

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С. П. КОРОЛЕВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» (СГАУ)

Н.В. ЧЕКРЫЖЕВ

ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Рекомендовано редакционно-издательским советом федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени С.П. Королева (национальный исследовательский университет)» в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по специальности 190701.65 Организация перевозок и управление на транспорте

САМАРА
Издательство СГАУ
2015

УДК 629.7(075)

ББК 68.53я7

Ч-376

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. М. А. К о в а л ё в,
д-р техн. наук, проф. Г. И. Л е о н о в и ч

Чекрыжев Н.В.

Ч-376 **Основы технического обслуживания воздушных судов:**
учеб. пособие / *Н.В. Чекрыжев.* – Самара: Изд-во СГАУ, 2015. –
84 с.

ISBN 978-5-7883-1032-9

Рассмотрены нормативно-техническая документация, её содержание, порядок применения и ведение в процессе технического обслуживания воздушных судов; представлены структура системы технического обслуживания и ремонта, методы управления техническим состоянием воздушных судов и перспективы их развития, изложены основные вопросы организации процесса технического обслуживания.

Учебное пособие предназначено для студентов специальности 190701.65 Организация перевозок и управление на транспорте, обучающихся по курсу «Техника транспорта, обслуживание и ремонт», и может быть полезно студентам, обучающимся по другим специальностям, изучающим процессы технического обслуживания авиационной техники. Пособие подготовлено на кафедре эксплуатации авиационной техники.

УДК 629.7(075)

ББК 68.53я7

ISBN 978-5-7883-1032-9

© СГАУ, 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
Глава 1. Нормативная база технической эксплуатации воздушных судов.....	6
1.1. Основные этапы развития нормативной базы по технической эксплуатации воздушных судов в России...	6
1.2. Документация в системе ТОиР.....	11
Глава 2. Система технического обслуживания и ремонта ВС.....	19
2.1. Жизненный цикл ВС и его стадии.....	19
2.2. Содержание системы технического обслуживания и ремонта ВС.....	20
2.3. Общая характеристика условий эксплуатации ВС.....	23
2.3.1. Классификация эксплуатационных факторов, влияющих на техническое состояние ВС	25
2.3.2 Классификация повреждений и отказов изделий АТ по принципу однородности физической сути процессов и характера их проявления.....	27
2.4. Методы управления техническим обслуживанием ВС..	31
2.5. Перспективы развития методов технического обслуживания ВС.....	40
Глава 3. Задачи и организационная структура инженерно- авиационной службы	49
3.1. Задачи инженерно-авиационной службы.....	49
3.2. Организационная структура инженерно-авиационной службы и АТБ авиапредприятия.....	52
3.3. Классификация работ по техническому обслуживанию и ремонту авиационной техники.....	59
Глава 4. Организация процесса технического обслуживания ВС..	71
4.1. Характеристики процесса технического обслуживания ВС.....	71
4.2. Виды и формы ТОиР ВС	75
4.3. Методы организации работ по ТО ВС	84
4.4. Техническая документация, оформляемая при обслуживании.....	87
Библиографический список.....	90

ВВЕДЕНИЕ

Воздушный транспорт является одним из основных компонентов транспортной инфраструктуры современной цивилизации, важнейшим звеном единой мировой транспортной системы.

Основной целью деятельности авиационной транспортной системы гражданской авиации России является обеспечение потребностей граждан и экономики в сфере предоставления услуг по осуществлению воздушных перевозок и выполнения авиационных работ.

Авиакомпания – не просто поставщик авиационных услуг, чья деятельность регулируется государством, но и самостоятельный коммерческий комплекс с собственными бизнес-целями и стратегией развития, направленной на рост и экономическую эффективность функционирования.

Эффективность деятельности авиакомпании во многом зависит не только от общей организации процесса эксплуатации приписного авиационного парка ВС, но и от качества работ по организации перевозок пассажиров, грузов, грузобагажа и т.д.

Новые повышенные требования в области безопасности полётов усложняют конструкцию самолётов, вызывают необходимость внедрения нового и усовершенствованного бортового и наземного оборудования, что увеличивает трудозатраты на поиск неисправностей в сложных бортовых системах, а это существенно влияет на регулярность полётов.

В условиях острой необходимости быстрого роста объема авиaperвозок и других видов работ, связанных с применением авиации в народном хозяйстве, возрастанием роли ГА в транспортной системе страны, в то же время усложнения авиационной техники и технологических процессов ее применения, вопросы совершенствования методов хозяйствования, всемерного повышения эффективности авиатранспортного производства, интенсификации использования авиатехники, умения экономически грамотно ее эксплуатировать приобретают особую актуальность.

Выпускники специальности 190700 «Технология транспортных процессов» готовятся к профессиональной деятельности в области управления авиатранспортным производством. Они предназначены для работы в эксплуатационных и ремонтных предприятиях по таким видам профессиональной деятельности, как анализ производственно-хозяйственной деятельности, разработка рациональных транспортно-технологических схем доставки грузов на основе принципов логистики, обеспечения безопасности процесса перевозок в различных условиях и т.д.

Успешное выполнение обязанностей специалиста, работающего в ГА, возможно лишь при наличии у него определенного общеинженерного кругозора.

С этой целью учебное пособие по указанной специальности предусматривает изучение нормативных документов, структуры системы технического обслуживания и ремонта авиационной техники, а также организации процессов технического обслуживания авиационной техники.

Глава 1. НОРМАТИВНАЯ БАЗА ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

1.1. Основные этапы развития нормативной базы по технической эксплуатации воздушных судов в России

Гражданская авиация в нашей стране начала свою деятельность сразу после Октябрьского переворота в России 1917 года.

В сентябре 1919 г. по инициативе выдающегося русского учёного Николая Егоровича Жуковского был учреждён Московский авиационный техникум, который 26 сентября 1920 г. был реорганизован в Институт инженеров Красного Воздушного Флота имени Н.Е. Жуковского, в 1930 г. на базе Ленинградского факультета воздушных сообщений развёрнут первый в СССР вуз гражданской авиации – Ленинградский институт инженеров гражданского воздушного флота (ЛИИ ГВФ) и в октябре 1930 года был образован Научно-исследовательский институт гражданского воздушного флота (ГосНИИ ГА).

Техническая эксплуатация ВС, являющаяся важнейшей сферой деятельности гражданской авиации (ГА), направлена на поддержание летной годности ВС, обеспечение их потребной исправности и готовности к полетам.

В своем развитии техническая эксплуатация (ТЭ) как сфера деятельности прошла несколько этапов (рис. 1).

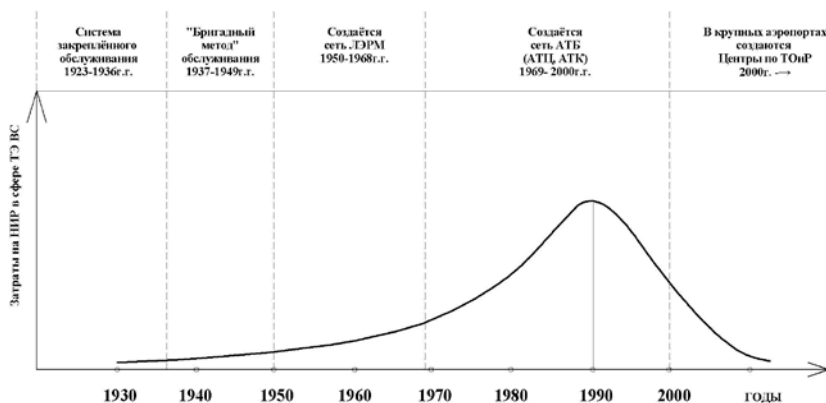


Рис. 1. Развитие организационных форм ТЭ ВС

Начиная с 1923 года до 1935...36 гг. структура эксплуатационно-технической службы ГА – предшественницы современной инженерно-авиационной службы (ИАС), была весьма простой, как и сама эксплуатируемая авиационная техника (АТ). Существовала система «закрепленного обслуживания», представляющая собой метод обслуживания (по аналогии с ВВС), при котором каждый самолет обслуживался закрепленными за ним старшими и младшими мотористами, авиамеханиками и авиатехниками.

Комплектование инженерных должностей проводилось из числа механиков – практиков. По мере поступления в эксплуатацию новых более совершенных типов самолетов совершенствуются и методы их технической эксплуатации [1].

К 1935...36 гг. объем пассажирских перевозок возрос настолько, что возникла необходимость перехода эксплуатационных предприятий на 2...3 – сменную работу. Система «закрепленного обслуживания» перестала отвечать требованиям новых задач, стоящих перед ГА. В этот период вводится новый метод технического обслуживания самолетов, при котором технический состав не закрепляется за самолетом, а сводится в технические бригады, которые обслуживают в течение смены все самолеты. Такая система технического обслуживания явилась значительным шагом вперед, т.к. она позволяла использовать самолеты в течение суток, а также давала возможность более рационально использовать технический состав.

Учебные заведения и ГосНИИ ГА начинают активно заниматься обобщением опыта технической эксплуатации и результатов различных испытаний авиационной техники, разработкой инструкций и руководств для технического и летного состава, таким образом начинает создаваться эксплуатационная и ремонтная документация.

В 1932...33 гг. утверждается первый Воздушный кодекс СССР. К 1935...36 гг. объем пассажирских перевозок возрос настолько, что возникла необходимость перехода на двух- и трехсменную работу эксплуатационных предприятий. В связи с этим была введена новая система технического обслуживания (ТО) самолетов, при которой технический состав за самолетами не закрепляется, а сводится в технические бригады, которые обслуживают в течение смены все самолеты.

Новая система ТО самолетов потребовала серьезной переработки эксплуатационной документации по обслуживанию и контролю состояния авиационной техники, а также дальнейшего совершенствования организационной структуры инженерно-авиационной службы (ИАС) ГА.

