

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)

Кафедра технической эксплуатации
летательных аппаратов и авиационных двигателей

Ю.М. Чинючин

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОЗДУШНОГО ТРАНПОРТА

ЧАСТЬ II. ФОРМИРОВАНИЕ ПРОГРАММ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ В АВИАКОМПАНИЯХ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Учебно-методическое пособие
по изучению дисциплины

*для аспирантов
направления 25.06.01
всех форм обучения*

Москва
ИД Академии Жуковского
2021

УДК 629.7.017
ББК 053-082
Ч-63

Рецензент:

Машошин О.Ф. – д-р техн. наук, профессор

Чинючин Ю.М.

Ч-63

Эксплуатация воздушного транспорта. Часть II. Формирование программ технического обслуживания воздушных судов в авиакомпаниях гражданской авиации [Текст] : учебно-методическое пособие по изучению дисциплины / Ю.М. Чинючин. – М.: ИД Академии Жуковского, 2021. – 32 с.

Данное учебно-методическое пособие издается в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Эксплуатация воздушного транспорта» по учебному плану направления 25.06.01 для аспирантов 1-го, 2-го и 3-го годов обучения очной формы обучения.

Учебно-методическое пособие содержит основные положения по формированию программ технического обслуживания воздушных судов в авиакомпаниях ГА.

Предназначено для аспирантов, обучающихся в университете по направлению подготовки 25.06.01 «Аэронавигация и эксплуатация авиационной и ракетно-космической техники», с целью практического закрепления ими знаний по основным направлениям исследований в сфере совершенствования процессов и систем технической эксплуатации вновь создаваемых и перспективных типов воздушных судов.

Рассмотрено и одобрено на заседаниях кафедры 02.03.2021 г. и методического совета 23.03.2021 г.

УДК 629.7.017
ББК 053-082

В авторской редакции

Подписано в печать 27.05.2021 г.

Формат 60x84/16 Печ. л. 2 Усл. печ. л. 1,86

Заказ № 777/0519-УМП37 Тираж 30 экз.

Московский государственный технический университет ГА
125993, Москва, Кронштадтский бульвар, д. 20

Издательский дом Академии имени Н. Е. Жуковского
125167, Москва, 8-го Марта 4-я ул., д. 6А
Тел.: (495) 973-45-68
E-mail: zakaz@itsbook.ru

© Московский государственный технический университет гражданской авиации, 2021

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1. *Государство разработчика* – государство, обладающее юрисдикцией в отношении организации, ответственной за типовую конструкцию.
2. *Государство регистрации* – государство, в реестр которого занесено ВС.
3. *Государство эксплуатанта* – государство, в котором находится основное место деятельности эксплуатанта или, если эксплуатант не имеет такого места деятельности, постоянное место пребывания эксплуатанта
4. *Соответствующие нормы летной годности* – всеобъемлющие и подробные нормы и правила в области летной годности, установленные договаривающимся государством для рассматриваемого класса ВС.
5. *Программа ТОиР* – это документ, описывающий конкретные работы по ТОиР и периодичность их выполнения, необходимые для длительной безопасной эксплуатации ВС, в отношении которых она применяется.
6. *УПЛГ ВС* – Управление поддержания лётной годности воздушных судов.
7. *АОС* – держатель сертификата эксплуатанта (Air operator certificate).
8. *АЛІ* – указания по ограничению лётной годности (Airworthiness limitation items).
9. *СМР* – сертификационные требования к ТОиР (Continuing maintenance requirements).
10. *EDTO* – производство полётов с увеличенным временем ухода на запасной аэродром (Extend diversion time operation).
11. *ІСAs* – инструкции по поддержанию лётной годности (Instructions for continued airworthiness).
12. *MPD* – документ по планированию ТОиР (Maintenance planning document).
13. *MRB* – совет по вопросам ТОиР (Maintenance review board).
14. *MSI* – изделие, важное в плане ТОиР.
15. *SDR* – информация об эксплуатационных недостатках (Service difficulty reporting).
16. *SIP* – программа сохранения структурной целостности (Continuing structural integrity programme).
17. *SSI* – конструктивно важное изделие.
18. *TBO* – периодичность планового капитального ремонта (Time between overhaul).
19. *TSO* – наработка после последнего ремонта (Time since overhaul).
20. *WFD* – обзор усталостных повреждений (Widespread fatigue damage).

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Цель Учебно-методического пособия (УМП):

1. Получение теоретических знаний в соответствии с содержанием рабочей программы учебной дисциплины «Эксплуатация воздушного транспорта»;
2. Изучение механизмов формирования программ технического обслуживания воздушных судов.

Дисциплина – **Эксплуатация воздушного транспорта** относится к Блоку В1 (Обязательные дисциплины) Учебного плана по направлению подготовки 25.06.01 «Аэронавигация и эксплуатация авиационной и ракетно-космической техники» (Аспирантура) и направлена на расширение и углубление сформированных компетенций. Содержание дисциплины формируется в соответствии с направленностью (профилем) 05.22.14 - Эксплуатация воздушного транспорта.

В результате изучения дисциплины Эксплуатация воздушного транспорта обучающийся должен:

знать:

- конструкцию ВС, силовых установок и функциональных систем;
- основные положения теории надежности, технической диагностики, теории вероятностей, математической статистики;
- методы выбора стратегий и формирования режимов технического обслуживания (ТО) и ремонта ВС;
- основные понятия теории технической эксплуатации ВС;

уметь:

- обрабатывать данные по результатам эксплуатационных наблюдений;
- проводить инженерный и статистический анализ надежности и эффективности процессов технической и летно-технической эксплуатации ВС;
- определять эффективные стратегии ТО и ремонта (восстановления) компонентов авиационной техники (АТ);

владеть:

- навыками комплексного подхода к анализу проблем эксплуатации АТ;
- методами статистической оценки данных эксплуатационных наблюдений при решении задач управления техническим состоянием АТ.

2. ПРЕДПОСЫЛКИ К СОЗДАНИЮ ПРОГРАММ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

2.1. Основные вопросы, подлежащие изучению

1. Назначение, содержание и область применения программы ТОиР ВС.
2. Нормативные документы по разработке программ ТОиР ВС.
3. Структура комплексной программы ТОиР ВС.

4. Принципы и механизм формирования комплексной программы ТОиР ВС.

5. Основные особенности и принципы формирования программы ТОиР планера ВС.

2.2. Понятие программы, ее структура и механизм формирования

В зарубежной практике при формировании программ ТОиР самолетов В-757, В-767, А-310, А-320, А-340-200, А-340-300 и др. использовался документ MSG-3 [1].

Функции документа MSG-3 в отечественной практике выполняют «Руководство для конструкторов и эксплуатантов по разработке и сертификации программы ТОиР функциональных систем ВС–РДК–Э»; отраслевой стандарт ОСТ 5430054-88 «Система ТОиР АТ. Регламент технического обслуживания самолета (вертолета)»; ГОСТ 28056-89 «Документация эксплуатационная и ремонтная на АТ. Построение, изложение, оформление и содержание Программы технического обслуживания и ремонта», регламентирующий разработку и поставку такого документа, как Программа ТОиР ВС [2].

Программа ТО и Р является неотъемлемой составной частью системы ТОиР ВС. Она представляет собой документ, устанавливающий выбранные стратегии, количественные и качественные характеристики режимов ТОиР, допустимые при эксплуатации уровни повреждений, средства диагностирования и контроля, а также порядок их корректировки в процессе эксплуатации [3].

При формировании программы ТОиР конкретного типа ВС учитываются как цели и имеющиеся ресурсы на вышестоящих уровнях, так и непосредственные целевые задачи технической эксплуатации, часть из которых реализуется системой ТОиР. Проведенные исследования убедительно показывают, что с внедрением новых, более совершенных программ ТОиР повышается надежность работы ВС, регулярность их полетов при одновременном существенном сокращении расходов на ТОиР.

Совершенство программы обслуживания и ремонта определяется тем, насколько полно она обеспечивает соответствие процесса технической эксплуатации объективно существующему процессу изменения технического состояния объекта.

Программа ТОиР ВС в целом рассматривается как совокупность программ более низкого уровня. В зависимости от применяемых стратегий различают программы ТОиР по наработке, по состоянию с контролем параметров, по состоянию с контролем уровня надежности. По признаку применяемых режимов ТОиР различают программы по оперативным, периодическим и ремонтным формам. С учетом конструктивных особенностей составных частей ВС следует различать программы ТОиР планера, двигателя, ФС (гидравлическая, топливная, управления и др.).

Наряду с программой ТОиР разрабатывается программа организационно-технического обеспечения ТОиР. Объединяясь, эти две программы образуют так называемую комплексную программу ТОиР ВС.

Под *комплексной программой ТОиР* понимается документ, содержащий развернутое изложение принятых стратегий и соответствующих им режимов, технологий, методов, форм организации обслуживания и ремонта ВС в целом, его функциональных систем и оборудования, реализованных в конструкции и эксплуатационно-технической документации с учетом заданных условий эксплуатации.

