

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
“МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ”

Чичков Б.А., Пивоваров В.А., Раков П.И.

КОНСТРУКЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ АД

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

для студентов спец. 160901, магистрантов по направлению 160900
и аспирантов спец. 05.22.14

Москва – 2007

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Кафедра двигателей летательных аппаратов

Чичков Б.А., Пивоваров В.А., Раков П.И.

КОНСТРУКЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ АД

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

для студентов спец. 160901

Москва – 2007

Принятые сокращения и обозначения

АД – авиационный двигатель
АТ – авиационная техника
АТБ – авиационно-техническая база
ВД – высокое давление
ВНА - входной направляющий аппарат
вп (ВП) – выключение в полете
ВС – воздушное судно
ГА – гражданская авиация
ГТД – газотурбинный двигатель
дсд (ДСД) - досрочное снятие двигателя
ЗКП - задняя коробка приводов
ЗЧ - запасные части
ИАС – инженерно – авиационная служба
КВД - компрессор высокого давления
КИА - контрольно – измерительная аппаратура
КНД - компрессор низкого давления
КС - камера сгорания
КП - коробка приводов
ЛА – летательный аппарат
НД – низкое давление
НТД - нормативно-техническая документация
ПКП - передняя коробка приводов
ПОС - противообледенительная система
ППО - привод постоянной частоты вращения (оборотов)
ПТЭ – процесс технической эксплуатации
СНО - средства наземного обслуживания
ССОПИ - система сбора и обработки полетной информации
ТВД - турбина высокого давления
ТМР - топливо – масляный радиатор
ТНД - турбина низкого давления
ТО – техническое обслуживание
ТОиР – техническое обслуживание и ремонт
ТРДД – двухконтурный турбореактивный двигатель
ТС-техническое состояние
ЭАП – эксплуатационное авиапредприятие
ЭТ – эксплуатационная технологичность

ВВЕДЕНИЕ

Факторами, определяющими эффективность эксплуатации авиационных двигателей (АД) являются их надежность, технологичность, топливная эффективность, а также уровень шума.

В настоящем пособии рассматриваются вопросы состояния парка отечественных авиационных двигателей, показателей его надежности и вопросы эксплуатационной технологичности (ЭТ) АД. В процессе рассмотрения эксплуатационной технологичности авиационных двигателей основное внимание было уделено ТРДД типа НК-8-2У(-4), Д-30КУ(КП), ПС-90А [5]. Эти двигатели установлены на воздушных судах Ил-62, Ту-154, Ил-62М (Д-30КУ), Ил-76 модификаций Т, ТД, М, МД (Д-30КП), Ту-154М (Д-30КУ-154), Ил-96-300 (ПС-90А), Ту-204-100, Ту-204С и Ту-214 (ПС-90А).

Уровень эксплуатационной технологичности (ЭТ) двигателя напрямую влияет на сокращение затрат (труда, времени, средств) при проведении технического обслуживания и, как следствие, повышение экономической отдачи от его эксплуатации и, что самое главное, на повышение уровня безопасности полетов за счет своевременного обнаружения и устранения неисправностей.

При оценке эксплуатационной технологичности были использованы экспертные оценки специалистов по технической эксплуатации летательных аппаратов и авиадвигателей (ТЭЛА и АД) одного из эксплуатационных авиапредприятий (ЭАП) России.

В целом все типы двигателей имеют как положительные, так и отрицательные примеры с точки зрения ЭТ. Кроме того, возросшая сложность агрегатов (особенно топливопитания и автоматического регулирования газодинамических параметров) двигателя ПС-90А отрицательно сказалась на их ЭТ.

Отдельно рассмотрены вопросы контролепригодности ГТД, как важной составляющей стратегии эксплуатации ГТД по фактическому техническому состоянию.

Запрещено копирование, воспроизведение представленных в пособии материалов, за исключением случаев использования в учебном процессе МГТУ ГА.

1. СОСТОЯНИЕ ПАРКА АВИАДВИГАТЕЛЕЙ и ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

1.1. Состав парка авиадвигателей

В настоящее время в гражданской авиации России эксплуатируются на магистральных, региональных и транспортных самолетах и вертолетах более 20 типов и модификаций отечественных и украинских газотурбинных двигателей. Внедренные в эксплуатацию 20 и более лет назад ВС с этими двигателями осуществляют подавляющую часть общего объема пассажирских и грузовых перевозок страны и будут эксплуатироваться еще в течение длительного времени.