В послевоенный период авиационная промышленность стала поставлять более совершенные пассажирские самолеты. Перед ИАС ГА были поставлены задачи по дальнейшему совершенствованию методов технического обслуживания, основанных на более узкой специализации инженерно-технического состава, более широкой механизации процессов обслуживания, более прогрессивной организации труда. Решение этих вопросов было связано с внедрением новых форм организации технического обслуживания – сети линейных эксплуатационно-ремонтных мастерских (ЛЭРМ), которые по характеру организации работ приближались к предприятиям промышленного типа.

Их преимущества еще более проявились, когда в ГА стала массовой эксплуатация самолетов с газотурбинными двигателями (ГТД) (Ту-104, Ил-18, Ан-10 и др.) В данный период силами научно-исследовательских организаций, учебных заведений и эксплуатационных предприятий формируются научные организационно-методические основы ТОиР новых для ГА типов самолетов. К 1963г. ЛЭРМы были организованы в 63 аэропортах ГА.

К этому времени, уже в начале 40-х годов, разрабатывается первое Наставление по ИАС (НИАС – ВВС), а в 1950 году вводится первое Наставление по ИАС гражданской авиации (НИАС ГА).

В 60-е годы в связи с возрастающими объемами работ по техническому обслуживанию АТ многие ЛЭРМы в крупных аэропортах по объемам работ, штатной численности инженерно-технического персонала (ИТП), организации труда уже переросли организационные формы линейных мастерских. Разрабатывается и вводится в действие новая редакция Наставления по ИАС (НИАС ГА – 60).

Проводятся исследования и внедряются в практику эксплуатации новые, существенно увеличенные ресурсы и сроки службы (до ремонта и межремонтные) самолетов и двигателей. Это был революционный период в развитии технической эксплуатации.

Так, в 1962г. были разработаны и утверждены новые, более прогрессивные регламенты технического обслуживания самолетов Ту-104, Ил-18 и Ан-10 с сокращенными объемами работ и увеличенной периодичностью их выполнения. Впервые введены периодические формы обслуживания, выполняемые через 500 и 1000 часов налета. Этим был сделан существенный, качественно новый шаг вперед. На периодических формах обслуживания простои самолетов в расчете на один час налета сократились на 46, а трудоемкость – на 13 процентов.

В 1966...67гг. ГосНИИГА готовит научное обоснование по реорганизации ЛЭРМ в авиационно-технические базы (АТБ) пяти групп в зависимости от класса авиапредприятия и объема работы инженерно-авиационной службы.

В этот период проводятся крупные исследования по разработке и внедрению новых режимов (программ) технического обслуживания и ремонта (ТОиР) самолетов с увеличенной в несколько раз периодичностью выполнения форм ТО.

В 70-е годы в отрасли формируется сеть АТБ, закладываются основы новых научных направлений в области ТЭ ВС:

- по исследованию эксплуатационной технологичности ВС и оптимизации процессов их технической эксплуатации;
- по управлению процессами технической эксплуатации ВС и формированию программ их ТОиР;
- по технической диагностике и неразрушающему контролю технического состояния АТ;
- по информационному обеспечению поддержания летной годности ВС.

В эти годы учеными ГосНИИГА, МИИГА, КИИГА, РКИИГА положено начало работам по созданию основ теории ТОиР АТ по состоянию. Особенностью проводимых в этот период исследований является сочетание достаточно высокой степени формализации решаемых задач с четкой практической направленностью результатов исследований.

В 80-е годы ученые, работающие в сфере технической эксплуатации, инициируют и решают ряд важных для науки и практики задач. В

частности, были продолжены исследования по анализу и синтезу эксплуатационной технологичности ВС; управлению эффективностью ПТЭ ВС и оптимизации программ их ТОиР, по разработке и внедрению методов ТОиР АТ по состоянию; по развитию диагностической базы эксплуатационных предприятий.

Дальнейшее развитие в сфере технической эксплуатации ВС связано с разработкой и введением в действие последующих редакций Наставлений: НТЭВС-71 (1971 г.), НТЭРАТ ГА-83 (1984 г.), НТЭРАТ ГА-93 (1994 г.).

Особое место в развитии нормативно-правовой и организационно-методической базы ИАС ГА занимает период разработки и введения в действие новой категории документов, регламентирующих сертификацию ГА как транспортной отрасли (1992...1995 гг.). Приказом ФАС РФ от 23.02.96 № ДВ-2.15.71 впервые была объявлена регистрация Системы сертификации на воздушном транспорте (ССВТ), утвержденная Госстандартом России и Минюстом РФ на основании полномочий, предоставленных ГА законом РФ «О сертификации продукции и услуг».

В 1997 году был принят основополагающий документ, регламентирующий деятельность в области гражданской авиации – Воздушный кодекс РФ. В соответствии с данным документом за период с 1997 по 2003 гг. издано определенное количество нормативных актов, позволивших на его основе создать необходимую правовую базу отрасли, в целом достаточную для ее функционирования.

Участие России в ИКАО с 14 октября 1970 года требует скорейшего завершения работ по принятию нормативных правовых актов, определяющих статус и регламентирование деятельности Правительства РФ по делам ИКАО.

Разработка Федеральных авиационных правил (ФАП) различного назначения начата в ГА с 1998 года и в настоящее время представляет собой новую важнейшую часть нормативно-правовой базы государственного регулирования и управления в ГА.

1.2. Документация в системе ТОиР

Взаимосвязь составных частей системы ТОиР ВС, процедуры и процессы функционирования системы ТОиР в целом для парка ВС и для каждого авиапредприятия, эксплуатирующего ВС данного типа, осуществляются на основе документации, действующей в этой системе.

Каждое предприятие, выполняющее или обеспечивающее техническую эксплуатацию типа ВС, должно иметь необходимую документацию, устанавливающую организационные, нормативные и технические правила технического обслуживания и ремонта данного типа ВС, которые гарантируют:

- что техническое обслуживание, ремонт и доработки ВС производятся по действующей документации в установленные сроки и в установленном порядке;
- технический персонал надлежащим образом подготовлен, а использование, учет и хранение эксплуатационной документации осуществляется в установленном порядке;
- каждое ВС имеет летную годность и соответствующим образом оформленную эксплуатационную документацию, подтверждающую сохранение летной годности ВС при дальнейшей эксплуатации на уровне установленных требований и норм.

Эксплуатационная и ремонтная документация (далее – эксплуатационная документация) ВС, обеспечивающая сохранение летной годности, может включать:

- нормативную документацию, которая устанавливает требования к техническому состоянию ВС и его частей и (или) условиям технической и летной эксплуатации ВС. Сюда входят: сертификат типа ВС, технические условия поставки, государственные стандарты, нормы, правила и инструкции государственных органов управления и контроля ГА в РФ;
- техническую документацию, которая устанавливает правила выполнения работ при техническом обслуживании (ремонта) ВС и его частей. Сюда входят эксплуатационные документы на данный тип ВС

и его частей, бюллетени и директивы летной годности, инструкции по технике безопасности, пожарной безопасности, охране труда и охране окружающей среды, относящиеся непосредственно к данному типу ВС и его частям;

- организационную документацию, которая устанавливает порядок учета и (или) контроля выполнения работ при техническом обслуживании ВС и его частей или порядок учета и контроля летной эксплуатации ВС и его частей. Сюда входят ведомости, акты, карты, справки, перечни, задания, заказы и др. документы, используемые в производственной деятельности эксплуатантов и других предприятий, проводящих летную и (или) техническую эксплуатацию ВС и его частей.

Каждый из указанных видов эксплуатационной документации, обеспечивающих техническую эксплуатацию и поддержание летной годности ВС и его частей, может включать:

- общую документацию, применяемую при летной и технической эксплуатации всех видов или нескольких типов ВС;

- типовую документацию, применяемую при летной и технической эксплуатации только данного типа ВС;

- пономерную документацию, действительную только для данного экземпляра ВС и его составных частей и применяемую для оформления государственной регистрации и годности каждого ВС к полетам, учета наработки и технического состояния ВС (двигателя, комплектующего изделия), приема и передачи ВС различным службам внутри предприятия эксплуатанта или на другое предприятие.

Распределение эксплуатационной документации на общую, типовую и пономерную устанавливается техническими условиями к договору на поставку ВС и действующими государственными и отраслевыми нормативными документами (стандарты, инструкции, правила и т.д.).

Схема формирования эксплуатационной документации в авиапредприятии приведена на рис. 2.

Каждый блок документации по номенклатуре, содержанию и оформлению может быть определен для типа ВС из данных выше определений видов эксплуатационной документации.

При формировании системы ТОиР типа ВС и адаптации этой системы к условиям конкретного эксплуатанта основой всей эксплуатационной документации является эксплуатационно-техническая документация (ЭТД) разработчика и изготовителя ВС, которая разделена на типовую и пономерную.

Типовая руководящая документация включает документы, которыми экипажи и инженерно-технический состав (ИТС) руководствуются при технической эксплуатации и обслуживании ВС данного типа.

Она разрабатывается КБ и организациями авиационной промышленности и ГА на основании Программы технического обслуживания и ремонта самолетов ГА (ГОСТ 28056-89) и принимается к руководству после утверждения или ввода в действие документами ГС ГА МТ РФ.



Рис. 2. Структура эксплуатационной документации АТ

Руководство (инструкция) по технической эксплуатации (РТЭ) включает все указания, необходимые для ТО, выполнения работ по замене агрегатов, регулировочных и других работ на ВС.

Регламент и Технологические указания по ТО определяют объекты обслуживания, объемы, периодичность.

Бюллетени промышленности определяют работы (доработки), связанные с устранением конструктивных и производственных недостатков, а также введением конструктивных улучшений АТ.