Комплексный характер программы определяется прежде всего рациональным сочетанием различных стратегий обслуживания и ремонта элементов функциональных систем (по наработке, с контролем параметров и уровня надежности), а также включением широкого круга вопросов организационно-технического обеспечения разработки и внедрения программы применительно к этапам создания, эксплуатации и ремонта ВС. Структурно комплексная программа ТОиР состоит из нескольких разделов (рис.2.1).

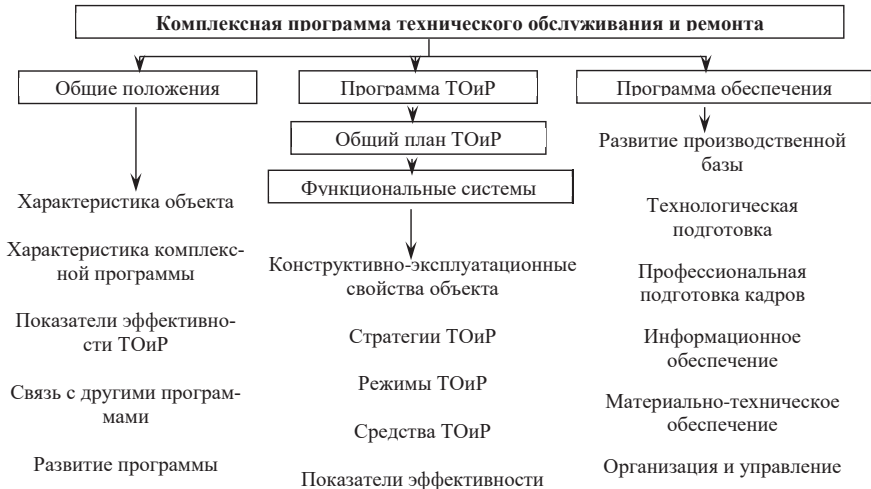


Рис. 2.1. Структура и содержание комплексной программы ТОиР ВС

Разработка программы ТОиР ВС в соответствии с требованиями заказчика начинается в конструкторских бюро на ранних этапах проектирования ВС одновременно с конструированием планера и функциональных систем. Работа над программой ТОиР производится одновременно с разработкой и обеспечением программ надежности и эксплуатационной технологичности ВС. Взаимодействие указанных программ на стадии создания ВС обеспечивает получение за-

данного уровня эффективности процесса технической эксплуатации за счет рационального сочетания конструктивно-технологических решений, направленных на повышение безотказности и эксплуатационной технологичности, с разработкой прогрессивных стратегий и режимов ТОиР планера, двигателя и всех функциональных систем и изделий ВС.

Так, в *общих положениях* программы содержится основание для разработки, цель и назначение программы, этапы и сроки разработки и корректировки. Заданные условия эксплуатации и ограничения, принятые при разработке программы, включают: условия применения ВС с учетом сезонной потребности и соответствующие им значения средней продолжительности рейса; числа посадок, годового и суточного налета; условия внешней среды при выполнении ТОиР; допустимые значения показателей безотказности и регулярности полетов, надежности авиационной техники, установленные в техническом задании и нормативных документах на этапах проектирования, испытаний и эксплуатации.

Характеристики ВС как объекта ТОиР содержат основные сведения о конструктивно-компоновочных особенностях (доступность, легкосъемность, взаимозаменяемость, контролепригодность), схемах размещения зарядно-заправочных устройств, основных эксплуатационных люков, эксплуатационных разъемов, основных агрегатов планера, сведения о ресурсах и сроках службы ВС и приспособленности конструкции функциональных систем и изделий к прогрессивным стратегиям и методам ТОиР.

План ТОиР занимает центральное место в программе. Он устанавливает основные принципы построения и организации, стратегии и режимы обслуживания и ремонта. План составляется для объектов, подлежащих ТОиР в процессе эксплуатации, и включает следующие материалы:

- ✓ типовую структуру (номенклатуру и периодичность видов) ТОиР в течение всего срока службы для типовых условий эксплуатации;
- ✓ стратегии и количественные характеристики ТОиР изделий;
- ✓ назначенный ресурс, срок службы, среднюю периодичность внеплановых замен, периодичность, трудоемкость и продолжительность выполнения основных работ, нормы расхода запасных частей и материалов (для всех изделий);
- ✓ ресурс до первого ремонта и межремонтный ресурс (для изделий, ТОиР которых выполняется по наработке);
- ✓ параметры, определяющие техническое состояние объекта и значения этих параметров, значения предупреждающих допусков, перечень средств и методов контроля (для изделий, обслуживаемых по состоянию с контролем параметров);
- ✓ сведения о работах, подлежащих выполнению при хранении, и специальных видах ТОиР (сезонное, после особых случаев полета и посадки и др.);
- ✓ типовые технологические графики ТО ВС;
- ✓ рекомендации по применению новых методов восстановления деталей при ТОиР.

В разделе программы по *организации и средствам* ТОиР излагаются требования к оснащенности стоянок, лабораторий, цехов, в том числе перечни

средств наземного обслуживания общего и специального применения, контрольно-поверочной аппаратуры, средств диагностирования и неразрушающего контроля, требования к инженерно-техническому составу (перечень специальностей и специализаций, численность и квалификация исполнителей), рекомендации по освоению новых технологий, использованию методов организации ТОиР (разовый, поэтапный, блочный, агрегатно-узловой, стендовый и т.д.), требования к информационному обеспечению ТОиР (состав и объем информации, частота и форма представления).

Программа *организационно-технического обеспечения* разрабатывается предприятиями гражданской авиации применительно к конкретным условиям проведения ТОиР. Она включает такие основные разделы, как: общий план обеспечения ТОиР, развитие производственной базы и технологической подготовки производства, профессиональная подготовка инженерно-технического состава, информационное обеспечение, организация и управление процессами ТОиР, материально-техническое обеспечение производства. *Механизм формирования комплексной программы ТОиР* приведен на рис. 2.2.



Рис. 2.2. Механизм формирования комплексной программы ТОиР ВС

Исходя из необходимости обеспечения заданных значений показателей эффективности процесса технической эксплуатации ВС в отношении надежности,

регулярности полетов, эффективности использования и экономичности, заказчик на стадии разработки технического задания на проектирование нового типа ВС формирует требования к надежности, эксплуатационной технологичности и комплексной программе ТОиР. Эти требования обеспечиваются промышленностью на этапах конструирования и постройки ВС, а требования к программе обеспечения ТОиР – предприятиями гражданской авиации на этапах подготовки к освоению эксплуатации нового типа ВС.

Во многом его появление было связано с необходимостью формирования состава работ по ТОиР и установлению их периодичности с учетом новых сертификационных процедур, а также с необходимостью внедрения нового обобщающего документа - Программы ТОиР, формируемого с учетом методических указаний АТА упомянутого MSG-3.

Таким образом, появление ГОСТ 28056-89 и методического руководства к нему (Руководства РДК-Э) можно считать вполне своевременным и соответствующим тенденциям в мировой практике.

Методология, отработанная НИИ отрасли и ОКБ при формировании Программы ТОиР ряда отечественных ВС, позволяет формализованно анализировать влияние возможных видов отказов элементов и систем ВС на безопасность и регулярность полетов, экономическую эффективность, обеспечивает обоснованный выбор методов эксплуатации и работ по ТОиР в целях поддержания в эксплуатации заложенных при проектировании уровней надежности АТ и летной годности ВС. Программа ТОиР, разрабатываемая в соответствии с общими требованиями (ГОСТ 28056-89) для конкретного типа ВС, является исходным нормативным документом для формирования и совершенствования системы ТОиР, эксплуатационной и ремонтной документации.

2.3. Особенности программы ТОиР планера и функциональных систем

2.3.1. Программа ТОиР планера

В соответствии с действующими Авиационными правилами АП 25.571, применительно к планеру ВС, должно быть обеспечено и подтверждено, что в пределах устанавливаемых наработок (назначенных ресурсов, сроков службы) повреждения конструкции планера, которые могут привести к аварийной или катастрофической ситуации, практически невероятны.

Это требование обеспечивается созданием соответствующей конструкции и технологическими процессами ее изготовления и ремонта, а также техническим обслуживанием и соблюдением установленных правил и условий эксплуатации.

При проектировании ВС должна быть обеспечена эксплуатационная живучесть конструкции. Исключение могут составлять те части конструкции, где требования эксплуатационной живучести практически невыполнимы.

Должны быть обеспечены условия осмотра и определены средства контроля силовых элементов конструкции в процессе эксплуатации.

Должен быть обеспечен возможно более медленный рост вероятных повреждений с тем, чтобы требуемая периодичность осмотра, позволяющая надежно обнаружить повреждения до достижения конструкцией предельного состояния, была приемлемой.

Должен быть определен перечень критических мест конструкции, рассмотрение совокупности которых обеспечивает полноту анализа конструкции в целом.

