

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ПОСЛЕПРОДАЖНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ВВЕДЕНИЕМ ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТИРУЮЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ И ЦЕНТРАХ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИСПРАВНОСТИ

Владимир Анатольевич Панов,

зам. главного технолога ММП им. В.В. Чернышева,
доцент кафедры технологии изготовления АД МАИ

Учитывая реальные финансовые возможности эксплуатирующих организаций военной авиации, можно на взаимовыгодных условиях предложить наиболее приемлемую структуру поддержания и восстановления исправности авиационной техники силами выездных бригад предприятий разработчиков и изготовителей или центра ППО непосредственно в места базирования летательных аппаратов или в центрах восстановления исправности двигателей (ЦВИД).

Исследование надежности, контролепригодности, эксплуатационной и ремонтной технологичности находящихся в эксплуатации двигателей показывает, что заложенные при их проектировании и последующей модернизации технические характеристики создают возможность постепенного перехода на техническое обслуживание и ремонт по техническому состоянию.

Taking into account the real financial possibilities of exploiting organizations of air force, it maybe to offer, on the mutually beneficial terms, most acceptable structure of maintenance and renewal of good condition of aerotechics by forces of departure brigades of enterprises of developers and manufacturers or center of service directly in the places of basing of aircrafts, and similarly in the regional centers of renewal of good condition of engines.

Research of reliability, shows operating and repair technologicalness of being in exploitation engines, that stopped up at their planning and subsequent modernisation technical descriptions create possibility of the gradual passing to technical service and repair on the technical state.

Ключевые слова: авиационный двигатель, восстановительный ремонт, центры восстановления исправности, организация восстановительного ремонта.

Keywords: aviation engine, restoration repair, centers of good condition, organization of restoration repair.

Разработка стратегии послепродажного обслуживания предполагает принятие серии взаимосвязанных ключевых решений, которые определяются тремя параметрами.

1. При разработке изделия необходимо в максимальной степени учитывать проблемы, связанные с его обслуживанием: расчетную стоимость технического обслуживания, модульное проектирование, интеграцию систем автодиагностики и дистанционного обслуживания, возможность восстановления изделия в будущем и расчетный коэффициент надежности.

2. Планирование обслуживания включает определение объема услуг и уравнивание различных составных элементов послепродажного обслуживания.

3. На протяжении жизненного цикла услуг система управления ими должна изменяться в соответствии с возлагаемыми на них экономическими задачами: прямая и косвенная рентабельность, способы оплаты, установление или неустановление сотрудничества в сфере технического обслуживания, интеграция или дифференциация функций услуг и определение адекватной политики по наделению представителей предприятий (региональных центров) полномочиями, мотивация их деятельности.

Различия в жизненном цикле двигателей и предлагаемых услуг представлены на рис. 1.



Рис. 1. Жизненный цикл двигателя и предлагаемых услуг

Имеющийся мировой опыт показывает, что в условиях рыночных отношений, решая задачу получения максимально возможной прибыли от разработки и изготовления авиационной техники, одновременно приходится учитывать стремление потребителей авиационной техники максимально сократить финансовые затраты на ее закупку и содержание. В связи с этим одними из основных направлений деятельности разработчиков и изготовителей авиационной техники, позволяющих сохранить конкурентоспособность и расширить номенклатуру услуг по ее сервисному обслуживанию, являются:

- внедрение стратегии технического обслуживания и ремонта объектов авиационной техники в пределах назначенного ресурса без фиксированного межремонтного ресурса (по техническому состоянию) с учетом фактически установленного и прогнозируемого технического и функционального состояний объектов и их составных компонентов;

- рациональное перераспределение работ по восстановлению исправности авиационной техники между заводскими и эксплуатационными условиями;

- учитывая реальные финансовые возможности эксплуатирующих организаций военной авиации, предлагать им, на взаимовыгодных условиях, наиболее приемлемую структуру поддержания и восстановления исправности авиационной техники силами выездных бригад предприятий разработчиков и изготовителей или центра ППО непосредственно в места базирования летательных аппаратов.

Исследование надежности, контролепригодности, эксплуатационной и ремонтной технологичности двигателей типа РД-33 показывает, что заложенные при его проектировании и последующей модернизации технические характеристики создают возможность постепенного перехода на техническое обслуживание и ремонт по техническому состоянию.

Для осуществления такого перехода важна не столько надежность двигателя, сколько возможность своевременного обнаружения возникающего (появившегося) дефекта, его устранение (парирование) путем соответствующих профилактических и целевых восстановительных мероприятий.