Распределение двигателей среди парка новых двигателей представлено на рис. 1.1 (прим.: рис.1.1-1.5 выполнены на основании данных журнала “Авиатранспортное обозрение”, и, в частности, [8]).

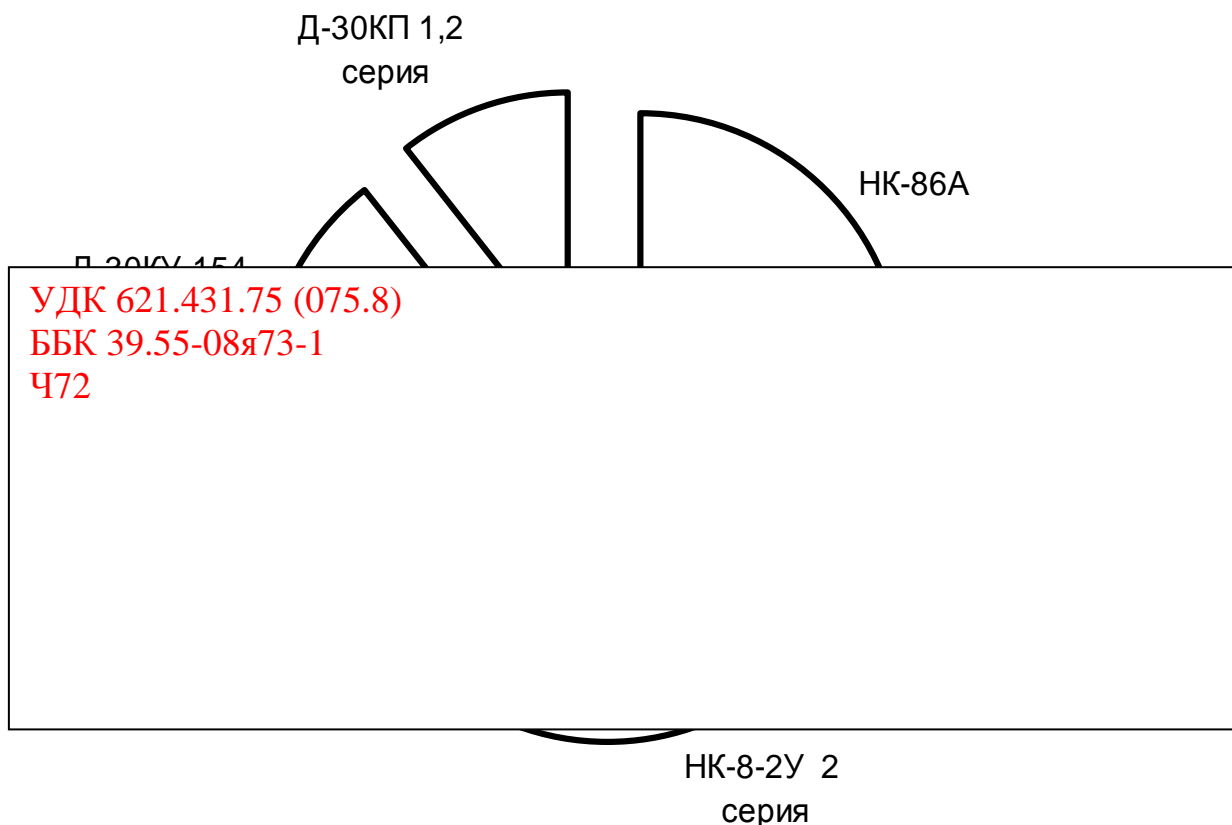


Рис.1.1. Распределение двигателей среди парка новых двигателей

Распределение двигателей среди парка двигателей после ремонта (-ов) представлено на рис. 1.2.