Если критическое место является неконтролируемым или плохо контролируемым, осмотр из-за его ненадежности, как правило, оказывается неэффективным. В этом случае допустимая наработка до первого осмотра для этого критического места принимается в качестве безопасного ресурса, определяющего момент проведения замены конструктивного элемента или доработки (ремонта) критического места.

Для всех критических мест конструкции, в особенности для особо ответственных конструктивных элементов, должны устанавливаться условия, обеспечивающие безопасную отработку назначенных ресурсов (сроков службы).

Важная роль в решении задач установления таких условий отводится программе ТОиР планера ВС.

Составной частью программы ТОиР планера самолета является программа осмотра силовых элементов конструкции в процессе эксплуатации особенно в зонах вероятного возникновения усталостных и коррозионных повреждений, а также в зонах повреждений случайными нагрузками в эксплуатации.

Программа осмотров должна определять частоту (периодичность) проведения осмотров, условия их проведения и средства контроля. Частота проведения осмотров силовых элементов конструкции должна определяться на основе оценки времени развития повреждения (трещины) от минимального, но надежно обнаруживаемого размера, до предельного. Время развития повреждения (трещины) определяется при проведении испытаний компонентов планера при спектре нагрузок и условиях внешней среды, ожидаемых в эксплуатации.

Процесс формирования программы ТОиР планера включает в себя *два этапа*. На *первом этапе* формируется программа для отдельных конструктивных элементов, на *втором этапе* – для конструкции планера в целом.

На первом этапе в качестве информационной базы используются данные о прочностных характеристиках элементов, результаты анализа принципов их проектирования и физической природы возможных повреждений и отказов.

На втором этапе «входной» информацией являются сведения, полученные на «выходе» первого этапа для конструктивных элементов, и, кроме того, данные о классификации и разделении зон планера по уровням эксплуатационного нагружения.

При построении вариантов программы ТОиР на уровне конструктивных элементов планера оцениваются: физическая природа отказов; параметры допускаемых повреждений и живучести элементов; вероятность обнаружения повреждений неразрушающими методами контроля; доступность для проведения контроля; трудоемкость и продолжительность ТОиР; последствия единичного отказа. При анализе физической природы повреждений и отказов используется схема, приведенная в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Схема анализа физической природы повреждений и отказов

Характер отказа	Причина	Характер проявления	Параметры повреждения
Усталость	Воздействие эксплуатационных нагрузок	Трещины	Начальная длина, критическая длина, скорость развития
Износ	Трение	Изменение геометрических размеров	Люфты, зазоры
Естественное старение	Воздействие окружающей среды	Расслоение, растрескивание	Площадь, глубина
Коррозия	Воздействие окружающей среды	Очаги коррозии	Площадь, глубина
Случайные повреждения	Удары посторонними предметами, град, удар молнии	Вмятины, царапины, забоины, пробоины	Площадь, длина, глубина

При определении параметров повреждений элементов изучаются закономерности их появления и скорости развития в зависимости от характера внешнего нагружения и условий эксплуатации.

Оценка живучести конструктивных элементов проводится с целью принятия решений о возможности использования стратегий ТОиР по состоянию. Приемлемым условием является такая скорость развития повреждения, при которой можно с достаточной степенью точности утверждать, что повреждение элемента достигнет своего критического значения $l_{кр}$ не ранее, чем оно будет обнаружено при принятой программе осмотров.

Схематично процесс разработки программы ТОиР планера ВС, действующий в зарубежной и отечественной практике, представлен на рис. 2.3.

Из приведенной схемы следует, что при построении программы разработчик особое внимание уделяет основной конструкции ВС.

Формирование программы ТОиР для каждого из конструктивных элементов планера осуществляется в следующем порядке:

✓ определяется влияние на безопасность полетов отказа каждого из элементов;

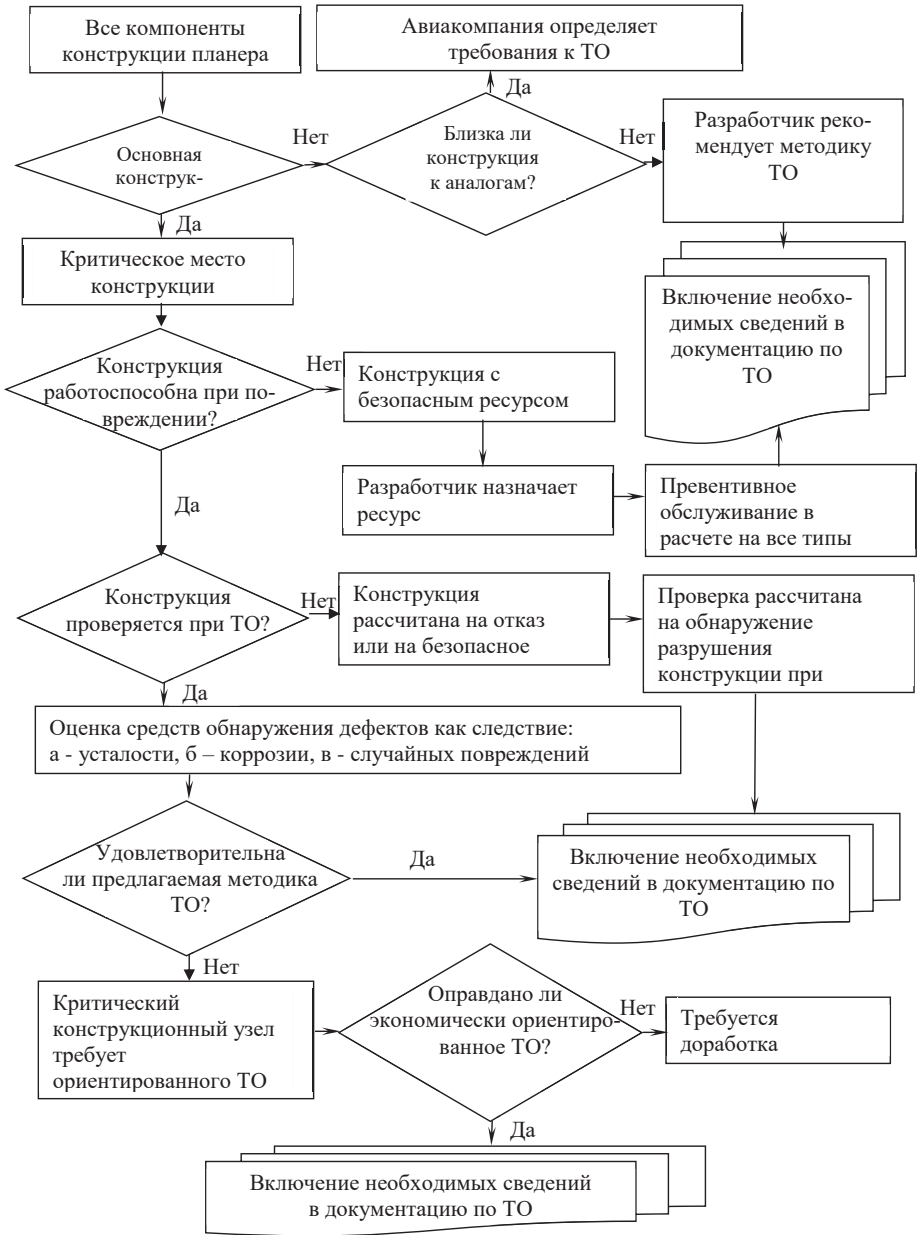


Рис. 2.3. Схема разработки программы ТОиР планера ВС за рубежом

- ✓ оценивается живучесть элементов. При отсутствии достаточной живучести для элементов, влияющих на безопасность полетов, назначается стратегия по наработке или проводится их доработка с целью повышения живучести;
- ✓ оценивается контролепригодность элементов. В случае неудовлетворительной контролепригодности оценивается возможность ее улучшения путем доработок.

При нецелесообразности таких доработок техническое обслуживание элемента переводится на стратегию по наработке. При удовлетворительной контролепригодности для элементов, обладающих живучестью, вырабатываются средства контроля и оценивается вероятность обнаружения повреждения в зависимости от его размера определяется частота (периодичность) проведения осмотров.

При построении программы ТОиР на уровне планера в целом предполагается, что выработан наилучший вариант программы для каждого конструктивного элемента. Построение программы ТОиР планера сводится к следующему:

- ✓ определяются критические места конструкции, требующие целенаправленного контроля для обеспечения работоспособности при повреждениях. Основными критериями при выборе этих мест являются: последствия образования трещины; условия нагружения; возможность повреждения в нескольких местах; конструкционная избыточность; возможность возникновения коррозии;
- ✓ определяется повторяемость конкретных значений начала и периодичности осмотров различных элементов. Значения, имеющие наибольшую повторяемость, избираются в качестве базовых;
- ✓ определяется частота выбора одинаковых значений периодичности ТОиР различных элементов;
- ✓ выбираются базовые значения периодичности из числа наиболее часто встречающихся, но при этом они должны быть кратными между собой;
- ✓ производится группировка значений периодичности ТОиР элементов путем их «передвижения» по оси времени влево до совпадения с базовыми величинами;
- ✓ определяется для каждого критического места конструкции период его живучести. Этот период определяется на основе принципов механики разрушения, экспериментов и опыта эксплуатации.