Ведомости запасных частей, инструментов и принадлежностей (ЗИП) устанавливают номенклатуру, назначение и количество их, необходимое для ТОиР ВС. Нормы расхода запасных частей и материалов регламентируют наличие в предприятии и запросы по годовым заявкам обоснованного количества агрегатов и расходных материалов. По ним постоянно корректируются перечни ЗИП.

Пономерная документация (рис. 2) заводится на авиационную технику и все изделия, идущие на ее комплектацию, имеющие заводские номера.

При выполнении полетов над территорией РФ и по международным воздушным линиям на борту ВС должны находиться бортовые документы: свидетельство о государственной регистрации гражданского воздушного судна РФ, удостоверение (Сертификат) о годности гражданского воздушного судна РФ к полетам, бортовой журнал, санитарный журнал, а также задание на полет, справка о работе АТ в рейсе, сопроводительные ведомости, центровочные графики, схемы пробивания облачности и захода на посадку, штурманский бортовой журнал, бюллетень погоды, контрольная карта и другие полетные документы. Кроме того, ВС, проходящие заводские и государственные испытания, при выполнении полетов должны иметь временные удостоверения (сертификаты) о годности к полетам, выдаваемые заводами.

Свидетельство государственной регистрации гражданского ВС выдается ГС ГА в соответствии с Правилами, установленными в РФ.

Удостоверение о годности ВС к полетам в настоящее время заменяется на «Сертификат летной годности экземпляра ВС». При сертификации экземпляра ВС преследуются следующие основные цели:

- определение степени соответствия конструкции и характеристик экземпляра воздушного судна его типовой конструкции. Это главная

цель сертификации, которая соответствует определению сертификата летной годности, приведенному в Воздушном кодексе России (ст.37, п.3);

- контроль соблюдения условий эксплуатации и применения экземпляра воздушного судна, которые зафиксированы в его эксплуатационной документации. Например, при продлении ресурса и срока службы указываются условия их отработки и нарушение этих условий недопустимо;

- контроль выполнения директив летной годности и других нормативных документов в части поддержания летной годности.

Таким образом, выдаваемый сертификат летной годности – это документ, удостоверяющий соответствие экземпляра ВС типовой конструкции и являющийся необходимым условием допуска к летной эксплуатации данного экземпляра ВС с установленными для него ограничениями.

Под типовой конструкцией при этом понимается конструкция типа ВС (включая его летные характеристики и эксплуатационные ограничения), соответствие которой требованиям летной годности и охране окружающей среды удостоверено Сертификатом типа (Аттестатом о годности к эксплуатации).

Содержание требований к экземпляру ВС, выполнение которых обеспечивает соответствие конструкции и характеристик гражданского ВС его типовой конструкции, изложено в документах государственного стандарта (ГС) ГА. Требования направлены на проведение государственного контроля за летной годностью каждого экземпляра ВС ГА, зарегистрированного в Государственном реестре РФ.

К числу основных требований относятся, например, следующие:

- действующая эксплуатационная документация экземпляра ВС должна содержать все изменения и дополнения (включая и изменения типовой конструкции);

- судовые документы экземпляра ВС должны соответствовать требованиям нормативных документов ГС ГА МТ РФ;

- конструкция экземпляра ВС должна иметь назначенные ресурс и срок службы, достаточные для продолжения его безопасной эксплуа-

тации для установленных (в действующей эксплуатационной документации) условий эксплуатации и в течение срока, который будет указан в сертификате летной годности на экземпляр ВС;

- на конструкции экземпляра ВС должны быть выполнены все работы (разовые осмотры, проверки и доработки), предусмотренные его действующей эксплуатационной документацией, бюллетенями и другими документами ГС ГА, если сроки исполнения этих работ истекли на дату подачи заявки на сертификацию экземпляра ВС;

- в конструкции экземпляра ВС в процессе отработки назначенного (межремонтного, до первого капитального ремонта) ресурса и (или) срока службы должны быть заменены детали и элементы с ограниченным ресурсом согласно действующей эксплуатационной документации, бюллетеням и другим документам ГС ГА.

Пономерными документами, учитывающими наработку и техническое состояние ВС, двигателей и установленных на них агрегатов, являются формуляры и паспорта. Они выдаются заводом-изготовителем на каждое изделие АТ и являются его принадлежностью.

Формуляр и паспорт являются документами, удостоверяющими, что АТ изготовлена в соответствии с действующей технической документацией и принята специалистами по техническому контролю Изготовителя и представителя Заказчика.

В формуляре ВС приводятся основные технические данные, необходимые для эксплуатации ВС, помещены те особенности, которые относятся к данному экземпляру ВС и которые необходимо учитывать при эксплуатации и ремонте; перечислены агрегаты и приборы, входящие в состав планера, ресурсы и сроки службы которых равны, выше или ниже установленных для ВС. Имеются сведения о приемке ВС от предприятия-изготовителя.

Учет работы ВС ведут в формуляре по первичным данным (по карточкам учета ресурса и справкам о работе авиационной техники в полете) по каждому рейсу (полету) ежедневно. Итоги наработки подводятся за месяц и год. Кроме того, в формуляр вносят сведения о движении ВС в эксплуатации в случае его передачи из эксплуатирующей организации в другую; о выполнении регламентных работ, доработок и

осмотра по бюллетеням и указаниям; о работах, связанных с ремонтом планера и систем ВС в процессе эксплуатации; о рекламациях, предъявленных предприятиям-изготовителям; о ремонтах, проводимых ремонтными предприятиями; контрольных полетах; контроле состояния ВС и его систем инспектирующими лицами.

Формуляр двигателя имеет большинство разделов, по назначению и содержанию аналогичных разделам формуляра ВС. В нем фиксируются параметры, получаемые при контрольных проверках работы двигателя на земле и в воздухе после выполнения регламентных и регулировочных работ, а также после замены агрегатов и в ряде других случаев. Учет времени работы двигателя ведется по режимам его работы.

В случаях, когда формуляр (паспорт) полностью использован, заводят его продолжение.

Слово «продолжение» пишется на титульном листе нового формуляра (паспорта), а на титульном листе использованного записывается: «Заведено продолжение (дата)». В продолжение заносят все итоговые данные из основного формуляра (паспорта), а также все основные сведения о ВС (двигателе, агрегате), после чего производятся текущие записи. Продолжение формуляра является обязательным приложением к использованному, без которого оно не имеет силы официального документа.

Формуляр (паспорт) уничтожается по акту через год после списания АТ. В тех случаях, когда АТ, формуляр (паспорт) которой утрачен, пригодна к эксплуатации, на нее заводится дубликат формуляра (паспорта).

Выдавать дубликат формуляра на ВС и двигатель могут только главные инженеры управлений после расследования факта утери, наказания виновных и проверки технического состояния АТ. Дубликат формуляра (паспорта) на агрегат выдается главным инженером АТБ или ремонтного предприятия. Формуляры и паспорта хранятся в служебном помещении планово-диспетчерского отдела (ПДО) АТБ.

Ответственным за правильное ведение формуляров и паспортов является лицо, обслуживающее самолет (двигатель), или техник ПДО по учету самолето-моторного парка, а при хранении и транспортировке – лицо, ответственное за хранение и транспортирование.

Формуляры (паспорта) должны находиться на борту ВС во время его перегонки для передачи в другое эксплуатационное предприятие, при направлении в ремонт, на переоборудование, доработку и при возвращении к месту постоянного базирования, а также при перегонке ВС в другое эксплуатационное предприятие для выполнения периодического вида ТО.

Паспорта заводятся: на изделия, идущие на комплектацию авиационной техники (самолеты, вертолеты, двигатели, вспомогательную силовую установку (ВСУ), планеры, тренажеры, наземные средства контроля, учебные классы); средства наземного обслуживания; контрольно-проверочную аппаратуру (КПА) специзделий; модули двигателя.

Бортовой журнал вводится для регистрации результатов контроля технического состояния и оформления приема и передачи ВС. Бортовой журнал ведется бортинженером (бортмехаником) или пилотом. Контроль за правильностью ведения журнала осуществляет ведущий инженер АТБ, а также руководящий инженерный состав базы и летного подразделения, которые заносят результаты проверки в соответствующий раздел журнала.

Санитарный журнал ведется медицинским персоналом предприятия, обеспечивающим надзор за внутренним санитарным состоянием ВС.

«Паспорт коррозионного состояния самолета (вертолета)» введен в ГА Указанием ФАС России от 23.01.98 №3.10 в целях усиления контроля за техническим состоянием ВС в процессе эксплуатации путем оценки эффективности мероприятий по выявлению и устранению коррозионных дефектов. Ведение «Паспорта» осуществляется в соответствии с «Технологической инструкцией по ведению паспорта коррозионного состояния самолета (вертолета)», а также руководствуясь требованиями регламентов ТО и технологических указаний по выявлению и удалению коррозионных повреждений и восстановлению ЛКП с учетом обязательного использования Инструкций № 630/у от 10.09.85г. и 745/у от 08.12.88г.

Наличие и правильность ведения пономерной документации контролируют инженеры ОТК, а бортовой документации – летный инспекторский состав, при этом перечень пономерной документации, которую содержат на борту ВС в полете, определяется Наставлением по производству полетов.

Глава 2. СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ВС

2.1. Жизненный цикл ВС и его стадии

Воздушное судно (ВС) в общем случае является транспортным средством, предназначенным для доставки по воздуху пассажиров, груза в заданный пункт, а также для выполнения с использованием полезной нагрузки определенных видов работ (обработки с воздуха сельскохозяйственных и лесных угодий, патрулирования и разведки, тушения пожаров и т.д.).