В зависимости от технического состояния двигателя, объемов и характера выполняемых работ при его техническом обслуживании и ремонте по техническому состоянию, восстановление исправности может быть упреждающим (профилактическим) или целенаправленным.

Упреждающее (профилактическое) восстановление исправности предполагает проведение необходимых работ для предотвращения возникновения отказа и осуществляется на основании выявленного (или прогнозируемого) предотказного состояния двигателя (сборочной единицы или детали) при периодических или целевых проверках.

Целенаправленное восстановление исправности предполагает устранение уже появившегося дефекта детали или сборочной единицы (локализованного отказа), вызвавшего досрочное отстранение двигателя от дальнейшей эксплуатации (например, забоины лопаток компрессора, прогар соплового аппарата и т.д.).

В большинстве случаев, по объему восстановительных работ и характеру отказа, восстановление исправности двигателя не требует проведения капитального ремонта всего двигателя, а только деталей и сборочных единиц, у которых выявлено предотказное или дефектное состояние (до 60 % от общего количества двигателей, поступающих в заводской ремонт). В этом случае может быть произведена их замена на исправные (отремонтированные) детали и сборочные единицы, то есть выполнен текущий ремонт двигателя непосредственно в условиях эксплуатирующей организации.

Текущий ремонт - это ремонт, выполняемый с целью восстановления исправности двигателя путем устранения выявленного или прогнозируемого локализованного отказа (дефекта) и объективного подтверждения исправного состояния двигателя на текущий момент времени, а также возможности его сохранения до очередной проверки технического состояния или до капитального ремонта.

При проведении текущего ремонта разборка двигателя производится в объеме, необходимом только для подхода к дефектным деталям, узлам и агрегатам. Такой ремонт может осуществляться как в заводских условиях, так и (во многих случаях) непосредственно в местах базирования летательных аппаратов - в региональных (или мобильных) центрах восстановления исправности двигателей (ЦВИД).

Выбор места текущего ремонта определяется, в первую очередь, ремонтной технологичностью двигателя, имеющимися средствами технологического оснащения в ЦВИД и наличием введенной в действие нормативно-технической и руководящей эксплуатационно-ремонтной документации, определяющей номенклатуру обязательных работ при текущем ремонте и допустимость их выполнения в условиях эксплуатирующей организации.

Так, например, замена сопловых аппаратов турбин высокого и низкого давлений требует технологическое оснащение, которое может быть перевезено на автомобиле средней грузоподъемности (типа ЗиЛ-130), а время его подготовки к работе не превышает 3-4 ч. Это же технологическое оснащение позволяет обеспечить доступ для замены поврежденных лопаток компрессора и вентилятора. Однако в этом случае может возникнуть необходимость балансировки роторов после замены лопаток. Доставка в эксплуатирующую организацию балансировочного оборудования, его установка и наладка являются весьма сложной задачей. Поэтому при таких видах повреждений проведение текущего ремонта может потребовать заводских условий. Хотя величина временных, материальных и финансовых затрат и в этом случае будет меньше, чем при капитальном ремонте.

В то же время, если использовать технологию замены лопаток без последующей балансировки, разработанную разработчиком двигателя ОАО "Климов", которая включена в Руководство по среднему ремонту, то и этот вид ремонта можно выполнять в условиях эксплуатирующей организации.

Из этих примеров видно, что рациональный выбор имеющегося разнообразия технологий восстановления исправности отдельных деталей и сборочных единиц двигателей типа РД-33 позволяет создать систему восстановления исправности двигателей, которая обеспечит:

- рациональное и обоснованное перераспределение работ по восстановлению исправности деталей и сборочных единиц двигате-

ля между заводскими и эксплуатационными условиями;

- взаимовыгодные договорные условия между предприятиями дивизиона, КБ разработчиками, центром ППО дивизиона и эксплуатирующими организациями.

Необходимо отметить, что выгодные договорные условия для эксплуатирующих организаций при выполнении текущего ремонта силами центра ППО непосредственно в местах базирования летательных аппаратов обусловлены не только экономическими критериями.

В отдельных случаях объем текущего ремонта и, следовательно, его стоимость может приближаться к капитальному ремонту.

Анализ системы ремонта ВВС США и Канады показывает, что наряду со специализированными ремонтными заводами часть двигателей ремонтируется в непосредственной близости от мест базирования летательных аппаратов. Это позволяет сократить время нахождения двигателей вне эксплуатации (оборотное время) примерно в шесть раз по сравнению с их ремонтом в заводских условиях.