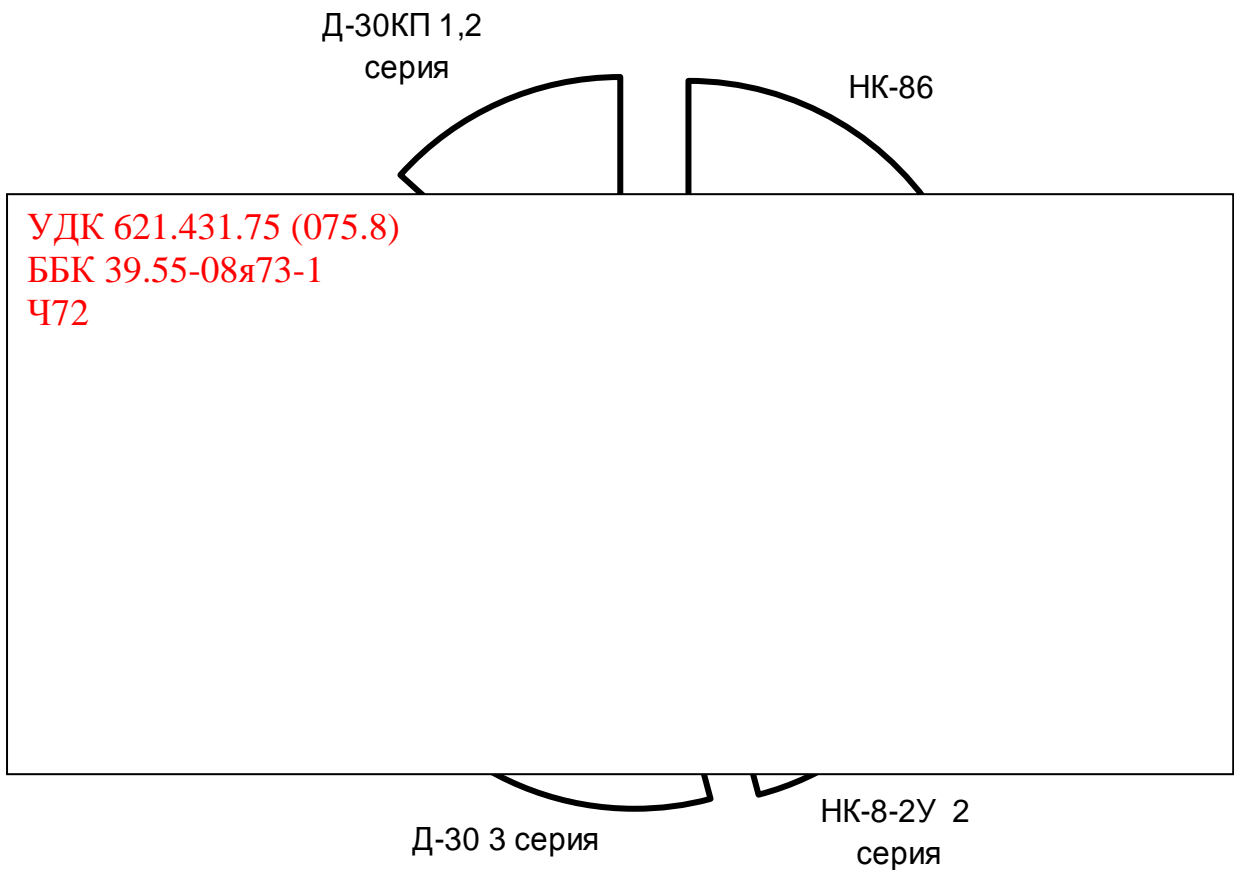


Рис.1.2. Распределение двигателей среди парка двигателей после ремонта (-ов)

Распределение новых и ремонтных двигателей внутри типов двигателей представлено на рис. 1.3.

