

УДК 621.438, 539.431

АНАЛИЗ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ОСНОВНЫХ ДЕТАЛЕЙ ГТД ПО КОНЦЕПЦИИ БЕЗОПАСНОГО РАЗВИТИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ

Кочерова Е. Е., Непеин К. Г., Чалкин А. С.

ПАО «Кузнецов», г. Самара

При увеличении назначенного ресурса (НР) двигателя помимо циклических и эквивалентно – циклических испытаний необходимо провести дополнительный комплекс работ, таких как анализ эксплуатации двигателя, исследование лидерных машин, анализ статистики дефектов, проявившихся в производстве и эксплуатации, необходимые расчеты прочности основных и неосновных деталей и пр. В данный комплекс работ также входит и расчет долговечности основных деталей в соответствии с концепцией безопасного развития повреждений (КБРП).

В соответствии с Нормами прочности и положением об установлении и увеличении ресурсов подобный расчет следует проводить для основных деталей, изготовленных из титановых сплавов, сварных деталей, а также для деталей, изготовленных из никелевых сплавов методом горячего изостатического прессования (ГИП).

На ПАО «Кузнецов» данная работа была выполнена в рамках мероприятий по увеличению назначенного ресурса двигателю НК-32. Для расчета были выбраны следующие детали:

- 1-й диск компрессора низкого давления (наиболее нагруженный «холодный» диск; не выполняются условия непробиваемости корпуса;
- 3-й диск компрессора высокого давления (наиболее нагруженный «горячий» диск);
- наружный корпус камеры сгорания (сварная деталь).

Для определения свойств трещиностойкости были проведены испытания компактных СТ – образцов, вырезанных из заготовок деталей, при различных температурах. Определены константы C и m в уравнении Пэриса.

Также совместно с ЦИАМ был проведен анализ методов неразрушающего контроля (МНК), применяемых на предприятии, определены «слепые зоны» МНК и минимальный размер дефектов, обнаруживаемых имеющимися методами.

На основе анализа МНК и НДС деталей были определены места, в которых будет закладываться предполагаемый дефект, для расчета долговечности по детерминированному подходу в соответствии с методикой ЦИАМ [2].

Для дисков компрессоров в качестве дефектов были выбраны риски, которые могли появиться при механической обработке и сборке, для НККС – непровары сварного шва, не выявленные при МНК.

В ANSYS был проведен расчет коэффициентов интенсивности напряжений (КИН) ОД в соответствии с принятым ОТПЦ.

При расчете КИН для диска 1й ступени КНД использовался принцип подмоделирования. Выделялась расчетная область для моделирования трещины, на границы этой области прикладывались перемещения с полной модели и все входящие в область нагрузки. Результаты по перемещениям и напряжениям сравнивались с результатами на полной модели.

Получены графики распределения размахов КИН для данных ОД в зависимости от размера трещины. График зависимости размахов КИН от размера трещины для НККС построены согласно данным полученным по аналитическим формулам в методике [2].

На основе полученных КИН и результатов испытаний образцов, по уравнению Пэриса была определена расчетная долговечность выбранных деталей.

Расчетная долговечность оказалась значительно выше установленных ресурсных показателей, таким образом, в соответствии с КБРП данным деталям допустимо увеличить назначенные ресурсные показатели.

Библиографический список

1. Нормы прочности авиационных газотурбинных двигателей гражданской авиации. Издание 6. М. :ЦИАМ, 2004.
2. Методика определение долговечности, периодичности инспекций и назначенного ресурса основных деталей ГТД по концепции безопасного развития дефекта. М.:ЦИАМ, 2005.