Такая система ремонта обуславливает меньшее потребное количество оборотного фонда двигателей ВВС США по сравнению с ВВС МО РФ более чем на 30 %. Данное обстоятельство существенно сокращает потребные финансовые затраты на приобретение и содержание авиационной техники при обеспечении требуемого уровня ее исправности и боеготовности.

Оргштатная структура войсковой ремонтной сети ВВС США приспособлена к выполнению большого объема ремонтных работ. Новая структура авиационных крыльев имеет мощные ремонтные подразделения. Они включают технический состав "ТОР на стоянке самолетов" и технический персонал "ТОР вне стоянки самолетов". Персонал ТОР на стоянке самолетов, который в новой структуре крыла подчиняется командиру боевой эскадрильи, отвечает за проведение ремонта узлов, агрегатов без снятия их с самолета, восстановление самолета после полета и подготовку к повторным вылетам. Персонал ТОР вне стоянки самолетов организационно подчиняется командиру группы ИАТО крыла и входит в АЭ ТОР самолетов и двигателей, АЭ ТОР самолетного (бортового) и наземного оборудования, и АЭ ТОР систем вооружения.

АЭ ТОР самолетов и двигателей является самым многочисленным подразделением в ИАТО крыла. Подразделение осуществляет ремонтные и регламентные работы. Кроме того, оно может выполнять работы по модернизации планера самолетов, двигательных установок и ряда бортовых систем, ремонт узлов и агрегатов, если объем необходимых работ соответствует возможностям этого подразделения.

Сегодня в нашей стране все виды ремонта авиационной техники выполняются, как правило, на авиационно-ремонтных заводах или предприятиями-изготовителями.

В процессе гарантийного обслуживания, что для основного заказчика ВВС России составляет 350 ч, а для инозаказчика - 1,5 года, представителями предприятия-изготовителя или предприятия, выполняющего капитальный ремонт, производятся работы только по устранению выявленных дефектов, в основном САУ, выполняются работы по бюллетеням. В пост гарантийный период обслуживание производится непосредственно эксплуатирующей организацией. При снятии двигателей с эксплуатации по различным причинам производится капитальный ремонт на предприятиях изготовителя или авиаремонтных предприятиях.

По сложившейся многолетней практике авиаремонтные предприятия производят ремонт по документации, разработанной серийными предприятиями. Освоение новых видов ремонта, в том числе и модернизация двигателей, затягивается на несколько лет из-за отсутствия технологического оснащения. В условиях жесткой конкуренции на внутреннем и мировом рынке авиационной техники такое состояние не приемлемо.

Схема существующего послепродажного обслуживания представлена на рис. 2.

Если же часть высвободившихся из оборотного фонда двигателей ВВС МО РФ разобрать с целью последующего применения их деталей и сборочных единиц для восстановления исправности ос-

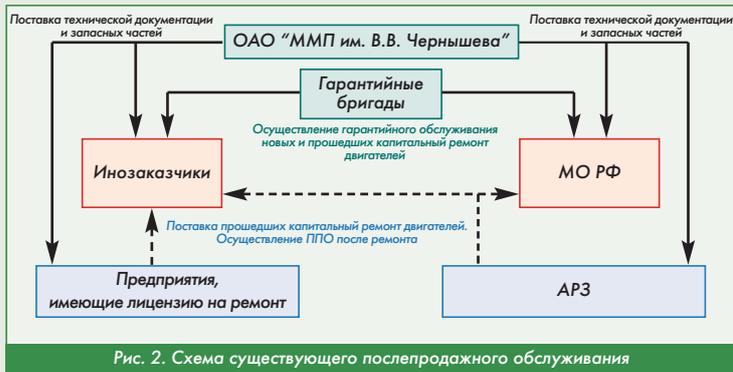


Рис. 2. Схема существующего послепродажного обслуживания

тавшихся двигателей, это уменьшит требуемое количество запасных частей, приобретаемых на заводах-изготовителях, и сократит себестоимость ремонта.

Организационная структура восстановления исправности двигателей при рациональном перераспределении их ремонта между заводскими и эксплуатационными условиями представлена на рис. 3.

В отличие от существующей структуры восстановления исправности двигателей военной авиации, в которой ремонт осуществляется только в условиях АРЗ МО РФ или на заводе-изготовителе (заводские условия), добавляются еще ремонтное подразделение - региональный (мобильный) центр восстановления исправности двигателей и центр послепродажного обслуживания (ЦППО).