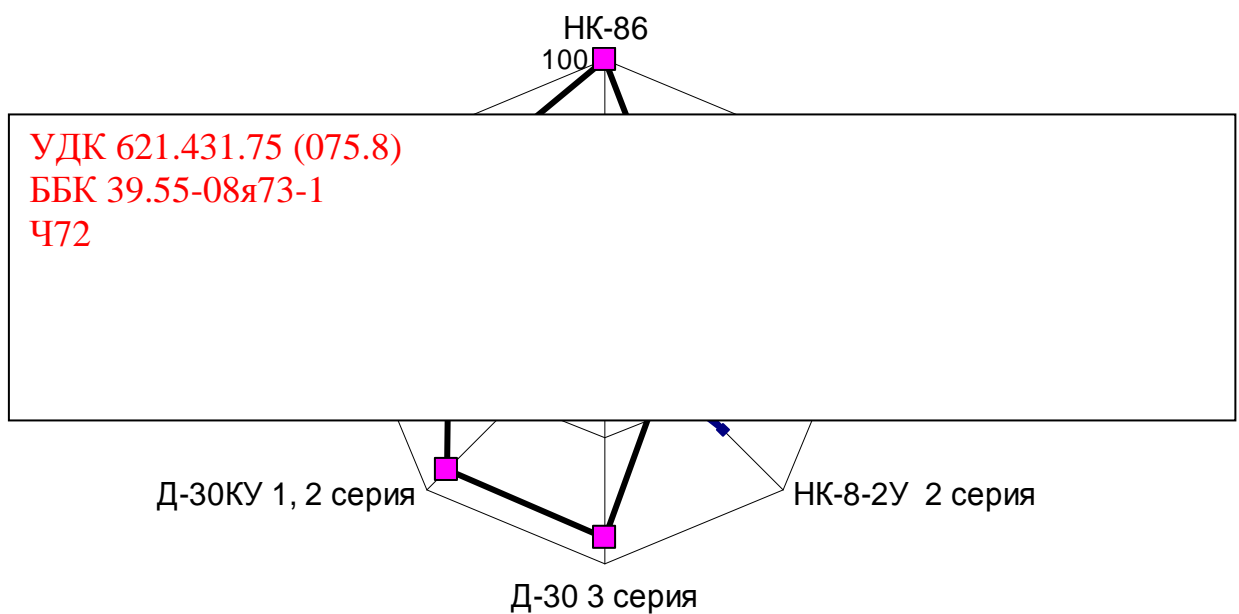


Рис.1.3. Распределение новых и ремонтных двигателей внутри типов двигателей

Значительное превышение количества новых двигателей количества ремонтных указывает на имеющиеся перспективы дальнейшей продолжительной (до 10 и более лет) их эксплуатации.

1.2. Надежность отечественных двигателей

Одним из основных критериев качества и работоспособности авиадвигателей, обеспечивающих безопасность полетов воздушных судов, является надежность.

Оценка надежности отечественных двигателей, ежегодно проводимая ГосНИИ ГА и ЦИАМ дает относительные (отнесенные к нормам) показатели безотказности, представленные на рис. 1.4-1.5.

Из приведенных данных следует, что надежность (безотказность) отечественных эксплуатируемых двигателей соответствует как отечественным (разработанным много лет назад и несколько устаревшим), так и международным нормам.