Применение по назначению является основным этапом эксплуатации ВС, которая, в свою очередь, представляет собой одну из стадий его жизненного цикла. При этом под жизненным циклом понимается совокупность взаимосвязанных во времени процессов последовательного изменения состояния ВС, начиная с исследования и обоснования его создания до снятия с эксплуатации.

Часть жизненного цикла, характеризующаяся определенным состоянием самолета конкретного типа, совокупностью видов предусмотренных работ и их конечными результатами, называется стадией жизненного цикла. Такими стадиями являются (рис. 3) исследование и обоснование разработки; разработка (проектирование, изготовление и испытания опытных образцов ВС); серийное производство; эксплуатация, включая все виды заводского ремонта; списание.



Рис. 3. Стадии жизненного цикла авиационной техники

Так как ВС относится к числу изделий, нуждающихся по истечении установленного календарного срока (периода) или при достижении установленного налета в выполнении на них определенного объема восстановительных работ (как правило, в заводских условиях), стадии его эксплуатации и заводского ремонта чередуются обычно

3–4 раза в пределах ресурса до списания (предельного назначенного ресурса), при этом продолжительность стадии эксплуатации определяется ресурсом до первого ремонта и межремонтным ресурсом в дальнейшем, которые могут быть различными.

При ограниченных налетах стадия эксплуатации сменяется стадией заводского ремонта через определенные календарные периоды (срок службы до первого ремонта или межремонтный срок службы), списание самолета в этом случае также может произойти по истечении срока службы до списания.

Процесс технической эксплуатации включает лётно-техническую эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт (ТОиР), хранение, транспортирование, списание (рис. 4) [ГОСТ 53863 -2010].



Рис. 4. Структура технической эксплуатации

Любая техника может удовлетворительно работать длительный срок только при выполнении определенного комплекса последовательных, периодических, взаимно увязанных и дополняющих процессов и операций, составляющих систему технического обслуживания и ремонта данной техники, при этом техническое обслуживание и ремонт ВС занимает центральное место в технической эксплуатации.

2.2. Содержание системы технического обслуживания и ремонта ВС

Техническое обслуживание – это комплекс операций по поддержанию работоспособности, обеспечению исправности ВС и готовности их к полетам.

Ремонт – комплекс операций по восстановлению работоспособности изделий функциональных систем ЛА или составных частей изделий.

Весь комплекс операций по ТОиР условно можно разделить на две группы: первая – плановые профилактические работы; вторая – работы по обнаружению и устранению уже имеющих место отказов и повреждений.

Основное требование, предъявляемое к процессу технической эксплуатации в целом, состоит в том, чтобы при ограниченных затратах труда обеспечить наибольшую вероятность того, что в необходимый момент времени ВС окажется работоспособным и выполнит поставленную задачу.

Система ТОиР представляет собой совокупность взаимосвязанных звеньев – составных частей: объекта ТОиР, производственно-технической базы, инженерно-технический персонал, программы и эксплуатационно-технической документации (ЭТД) по ТОиР (рис. 5).



Рис. 5. Структура Системы ТОиР

Основной задачей Системы ТОиР в ГА является управление техническим состоянием (ТС) ВС в течение срока службы или ресурса для обеспечения поддержания и восстановления его летной годности и подготовки к использованию по назначению при обеспечении

требуемых уровней надежности и готовности ВС к полетам с минимальными затратами труда и средств на выполнение ТОиР.

Качество функционирования Системы ТОиР зависит от внутренних и внешних условий ее работы.

Под внутренними условиями понимается качество функционирования каждой из ее составных частей, например, для инженерно-технического персонала – уровень его квалификации и технологической дисциплинированности, для объекта ТОиР – уровень его эксплуатационно-технических характеристик (ЭТХ), для производственно-технической базы – уровень ее совершенства и полноты соответствия действующим требованиям технологических процессов ТОиР и т.д.

Внешние условия функционирования Системы ТОиР определяют её инфраструктурой, т.к. она объединяет всю совокупность производственных процессов ТОиР, то инфраструктура объединяет комплекс мероприятий и смежных служб, обслуживающих производственные процессы ТОиР, выполняемые непосредственно в рамках системы. К ним можно отнести материально-техническое обеспечение производственных процессов, подготовку и переподготовку инженерно-технического персонала, информационное обеспечение процессов ТОиР с созданием банков данных и т.д.

Центральное место в Системе ТОиР занимает Программа ТОиР - основной документ, содержащий совокупность главных принципов и принятых Разработчиком решений по применению наиболее эффективных методов и режимов ТОиР, реализованных в конструкции объектов при проектировании и изготовлении и внесенных в эксплуатационную документацию с учетом заданных требований и условий использования ВС.

Программа отражает принятую стратегию ТОиР для ВС в целом, его функциональных систем и изделий и выполняет роль цементирующего материала, соединяющего воедино для достижения поставленной цели все звенья Системы ТОиР: объект, базу, средства, персонал, документацию, а также инфраструктуру Системы ТОиР, включающую все виды обеспечения: материально-технического, информационного, организационного и нормативно-правового, кадрового, метрологического и др.

Потребность объекта ТОиР и его приспособленность к ТОиР определяются совокупностью ЭТХ конструкции объекта. Достигнутый при создании ВС уровень ЭТХ конструкции определяет содержание программы ТОиР, ее прогрессивность и эффективность.

Программа ТОиР является основой для разработки эксплуатационной и ремонтной документации и обеспечивает формирование и внедрение на эксплуатационных и ремонтных предприятиях (в организациях) заказчика Системы ТОиР ВС данного типа на протяжении всего срока его службы с начала эксплуатации и до списания.

В свою очередь Программа ТОиР отражает свойства объекта ТОиР.

Под объектом ТОиР понимаются изделия или их совокупность, характеризующиеся потребностью в проведении определенных работ по поддержанию (восстановлению) исправности или работоспособности в том или ином состоянии технической эксплуатации и приспособленностью к выполнению данных видов работ. Плановое выполнение форм Системы ТОиР предопределяет своевременное предупреждение отказов ФС и их наиболее важных изделий.

2.3. Общая характеристика условий эксплуатации ВС

В процессе эксплуатации ВС их узлы, агрегаты и детали испытывают постоянное влияние ряда факторов, которые по-разному влияют на их техническое состояние, а значит и на их эксплуатационную надежность и работоспособность.

Все многообразие факторов, которые характеризуют реальные условия эксплуатации и оказывают влияние на техническое состояние ВС, можно подразделить на объективные и субъективные.

К объективным относятся: влияние окружающей среды, механические и другие внешние деяния на элементы конструкции и комплектующие изделия функциональных систем. К субъективным относят такие, которые в той или иной мере зависят от человека. Сюда можно отнести выбор схемы конструктивного решения при проектировании; выбор материалов и конструкции элементов; режимы нормальной эксплуатации; стратегию, методы и режимы технического обслуживания и др. Как правило, эти факторы являются причинами возникновения внезапных отказов.

С другой стороны, факторы, которые влияют на смену технического состояния ВС, можно разделить на конструктивно-производственные, которые определяют начальные качества объектов, и эксплуатационные, что отражают изменение технического состояния в процессе эксплуатации (рис. 6).



Рис. 6. Место Системы ТОиР в процессах развития повреждений и отказов

Из рис. 6 следует, что Система ТОиР служит своего рода барьером на пути развития повреждений и отказов. Плановые профилактические операции ТО прерывают процессы дальнейшего развития многих повреждений, не давая им возможности беспрепятственно перерастать в опасные повреждения и затем в отказы.

К конструктивно-технологическим факторам относятся:

- выбор схемных и конструктивных решений, элементов и материалов;
- технология изготовления деталей и узлов, сборки и испытания объектов;
- качества производства;
- характеристики текущего и выходного контроля.

Решающую роль в изменении технического состояния и надежно-

сти ВС оказывают эксплуатационные факторы. Именно в процессе эксплуатации и определяется уровень этой надежности.

Воздушные суда эксплуатируются в специфических условиях, которые значительно отличаются от работы наземных видов транспорта. Эта специфичность заключается в следующем:

- значительное осложнение условий работы, то есть повышение количества действующих нагрузок и их абсолютных величин (температуры, давления, вибрации и др.);
- быстрое изменение во времени и пространстве действующих на ВС факторов (напряжения, температуры);
- широкий диапазон изменения этих факторов (аэродинамические нагрузки, перегрузки, температуры и др.).

2.3.1. Классификация эксплуатационных факторов, влияющих на техническое состояние ВС

Эксплуатационные факторы можно разделить на несколько групп.

Группы нагружающих (объективных) факторов, то есть факторов, связанных с особенностями применения ВС и условиями его летной эксплуатации:

- Внешние нагрузки: аэродинамические нагрузки, перегрузки, давления, вибрации, акустические нагрузки, аэродинамическое нагревание, нагрев от работающей силовой установки, электрические нагрузки.
- Режимы работы авиационных двигателей и функциональных систем.

Группы факторов, которые характеризуют внешние условия:

- Климатические условия. Сюда относятся температура, давление и влажность атмосферного воздуха, их суточное и годовое колебание, изменения и перепады по высоте и длине трассы, осадки (дождь, снег, лед, туман), насыщенность воздуха агрессивными веществами (соли, щелочи и др.).
- Условия, которые характеризуют состояние аэродромов: запыленность атмосферы, качества покрытия взлетно-посадочных полос и рулежных дорожек, степень их чистоты, наличие на них осадков и т.д.

- Биологические факторы: плесень, насекомые, грызуны, птицы. Плесень вызывает гниение материалов органического происхождения. Грызуны и насекомые замусоривают системы и агрегаты, поедают изоляцию, детали обработки и т.д. Птицы попадают в двигатель, повреждают остекление и обшивку.

