

ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ЕКСПЛОАТАЦИЯ НА ДВИГАТЕЛЯ РД – 33 ПО ТЕХНИЧЕСКО СЪСТОЯНИЕ

Д. Т. Сейзински, С. М. Асенов, С. И. Пенчев

*Технически университет – София, филиал Пловдив
ул. Цанко Дюстабанов №25, гр. Пловдив 4000*

OPERATION EXPLOITATION POTENTIALITIES OF THE ENGINE RD-33 ACCORDING TO TECHNICAL CONDITION

D. T. Seyzinski, S. M. Asenov, S. I. Penchev

*Technical University – Sofia, Branch Plovdiv
25, Tsanko Dyustabanov Str., Plovdiv 4000*

Keywords: aviation, operation exploitation, maintenance, repair, engine

Abstract

The operation exploitation potentiality of engines of type RD-33 as a component of the power engine of the aircraft MIG-29 according to technical condition is considered. That potentiality could be realized applying the strategy for technical maintenance and repair with parametric control, which demands introducing an advanced system for engine parametric control and diagnostics based on the system "Control – C" used in Bulgarian army for the aircraft MIG-29. Development of such system could be realized applying algorithms for failure discovering (tree of failures) presented in the technical operation documentation, the regular instruments of the aircraft, the devices for engine automated checking, the devices for technical diagnostics and non-disruptive checking.

Двигателят РД - 33 е предназначен за силовата установка на самолета-изстребител МиГ – 29. Той е разработен в научнопроизводственото предприятие "Завод В. Я. Климов" – Санкт Петербург и се произвежда в Московското производствено предприятие "В. В. Чернишев".

РД – 33 има високи стойности на своите характеристики и надеждно работи в целия височинно – скоростен диапазон на самолета. Той няма експлоатационни ограничения във всички режими на работа, височини и скорости на полета. Но всичко това има и своята отрицателна страна. Детайлите и сглобените единици на двигателя, предимно от горещата им част, имат големи термични и динамични натоварвания. Това, от гледна точка осигуряването на необходимото ниво на надеждност, не позволява назначаването на голям ресурс, което от своя страна е свързано с нарастване на разходите за неговата експлоатация. Един от пътищата за повишаване на икономическата ефективност на експлоатация на този тип двигател е

въвеждането на стратегията за техническо обслужване и ремонт (ТОиР) по състояние, на което е посветена и настоящата работа.

Авиационните двигатели са изделия, които от съображение за безопасност на полетите не могат да се експлоатират до отказ. Поради това за тях може да бъде приложена стратегията за ТОиР по състояние с контрол на параметрите. Характерна особеност на тази стратегия е отсъствието на междуремонтни ресурси на изделията. Решение за продължаване на експлоатацията до следващата проверка или за необходимостта от замяна (основен ремонт) на изделието се приема по резултатите от непрекъснатия или периодичния контрол на параметрите, определящи техническото му състояние. Приложено за РД – 33, това ще доведе до повишаване на икономическата ефективност на неговата експлоатация, тъй като анализът на експлоатационните разходи показва, че техните високи стойности са свързани и със сравнително малкия междуремонтен ресурс на двигателя.

Трябва да се отбележи, че за РД – 33 е характерно наличието на индивидуални особености при експлоатацията на отделните екземпляри двигатели. Това прави ефективно прилагането на стратегията за ТОиР по състояние, тъй като тя позволява индивидуален контрол на техническото състояние на двигателите и съответно индивидуално изпълнение по необходимост на продължителните работи от техническото обслужване (прегледи, регулировки).

Реализацията на стратегията за ТОиР с контрол на параметрите налага извършването на анализ на работата на двигателите и прогнозиране на техническото им състояние както в полет, така и след всеки полет. Това е възможно при внедряване в експлоатацията на развита система за параметричен контрол и диагностициране (СПКД) на двигателя. Тази система трябва да има структура и модули, осигуряващи решение на задачите, изложени в [4].

Изграждането на СПКД за РД – 33 може да се осъществи на базата на приетата на въоръжение за МиГ – 29 система “ Контрол – С “, използваща данните от бордовия регистратор “ Тестер “. При нейното създаване могат да се използват и резултатите от проучването, направено в под. 42660 през 1995г [1]. Тя ще се базира и ще автоматизира дейностите по снемане, обработка, анализ и съхранение на данните за полетите на следните звена на отделните авиобази:

- служба за безопасност на полетите и обективен контрол;
- бойна ескадрила;
- ескадрила за оперативна подготовка на АТ;
- ескадрила за периодично обслужване и войскови ремонт;
- служба “Авиационна техника и въоръжение”.