Программа контроля целостности конструкции планера ВС направлена на поддержание его ЛГ при эксплуатации.

2.3.2. Программа ТОиР функциональных систем

Анализ возможных отказов изделий функциональных систем и силовой установки, влияющих на безопасность полетов, проводят по всей логической схеме в расчете на то, что будет выбран наиболее эффективный вид обслуживания и ремонта. Если это сделать не удастся, то рекомендуется в обязательном

порядке выполнить доработку изделия. Одна из типовых логических схем анализа возможных отказов изделий, оказывающих влияние на безопасность полетов, приведена на рис. 2.4.

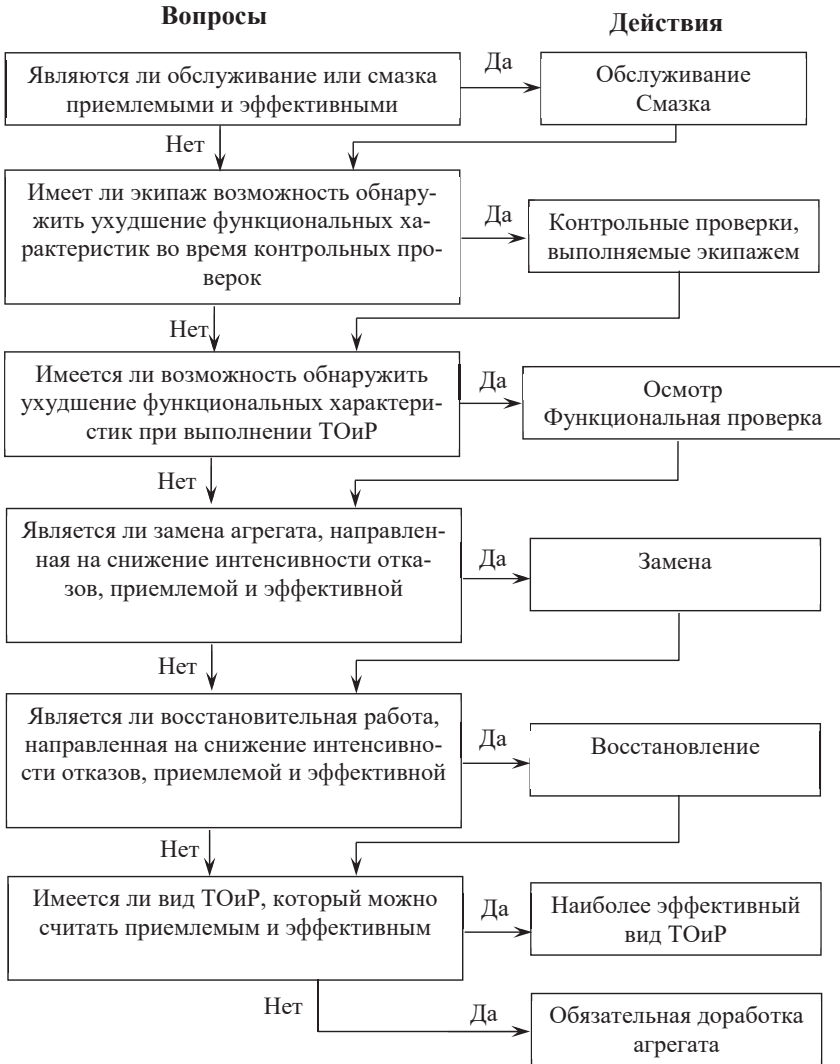


Рис. 2.4. Типовая логическая схема анализа возможных отказов изделий

Как упоминалось ранее, для разработки программ ТОиР систем самолета ведущими производителями используется руководство MSG-3.

В соответствии с руководством MSG-3, разработка программ ТО систем осуществляется с помощью двухступенчатого логического анализа с использованием диаграмм.

На первом этапе определяются последствия функционального отказа, на втором происходит выбор работ по ТО. Для осуществления этого процесса необходимо определить вес важные для ТО изделия (MSI) и определить уровень, на котором будет осуществляться анализ. Выбор MSI осуществляется на основе анализа возможных последствий функциональных отказов.

Важным для ТО изделием является такое изделие, отказ которого может повлиять на безопасность на земле или в полете и (или) может быть не обнаруживаемым в эксплуатации, и (или) может наложить серьезные ограничения на эксплуатацию, и (или) иметь неблагоприятные экономические последствия. При определении MSI используется подход «сверху - вниз», т.е. от системы в целом к отдельным агрегатам и комплектующим изделиям до уровня незаменимых компонентов. Как правило, MSI - это система или подсистема, находящаяся на один уровень выше. Системы, подсистемы и входящие в них компоненты ВС идентифицируются в соответствии со спецификациями ATA.

Каждое MSI анализируется на предмет определения последствий его отказа и соответствующих работ по ТО. Начальная периодичность работ назначается в соответствии с опытом эксплуатации аналогичных конструкций или результатов испытаний. В случае отсутствия или недостаточности данных для обоснования интервалов работ периодичность назначается на основе экспертной оценки. В случае необходимости для оценки правильности принятого решения может быть принято решение о подконтрольной эксплуатации.

Современный уровень развития АТ позволяет использовать при формировании программ ТО ФС различные стратегии (ТО по наработке – ТОНАР, ТО с контролем параметров – ТОСКП, ТО с контролем уровня надежности ТОСКН). В табл. 2.2 представлена типовая структура ТО изделий ФС, как для отечественных, так и для зарубежных самолетов.

Ниже приведены данные по ТО самолетов: В-747 (ТОНАР – 6%; ТОСКП – 31%; ТОСКН – 63%); А-310 (ТОНАР – 4%; ТОСКП – 29%; ТОСКН – 67%). Указанные проценты отражают количество компонентов ФС на самолетах.

Рассматриваются компоненты ФС, отказы которых не оказывают влияния на ЛГ самолета (группа А), или для которых возможен периодический контроль технического состояния (группа Б). Изделия ФС группы А эксплуатируются до безопасного отказа. Для изделий группы Б определяется оптимальная периодичность планового ТО. Критерием является поддержание уровней ЛГ, заданных нормативными документами.

Рассматривая программу ТО ФС как инструмент поддержания их ЛГ на этапе эксплуатации, необходимо учитывать, что должно быть разработано методическое обеспечение для реализации стратегий ТО «по состоянию».

Таблица 2.2

Структура ТО изделий ФС

Стратегия ТО	Стратегия эксплуатации	Эксплуатационно-технические характеристики	Состав ТО
ТОНАР	Изделия эксплуатируются до выработки ресурса (срока службы)	Отказы изделий влияют на безопасность полетов; Процессы старения, износа, коррозии.	- установление ресурса (срока службы) - определение периодичности профилактических работ - определение объемов периодических форм ТО
ТОСКН	Изделия эксплуатируются до безопасного отказа	Отказы изделий не влияют на безопасность полетов; Экспоненциальное распределение наработки до отказа; Восстановление отказов не нарушает требования регулярности вылетов ВС; Легкосъемность, доступность, взаимозаменяемость изделий, индикация отказа	- ресурс до ремонта не устанавливается - устанавливается допустимый уровень безотказности однотипных изделий - определяется календарная периодичность контроля уровня безотказности - определяются объемы и периодичность выполнения профилактических работ
ТОСКП	Изделия эксплуатируются до предотказного состояния	Дорогостоящие системы и изделия с высокой степенью значимости; Отказы могут влиять на безопасность полетов; Недостаточная степень резервирования; Высокий уровень контролепригодности	- ресурс до ремонта не устанавливается - устанавливаются упреждающие допуски на контролируемые параметры - прогнозируется работоспособность на заданный интервал наработки - устанавливается периодичность контроля - выполняется подбор диагностирующей аппаратуры - определяются объемы и периодичность работ

Для изделий группы А – уровни надежности (уровни незапланированных замен по факту отказа изделий); для изделий группы Б – параметры контроля технического состояния (предотказные значения диагностических параметров изделий и периодичность их контроля). Также решаются организационные и технические задачи, связанные с реализацией программы ТО ФС. Для принятия решения о соответствии ЛГ самолета предъявляемым требованиям необходимо оперативное сравнение фактических уровней надежности изделий ФС с допустимыми.

При формировании программы ТО в качестве критериев оценки соответствия изделий ФС требованиям ЛГ рассматриваются вероятности возникновения инцидентов (усложнения условий полета – $Q_{УУП}$) для самолета в целом и для его ФС. Соответствующие нормативы $Q_{УУП}$ для типа изделий ФС устанавливаются с использованием методов оценки надежности ФС (методом структурных схем надежности или методом логических схем). Обобщение накопленного опыта эксплуатации самолетов позволяет корректировать уровни, установленные расчетом и включенные в базовую программу ТО, развивая ее и приспособлявая к условиям эксплуатации парка самолетов.

