

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ СТАРЕЮЩИХ СИЛОВЫХ УСТАНОВОК НА САМОЛЕТАХ ИЛ-76

Бесенбеков Е. И., Попов Р. А.
Оренбургский государственный университет

Двухконтурный турбореактивный силовой агрегат (двигатель) Д-30КП устанавливается на всех модификациях транспортного самолета Ил-76, включая самолет-топливозаправщик Ил-78. Двигатель прошел Государственные испытания в 1972 году и поступил в эксплуатацию в 1974 году. Всего было изготовлено более 4500 двигателей разных серий. В основном в эксплуатации находятся двигатели Д-30КП 1-й и 2-й серии. Соотношение двигателей по сериям примерно 1:4. За время эксплуатации двигатели Д-30КП показали высокую надежность и высокие эксплуатационные качества. Суммарная наработка парка двигателей Д-30КП за время их эксплуатации составляет более 30 млн. часов. В процессе эксплуатации на двигателях поэтапно выявлялись слабые места и выполнялись конструктивные доработки и модернизации. В результате проведенных конструкторских мероприятий и усовершенствований технологий технического обслуживания и контроля двигателей Д-30КП в процессе эксплуатации, значительно улучшились показатели их надежности. Так, наработка на один досрочный съем двигателя с самолета при нормативном показателе 6000 часов составляет 18824 часа, а наработка на одно выключение двигателя в полете при нормативном показателе 26000 часов составляет 1066669 часов. Это дало возможность поэтапно увеличивать граничные значения ресурсных показателей двигателя, которые в настоящее время достигли следующих значений:

- календарный срок службы - 12 лет;
- назначенный ресурс - 9000 часов (4620 циклов);
- гарантийный ресурс до первого ремонта - 2000 часов (1025 циклов);
- ресурс до первого ремонта по техническому состоянию - 4000 часов (1539 циклов);
- гарантийный межремонтный ресурс - 2000 часов (1025 циклов);
- межремонтный ресурс по техническому состоянию - 4000 часов (1539 циклов).

Однако из общего количества двигателей в настоящее время находятся на крыле около 60%. Отработали межремонтные ресурсы и ресурс до первого ремонта порядка 38% двигателей, которые находятся в состоянии ремфонда. 2,3% двигателей Д-30КП находятся в резерве. Около 50% двигателей имеют наработку свыше 4000 часов, из них более половины уже наработали с начала эксплуатации свыше 6000 часов. В эксплуатации находятся двигатели, у которых наработка превышает 6500 часов. 75% парка двигателей уже проходили капитальный ремонт. Таким образом, эксплуатирующиеся в настоящее время на самолетах Ил-76 двигатели Д-30КП, в большинстве своем приближаются к исчерпанию назначенных им ресурсов, и поэтому вероятность их безотказной ра-

боты снижается. В связи с этим, дальнейшая эксплуатация двигателей Д-30КП, особенно после продления ресурсных показателей, требует повышенного контроля их технического состояния.

В настоящее время контроль технического состояния двигателей в эксплуатации осуществляется периодически при выполнении регламентных работ и при продлении ресурсных показателей, то есть после наработки определенного количества часов и полетных циклов, а также после исчерпания установленных календарных сроков службы. Следует отметить, что при выполнении периодического технического обслуживания для оценки технического состояния двигателей применяются самые современные методы и средства наземного неразрушающего контроля, что не дает оснований сомневаться в достоверности и объективности принятых решений. Однако для стареющего парка двигателей вероятность появления неисправности в период их работы до очередного технического обслуживания, а значит и вероятность отказа двигателя во время полета в воздухе, значительно увеличивается. Это особенно актуально для двигателей, которые эксплуатируются после продления ресурсных показателей. Поэтому, в целях повышения безопасности полетов и своевременного выявления предотказного состояния двигателей, необходимо осуществлять контроль технического состояния двигателей в полете с частотой не реже одного раза за полет. Только при таком подходе можно реализовать стратегию эксплуатации авиационных двигателей «по техническому состоянию», то есть эксплуатировать их до полного исчерпания ресурсных возможностей.