Относительная наработка на отказ двигателя, ч

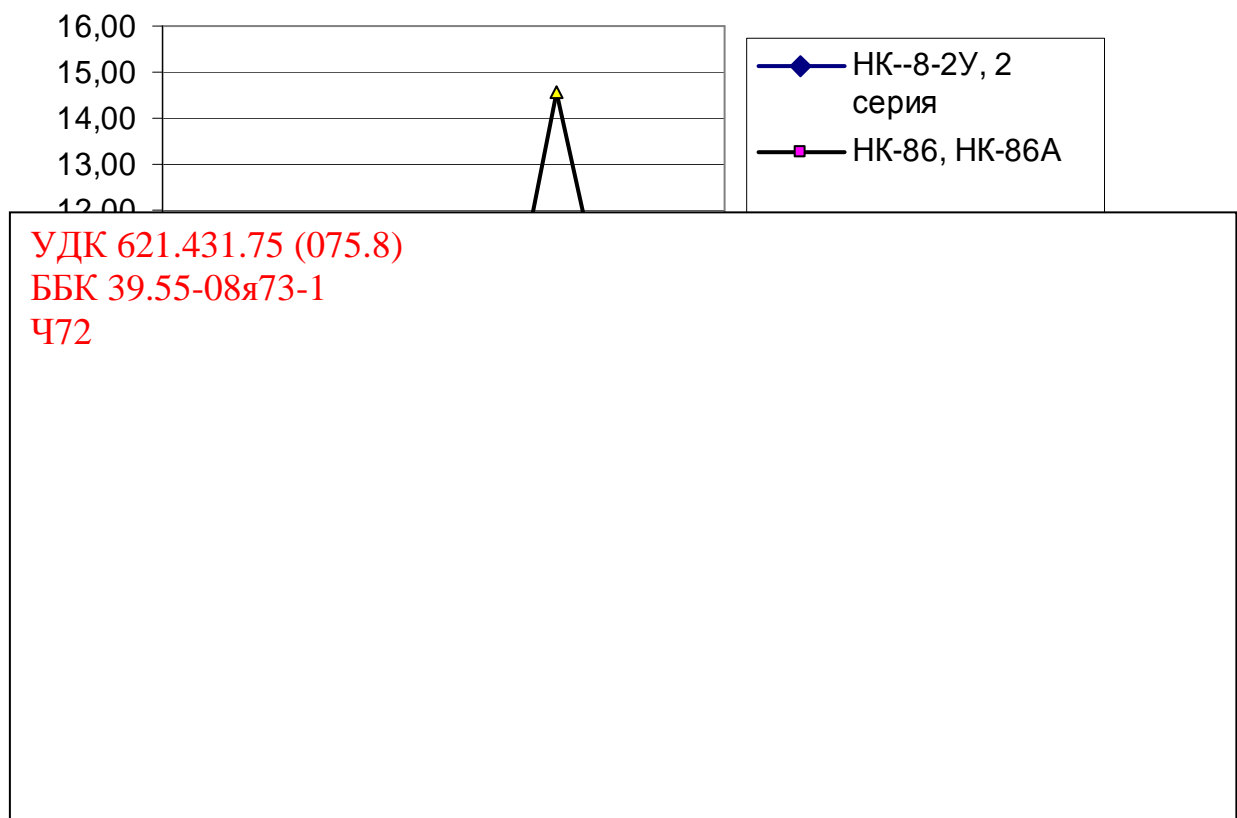


Рис.1.4. Динамика относительной наработки на отказ двигателя

Относительная наработка на досрочный съем двигателя с воздушного судна с изъятием его из эксплуатации, ч