Группы человеческих факторов:

- Условия летной эксплуатации, качества работы летного состава: количество взлетов и посадок, использование режимов полета и режимов работы двигателей, умение правильно действовать в особенных случаях и особенных условиях полета, умение правильно готовиться к полету и правильно его рассчитывать и т.д.

Эти факторы зависят от степени обученности и тренированности летного состава.

- Качества технического обслуживания: организация эксплуатации, квалификация инженерно-технического состава, качества и своевременность выполнения работ по обслуживанию и ремонту, особенности транспортировки и хранения.

При выполнении работ по техническому обслуживанию, с одной стороны, улучшается состояние систем, агрегатов и узлов ВС и предупреждаются неисправности (введение масел, регуляции параметров и т.п.), с другой стороны, в результате некачественного выполнения работы может ухудшиться их техническое состояние и даже появиться неисправность.

В зависимости от характера влияния на техническое состояние агрегатов и систем можно выделить еще две отдельных группы факторов.

- Качества материалов, которые применяются (горюче-смазочных и др.): степень их окисления и старения, загрязнение посторонними частицами, наличие влаги и т.д.

- Временные факторы. Это процесс старения, то есть процесс медленного изменения физико-химических свойств материалов. Скорость процесса старения может изменяться под воздействием внешних факторов: тепла, вибрации, кислорода, озона, влаги и т.д.

Для многих материалов процесс старения протекает без видимых признаков ухудшения свойств материалов. Эти изменения накапливаются и в отдельных случаях могут привести к внезапному скачку-разрушению. В наибольшей степени процессу старения поддаются материалы органического происхождения.

В каждом из трех состояний, в которых может находиться ВС (в полете, на земле, при техническом обслуживании), на его системы и агрегаты действует специфическая для данного состояния группа факторов, причем степень влияния этих факторов разная.

Так, в полете на системы, агрегаты и детали ВС действуют эксплуатационные факторы, связанные с особенностями применения и условиями его летной эксплуатации, климатические факторы и факторы, связанные с работой летного состава, качества ГСМ.

К факторам, которые действуют на ВС на земле, относятся климатические, биологические, временные факторы, состояние аэродромов и т.д.

Влияние эксплуатационных факторов на техническое состояние объектов сказывается в виде отклонений от номинала их параметров в результате износа, старения деталей и разрегулирования агрегатов. Эти факторы являются причинами возникновения медленных отказов.

2.3.2. Классификация повреждений и отказов изделий АТ по принципу однородности физической сути процессов и характера их проявления

Перечисленные эксплуатационные факторы обуславливают протекание разных процессов, которые изменяют техническое состояние объектов и приводят к полной или частичной потере работоспособности. Выделяют три основных вида процессов, которые ухудшают работоспособность устройств: быстротекущие процессы, процессы средней скорости и медленнотекущие процессы.

Быстротекущие процессы имеют периодичность изменения, которое измеряется обычно долями секунд. Эти процессы заканчиваются в пределах цикла машины и опять возникают при следующем цикле. К

ним можно отнести вибрацию узлов, изменение сил трения в подвижных соединениях, колебания рабочих нагрузок и другие процессы, которые влияют на совместное расположение узлов в каждый момент времени и искривляют цикл работы машины.

Возникновение быстротекущих процессов обусловлено сложными физическими взаимодействиями, которые возникают при работе механизмов, при трении в направляющих элементах и т.д.

На ВС к быстротекущим процессам можно отнести вибрации, вызванные неравновесностью масс двигателей и агрегатов, которые вращаются; вибрации трубопроводов, обусловленные как механическими колебаниями, так и параметрическим возбуждением; изменения сил трения в подшипниках, подвижных элементах агрегатов, пульсации давления рабочей жидкости; акустические колебания, которые вызваны выхлопной струей газа.

Процессы средней скорости проходят за время непрерывной работы машины и их длительность измеряется обычно в минутах или часах. Они приводят к однообразному изменению начальных параметров машины. Этим самым обуславливается возникновение параметрических или медленных неисправностей и отказов.

Например, изменения температуры окружающей среды и рабочей жидкости в системах в полете; рабочих узлов двигателей и корпуса; изменение давления воздуха внутри и вне герметических кабин. Все эти изменения относятся к обратимым процессам.

Из необратимых процессов данного типа можно назвать процесс изменения физических свойств рабочей жидкости, ход которого ускоряется при повышении температуры; изменение физических свойств органических материалов, резины и другие процессы.

Медленные процессы проходят на протяжении всего периода эксплуатации машины, например, систематический износ всех рабочих элементов, которые испытывают трение; износ подшипников; элементов конструкции планера, агрегатов, трубопроводов, соединений; коррозию; старение резиновых изделий, пластмасс и др.

Эти процессы оказывают влияние на утомительную прочность материалов, точность работы агрегатов, механизмов, изменение КПД двигателей, насосов и других изделий.

Однако все эти изменения делаются относительно медленно. Все отмеченные процессы характеризуются случайными функциями, для которых характерно рассеивание значений соответствующих параметров. Потому для их изучения и анализа используют математический аппарат теории вероятностей, математической статистики и теории случайных функций.

Таким образом, изменение параметров и характеристик элементов во времени является следствием физико-химических процессов, которые происходят в них. Процесс возникновения отказа является собой, как правило, некоторый часовой процесс, внутренний механизм и скорость которого определяются свойствами материала, напряжениями, влиянием климатических и других факторов.

Многообразие и стохастический характер влияния эксплуатационных факторов на объекты авиационной техники приводят к тому, что при одной и той же наработке или длительности эксплуатации объекты имеют разное фактическое техническое состояние, что, естественно, должно учитываться при разработке стратегий технического обслуживания и ремонта этих объектов.

В зависимости от действующих нагрузок и физической сущности процессов, которые протекают, типичные отказы и повреждения изделий АТ можно классифицировать за такими группами:

- Трещины, деформации и разрушения, вызванные действием многократно повторяющихся в эксплуатации нагрузок. Эти отказы и повреждения широко распространены в виде утомительных трещин. Они возникают в обшивке и элементах внутреннего силового набора. Очень опасные трещины на силовых панелях крыла в районе влияния сосредоточенных нагрузок (например, узлы навески шасси и закрылков), а также в местах концентрации напряжений (например, изменения толщин в лонжеронах).

В общем случае развитие трещин имеет характер, аналогичный износу, с тремя выраженными зонами интенсивности их развития (рис. 7).

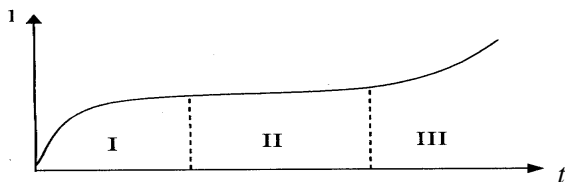


Рис. 7. Типичный характер развития размера усталостной трещины в обшивке планера:
 l - размер трещины; t - наработка

Первая зона характеризуется сначала высокой, а затем постепенно ниспадающей скоростью; вторая зона – период устойчивого развития трещины; третья зона – катастрофическое нарастание трещины, что заканчивается разрушением элемента.

В эксплуатации на основе тщательного анализа надежности и живучести конструкции устанавливаются предельно допустимые размеры трещин.

- Повреждения в виде трещин, деформаций и разрушений, вызванные случаями избыточных нагрузок воздушных судов в эксплуатации. Они не являются локальными, а являют собой общие остаточные повреждения основных частей планера. Избыточные перегрузки могут возникнуть в результате грубых посадок, попадания в зону грозовой деятельности и турбулентной атмосферы, недопустимых маневренных перегрузок и др.

- Коррозийные повреждения и разрушения лакокрасочных и других видов защитных покрытий.

- Разные виды механического износа, которые возникают от длительного влияния переменных эксплуатационных нагрузок, например, люфты подвижных соединений и заклепочных швов, потеря элементов конструкции и др.

- Неисправности, которые возникают в результате старения деталей, изготовленных из органических материалов (стекла, резины, пластмасс и др.). Процессу старения способствуют климатические факторы (осадки, температура и ее изменения, солнечная радиация, влажность и др.), факторы окружающей среды (насыщенность атмосферы

солями, пыль, грязь и др.). Этот процесс происходит скрыто и чаще всего проявляется в виде повреждений внезапно.

- Разные механические повреждения обшивки, полов и других элементов, вызванные небрежностью при техническом и коммерческом обслуживании, при ремонте и др.

Перечисленные неисправности и повреждения влияют на долговечность изделий АТ, межремонтные и назначенные ресурсы.

2.4. Методы управления техническим обслуживанием ВС

В процессе эксплуатации ВС его узлы и агрегаты подвергаются постоянному воздействию эксплуатационных факторов, изменяя его техническое состояние.

Внутренний механизм возникновения отказа представляет собой временной процесс изменения структуры и свойств изделия, вызванный нагрузками, температурой и другими факторами.

Многообразие и стохастический характер воздействия эксплуатационных факторов на объекты авиационной техники приводят к тому, что при одной и той же наработке или продолжительности эксплуатации объекты имеют различное фактическое состояние. В связи с этим наработка или календарный срок службы не характеризуют однозначно техническое состояние объекта в процессе эксплуатации.

Из теории надежности известно, что неисправное состояние, характеризующееся несоответствием любого параметра требованиям нормативно-технической документации, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, называется предельным.

Согласно критериям предельного состояния, устанавливающим пределы использования по назначению, выделены следующие методы эксплуатации:

- до выработки ресурса,
- до отказа,
- до предельного состояния.

Для выявления предельных состояний изделий в Системе ТОиР каждому методу эксплуатации ставятся плановые работы ТО:

- методу эксплуатации по выработке ресурса (ТЭР) – работы по контролю наработки,
- методу эксплуатации до отказа (ТЭО) – работы по контролю работоспособности с определением уровня надежности,
- методу до предотказного состояния (ТЭП) – работы по контролю значения определяющего параметра состояния.