В этом случае предполагается, что ЦППО осуществляет:

- разработку руководящей эксплуатационной и ремонтной документации (Руководство по текущему ремонту и бюллетени о внесении изменений в Руководство по эксплуатации и техническому обслуживанию);
- заключает договора с Заказывающей организацией на выполнение текущего ремонта;
- формирует выездные бригады для выполнения текущего ремонта в условиях ЦВИД;
- приобретает (изготавливает) необходимые средства технологического оснащения, запасные части и материалы;
- принимает от эксплуатирующей организации двигатели в ремонт;
- разбирает, дефектирует, заменяет дефектные детали и сборочные единицы на исправные, собирает и испытывает двигатели в условиях ЦВИД;
- организует ремонт снятых с двигателя неисправных деталей, сборочных единиц (при необходимости) двигателя в целом на своем предприятии, в условиях заводов-изготовителей или АРЗ МО РФ;
- оформляет отчетную документацию о выполненных работах (Дело ремонта) и оформляет Формуляр двигателя по установленной форме.

На нашем предприятии на основе общепринятых мировых систем по поддержанию в рабочем состоянии парка авиационной техники разработаны схемы выполнения ремонта в центрах восстановления исправности двигателей. В данной схеме предприятие-изготовитель (разработчик) или центр ППО в рамках дивизиона является головным предприятием, выполняющим не только ремонт, но и обработку информации по эксплуатации и выявленным дефектам, а также координацию работ авиаремонтных предприятий. Обработав заявки на проведения ремонта, в которых указаны дефект, по которому отстранен двигатель от эксплуатации, наработка и параметры, полученные при последнем походе или наземной обработке, специалистами ЦВИД производится обследование двигателя на месте дислокации авиационной техники и принимается решение о проведении ремонта. При данном подходе порядка 40 % дефектов, по которым двигатель эксплуатирующей организации отстранен от эксплуатации, могут быть устранены на месте. Необходимое количество запасных частей и технологического оборудования определяется в процессе проведения анализа специалистами ЦВИД и предприятия-изготовителя (разработчика) заявки эксплуатирующей организации. В процессе устранения дефекта одновременно могут быть выполнены работы, связанные с проведением конструктивных доработок, направленных на повышение надежности двигателя. Объем таких работ также определяется перед выездом специалистов ЦВИД на место дислокации. Если для проведения восстановительного ремонта требуется более глубокая или детальная разборка, то такой двигатель с направлением специалиста ЦВИД передается на авиаремонтное предприятие, работающее в данной структуре. На авиаремонтном предприятии производится замена поврежденного или вышедшего из строя модуля на отремонтированный предприятием-изготовителем. Поврежденный модуль направляется на предприятие-изготовитель. Там модуль проходит капитальный ремонт и при необходимости модернизацию и после проведенных испытаний (при необходимости) возвращается на авиаремонтное предприятие.

Структура ЦППО и схема взаимодействия подразделений ЦППО приведены на рис. 4 и 5 соответственно.

При проведении текущего ремонта непосредственно в условиях эксплуатирующей организации необходимо не только восстановить исправность дефектной детали или сборочной единицы (или заменить на исправные), но и необходимо убедиться, что после ремонта техническое и функциональное состояние двигателя в целом соответствует требованиям действующей нормативно-технической документации на период установленных остатков его наработки и срока службы.

Таким образом, при выполнении текущего ремонта должны быть решены три основные задачи:

- восстановить исправное состояние дефектной детали или сборочной единицы (путем их замены или ремонта);