Таким образом, решаются задачи двух типов:

- 1) установление нормативного уровня надежности изделий ФС из условий поддержания ЛГ ВС (при формировании программы ТО ФС);
- 2) определение фактически достигнутого уровня надежности изделий ФС и его сравнение с нормативным (при реализации программы ТО ФС эксплуатантом).

Блок-схема для реализации указанных задач представлена на рис. 2.5.

На рисунке использованы следующие обозначения:

ω – параметр потока отказов;

K^H_{1000} – количество отказов на 1000 ч налета (нормативное);

УУП – усложнение условий полета;

P_i – вероятности возникновения i -го технического состояния ФС;

ПТЭ – процесс технической эксплуатации самолета;

$Q_{УУП}$, $Q_{УУП}^N$ – вероятности возникновения усложнения условий полета, фактическое и нормативное, соответственно.

Для изделий группы А, отказы которых обуславливают ЛГ самолета, уровень K^H_{1000} устанавливается из условий обеспечения требований ЛГ самолета ($Q_{УУП} \leq 10^{-3}$, частота возникновения УУП из-за отказов изделий ФС). Тогда $\omega^H \leq 10^{-3}$ и $K^H_{1000} \leq 1$. Для изделий, отказы которых приводят к возникновению сложной ситуации (СС) – $Q_{СС} \leq 10^{-5} \div 10^{-7}$, тогда $\omega^H \leq 10^{-5} \div 10^{-7}$, и $K^H_{1000} \leq 10^{-2} \div 10^{-4}$.

Для номенклатуры изделий ФС группы Б K^H_{1000} устанавливается из условий обеспечения минимальных эксплуатационных затрат, связанных с заменой отказавших изделий.

В блоке 4 определяется возможный спектр технических состояний ФС от исправного до приводящего к ситуации усложнения условий полета в соответствии с расчетными схемами надежности. В результате появляется возможность оценить $\omega_{ij} = f(\omega_{изд})$, где ω_{ij} – параметр потока отказов изделий, обуславливающий их переход из i -го технического состояния системы в состояние j .

Исходя из принятых расчетных схем надежности ФС и заданной периодичности ее восстановления при формах ТО рассчитываются относительные частоты перехода в состояния модели (блок 5). Блок 6 – реализация модели процесса технической эксплуатации самолета.

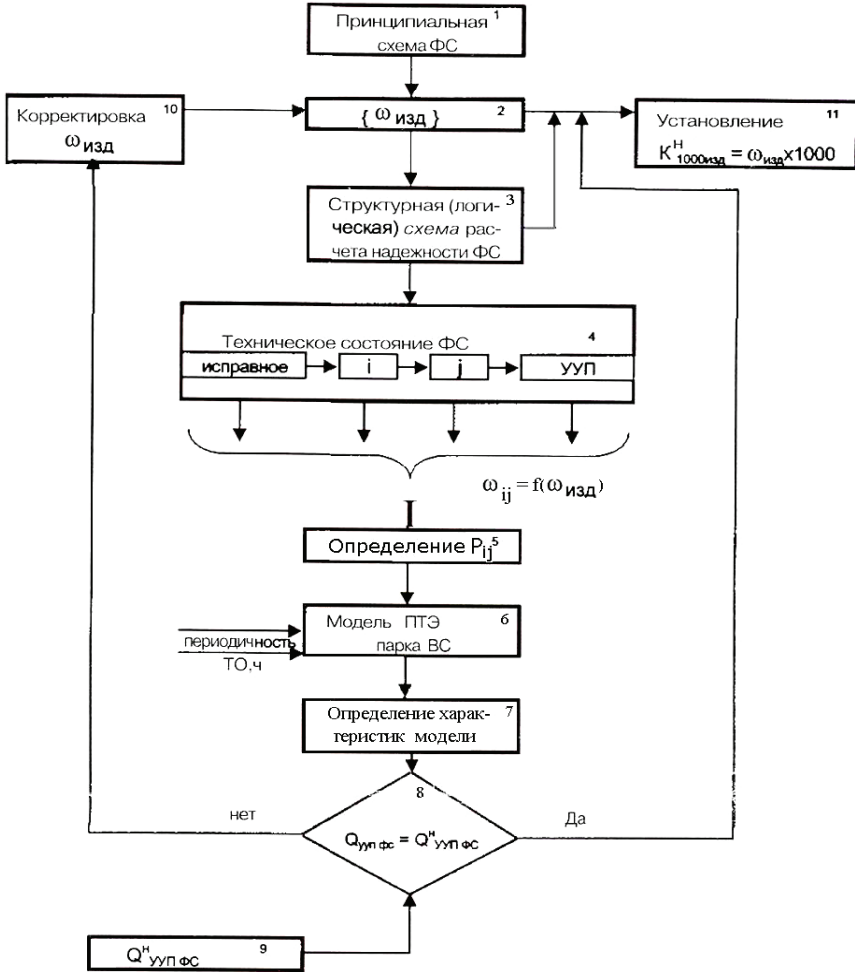


Рис. 2.5. Блок-схема формирования характеристик программы ТО функциональных систем

3. СОВРЕМЕННЫЕ МЕХАНИЗМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОГРАММ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ИХ ОДОБРЕНИЯ

3.1. Основные вопросы, подлежащие изучению

1. Основные требования, предъявляемые к эксплуатанту, связанные с необходимостью разработки программ ТО приписного парка ВС.

2. Структура и содержание методических рекомендаций по одобрению программ ТО ВС.

3. Назначение, структура и содержание отчета совета по вопросам ТОиР (*MRB*).

4. Требования, предъявляемые к программам ТО при их одобрении государством регистрации ВС.

5. Порядок и объем периодических проверок одобренных программ ТО на их соответствие требованиям по поддержанию летной годности ВС.

3.2. Формирование и одобрение программ

Программа технического обслуживания (ТО) воздушных судов (ВС) является ключевым инструментом эксплуатантов гражданской авиации (ГА) для поддержания летной годности ВС, обеспечения приемлемого уровня безопасности полетов и технико-экономической эффективности эксплуатации парка ВС авиакомпаний [4, 5].

В практической деятельности субъектов РФ, действующих в секторе ГА, в процессе эксплуатации ВС перед эксплуатантами регулярно встают вопросы по разработке, утверждению и применению программ ТО ВС, зарегистрированных в Реестре РФ. Данные вопросы крайне актуальны поскольку в секторе ГА РФ находятся владельцы:

- сверхлегких ВС с максимальной взлетной массой не более 495 кг;
- легких ВС, максимальная взлетная масса которых составляет менее 5700 кг;
- ВС, максимальная взлетная масса которых составляет более 5700 кг.

Во всех случаях данные владельцы, независимо от их принадлежности к коммерческой авиации или к авиации общего назначения (АОН), должны иметь соответствующие сертификаты эксплуатанта. Эксплуатант обеспечивает проведение ТО своего парка ВС в соответствии с программой ТО (Приложение 6 ИКАО, п.8.1.5), при этом должны быть соблюдены следующие основные требования:

1) эксплуатант обеспечивает наличие утвержденной государством регистрации программы ТО, содержащей информацию:

- о перечне работ по ТО и периодичности их выполнении;
- о содержании программы сохранения целостности конструкции планера;
- о содержании программы контроля и поддержания надежности систем, агрегатов и двигателей ВС;
- о процедурах изменения содержания и периодичности выполнения указанных выше работ;

2) для всех эксплуатантов, ВС которых зарегистрированы в конкретном государстве регистрации, программы ТО должны быть различными, учитывать

особенности и накопленный опыт эксплуатации каждого эксплуатанта и утверждаться отдельно.

Это означает, что ни разработчик, ни авиационная администрация, а именно эксплуатант разрабатывает собственную программу ТО и представляет ее на одобрение в авиационную администрации страны регистрации ВС (Doc.9760. Руководство ИКАО. Поддержание летной годности, п. 7.3.2.5).

В РФ эксплуатант – это гражданин или юридическое лицо, имеющее ВС на праве собственности, на условиях аренды или на ином законном основании, использующее указанное ВС для полетов и имеющее сертификат (свидетельство) эксплуатанта (ВК РФ, ст. 61, п. 3) [6]. Требования к эксплуатанту определяются федеральными авиационными правилами (ФАП), в частности ФАП 128, п. 2.28 и в соответствии с ВК РФ, ст. 37.1, п. 7.

В целях приведения в соответствие порядка представления эксплуатантами программ ТО для одобрения в ГА РФ введены Методические рекомендации [7] по одобрению программ ТО ВС, зарегистрированных в государственном Реестре гражданских ВС РФ.

Если государство регистрации и государство эксплуатанта ВС не являются одним и тем же государством, то проверка соответствия программы ТО ВС может координироваться государством эксплуатанта.

В пункте 11.3 Части 1, Приложения 6 - для самолетов и пункте 9.3, Раздел 2, Части 3 - для вертолетов, содержатся требования о том, что работы по ТО и их периодичность установлены в качестве обязательных при утверждении типовой конструкции.