Совокупность правил выполнения работ по поддержанию и восстановлению надежности изделия определяется как стратегия восстановления технического состояния изделия.

Связь стратегии обслуживания со стратегией эксплуатации представлена в табл. 1.

Таблица 1

<i>Стратегия технического обслуживания</i>	<i>Стратегия эксплуатации</i>		
	<i>до выработки ресурса (срока службы)</i>	<i>до предотказного состояния</i>	<i>до отказа</i>
<i>По наработке</i>	+	–	–
<i>По состоянию с контролем уровня надежности</i>	–	–	+
<i>По состоянию с контролем параметров</i>	–	+	–

Метод ТЭР со стратегией по наработке (ТОН), так называемое реактивное обслуживание (РО), до сих пор применяется в ГА. Структурная схема управления техническим состоянием объекта представлена на рис. 8.

Управляющим входным воздействием на схему является цель ТООР (обеспечение безопасности и регулярности полетов, сохранение заданных лётно-технических характеристик (ЛТХ) АТ) на протяжении установленных ресурсов и сроков службы.

Система управления является разомкнутой, т.к. управляющее воздействие на процесс технической эксплуатации определяется не выходным параметром объекта $Y(t)$, а внешним воздействием $X(t)$. В качестве параметра $X(t)$ используется календарное время или наработка $X(t) = t$ в соответствии с принятой программой ТООР.

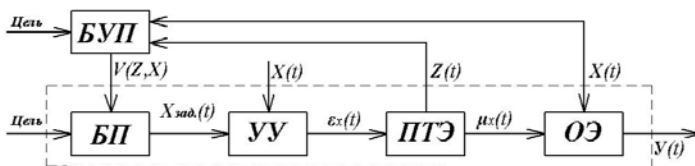


Рис. 8. Схема управления техническим состоянием объекта при методе ТЭР и стратегии ТОН:

$X(t)$ - входной параметр, $Y(t)$ - выходной параметр, $Z(\tau)$ - параметр воздействия процесса (ТЭ) на управление программой ТООиР, $X_{зад}(t)$ - задающий параметр, БУП - блок управления программой, БП - блок программы ТООиР объекта, УУ - устройство управления, ПТЭ - процесс технической эксплуатации, ОЭ - объект эксплуатации

Зависимость $X(t)$ носит случайный характер и имеет большую дисперсию, поэтому при отсутствии жесткой обратной связи метод ТООиР по наработке обеспечивает слабое взаимодействие между процессом изменения технического состояния объекта и его технической эксплуатации. Лишь по истечении довольно длительного времени τ эксплуатации большого числа однотипных объектов (с параметрами $X(t)$) в Программу ТООиР объекта может быть внесено изменение $Z(\tau)$. Внесение этой корректировки влияет на изменение ресурса эксплуатирующего изделия, но система управления остается разомкнутой.

Для однотипных объектов эксплуатации реализация случайного изменения определяющего параметра $X(t)$ во времени условно характеризуется зависимостями, приведенными на рис. 9.

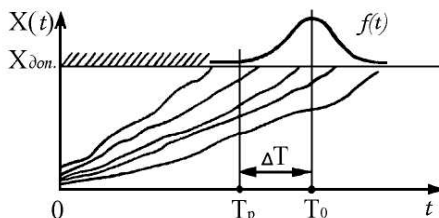


Рис. 9. Изменение определяющего параметра объекта

На нем обозначено $X_{дон}$ – граница допустимых значений параметра $X(t)$, $f(t)$ – плотность распределения вероятности отказа, T_0 – математическое ожидание, т.е. средняя наработка объекта до отказа.

По соображениям безопасности полетов для агрегатов, подверженных износу и старению, устанавливается межремонтный ресурс T_p меньше среднего значения времени наработки на отказ T_0 в лучшем случае на величину среднего времени недоработки объекта до его предельного состояния $\Delta T = 3\sigma$, где σ – среднее квадратичное отклонение времени отказа. В зависимости от типа объекта $\sigma = (0,1 \div 0,3) T_0$.

Относительный коэффициент недоиспользования фактического ресурса объекта $\beta = 0,3 \div 0,9$, откуда следует, что в подавляющем большинстве случаев (~99,865%) замены агрегатов производятся преждевременно, до выработки ими индивидуальных ресурсов, а в 0,135% случаев имеют место отказы агрегатов и их досрочная замена, при этом большая часть регламентных работ выполняется при фактическом отсутствии их необходимости.

Таким образом, метод ТЭР изделий приводит к недоиспользованию $0,3 \div 0,9$ времени их фактического ресурса, т.е. к значительным экономическим потерям, и не удовлетворяет возросшим требованиям по обеспечению безопасности и регулярности полетов.

Большой накопленный опыт эксплуатации авиационной техники показывает, что стратегии ТО по наработке присущи следующие недостатки:

- значительное недоиспользование индивидуальных возможностей агрегатов и узлов, заменяемых после выработки межремонтного или назначенного ресурсов. Опыт ремонта агрегатов ФС отечественных ВС показывает, что свыше 60% агрегатов, поступающих в ремонт после отработки межремонтного ресурса, находятся в нормальном рабочем состоянии;

- длительные простои ВС и значительные трудозатраты, вызванные заменой агрегатов, выработавших ресурс, а также полной или частичной разборкой и дефектацией ВС при капитальном и профилактическом ремонте;

- большие материальные затраты на создание обменного фонда запасных частей, устанавливаемых на ВС после снятия отказавших или выработавших ресурс агрегатов.

Стратегия ТЭО с контролем уровня надежности – одна из наиболее распространенных. Практическое применение данной стратегии существенно сокращает затраты на техническое обслуживание не только новых типов ВС, но и эксплуатирующихся длительное время.

Особенности стратегии ТЭО следующие: каждое изделие эксплуатируется до отказа, межремонтный ресурс для них не устанавливается, техническое обслуживание каждого конкретного изделия заключается в выполнении необходимого объема работ по регулировке, обнаружению возникших отказов и неисправностей и их устранению. Применительно ко всему парку однотипных изделий осуществляется контроль уровня надежности.

Структурная схема управления процессом ТЭО техническим состоянием объекта с контролем уровня надежности представлена на рис. 10.

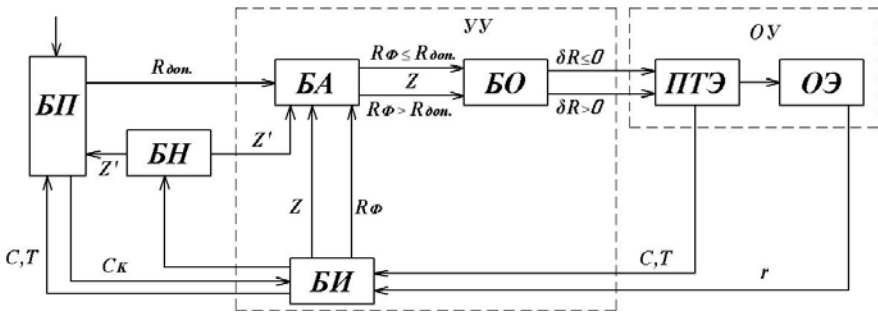


Рис. 10. Схема управления процессом ТЭО однотипных изделий при применении стратегии обслуживания с контролем уровня надежности:

OY - объект управления, $OЭ$ - объект эксплуатации, $ПТЭ$ - процесс технической эксплуатации, $БП$ - программный блок, $БИ$ - блок информации, $БА$ - блок анализа, $БО$ - оперативный блок, $БН$ - блок накопления информации

Объектом управления (OY) является совокупность однотипных изделий ФС ВС и процесс их технической эксплуатации ($ПТЭ$).

Информация о надежности изделий r поступает в блок обработки

информации (БИ), где происходит определение фактического уровня надежности R_{ϕ} , накопление качественной и количественной информации по отказам Z , информации о наработке объектов T и технико-экономической информации C .

На основе сравнения характеристик надежности R_{ϕ} с допустимыми $R_{\text{дон}}$ и анализа информации по отказам Z с Z' за предыдущий период, блок анализа (БА) и оперативный блок (БО) преобразуют результаты анализа в команды управления, воздействующие на процесс технической эксплуатации однотипных изделий.

Если фактический уровень $R_{\phi} \leq R_{\text{дон}}$, то оператор вырабатывает команду на продолжение эксплуатации с контролем уровня надежности $\delta R \leq 0$, если же $R_{\phi} \geq R_{\text{дон}}$, то оператор вырабатывает команду на изменение процесса эксплуатации ($\delta R \geq 0$) в виде назначения дополнительных работ по техническому обслуживанию, выполнение конструкторских доработок и т.п.

Программный блок *БП* служит для формирования допустимого уровня надежности $R_{\text{дон}}$ в зависимости от характеристик наработки T и экономических факторов C .

Применение стратегии обслуживания с контролем уровня надежности имеет ряд недостатков. При замене изделия после возникновения безопасного отказа особую актуальность приобретает задача оперативной оценки надежности серийных изделий в эксплуатации вследствие определения эффективности проведенных мероприятий по повышению надежности и уточнения режимов профилактических работ в эксплуатации.

Определение ряда показателей надежности (средняя наработка до первого отказа $t_{\text{cp.0}}$, средняя наработка до первой замены $t_{\text{cp.3}}$) на ранней стадии эксплуатации оказывается невозможным, поэтому возникает необходимость в применении других показателей.

Существующая в настоящее время система сбора и учета информации о надежности объекта не обеспечивает необходимую полноту и достоверность информации для решения задачи безопасности и регу-

лярности полетов. Область применения данной стратегии обслуживания ограничена изделиями, для которых имеет место экспоненциальное распределение вероятности безотказной работы, т.к. использование других методов для контроля уровня надежности затруднено из-за особенностей «реального плана» эксплуатационных наблюдений.