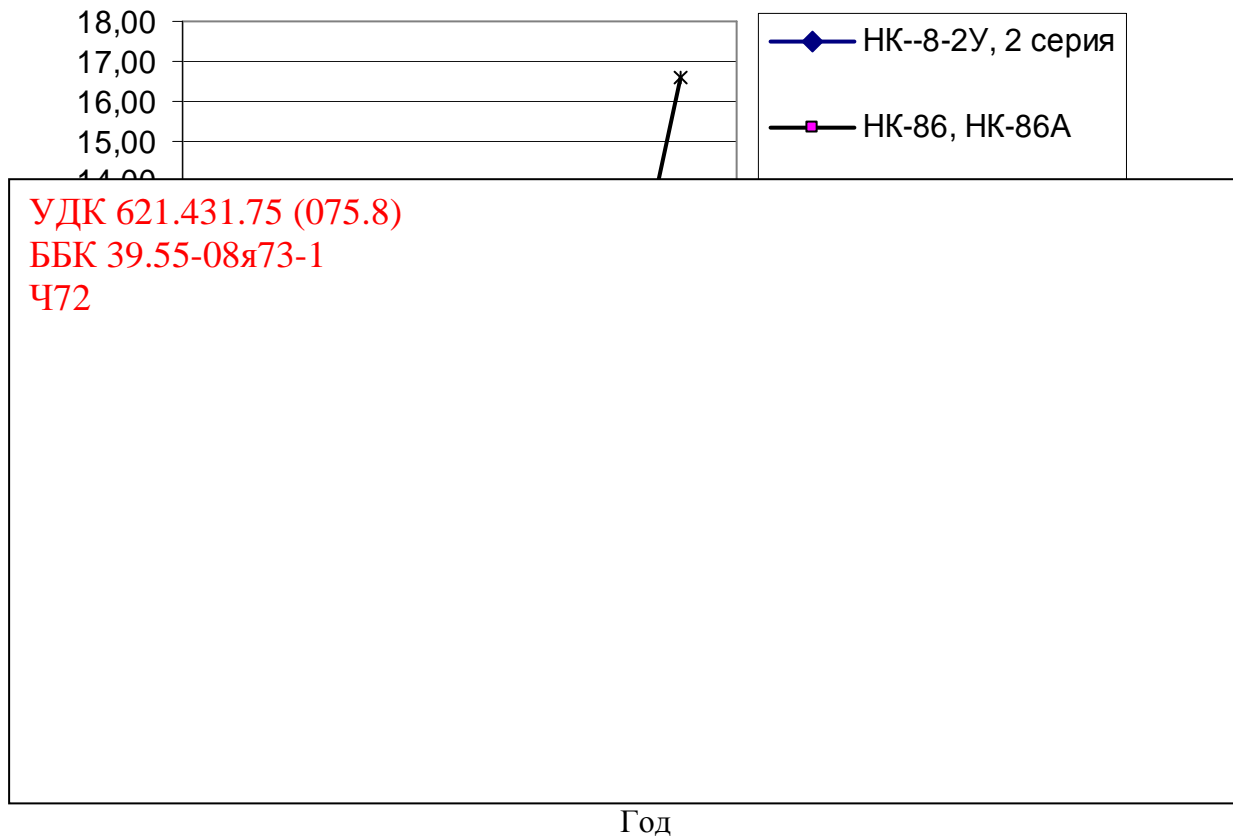


Рис.1.5. Динамика относительной наработки на досрочный съем двигателя с воздушного судна с изъятием его из эксплуатации

Особенности некоторых типичных неисправностей двигателей рассмотрим на примере двигателей типа Д-30КУ(КП).

В эксплуатационных авиапредприятиях имеет место большое количество случаев досрочного снятия двигателя по причине превышения

жаровых температур, износа лопаток, низкого уровня масла, что является основной причиной. В зависимости от величины перепада температур, давления, скорости вращения. Из результатов эксплуатации допустимо превышение температуры высоконапорных ступеней, что приводит к повреждению исправных деталей, что приводит к досрочному снятию двигателя.

УДК 621.431.75 (075.8)
ББК 39.55-08я73-1
Ч72

двигателей американской фирмы Pratt&Whitney могут составлять до 10 % от хорды профиля пера лопатки.

Не редкими в эксплуатации являются трещины и сколы козырьков лопаток входного направляющего аппарата (ВНА). Приспособленность ВНА и первых ступеней КНД к осмотру достаточно высока (трещины и сколы хорошо видны - рис. 1.8-1.11), что позволяет качественно производить работы по осмотру лопаток ВНА.

В тоже время, наличие ВНА отрицательным образом влияет на доступность к рабочим компрессора низкого давления, что не позволяет производить з/р в процессе эксплуатации, т.е. негативное влияние технологичности, как легко

УДК 621.431.75 (075.8)

ББК 39.55-08я73-1

Ч72

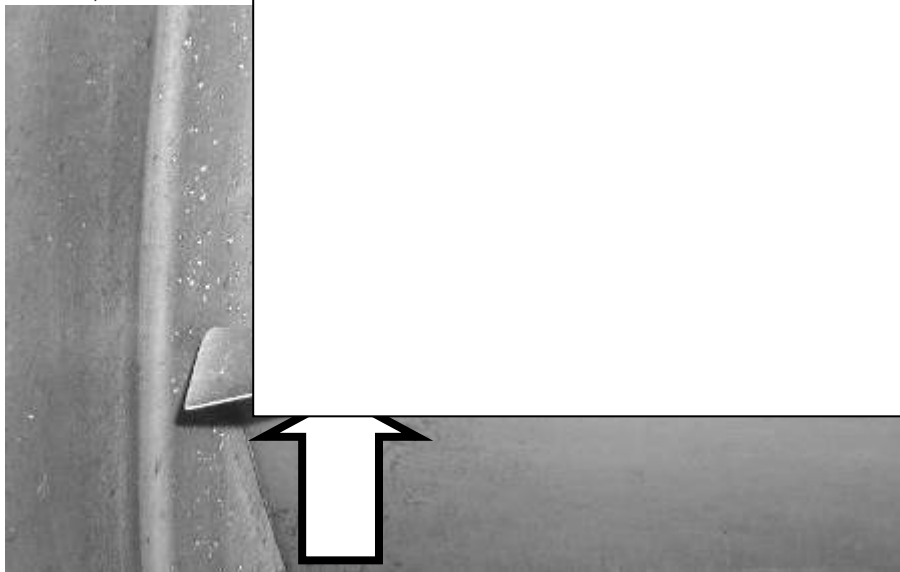


Рис. 1.6. Погнутость рабочей лопатки
(Здесь и далее стрелка указывает описание)

УДК 621.431.75 (075.8)