Пункт 11.3.3 Части 1, Приложения 6 - для самолетов и пункт 9.3.3, Раздел 2, Части 3 - для вертолетов, содержат рекомендации о том, что программа ТО должна основываться на информации по программе ТО, предоставляемой государством разработчика или организацией, ответственной за типовую конструкцию. Для тяжелых самолетов такая информация как правило издается в форме отчета совета по вопросам ТОиР (**MRB**) по каждому типу ВС, являющейся основным источником для программы ТО.

В качестве примера рассмотрим Отчет MRBR и MPD – Разработка программы ТО на базе стандарта MSG-3 для самолетов Boeing-737-500, эксплуатируемых в авиакомпании ФГУП ГТК «Россия».

Отчет MRBR представляет собой документ, используемый авиакомпаниями для формирования собственной уникальной программы технической эксплуатации ВС, принимая во внимание, что такого вида документ разрабатывается в обязательном порядке для гражданских ВС с максимальной взлетной массой 15 т и выше.

Отчет MRBR содержит первоначальный минимум работ по ТО (предусмотрено, что по мере накопления опыта эксплуатации типа, перечень работ и интервалы будут изменяться, чтобы улучшить экономичность ТО и сократить простой) для отдельного типа ВС и для его двигателей без съема с ВС. Работы по ТО двигателей после съема их с ВС в отчете MRBR не рассматриваются, а

регламентируются отдельными документами. Отчет MRBR не заменяет собой программу технической эксплуатации воздушного судна, а всего лишь является основой для ее разработки.

На основе отчета MRB и согласованной программы ТОиР, производитель ВС издал документ по планированию ТОиР (MPD – Maintenance Planning Document) и подготовил раздел Руководства по эксплуатации «Ограничения летной годности». Этот раздел также был утвержден авиационными властями и является основным документом, ограничивающим ресурсы и сроки службы компонентов и агрегатов планера ВС исходя из их отказобезопасности и влияния на летную годность.

Все самолеты Boeing-737, эксплуатируемые в ГТК «Россия», находятся под надзором Ирландских авиационных властей (Irish Aviation Authority). Утверждение плана ТОиР является основанием для начала эксплуатации ВС по его правилам. На рис. 3.1 представлена схема процесса формирования программы ТО и ее применения эксплуатантом.



Рис. 3.1. Процесс формирования и использования программы ТО

Методика разработки программы ТО для систем и силовой установки, включая агрегаты и ВСУ, подразумевает применение последовательного логического анализа и оценки к каждому изделию, важному для ТО (системе, подсистеме, модулю, агрегату, вспомогательной конструкции, блоку, запчасти и т.д.), и использует имеющуюся техническую информацию. Оценка основана на функциональных отказах изделий и результатах установления их причин.

Программа ТО распространяется на самолет, двигатели, воздушные винты и агрегаты. П. 8.3 Части 1 и п. 6.3, Раздел 2 Части 3 Приложения 6 содержит требование о том, что каждый самолет или вертолет должен иметь программу ТО, содержащую следующую информацию:

а) работы по ТО и их периодичность с учетом ожидаемых условий эксплуатации ВС. Рекомендуется, чтобы программа ТО основывалась на информации государства разработчика или организации, отвечающей за разработку, а также на применимом опыте эксплуатации. Основные требования к программе ТО включают, в том числе:

- осмотр;
- плановое ТО;

- ремонт и капитальный ремонт;
- осмотр конструкции;
- обязательные работы по ТО и их периодичность, указанные при одобрении типовой конструкции;

б) если применимо, программу сохранения структурной целостности (*SIP*), включающей, как минимум:

- дополнительные осмотры;
- предупреждение и контроль коррозии;
- конструктивные доработки и связанные с этим осмотры;
- методика оценки ремонтпригодности;
- обзор усталостных повреждений (*WFD*);

в) процедуры изменения или отклонения от п. а) и б), указанных выше, в пользу необязательных указаний государства разработчика;

г) когда это применимо, контроль состояния и программа надежности авиационных систем, агрегатов и двигателей.

ПРИМЕЧАНИЕ: В контексте пункта г) понятие «когда это применимо» означает, что контроль состояния и программа надежности применяются только в отношении тех типов ВС, для которых программа ТОиР была разработана в процессе работы совета по вопросам ТОиР.

Как правило программы ТО эксплуатантов основаны на инструкциях по поддержанию летной годности, рекомендованных производителями ВС, в том числе, на заключениях совета по вопросам ТОиР (*MRB*), и документе по планированию ТО (*MPD*) держателя сертификата типа и/или подходящих главах руководства по ТО (т.е. программа ТОиР, рекомендованная производителем). Для одобрения авиационными властями, инструкции должны быть преобразованы в формат приемлемый для авиационных властей.

При составлении программ ТОиР для ВС, впервые получивших сертификат типа и не имевших ранее одобренных программ ТОиР, эксплуатантам рекомендуется в целях облегчения получения одобрения, полностью включить рекомендации производителя (и, если применимо, заключения *MRB*), а также прочую информацию о летной годности, для создания оптимальной программы ТОиР для одобрения.

При одобрении программы ТО, государство регистрации должно учитывать следующие требования к содержанию программы ТОиР:

- а) заключение *MRB*, одобренное государством разработчика;
- б) *MPD*, выпущенный держателем сертификата типа или производителем;
- в) указания по ограничению летной годности (*ALI*), содержащиеся в приложении к сертификату типа. Они могут включать сертификационные требования к ТО (*CMR*), компоненты с безопасным сроком службы, и компоненты с допустимой повреждаемостью;

г) специальные эксплуатационные требования государства регистрации и государства эксплуатанта. Такие требования могут относиться к ТО в зависимости от конфигурации оборудования, необходимого для условий эксплуатации, и

требованиям таких государств, а также к работам по ТО, производимым в соответствии с национальными требованиями. Такие требования относятся, например, к эксплуатации в ненаселенной местности, над водной поверхностью, производство полетов с увеличенным временем ухода на запасной аэродром (*EDTO*), сокращенный минимум вертикального эшелонирования (*RVSM*) всепогодные полеты (*AWOPS*), а также требования к навигационному оборудованию для кросс-полярных полетов и требования к минимальным навигационным характеристикам (*MNPS*). Дополнительные требования по ТО, относящиеся к экстремальным климатическим условиям (температура, влажность, соляные брызги, обледенение или пыль) могут также содержаться в национальных правилах. Такие государства также могут иметь специальные требования по ТО в отношении бортовых самописцев (*FDR, CVR*), аварийному оборудованию и прочим системам;

д) сроки службы компонентов двигателя с ограниченным сроком службы, указанные производителем;

е) ТО двигателей и ВСУ со снятием с ВС, в соответствии с руководством по планированию работ;

ж) инструкции по ПЛГ в соответствии с установленным оборудованием или в соответствии с изменениями, указанными в дополнительном сертификате типа (*STC*), включая аварийное оборудование.

Все пункты программы ТОиР должны содержать точную ссылку на источник, а обязательные пункты (*CMR*, указания по ограничению летной годности, директивы летной годности) должны четко отличаться от пунктов, изменение которых допустимо, или пунктов, основанных на эксплуатационном опыте.

Периодичность ТО:

а) периодичность ТО в зависимости от вида, как правило, указывается в заключениях *MRB*, в виде циклов, летных часов или календарного времени. Для удобства эксплуатанта (или *MRB*) виды работ группируются в пакеты или плановые формы ТО (например, А-check или 150-часовое ТО). При оценивании изменений периодичности проведения работ или плановых форм ТО, необходимо обращаться к первоначальным параметрам использования, определенным *MRB*.

б) некоторые эксплуатанты предпочитают выполнять плановые формы ТО по отдельным фазам, составным частям одной формы ТО. Такой подход допускается в том случае, если не превышает период, ТО (в связи с этим некоторые фазы должны выполняться намного раньше срока проведения очередных работ во время первого цикла).

Законодательство государства регистрации закрепляет полномочия и обязательства уполномоченного органа в сфере ГА по одобрению программ ТО эксплуатантов. Одобрение программы закрепляет перечень работ по ТОиР и периодичность их выполнения для ВС, двигателей, воздушных винтов и агрегатов.

Ответственность за обновление программы ТО несёт оператор с целью приведения в соответствие с изменениями рекомендаций держателя сертификата

типа, в связи с внесением поправок, эксплуатационным опытом, либо по требованию авиационных властей государства регистрации (по согласованию с государством эксплуатанта, если они не совпадают).

Эксплуатант может изменять периодичность, указанную в программе ТО, только при наличии разрешения государства регистрации (по согласованию с государством эксплуатанта, если они не совпадают).

Одобренная программа ТО эксплуатанта подлежит периодической проверке на соответствие действующим требованиям. Обязательной проверке подлежат: обязательная информация по ПЛГ (МСАИ), инструкции по ПЛГ (ІСА), поправки к заключениям MRB, требования по ТО ВС, указанные в программе надежности и другие требования по ПЛГ.

Государство регистрации обязано проверить наличие у эксплуатанта ресурсов, организационной структуры и документооборота, необходимых для непрерывного отслеживания рекомендаций держателя сертификата типа.