Современный уровень развития средств технического диагностирования позволил применить стратегию обслуживания и ремонта систем и изделий ЛА по состоянию с контролем параметров, позволяющую эксплуатировать их до предотказового состояния (ТЭП).

В этом случае задача технического обслуживания сводится к управлению техническим состоянием каждого конкретного объекта.

По результатам непрерывного или периодического контроля параметров изделия принимается решение о продолжении его эксплуатации до следующего контроля, или проведении восстановительных работ, или о замене.

Структурная схема взаимосвязи ТООР с выходными характеристиками $X(t)$ при методе ТЭП представлена на рис. 11.

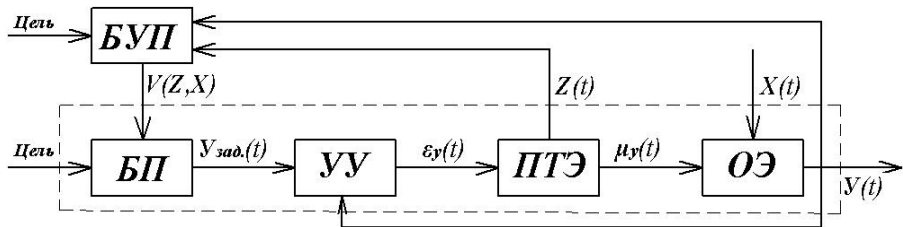


Рис. 11. Замкнутая схема управления техническим состоянием объекта при методе ТЭП:

- $Y(t)$ - выходной параметр, БУП - блок управления программой,
- ОЭ - объект эксплуатации, ПТЭ - процесс технической эксплуатации,
- УУ - устройство управления, БП - блок программы ТООР объекта,
- $U_{зад}(t)$ - задающее воздействие

Замкнутая схема реализует принцип управления по наблюдаемому отклонению $\varepsilon(t)$ регулируемой величины (выходного парамет-

ра) $Y(t)$ с задающим воздействием $U_{зад}(t)$. В зависимости от наблюдаемого отклонения $\varepsilon(t)$ формируется соответствующее управляющее воздействие $\varepsilon_y(t)$ на процесс технической эксплуатации, а через него и регулирующее $\mu_y(t)$ на объект, которое уменьшает это отклонение. При заданной программе управления функционирует контур схемы, отмеченный штриховыми линиями на рис. 11.

При появлении отклонения $\varepsilon(t)$ выходного параметра $Y(t)$ от его заданного значения $U_{зад}(t)$ по жесткой обратной связи оно немедленно корректирует управление процессом ТОиР, введя оператор $V(Z, Y)$, обеспечивающий изменение алгоритмов управления.

Для выявления предотказового состояния используют принцип упреждающих допусков на диагностические параметры (рис. 12).

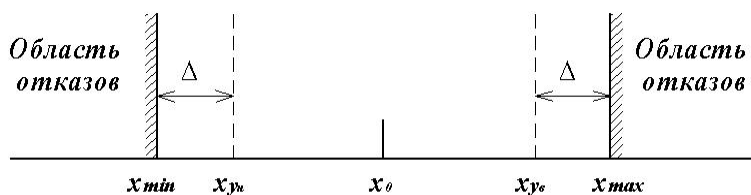


Рис. 12. Схема упреждающих допусков

Поле допусков определяющего параметра x_0 расположено между границами x_{min} и x_{max} . Выход параметра за пределы этих границ является отказом. Границы x_{yn} (нижняя) и x_{yv} (верхняя) определяют границы упреждающих допусков. При пересечении параметром этих границ принимается решение о проведении восстановительных работ. Величина упреждения Δ допуска назначается с учетом скорости ухода параметра, длительности межконтрольного периода, допустимой вероятности достижения параметром границ.

Упреждающий допуск означает совокупность значений параметров, заключенных между предельным η_2 и предотказным η_1 уровнями. Выход параметра за предельный уровень означает отказ, а дости-

жение предотказного уровня означает необходимость проведения профилактических мероприятий (рис. 13).

Метод определения предотказного состояния изделия заключается в совокупности состава диагностических параметров, периодичности их проверки и упреждающих допусков на параметры.

Существенное значение с точки зрения управления техническим состоянием ВС имеет техническое диагностирование его на земле при оперативном техническом обслуживании, проводимом при подготовке АТ к полетам.

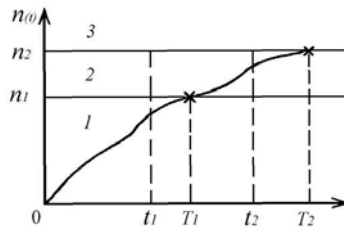


Рис. 13. Принцип предупреждения отказов:

1 - исправное состояние; 2 - предотказное состояние;

3 - неработоспособное состояние (отказ); t_1 и t_2 - моменты первой и второй проверок;

T_1 и T_2 - моменты пересечения реализацией случайного процесса $\eta(t)$ уровнями η_1 и η_2

При внешней простоте такого подхода его реализация наталкивается на ряд существенных трудностей: выбор совокупности контролируемых параметров, область работоспособности для каждого из выбранных параметров и аппаратурная реализация, обусловленная необходимостью применения большого числа разнородных диагностических средств.

Область применения стратегии ТЭП ограничена системами и изделиями, которые по соображениям безопасности полетов не могут быть допущены к эксплуатации до отказа, а по экономическим соображениям – к эксплуатации до выработки установленного межремонтного ресурса.

Прежде всего, это дорогостоящие системы и изделия с высокой функциональной значимостью, имеющие недостаточную степень резервирования и вместе с тем обладающие высоким уровнем эксплуатационной технологичности и контролепригодности.

2.5. Перспективы развития методов технического обслуживания ВС

За последние 30 лет главной задачей развития авиационно-транспортной системы является поиск новых подходов в решении проблемы повышения безопасности полетов ВС. Очевидно, что традиционная ретроактивная (Reactive) идеология профилактики авиационных событий, построенная на строгом соблюдении нормативных требований и внедрении профилактических рекомендаций, разработанных по результатам расследования происшедших событий, себя исчерпала.

Поэтому ИКАО разработала принципиально новую идеологию профилактики авиационных происшествий и инцидентов, названную «управлением безопасностью полетов».

Новая идеология предотвращения авиационных происшествий (АП) и инцидентов предполагает создание в авиакомпании системы управления безопасностью полётов (СУБП), которая:

- выявляет фактические и потенциальные угрозы безопасности;
- гарантирует принятие корректирующих мер, необходимых для уменьшения факторов риска/опасности;
- обеспечивает непрерывный мониторинг и регулярную оценку достигнутого уровня безопасности полетов.

СУБП акцентирована не на ожидании негативного события, а на выявлении опасных факторов в авиационной системе, которые еще не проявились, но могут стать причиной инцидентов, аварий и катастроф. Такой подход в профилактике авиационных происшествий получил наименование «проактивный» (Proactive).

По сути, проактивное обслуживание предполагает тот же реагирующий подход, как и обслуживание по состоянию с контролем параметров (ТЭП), но в качестве диагностических признаков выбираются такие параметры системы, наблюдение которых позволяет контролировать глубинные причины деградации факторов стабильности системы (рис. 14).

Накопленный опыт расследования авиационных событий показал, что каждое из них было обусловлено воздействием нескольких причин, которые долгое время скрывались в виде недостатков (опасных факторов или факторов риска) компонентов авиационной системы.



Рис. 14. Структура проактивного обслуживания

Пять базовых структурных элементов концепции безопасности полетов лежат в основе модели Ризона (рис. 15).

Меры по обеспечению безопасности полетов должны быть направлены на контроль за организационными процессами, содержащими скрытые условия в виде недостатков в конструкции оборудования, упущения в подготовке персонала и т.п., а также для улучшения условий на рабочем месте.

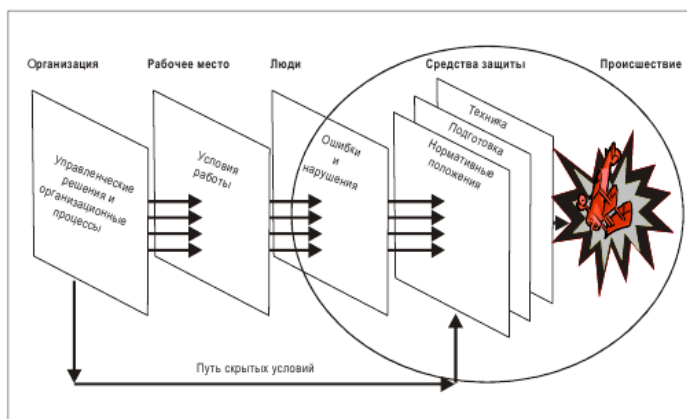


Рис. 15. Модель Ризона

Инструментом для анализа компонентов и особенностей эксплуатационных контекстов и их возможных взаимодействий с людьми является модель SHEL(L) (рис. 16), призванная дать общее представление о взаимосвязи индивидуумов с компонентами и особенностями рабочего места.



Рис. 16. Модель SHEL(L)

Рассмотренные выше стратегии и методы технического обслуживания авиационной техники направлены на устранение в основном очевидных неисправностей и отказов изделий функциональных систем ВС.

Накопленный опыт и практика расследования авиационных событий доказывает, что наличие любого скрытого недостатка в системе в виде опасного фактора или фактора риска может привести при определенных условиях к трансформации его в причину, которая и обуславливает последующее негативное событие.

Поэтому ИКАО предложила изменить содержание профилактических работ модели обеспечения безопасности полетов (ОБП) на проведение целенаправленной работы по выявлению и устранению опасных факторов в каждом компоненте авиационной системы модели управления безопасностью полетов (УБП) (рис. 17).