В настоящия момент, приложено към РД – 33, могат да се разпознават такива неизправности, като:

- увеличаване на времето за запуск;
- намаляване на честотата на въртене на роторите, забавяне (“зависване”) на запуса;
- отсъствие на подаване на гориво;
- липса на запалване;
- прегряване на двигателя;
- висок темп на запуса;
- нисък разход на масло, висок разход на масло;
- понижени или повишени обороти на режим “ Малък газ “;
- повишено или понижено налягане на горивото;
- повишени вибрации;
- повреди от странични предмети;

- понижено или повишено налягане на маслото в системата на смазване;
- повишена температура на маслото;
- замърсяване на маслото, поява на метални стружки в маслото;
- недостатъчен темп на нарастване на налягането на горивото, превишаване на допусковите значения на параметрите на приемственост.

За разработването на СПКД, по - точно на експертната система за приемане на решения за техническото състояние на двигателя, за търсене на откази и неизправности и за определяне на технологията за тяхното отстраняване, може да се използват алгоритмите за откриване на отказите (дърветата на отказите), изложени в експлоатационно – техническата документация.

Информацията за техническото състояние на двигателя може да се получи чрез измерване на неговите функционални и диагностични параметри. Измерванията се извършват с определена периодичност в най – информативните режими на работа на двигателя в полет, при проби на земята или при изпълнение на различни форми на техническо обслужване. За тази цел могат да се използват щатните прибори на самолета, средствата за автоматизиран контрол на двигателя, средствата за техническо диагностициране и безразрушителен контрол.

За непрекъснат контрол и анализ на техническото състояние, за предвиждане на отказите на двигателите в полет могат да се използват:

- методите за бордния и наземния контрол, за диагностициране и автоматично търсене на неизправности, включващи автоматична регистрация и визуален контрол на параметрите и сигналите;
- методите за експрес – обработка за оперативен контрол и ранно откриване на откази;
- методите за диагностициране на проточната част на двигателя по термогазодинамичните параметри;
- методите за контрол на контурите на горивната и маслената системи;
- методите за вибродиагностициране, за акустична и температурна диагностика;
- методите за визуален контрол.

Диагностицирането на проточната част на двигателя по термогазодинамичните параметри се основа на анализа на тенденцията за отклонение на параметрите, на диагностичните признаци (кпд на възлите, коефициент на загуби на пълно налягане) и на специалните параметри (време за спиране на роторите, нарастване на температурата при запуск и др.), обусловени от развитието на неизправностите, от еталонните значения. Този метод позволява да се открият прогарянния, изкорубване на жаровите тръби на горивната камера, повреди в уплътненията, остатъчни деформации, корозионни и ерозионни повреди на лопатките на турбокомпресорите, замърсяване на проточната част и др.

Вибродиагностицирането на двигателите позволява да се открият нарушения в балансирането на роторите, дължащи се на повреди в лопатките, на разрушаване на елементи от опорите или на повишено износване на лагерите в роторните опори. С помощта на специални средства, предназначени за спектрален анализ на вибрациите, могат да бъдат открити неразчетни режими на работа на зъбните предавки и на шлицовите съединения, повишени луфтове в лагерите, коксуване на горивните форсунки, водещо да вибрационно изгаряне на горивото.

Между скоростта на износване на детайлите, омивани от маслото, и натрупаните в него продукти на износване съществуват тесни корелационни зависимости, които позволяват използването на маслото като ценен носител на информация. Като се отчита, че за РД – 33 повредите по детайлите и възлите, омивани от маслото, са на второ място по обем и значение след тези в горещите

части на двигателя, следва, че е необходимо въвеждането на периодични проверки, включващи спектрален анализ на маслото.

Редица елементи от конструкцията на двигателите от сер.2, каквито са двигателите на българските самолети МиГ-29, определени в резултат на анализа на дефектоването при основен ремонт, имат недостатъчна надеждност За тези от тях (втулки на кутията на агрегатите, централния привод, диска на V степен на компресора и др.), за които достъпът за контрол в условията на експлоатация е технологически невъзможен, в завода – производител са разработени конструктивно – технологични мероприятия, позволяващи да се увеличи надеждността, съответно и ресурсът им. За другите най-натоварени елементи от конструкцията на двигателя (омиваните от масло и тези от горещия тракт), до които има технологичен достъп, са разработени технологии и диагностична апаратура, позволяващи определянето на техническото им състояние в процеса на експлоатация (прибор ДИП за лагерите, ВДУ за лопатките на турбините, ендоскоп за преглед на газовъздушния тракт и др.).