Эксплуатант должен проводить периодические проверки программы ТО на ее соответствие эксплуатационному опыту, а также проверять наличие обновлений и новых редакций. Обновления должны быть оформлены надлежащим образом в виде новых редакций, а копии всех поправок к программе ТО должны быть своевременно предоставлены всем лицам, в отношении которых распространяется действие программы ТО.

4. ПРОГРАММА СОХРАНЕНИЯ ЦЕЛОСТНОСТИ КОНСТРУКЦИИ ПЛАНЕРА

4.1. Основные вопросы, подлежащие изучению

1. Основные параметры, характеризующие целостность конструкции планера ВС.
2. Нормативные документы, регламентирующие порядок контроля коррозионного состояния конструкции ВС.
3. Структура и содержание программы сохранения целостности конструкции (SIP) планера ВС.
4. Основные полномочия и функции государства регистрации при одобрении и внедрении SIP.
5. Основные задачи контроля и оценки коррозионного состояния элементов конструкции ВС в условиях эксплуатации.
6. Процедуры выборочного контроля целостности конструкции планера.

4.2. Структура и содержание программы

В соответствии приложение 6, часть I, пункт 11.3.1 (b) и часть III, пункт 9.3.1 (b) программа ТОиР должна, когда это применимо, содержать программу сохранения целостности конструкции (SIP). В соответствии с Приложением 8,

Часть II, пункт 4.2, государство разработчика ВС в отношении ВС (самолетов) с максимальной сертифицированной взлетной массой более 5700 кг обеспечивает наличие программы сохранения целостности конструкции планера для обеспечения летной годности ВС.

Опыт эксплуатации показывает необходимость получения знаний о сохранении целостности конструкции ВС, особенно при ее старении. Нарушения целостности конструкции в виде усталостных трещин и коррозии в зависимости от наработки в циклах и срока службы является проблемой производителей и эксплуатантов, и знания о них наилучшим образом могут быть получены при сервисном обслуживании в режиме реального времени [8]. Возросшие эксплуатационные требования, увеличение срок службы и строгие стандарты безопасности создали условия для обеспечения высокого уровня структурной целостности конструкции. Инициатором разработки программы сохранения целостности конструкции выступает организация, ответственная за типовую конструкцию ВС. Разработка программы проводится совместно с представителями эксплуатантов и полномочных органов в области летной годности. Программа одобряется государством разработчика.

Если государство эксплуатанта не является государством регистрации, рекомендуется обратиться к государству регистрации для выяснения применимости программы к ВС, находящимся в эксплуатации, также рекомендуется получить информацию и рекомендации от производителя воздушных судов о эксплуатирующийся ВС.

Программа сохранения целостности конструкции должна содержать:

а) одобренные допустимые повреждения, выявляемые при инспекциях и процедуры выявления усталостных трещин конструкций самолёта, способных повлечь катастрофические последствия. Программа инспекции разрабатывается для обеспечения безопасной эксплуатации определенного типа самолёта;

б) программа контроля и предупреждения коррозии, имеющая целью не допустить коррозию силовых элементов конструкции ВС. Программа контроля и предупреждения коррозии должна предусматривать проведения периодических осмотров с целью выявления степени коррозионных повреждений конструкции самолёта. Коррозионные повреждения носят критический характер. Правильный подход к контролю коррозии позволяет сократить материальные затраты и способствует поддержанию летной годности ВС;

в) процедуры, предусмотренные программой ТОиР, которые на выявление усталостных трещин силовых элементов, могут включать повторные проверки целостности конструкции. Программа также может предусматривать доработки или замену конструктивных элементов в тех местах, где имели место случаи появления усталостных трещин в соответствии с техническими записями. Модификация или замена конструктивных элементов снижает частоту или устраняет необходимость проведения повторных проверок целостности конструкции. Организация, ответственная за типовую конструкцию, может издавать сервисные

бюллетени, содержащие окончательные изменения в части проверок. При этом рекомендуется связываться с разработчиком;

г) программа оценки ремонта служит для оценки проведенного ремонта конструкции. Программа обеспечивает условия, исключающие уменьшение прочности отремонтированных элементов в связи с происшествиями, усталостью конструкции или воздействиями окружающей среды, на протяжении всего оставшегося срока службы ВС. Для определения объема программы оценки ремонта необходимо связаться с организацией-разработчиком, а также выяснить проводился ли анализ запаса прочности при первичной сертификации ВС;

д) условия для предотвращения значительного усталостного повреждения конструкции (*WFD*). Многочисленные места появления различного типа трещин их маленький размер, в начале развития усталостной трещины, не позволяет их обнаружить стандартными способами. Такие трещины могут, без своевременного обнаружения и ремонта, расти, соединяться, негативно влиять на целостность конструкции самолета и привести к *WFD*. *WDF* наиболее вероятны на старом самолете, а также в тех случаях, когда самолет достаточно долго эксплуатируется без ТО.

При внедрении *SIP* государству регистрации необходимо:

а) разработать и принять требования по обеспечению ПЛГ ВС в течение всего срока службы;

б) на основе полученной от государства разработчика обязательной информации по поддержанию летной годности (*MCAI*), принять соответствующие меры;

в) одобрить условия сохранения целостности конструкции, содержащиеся в программе ТОиР.

SIP разрабатывается и обновляется организацией; ответственной за типовую конструкцию и одобряется государством разработчика. *SIP* является одним из важнейших элементов поддержания летной годности и содержит большое количество рекомендаций, принимаемых в качестве обязательных. Программа должна включать дополнительные проверки допустимых повреждений, рекомендации по контролю и предупреждению коррозионных повреждений, изменения конструкции и связанных с ними проверок, оценки ремонта, а также оценку *WFD*.

Государство регистрации при одобрении программы ТОиР, должно:

а) рассмотреть и провести анализ последней версии программы сохранения целостности конструкции и относящейся к ней информации по лётной годности и, если это применимо, внедрить требования в Федеральные авиационные правила. Все требования, установленные государством разработчика, являются обязательными, также должны быть рассмотрены и получить обязательный статус для всех ВС, находящихся в государстве регистрации, если только условия эксплуатации или опыт эксплуатации не являются веской причиной для отклонения от таких требований;

б) убедиться в том, что все требования **SIP** были внесены в программу ТОиР эксплуатанта до её одобрения. Каждый эксплуатанта обязан самостоятельно определять объем данных их программы сохранения целостности конструкции, который должен быть отражен в программе ТОиР, и отличаться от программ ТОиР других эксплуатантов только условиями эксплуатации и статусом модификаций флота;

в) убедиться, что процедуры программы ТОиР эксплуатанта образуют систему, удовлетворяющую требованиям ведения записей и своевременных уведомлений организации, ответственной за типовую конструкцию (и государства регистрации) об эксплуатации, конструкционных отклонениях (в т.ч. усталостных повреждениях конструкции, износа, коррозии, повреждениях в результате авиационных происшествий) и, при наличии, об результатах первичного анализа. Такие сведения должны включать описание и место обнаружения повреждения, опознавательные знаки ВС, данные о модификационном статусе и опыте эксплуатации, налет с начала эксплуатации, налет после последнего ТО, средство, при помощи которого обнаружено отклонение и предположительная причина. Оператор должен внедрить систему ведения и хранения записей, позволяющую сохранять информацию о состоянии ВС, на пример, результаты осмотров ВС и отчеты о существенных ремонтах и конструкционных изменениях, при их наличии. В случае обнаружения повреждения конструкции ВС, превышающие ограничения, установленные организацией, ответственной за типовую конструкцию, необходимо уведомить государство регистрации;

г) убедиться, что руководство по организации ТО (**MCM**) эксплуатанта предусматривает процедуры внесения рекомендуемых или обязательных поправок в *программу сохранения целостности конструкции* и соответствующие поправки будут также внесены в программу ТОиР;

д) убедиться, что все положения *программы сохранения целостности конструкции* соблюдены для всех ВС, которым выданы сертификаты летной годности за определенный период;

е) убедиться, что для каждого ВС, на которое выдан сертификат летной годности, эксплуатант имеет доступ ко всем записям о повреждениях, ремонтах и конструкционных изменениях за все время эксплуатации ВС, а также, что программа ТОиР предусматривает проведение специальных проверок целостности конструкции, либо после проведения таких ремонтов и изменений или при оценке повреждений были выданы соответствующие ограничения по срокам службы;

ж) если *программа сохранения целостности конструкции*, опубликованная организацией, ответственной за типовую конструкцию, имеет ограниченный срок действия (**LoV**), определённый для программы ТОиР, государство регистрации должно убедиться, что в программе ТОиР описана система определения сроков действия, влекущая прекращение полетов при его истечении. Сертификат

летной годности не действителен после даты *LoV*, если только программа сохранения целостности конструкции была пересмотрена и срок действия программы ТОиР был продлен.

4.3. Контроль коррозионного состояния и уход за конструкцией воздушного судна

Главными задачами процессов контроля коррозионного состояния конструкции ВС являются:

- оценка влияния эксплуатационных повреждений в виде коррозии и усталости на целостность конструкции планера ВС и его несущую способность;
- разработка и реализация, на основе результатов оценки, технологических мер по предупреждению и устранению причин и последствий коррозионного поражения конструкции как «устаревающих», так и вновь создаваемых типов ВС.