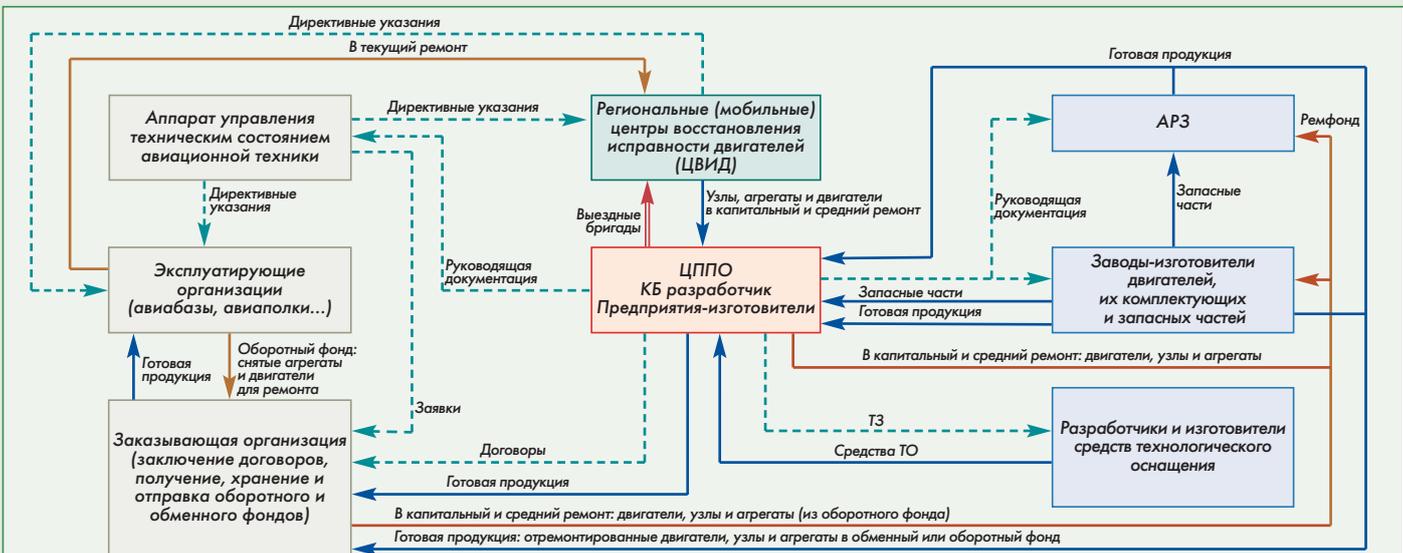


Рис. 3. Организационная структура восстановления исправности двигателей при рациональном распределении их ремонта между заводскими и эксплуатационными условиями

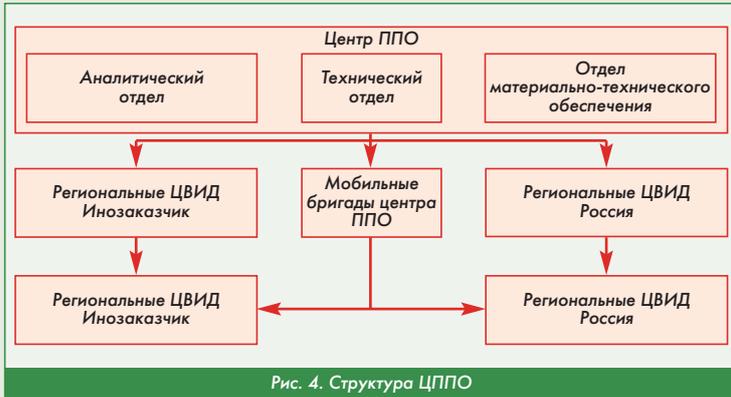


Рис. 4. Структура ЦПО

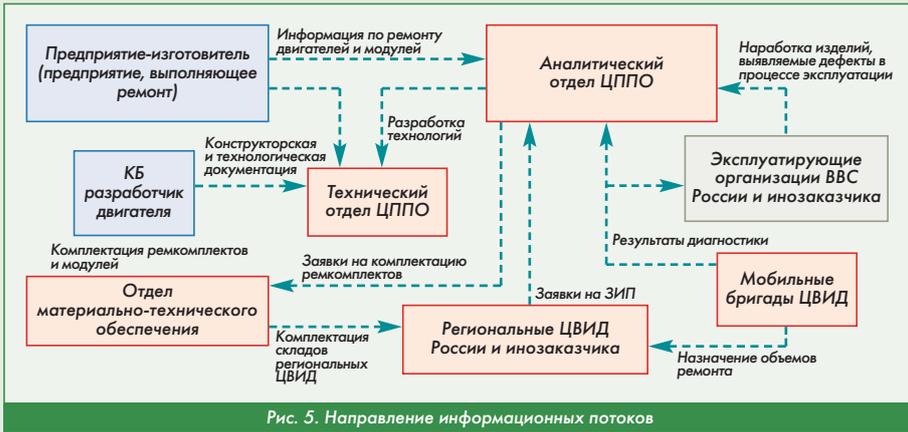


Рис. 5. Направление информационных потоков

мых при проведении текущего ремонта и последовательность их выполнения с учетом замены деталей и сборочных единиц с ограниченным ресурсом и имеющих расчетную величину наработки на отказ, равную наработке двигателя;

- осуществить выбор средств и методов, определяющих допустимость и целесообразность проведения текущего ремонта в условиях эксплуатирующей организации. На рис. 6 и 7 приведены примеры алгоритмов выполнения диагностики двигателей и назначения ремонта по характерным дефектам: "попадание постороннего предмета в ГВТ" и "стружка в масле".