Внедряването на стратегията за ТОиР по състояние за двигателя РД-33 е улеснено от модулността на неговата конструкция. Заменяйки отделните модули, агрегати и сглобени единици и отказвайки се от фиксираните междуремонтни ресурси двигателят може да се експлоатира по техническо състояние в границите на назначения си ресурс. За реализацията на това е необходимо да се назначат пределни наработки на отказ и норми на повреждаемост за всеки модул, агрегат и сглобена единица.

С отчитането на тези данни, в процеса на експлоатация модулите, агрегатите и сглобените единици могат да се подменят, без да се достига до появата на откази. Същевременно е необходимо да се извършва контрол на развитието на износването и повреждаемостта. Замяната на модулите и агрегатите при изработване на ресурса или при достигане на допустимите повреждаемост и износване трябва да се извърши по време на регламентните работи на самолета.

За постигане на необходимата ефективност на експлоатация експлоатационната част трябва да има някакъв оборотен фонд от модули, агрегати и сглобени единици, които да се заменят при необходимост по време на регламентните работи на самолета. По този начин двигателят може да изработи целия си назначен ресурс без ремонт, т. е. без да се отчита фиксирания междуремонтен ресурс.

Заменените модули, агрегати и сглобени единици се изпращат на ремонт в ремонтните заводи, след което се връщат за попълване на обменния фонд.

Реализирането на стратегията за ТОиР по състояние на двигателя РД-33 ще позволи:

- съкращаване на количеството запасни двигатели;
- опростяване на ремонта, понеже понякога отпада необходимостта от пълно разглобяване и сглобяване на двигателите и от изпитването им в пълен обем. Отделни изпитвания могат да се проведат само на стенд;
- по-правилно и оперативно планиране на регламентните работи и замените на двигателите.

Прилагането на тази стратегия, макар и с известни условности, е положено в Русия в края на 90-те години на миналия век, когато е въведен в експлоатация двигателят РД-33 сер.3, на който през 1000 ч наработка се заменя модула на газогенератора, а назначеният ресурс е 2000 ч. По-нататъшното и внедряване става поетапно като се отчитат резултатите от експлоатацията на лидерните двигатели, чиято оценка на техническото им състояние се прави при поредния основен ремонт.

Въвеждането на стратегията за експлоатация по техническо състояние при произведените по-рано двигатели, каквито са и намиращите се на въоръжение в

българските ВВС, може да стане след тяхното доработване (модернизиране) до конструктивното лице на двигателя сер.3.

Експлоатацията на двигателя РД-33 по техническо състояние е не само възможна, но и необходима, тъй като ще доведе до снижаване на експлоатационните разходи на самолета МиГ-29 при запазване на необходимото равнище на безопасност на полетите.

Литература

1. Автоматизирана система за обработка и анализ на параметрите на полета, силовата установка и системите на авиационната техника. /Г.С.Сотиров, Г.А.Донов, Р.Г.Радев и др. Сб.докл. ЮНС на ВВУ "Г.Бенковски" (22 – 23 май 1995г) – Д. Митрополия, стр. 450 – 458.
2. Надежность и эффективность в технике: Справочник. т.10./Ред. совет: В. С. Авдеевский и др. – М.: Машиностроение, 1980.
3. Проблемы надежности летательных аппаратов: Под ред. И. Ф. Образцова, А. С. Вольмира. – М.: Машиностроение, 1985.
4. Сейзински Д.Т., Асенов С.М., Пенчев С.И., Йорданов П. И. Условия за експлоатация на ГТД по техническо състояние. ЮНС на НВУ " В.Левски ", факултет "Авиационен" (21 – 22 април 2005г) – Д. Митрополия, стр. 73 – 77.
5. Смирнов И. И., Ицкович А. А. Обслуживание и ремонт авиационной техники по состоянию. – М.: Транспорт, 1987.
6. Техническая эксплуатация летательных аппаратов. Под ред. Н. Н. Смирнова. Уч. для вузов ГА. – М.: Транспорт, 1990.