Конкурсная работа

Увеличение назначенного ресурса двигателю НК-32 до 2500 часов

1. Актуальность представленной работы.

Для обеспечения полного использования заложенного при проектировании резерва по надежности и ресурсу двигателя НК-32, которыми оснащаются ракетоносцы Ту-160, было принято решение об увеличении назначенного ресурса двигателю с 2000 часов до 2500 часов. В связи с этим было выпущено Решение № Р-19/15, регламентирующее порядок выполнения работ. Реализация данного решения позволяет расширить возможности эксплуатации самолета и повысит боеготовность авиации ВКС с сохранением обменного фонда двигателей и обеспечением требуемого уровня исправности парка самолетов.

2. Аннотация работы.

Обязательным условием возможности увеличения ресурсов ГТД в эксплуатации является наличие высоких показателей надежности. Основанием для увеличения назначенных ресурсов деталей является отсутствие их дефектов в эксплуатации и положительные результаты расчетов и ресурсных испытаний.

Ресурс любого авиационного двигателя устанавливается на основании нормативных документов (Положение об установлении и увеличении ресурсов двигателей ВА, Нормы прочности и пр.), предусматривающие обязательное выполнение следующих условий:

— наличие положительного заключения НИИ промышленности по прочности двигателя;

— выполнен объем необходимых испытаний и/или расчетно-экспериментальных исследований;

— наличие положительных результатов разборки и дефектации двигателей, агрегатов и комплектующих изделий, выработавших в эксплуатации действующий ресурс или поступивших в ремонт по другим причинам;

— наличие положительных результатов анализа отказов и повреждений, выявленных в эксплуатации.

В обеспечение данных требований проведен комплекс работ включающий в себя:

1. Анализ достаточности проведенных ранее испытаний для установления назначенного ресурса.

Цель работы: Определить достаточность объема проведенных ранее эквивалентно-циклических и циклических испытаний для установления двигателям НК-32 назначенного ресурса 2500 часов.

Выполнен анализ ранее проведенных стендовых эквивалентно-циклических и циклических испытаний (ЭЦИ и ЦИ) двигателей НК-32 и НК-25 (имеющие одинаковые основные детали), по результатам которого установлено, что ЭЦИ и ЦИ были проведены в достаточном объеме для установления двигателю НК-32 назначенного ресурса 2500 часов.

2. Тепловые расчеты, расчеты прочности и долговечности деталей и узлов изделия на назначенный ресурс.

Цель работы: подтверждение достаточной величины нормируемых запасов на назначенный ресурс 2500 часов.

Выполнены тепловые расчеты, расчеты на статическую прочность и циклическую долговечность, основных узлов и деталей двигателя НК-32 на назначенный ресурс 2500 часов с подтверждением обеспечения требований к запасам по Нормам прочности. Подтверждены запасы вибрационной прочности деталей двигателя НК-32.

3. Оценка возможности увеличения ресурсных показателей на основе концепции безопасного развития трещины в дисках компрессора и наружном корпусе камеры сгорания.

Цель работы: проведение расчетов по определению долговечности основных деталей двигателя НК-32 в соответствии с КБРП.

В ходе проведенных работ изучены свойства трещиностойкости титанового сплава ВТ9 и сплава ЭП718-ИД, получены значения параметров уравнения Пэриса для различных температур.

Выполнен расчет коэффициентов интенсивности напряжений для различных размеров дефекта в основных деталях.

На основании свойств трещиностойкости и значений КИН в соответствии с КБРП по детерминированному подходу рассчитаны долговечности и наработки до первой инспекции основных деталей.

4. Сбор полетной информации и анализ реального уровня нагружения конструкции двигателя при его эксплуатации в эксплуатирующих организациях.

Цель работы:

– оценить реальный уровень нагружений двигателя НК-32 в эксплуатации в период 2010–2015 гг.;

– по результатам анализа эксплуатации двигателя НК-32 за период 2010-2015 гг. определить необходимость уточнения обобщенного типового цикла мирного времени (ОТПЦ МВ), который будет использоваться для определения потребных ресурсных показателей;

– на основе уточненного ОТПЦ МВ дать сравнительный анализ уровня нагружения двигателя НК-32 в эксплуатации и при ресурсных испытаниях;

– определить потребные ресурсные показатели на основе выбранного ОТПЦ МВ (без учета ОТПЦ особого периода).

Для этого была собрана полетная информация в эксплуатирующих организациях, на основе анализа которой и были определены потребные величины ресурсных показателей.

5. Исследование технического состояния двигателя НК-32 с наибольшей наработкой, проведение разборки и дефектации деталей двигателя согласно внутренней нормативной документации.

Цель работы: Исследование технического состояние двигателя, имеющего наработку в эксплуатации, близкую к величинам назначенного ранее ресурса, с целью выявления дефектов, проявляющихся в ходе длительной работы в условиях летной эксплуатации.

Проведена разборка изделия Р-133 с последующим исследованием технического состояния деталей в соответствии с ТУ на ремонт. Выявлен ряд дефектов, среди которых один критический, что повлекло за собой ограничение назначенного ресурса детали.

6. Лабораторные циклические испытания вала турбины низкого давления на специальной установке.

Цель работы: Экспериментальное подтверждение увеличенных циклических параметров назначенных ресурсов вала ТНД, как основной детали двигателя.

На стенде ПАО «Кузнецов» проведены циклические испытания вала ТНД и КНД (в сборе) на кручение с достаточным запасом по циклам за ресурс 2500 часов.

7. Комплекс стендовых и лабораторных испытаний по подтверждению достаточного сопротивления усталости рабочих лопаток компрессора и турбины с максимальной (превышающий ресурс до первого капитального ремонта) наработкой в эксплуатации.

Цель работы: Экспериментальное подтверждение усталостных характеристик и запасов вибрационной прочности, полученных для лопаток с учетом возможного снижения предела выносливости.

На стендах ПАО «Кузнецов» проведены усталостные испытания рабочих лопаток компрессоров и турбин. Выявлено незначительное снижение усталостной прочности лопаток с наработкой. Определенные пределы выносливости удовлетворяют требованиям Норм прочности ЦИАМ.

8. Расчетно-экспериментальные исследования в обеспечение ресурсных показателей парка двигателей в зависимости от типа заготовок дисков компрессоров и первой рабочей лопатки вентилятора из титанового сплава, полученного с использованием двойного вакуумно-дугового переплава.

Цель работы: Определение ресурсных показателей основных деталей компрессора по характеристикам трещиностойкости материала диска компрессора из титанового сплава двойного переплава.

9. Анализ отказов, показателей безотказности и повреждений двигателей НК-32 в эксплуатации.

Цель работы: Выявление отказов и неисправностей двигателей, угрожающих безопасности полетов, и оценка их безотказности.

Проведение и согласование работ по теме «Увеличение назначенного ресурса двигателя НК-32» проходило при участии институтов промышленности и Минобороны России.

По результатам проведенных работ получено положительное Заключение по прочности двигателя НК-32 и возможности увеличения ему назначенного ресурса до 2500 часов.

По результатам всех работ двигателю НК-32 был установлен назначенный ресурс 2500 часов.