Мероприятия, проводимые в период длительной технической эксплуатации парка ВС, связаны прежде всего с оценкой технического состояния элементов конструкции планера ВС. Данные обстоятельства обусловлены, прежде всего, тем, что:

1. Установление (повышение, снижение) всех видов ресурсов и сроков службы авиационной техники (АТ) осуществляется по планеру ВС.

2. Обоснование и формирование режимов (периодичности) ТО осуществляется по планеру ВС.

3. Установление ресурсов, сроков службы и периодичности ТО и ремонта всех съемных изделий, в том числе и АД, осуществляется в условиях приближения их значений к соответствующим ресурсным параметрам планера ВС.

4. Установление характеристик долговечности ВС осуществляется применительно к назначенному ресурсу и назначенному календарному сроку службы планера ВС.

Антикоррозийные требования обеспечиваются:

А. На этапе проектирования:

- применением современных конструкционных авиационных материалов с высокими антикоррозийными свойствами;
- принятием конструкторских и технологических решений;
- выбором необходимого уровня эксплуатационных напряжений;
- выбором и применением защитных покрытий поверхностей элементов конструкции ВС.

Б. На этапе эксплуатации:

- применением современных эффективных методов и технических средств неразрушающего контроля и оценки технического состояния;
- использованием корректных методов оценки предельного состояния конструкции с учетом анализа реальных условий эксплуатации;

- совершенствованием регламентов ТО и технологий нанесения защитных покрытий;
- совершенствованием методик обработки информации о коррозионных повреждениях;
- уточнением данных о прочностных характеристиках элементов конструкции с коррозионными повреждениями;
- оценкой величины допустимых коррозионных повреждений конструкции в условиях эксплуатации;
- совершенствованием методов расчета напряженно деформированного состояния конструкции в зоне коррозионных повреждений.

К числу негативных последствий, свидетельствующих о разрушительном характере выявленных видов коррозионного поражения конструкции ВС, относятся:

- 1) искажение геометрических характеристик поверхности элемента конструкции;
- 2) увеличение скорости роста трещины в зоне коррозионного поражения конструкции;
- 3) образование очагов локальной концентрации напряжений (при глубине ЭП 20 мм толщины материала долговечность снижается в 5...8 раз);
- 4) снижение пластичности материала;
- 5) возникновение источники усталостных повреждений и разрушений;
- 6) нарушение целостности элементов конструкции;
- 7) снижение несущей способности элементов конструкции.

При проведении работ по контролю и оценке коррозионного состояния отечественного и зарубежного парка ВС рекомендуются к использованию следующие основные нормативные документы (НД):

А. Зарубежные НД

- Руководство по сохранению летной годности (ИКАО, DOC 9760-AN967, Изд. 2014, Том 2, Часть Б). В нем понятие «Сохранение летной годности» трактуется как совокупность всех мероприятий, которые гарантируют, что в любой момент своего срока службы ВС соответствуют действующим требованиям к летной годности и их состояние обеспечивает безопасную эксплуатацию ВС.

- Приложение 8 ИКАО (п. 4.3.7) в качестве необходимого вида НД предусматривает Программу сохранения целостности конструкции ВС. Программа включает в себя процедуры предупреждения и контроля уровня коррозии (*СРСР*) и должна содержать рекомендации по определению уровня коррозии, способам диагностики и восстановления, регистрации и отчетности по результатам контроля.

Для разработки Программы зарубежные специалисты используют методику Авиатранспортной ассоциации США (АТА) *MSG-3* «Основные положения по разработке требований к плановому ТО самолета».

- Нормы прочности:

- США (FAR-250;
- Евросоюза – (EASA Part-25);
- Требования §25.571(a) FAR-CS-25 «Оценка допустимости повреждений и усталости конструкции», которые являются основными видами НД по установлению сроков службы планера зарубежных ВС по условиям коррозионной прочности.

Б. НД России

Отечественными специалистами накоплен огромный научно-практический материал о коррозионных повреждениях конструкций ВС ГА (ОКБ Авиапрома, ЦАГИ, ЛИИ, ВИАМ, ЦИАМ, ГосНИИ ГА, СибНИА, МГТУ ГА, авиапредприятий ГА), при этом разработаны и внедрены следующие виды НД:

- АП-25 (раздел 1.1) «Анализ и оценка допустимости коррозионных повреждений» - важнейшие требования обеспечения ресурса по условиям усталости.

- Федеральная целевая программа «Развитие гражданской АТ России на период до 2020 г.», согласно которой стоит задача увеличения проектного ресурса ВС в 2...3 раза на основе исследований по оценке прочностных ЭТХ конструкций, имеющих коррозионные повреждения.

- Межведомственное положение о сборе, систематизации, статистическом анализе и использовании данных о появлении усталостных и коррозионных повреждений в элементах авиаконструкций. Утв. МАП и МГА 24.05. 1988г. И введено в действие Указанием МГА от 30.06. 1989г. №356/у.

- О противокоррозионной защите эксплуатирующихся самолетов Указания МГА от 10.09. 1985г. №630/у и от 18.07. 1985г. №494/у.

- Об оценке эффективности противокоррозионной защиты самолетов. Указание МГА от 03. 09. 1982г. №501/у.

В качестве рекомендуемых методов контроля коррозионного поражения конструкции ВС используются:

- метод визуального неразрушающего контроля (НК) с использованием луп ЛИ-3, ЛИ-4 и др. (межкристаллитная коррозия);

- инструментальный метод с использованием приборов оптико-визуального контроля типа РВП, ПДК, фиброскопов, техноэндоскопов для осмотра закрытых внутренних полостей;

- неразрушающие инструментальные методы контроля: капиллярный, магнитопорошковый, рентгеновский, ультразвуковой, вихретоковый;

- метод цветной дефектоскопии - метод красок (для скрытой межкристаллитной коррозии);

- метод изготовления поверхностных шлифов;

- разрушающие методы контроля (для деталей, снятых с ВС по причине коррозии).

По результатам оценки коррозионного состояния ВС:

- составляется перечень зон, деталей и узлов, пораженных коррозией, с указанием причин коррозии;
- проводится сравнительный анализ выявленных коррозионных поражений, имевших место на ВС - прототипах или аналогах;
- делается заключение об эффективности защитных свойств покрытий, примененных на ВС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Герасимова Е.Д., Смирнов Н.Н. Техническое обслуживание зарубежных самолетов. Учебное пособие. – М.: МГТУ ГА, 2011. – 108 с.
2. ГОСТ 28056-89. Построение, изложение, оформление и содержание программы технического обслуживания и ремонта. – М.: Изд-во стандартов. – 1990. – 31 с.
3. Смирнов Н.Н., Чинючин Ю.М. Основы теории технической эксплуатации летательных аппаратов. Учебник для вузов. – М.: МГТУГА, ООО «Инсофт», 2015. – 579с.
4. Федеральные авиационные правила «Сертификация авиационной техники, организаций разработчиков и изготовителей. Часть 21», утв. приказом Минтранса России от 17.06.2019 г. №184.
5. Федеральные авиационные правила «Требования к летной годности гражданских воздушных судов. Форма и порядок оформления сертификата летной годности гражданского воздушного судна. Порядок приостановления действия и аннулирования сертификата летной годности гражданского воздушного судна.», утв. приказом Минтранса России от 27.11.2020 г. №519.
6. Воздушный кодекс Российской Федерации. С изм. и доп. на 2020 г.– М.: ЭКСМО, 2020. – 96 с.
7. Методические рекомендации МР-03-001 по одобрению программ технического обслуживания воздушных судов зарегистрированных в государственном реестре гражданских воздушных судов Российской Федерации, утв. УПЛГ ГВС 01.12.2014 г.
8. Теория и практика оценки коррозионных повреждений элементов конструкции планера воздушных судов: научно-техническое издание / под ред. В.С. Шапкина, С.В. Бутушина. – М.: ЗАО «НЦ ПЛГ ВС ГосНИИ ГА», 2010. – 288 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Термины и определения	3
1. Общие положения	4
2. Предпосылки к созданию программ технического обслуживания и ремонта воздушных судов	4
2.1. Основные вопросы, подлежащие изучению.....	4
2.2. Понятие программы, ее структура и механизм формирования	5
2.3. Особенности программы ТОиР планера и функциональных систем	9
2.3.1. Программа ТОиР планера	9
2.3.2. Программа ТОиР функциональных систем	13
3. Современные механизмы формирования программ технического обслуживания и их одобрения	18
3.1. Основные вопросы, подлежащие изучению	18
3.2. Формирование и одобрение программ	19
4. Программа сохранения целостности конструкции планера	24
4.1. Основные вопросы, подлежащие изучению	24
4.2. Структура и содержание программы	24
4.3. Контроль коррозионного состояния и уход за конструкцией воздушного судна	28
Литература	31