Для восстановления исправности конкретного двигателя в условиях ЦВИД, независимо от причины его досрочного снятия с летательного аппарата, обуславливающей необходимость проведения текущего ремонта, необходимо разработать:

- единый стандарт формирования и организации ЦПО;
- Руководство по среднему ремонту;
- Дополнения к руководству по эксплуатации в части введения технологических процессов диагностики и ремонта ДСЕ двигателей;
- технологии ремонта, дефектации и диагностики;
- разработать и внедрить системы электронных формуляров для всего парка двигателей дивизиона РД-33, АЛ-31, АЛ-55, 117С, аналогично ИДС "АРМ ДК-30(СД) серия М", для обеспечения обслуживания двигателей типа АЛ-31Ф с регуляторами типа КРД-99А, КРД-99Б, КРД-99Ц и КРД-96, для обеспечения сбора достоверной полетной информации;
- разработать и внедрить системы FS Applications автоматизации управления производством с

соответствующей информационной поддержкой в рамках ERP-системы, для своевременной передачи данных в центр ППО и принятия решения.

Основные этапы внедрения ППО представлены на схеме рис. 8.

Комплектация склада регионального ЦВИД запасными частями (детали, сборочные единицы) должна состоять из:

- комплекта деталей и сборочных единиц, забракованных по результатам дефектации поступивших в ремонт двигателей с учетом их наработки в эксплуатации;
- комплекта деталей разового применения из условий и мощности регионального центра ЦВИД;

- комплекта деталей и сборочных единиц, имеющих ограниченный ресурс, установленный предприятием или КБ разработчика, а также рассчитанный по теории вероятности на величину средней наработки на отказ;

- отремонтированных модулей двигателя, который поставляются в региональные ЦВИД непосредственно для выполнения восстановительного ремонта по указанию центра ППО.

Схема формирования склада регионального ЦВИД приведена на рис. 9.

Предложенная структура ППО должна:

- обеспечить обоснованно-минимальный уровень материальных и финансовых затрат на содержание и эксплуатацию объектов и изделий авиационной техники;
- минимизировать потери при перепроизводстве запасных частей;
- повысить уровень послепродажного обслуживания с переходом эксплуатации двигателей по техническому состоянию;
- повысить доходность предприятий,

- установить остатки допустимой наработки и срока службы двигателя после проведения текущего ремонта при известном его объеме;

- оценить техническое и функциональное состояние конкретного двигателя в целом и обосновать, что оно будет соответствовать требованиям действующей нормативно-технической документации для установленных остатков его послеремонтной наработки и срока службы.

Для решения указанных задач необходимо:

