Лаврентьева М.А., Черкасова С.А. Реконструкция и прогнозирование развития усталостных трещин в дисках авиадвигателей // Конверсия в машиностроении. 2005. №4-5. С. 98-106.
4. Туманов Н.В., Лаврентьева М.А., Черкасова С.А., Серветник А.Н. Моделирование устойчивого роста усталостных трещин в дисках турбины авиадвигателей при простых и сложных циклах нагружения // Вестник СГАУ. 2009. №3(19). Ч. 1. С. 188-199.

УДК 621.452-226:620.191

КОМПЛЕКСНАЯ ФРАКТОДИАГНОСТИКА КОНИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЁС

©2016 Н.В. Туманов, Н.А. Воробьева, Д.В. Калинин, Е.В. Кожаринов, А.И. Калашникова

Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова, г. Москва

BEVEL GEAR WHEELS ALL-ROUND FAILURE ANALYSIS

Tumanov N.V., Vorobjeva N.A., Kalinin D.V., Kozharinov E.V., Kalashnikova A.I. (Central Institute of Aviation Motors named after P.I. Baranov, Moscow, Russian Federation)

The work has been observed results for overall research of various bevel gear types concerning possible fatigue failure.

Конические зубчатые колёса (ЗК) являются одними из наиболее нагруженных деталей авиационных газотурбинных двигателей (АГТД). Основное циклическое воздействие на ЗК – нагрузки от сил в зацеплении, вызывающие контактную усталость рабочих поверхностей зубьев, а также изгибную усталость зубьев и колеса в

целом. Контактная усталость приводит к образованию локальных выкрашиваний (питтингов) на рабочей поверхности зуба (рис.1а), изгибная усталость зуба – к обрыву зуба в результате развития усталостной трещины в его основании (рис.1б), изгибная усталость ЗК – к обрыву фрагмента ЗК вследствие распространения усталостной