На протяжении многих лет на кафедре авиационных двигателей НАУ, совместно с Пермским моторостроительным конструкторским бюро, ныне ОАО "Авиадвигатель", ведутся работы по созданию и внедрению автоматизированных систем контроля технического состояния авиационных двигателей по параметрам, зарегистрированным в полете и при техническом обслуживании на земле. Опыт использования совместно разработанных автоматизированных систем "Контроль Д30КП", "Алгоритм Д-30КП" и "Алгоритм ПС-90А" показал высокую эффективность диагностирования и достоверность контроля технического состояния двигателей Д-30КП и ПС-90 А в процессе их эксплуатации [3, 4]. В основу методического обеспечения названных автоматизированных систем положено сравнение специально разработанных безразмерных диагностических признаков (ДП) исправного (исходного) состояния двигателя с диагностическими признаками их фактического состояния. Разница между этими диагностическими признаками называется «отклонением диагностических признаков» (А), сокращенно – «диагностическое отклонение» (ДО). Для обеспечения раннего обнаружения развивающихся в двигателе неисправностей, а также для отслеживания динамики и характера их развития, предусмотрен специальный метод расчета трех типов допусков (D) на изменение диагностических отклонений (А):

- D1 - допуск на погрешность определения А;
- D2 - профилактический допуск на изменение А;
- D3 - контрольный допуск на изменение А.

Результаты анализа изменения диагностических отклонений (А) в пределах названных допусков служат основанием для принятия решений о техническом состоянии конкретных экземпляров авиационных двигателей и формирования рекомендаций по дальнейшей их эксплуатации. Для решения задачи раннего обнаружения развивающихся неисправностей и предупреждения отказов в полете конкретных экземпляров двигателей Д-30КП необходимо создать систему сбора, передачи и накопления в компьютерной памяти, а также обработки и анализа, требуемой информации, которую можно квалифицировать следующим образом:

- параметрическая информация, измеряемая в полете и регистрируемая с помощью средств объективного контроля типа МСРП-64 или вручную членами экипажа (полетная информация);
- информация, полученная при техническом обслуживании двигателей на земле с использованием средств неразрушающего контроля (наземная информация);
- результаты опробования двигателей на земле;
- формулярные данные конкретного двигателя;
- данные, зафиксированные в эксплуатационно-технической и конструкторской документации.

Разработанная методика предполагает обработку в режиме реального времени больших потоков разноплановой параметрической информации по алгоритмам повышенной сложности, а также выполнение анализа технического состояния и выдачу рекомендаций по дальнейшей эксплуатации двигателей в текстовом, табличном и графическом виде. Поэтому такая методика может быть реализована только в автоматизированных системах, созданных на основе современной компьютерной техники с использованием современных средств электронной связи.

Предусмотрена фиксация одного из следующих трех видов технического состояния двигателя: "ИСПРАВНЫЙ", "ПОДОЗРИТЕЛЬНЫЙ НА НЕИСПРАВНОСТЬ", "НЕИСПРАВНЫЙ". Если двигатель классифицируется как "ИСПРАВНЫЙ", то принимается решение о продолжении его эксплуатации в обычном режиме без ограничений. В случае, если в результате обработки и анализа информации техническое состояние двигателя классифицируется как "ПОДОЗРИТЕЛЬНЫЙ НА НЕИСПРАВНОСТЬ" или "НЕИСПРАВНЫЙ", тогда все рабочие материалы компьютерного анализа передаются в группу экспертных оценок технического состояния двигателей. В состав группы входят специалисты, имеющие:

- большой опыт эксплуатации двигателей Д-30КП на самолетах Ил-76;
- профессиональную теоретическую подготовку;
- специальную подготовку;
- допуск к выполнению работ с конкретной автоматизированной системой сопровождения эксплуатации двигателей.