- определить наиболее общую номенклатуру работ, выполняе-

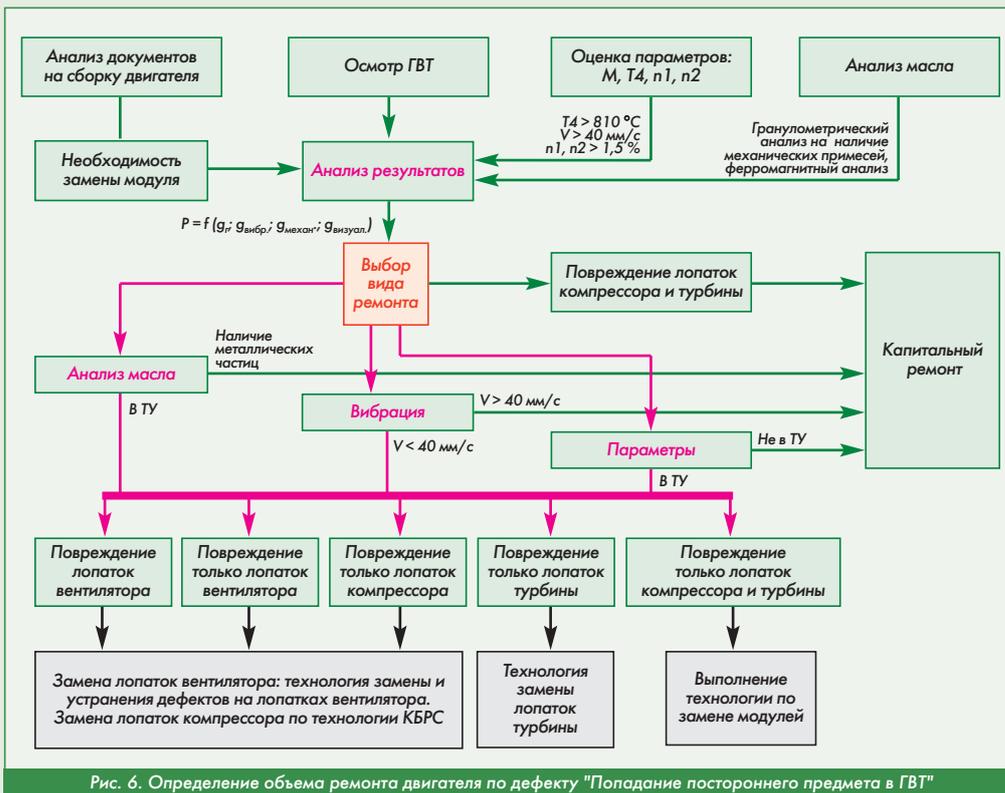


Рис. 6. Определение объема ремонта двигателя по дефекту "Попадание постороннего предмета в ГВТ"

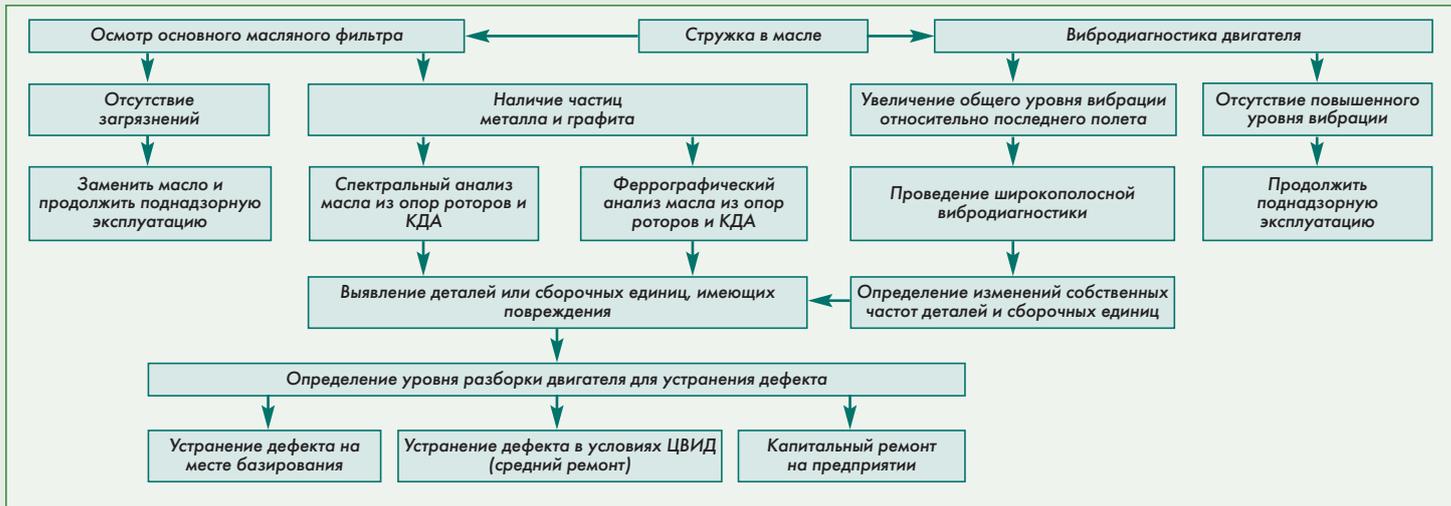


Рис. 7. Определение объема ремонта двигателя по дефекту "Стружка в масле"