ББК 39.55-08я73-1

Ч72

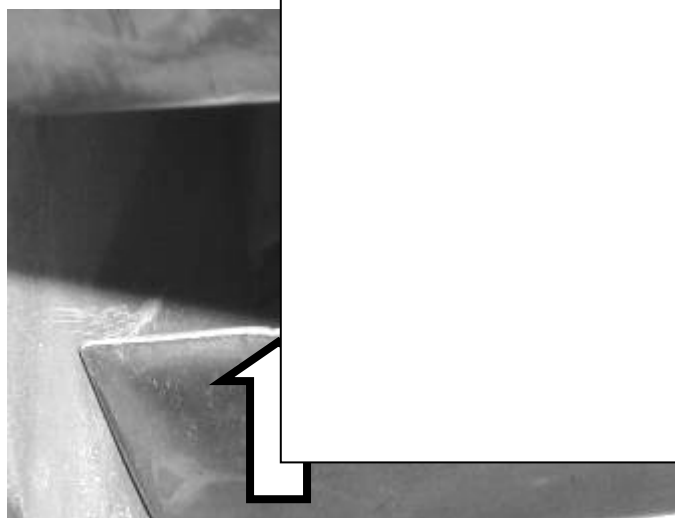


Рис. 1.7. Забоина на рабочей лопатке первой ступени КНД по входной кромке

УДК 621.431.75 (075.8)

ББК 39.55-08я73-1

Ч72

Литература

1. Материалы конференции фирмы Pratt&Whitney. Москва-1994.
2. Никонова И.А., Шепель В.Т. Техничко-экономическая эффективность авиационных ГТД в эксплуатации.-М.: Машиностроение, 1989.-196 с.
3. Пивоваров В.А. Повреждаемость и диагностирование авиационных конструкций. Учебник.-М.: Транспорт, 1994.-204 с.
4. Постановление Правительства РФ от 15 октября 2001 г. N 728 "О федеральной целевой программе "Развитие гражданской авиационной техники России на 2002 - 2010 годы и на период до 2015 года".
5. Руководства по технической эксплуатации двигателей Д-30КУ(КП), НК-8-2У, ПС-90А, Д-36. (Изд-ва разработчиков)
6. Смирнов Н.Н., Чинючин Ю.М. Эксплуатационная технологичность летательных аппаратов.- М.: Транспорт,1994.-256 с.
7. CF6-CF6. High Bypass Turbofan. Cincinnati, Ohio:General Electric, 1972.-147 p.
8. Тюрин Ю. Некоторые вопросы состояния эксплуатации и разработки авиадвигателей в России. Дополненный (08.1999) вариант материала, опубликованного в Авиатранспортном обозрении № 12, 1998.
9. Ямпольский В.И., Белоконь Н.И., Пилипосян Б.Н. Контроль и диагностирование гражданской авиационной техники.-М.: Транспорт, 1990.-183 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. СОСТОЯНИЕ ПАРКА АВИАДВИГАТЕЛЕЙ и ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ.....	5
1.1. Состав парка авиадвигателей.....	5
1.2. Надежность отечественных двигателей в целом.....	7
1.3. Ресурсы двигателей.....	13
1.4. Особенности гарантийных программ и гарантийных обязательств по АД.....	16
1.5. О перспективах развития ГА в рамках Постановления Правительства РФ от 15 октября 2001 г. N 728 "О федеральной целевой программе "Развитие гражданской авиационной техники России на 2002 - 2010 годы и на период до 2015 года".....	18
2. ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ.....	20
2.1. Характеристики эксплуатационной технологичности.....	20
2.2. Сравнение эксплуатационной технологичности отечественных двигателей третьего и четвертого поколений.....	30
2.2.1. Анализ ЭТ АД третьего поколения.....	30
2.2.2. Анализ ЭТ двигателя ПС-90А.....	40
2.3. Особенности стратегий эксплуатации модульных АД.....	50
3. КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ АД ПРИ ТО.....	52
3.1. Место и роль контроля АД в системе эксплуатации.....	52
3.2. Формирование систем контроля АД.....	57
4. КОНТРОЛЕПРИГОДНОСТЬ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ.....	60
4.1. Комплексная оценка контролепригодности АД на этапе эксплуатации.....	62
4.2. Количественные показатели контролепригодности АД.....	64
4.3. Оценка контролепригодности АД с учетом эффективности контроля.....	67
4.4. Метод оценки контролепригодности АД с учетом достоверности контроля и его последствий.....	68
 ПРИЛОЖЕНИЕ. НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ АД.....	73