В случае возникновения специфических вопросов, в состав экспертной группы могут привлекаться узкопрофильные специалисты нужного направле-

ния. Экспертная группа исследует входную и выходную диагностическую информацию, изучает условия эксплуатации, анализирует требования действующей нормативно-технической документации (НТД) и производит экспертную оценку технического состояния контрольного двигателя. На основании экспертной оценки, результатов компьютерного анализа, с учетом требований НТД и накопленного опыта эксплуатации делается заключение о техническом состоянии конкретного двигателя, и разрабатываются рекомендации по управляющим воздействиям и дальнейшей его эксплуатации, которые передаются в эксплуатационное предприятие для выполнения назначенных работ. Автоматизированная система мониторинга эксплуатации двигателей Д-30КП может стать современным эффективным инструментом для поддержания летной годности и обеспечения безопасности полетов самолетов Ил-76 в современных коммерческих условиях их эксплуатации.

Кроме организационно-технических проблем при решении задач поддержания летной годности и обеспечения безотказной работы стареющего парка двигателей Д-30КП возникают не менее важные вопросы экономической целесообразности дальнейшей их эксплуатации. Особую актуальность эти вопросы приобретают при обосновании решения о продлении ресурсных показателей двигателей. Критерии, которые отображают текущее техническое состояние парка этих двигателей можно сформулировать в виде стоимостных показателей транспортной работы воздушных судов, на которых они установлены.

Выводы

1. Установленные на всех типах самолетов Ил-76 двигатели Д-30КП, за все время их эксплуатации наработали в воздухе более 30 млн. часов и показали хорошую надежность, что позволило установить для них достаточно высокие ресурсные показатели. Однако значительная часть парка эксплуатируемых в настоящее время двигателей Д-30КП уже исчерпала свои ресурсные возможности или приближается к достижению установленных пределов. В связи с этим, дальнейшая эксплуатация этих двигателей, с целью обеспечения безопасности полетов, требует осуществления непрерывного контроля (мониторинга) их технического состояния.

2. Для непрерывного отслеживания большого объема информации, полученной от двигателя при техническом обслуживании на земле и в процессе его работы в полете, необходимо разрабатывать специальное методическое, информационное и программное обеспечение, которое может быть реализовано только в автоматизированных системах с применением современной компьютерной техники. Приведенная в статье автоматизированная система сопровождения эксплуатации двигателей может стать основой создания компьютерного центра мониторинга стареющего парка двигателей Д-30КП в эксплуатации.

3. С увеличением объемов работ по поддержанию летной годности авиационной техники, в том числе и двигателей Д-30КП, неизбежно увеличиваются эксплуатационные расходы, которые значительно влияют на экономические показатели эффективности работы авиатранспортных предприятий. Приведенные в настоящей статье критерии стоимостных показателей транспортной рабо-

ты воздушных судов отображают их текущее техническое состояние и могут быть использованы при определении целесообразности инвестирования работ по дальнейшему поддержанию летной годности самолетов Ил-76 и установленных на них двигателей.

Список литературы

1. Шустов И.В. Двигатели 1944-2000 (авиационные, ракетные, морские, промышленные). - М.: АКС- Конверсолт, 2000.

2. Лозицкий Л.П. и др. Авиационные двухконтурные двигатели Д-30КУ и Д-30КП (конструкция, надежность и опыт эксплуатации) - М.: Машиностроение, 1988.

3. Лозицкий Л.П., Тарасенко А.В. Разработка автоматизированной системы управления техническим состоянием двигателей ПС-90 А. // Обеспечение надежности авиационных двигателей в эксплуатации: Межвуз. сб. науч. тр. - К.: КНИГА, 1993, с. 10-20.

4. Кулик Н.С., Кучер А.Г., Тарасенко А.В. Система управления ТС авиационных ГТД в эксплуатации. - К.: КМУГА, 2000.

5. Тарасенко А.В. Особенности эксплуатации авиационных газотурбинных двигателей в условиях коммерческой деятельности авиапредприятий // Вестник КМУГА, № 1, К: КМУГА, 1998, с. 99-101.