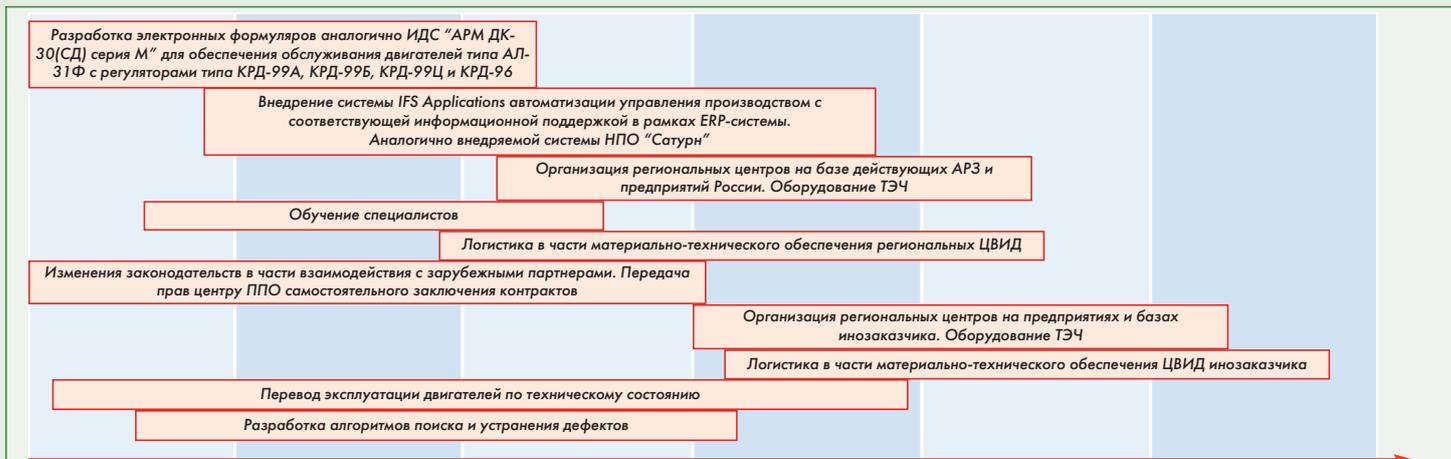


Рис. 8. Основные этапы внедрения ППО

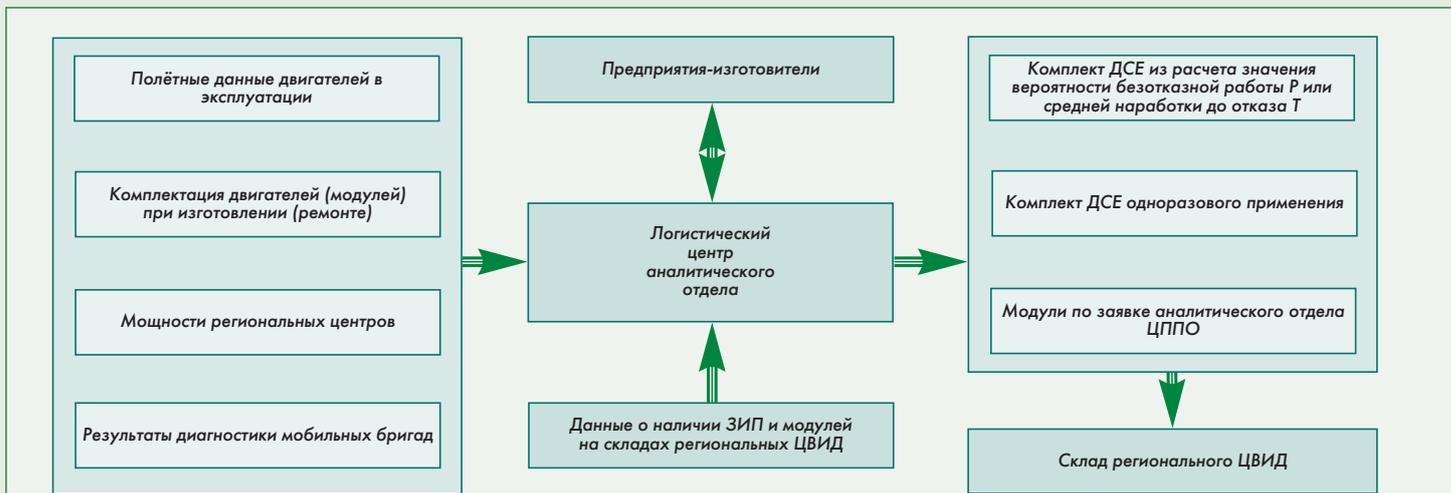


Рис. 9. Схема формирования склада регионального ЦВИД

обеспечивающих послепродажное обслуживание в рамках предлагаемой структуры;

- повысить конкурентоспособность предлагаемых на рынок двигателей и услуг по их обслуживанию;
- снизить финансовые затраты по оснащению региональных центров восстановления и ремонта прогрессивными технологиями.

Литература

1. В.В. Ключков. Методы и программное обеспечение экономико-математического моделирования и оптимизации технического

обслуживания и ремонта авиадвигателей. // Авиакосмическая техника и технология, № 1, 2005.

2. И.М. Ахматов, В.Д. Коковин, В.В. Семенин. Электронный формуляр - практический шаг в обеспечении эксплуатации авиационного двигателя по техническому состоянию. // Двигатель, № 1(67), 2010.

3. В.В. Ключков. Организация интегрированной логистической поддержки эксплуатации и ремонта авиадвигателей. // Авиакосмическая техника и технология, № 4, 2005.

Связь с автором: e-mail: vapanov@list.ru