При внедрении управления БП (УБП) содержание профилактической работы определяется опасными факторами (ОФ) компонентов авиационной системы. Поэтому, в соответствии с проактивным подходом, в авиакомпаниях разрабатываются специальные методики, предназначенные для оценки степени риска прогнозируемых событий.

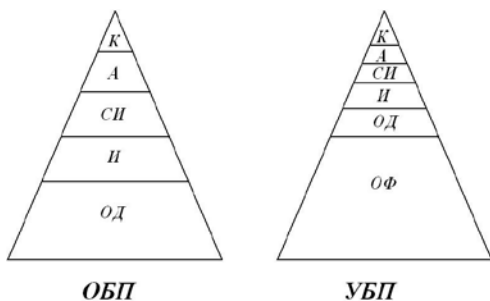


Рис. 17. Модели обеспечения (ОБП) и управления (УБП) безопасностью полетов:
 ОД - ошибочные действия, ОФ - опасные факторы, И - инциденты,
 СИ - серьезные инциденты, А - аварии, К - катастрофы

Практическая основа управления безопасностью – это управление рисками, методика которого изложена в «Программе управления рисками в отношении безопасности полетов». Переход от обеспечения (ОБП) к управлению безопасностью полетов (УБП) на практике означает проведение профилактических работ до развития авиационного события путем выявления и устранения источников опасности (факторов риска) во всех компонентах авиационной системы.

В настоящее время расходы на техническое обслуживание составляют от 12 до 18% от прямых эксплуатационных расходов.

В соответствии с требованиями ИКАО на сегодняшний день одним из перспективных является метод упреждающего (проактивного) технического обслуживания (Proactive Maintenance), основанный на использовании технологии прогнозирующего анализа (Predictive Analytics) компании Macsea.

Основанная на сборе и обработке информации технология, позволяющая прогнозировать дальнейшее развитие событий, реализована в пакете Macsea Dexter, который может осуществлять автоматический мониторинг и диагностику состояния любого оборудования. Система производит непрерывный анализ и обработку данных, оповещая оператора о появившихся или возможных проблемах, анализирует работу каждого компонента оборудования в реальном времени и прогнозирует его состояние и производительность в будущем.

Исследования компании Emerson Process Management показывают, что расходы на профилактическое обслуживание будут в 5 раз выше, а на обслуживание при необходимости – в 15 раз выше, чем в случае упреждающего подхода.

Основным направлением повышения эффективности работы авиакомпаний является увеличение налета часов и снижение себестоимости единицы транспортной продукции.

Применение метода упреждающего обслуживания сокращает время вынужденных простоев ВС на ТО, материальные и человеческие ресурсы, что повышает рентабельность авиакомпании.

Встроенные бортовые устройства регистрации информации самолетов последнего поколения позволяют получить дополнительные данные результатов диагностирования состояния и работы функциональных систем ЛА вне аэропорта базирования, что повышает вероятность определения источника опасности (отказа), и уменьшают потребность в непосредственном осмотре оборудования.

В среднем незапланированное время простоя для типичного технологического процесса может стоить 1-3% дохода и 30-40% прибыли в год.

Мониторинг состояния ФС позволяет проводить ТО только тех изделий, которые этого требуют, следовательно, снижается общая трудоемкость процедур технологического процесса, расходы на материалы и сокращаются объемы запасного оборудования и сопутствующие затраты на его содержание, которые могут составлять 25% стоимости.

В процессе эксплуатации ВС его узлы и агрегаты подвергаются постоянному воздействию эксплуатационных факторов, влияющих на их ТС, структурные параметры элементов изменяются, упорядоченность системы в целом и ее функциональные качества ухудшаются, деградируют.

Работы М.М. Хрущова, А.К. Зайцева, А.К. Дьячкова, Д.В. Конвисарова по теории старения машин не дают полного анализа реального фактического состояния системы в целом, т.к. не учитывают случайного характера внешнего изменения условий работы отдельных ее дета-

лей и узлов (закономерностей ухудшения условий смазки во времени, нарушения регулировок в эксплуатации и т.д.) и не рассматривают работу изделий в комплексе.

Решение проблемы повышения надежности ФС может быть получено только при комплексном подходе, предполагающем охват всех этапов эксплуатации на протяжении всего жизненного цикла ВС.

Анализ надежности функциональных систем ВС показывает, что большинство эксплуатационных отказов носит постепенный характер и связано это с нарастающим старением изделий системы.

Информацию о нарастающем старении систем можно получить из рассмотрения динамики некоторых определяющих параметров, как например, количественная оценка механического износа элемента конструкции, расхода топлива, напряжения пружины, повышения вибрации вращающихся деталей, технологические и режимные параметры (температуру, нагрузку, давление, влажность и др.), частицы износа в смазке и т.д.

Условия использования, приводящие к отклонению в параметрах источника отказа (условный отказ), вызывают разрушение материала объекта системы (начинающийся отказ), что является прямой причиной сбоев в работе (надвигающийся отказ), а это, в свою очередь, приводит к состоянию нарушения функционирования системы (крутому или катастрофическому отказу), как показано на рис. 18.

Идея проактивного технического обслуживания оборудования заключается в обеспечении максимально возможного межремонтного срока эксплуатации оборудования за счет применения современных технологий обнаружения и подавления источников отказов.

Основами проактивного технического обслуживания являются:

- идентификация и устранение источников повторяющихся проблем, приводящих к сокращению межремонтного интервала объекта;
- устранение или значительное снижение факторов, отрицательно влияющих на межремонтный интервал или срок эксплуатации объекта;
- распознавание состояния объекта с целью проверки отсутствия признаков дефектов, уменьшающих межремонтный интервал;
- увеличение межремонтного интервала и срока эксплуатации объ-

екта за счет проведения монтажных, наладочных и ремонтных работ в точном соответствии с техническими условиями и регламентом.



Рис. 18. Схема развития отказа

По сути, проактивное обслуживание предполагает тот же реагирующий подход, как и обслуживание по состоянию с контролем параметров, но в качестве диагностических признаков выбираются такие параметры системы, наблюдение которых дает возможность контролировать глубинные причины деградации факторов стабильности системы. Мониторинг изменения свойств материала на ранних стадиях отклонения параметра источника отказа (рис. 18) позволяет путем предупредительного обслуживания данного источника предотвратить дальнейшую деградацию системы в целом.

Характерные качественные особенности влияния различных подходов к техническому обслуживанию на процесс эксплуатации и межремонтные интервалы исследуемого объекта проиллюстрированы на рис. 19.

Кривая 1 ($C_o T_{рес}$) соответствует изменению состояния объекта эксплуатации при реактивном обслуживании (РО). Точка $T_{рес}$ соответ-

стует поломке или отказу объекта, или выработке ресурса, что предопределяет его замену или ремонт.

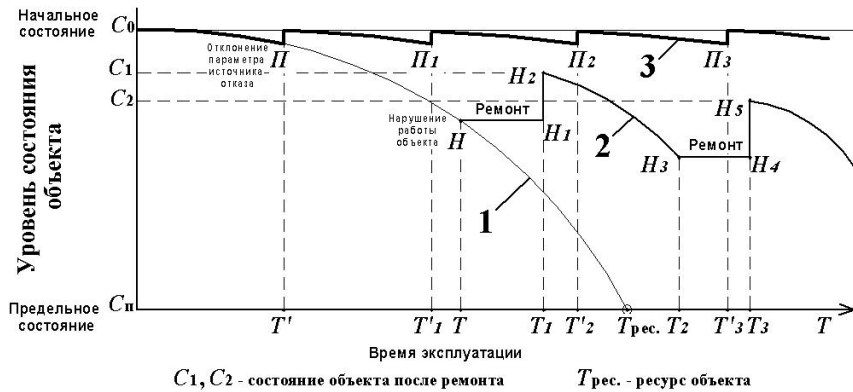


Рис. 19. Зависимость уровня технического состояния объекта от времени эксплуатации при различных видах обслуживания:

- 1 - реактивное обслуживание (РО), 2 - обслуживание по состоянию (ОС),
- 3 - проактивное обслуживание (ПО)

График 2 характеризует эксплуатацию объекта при обслуживании по состоянию (ОС) и состоит из трех участков. Кривая C_0H соответствует изменению параметров объекта эксплуатации до достижения ими предельной величины в точке H . Горизонтальный участок HH_1 отражает время ремонта, а вертикальная линия H_1H_2 — повышение уровня рабочего состояния объекта до величины C_1 , при этом время развития последующих отказов до ремонта в диапазоне от T_1 до T_2, T_3 и т.д. в среднем уменьшается, а начальный уровень состояния C_0 после проведения ремонта уже не достигает начального $C_1 < C_0$, так как отказы одних агрегатов системы оказывают отрицательное влияние на работоспособность остальных.

График 3 характеризует эксплуатацию объекта при проактивном обслуживании (ПО). Как было отмечено выше, данный вид обслуживания является следующей ступенью развития метода ОС, поэтому общий вид зависимости 3 аналогичен графику 2. Точка Π соответствует отклонению параметра источника отказа от нормы.

Горизонтальный участок отсутствует, т.к. корректировка состояния объекта до начального уровня S_0 , связанная с устранением глубинных причин отказов, как правило, не требует временного выхода объекта из эксплуатации.

Данный рисунок наглядно отражает преимущества упреждающего подхода к ТО, основным из которых является отсутствие периодов вынужденного простоя объектов ТО, обусловленного ремонтом. Поэтому с некоторой долей идеализации, для проактивного технического обслуживания характерен постоянный, не зависящий от времени эксплуатации уровень состояния S_0 "вечного" агрегата, срок службы которого поддерживается путем систематического устранения источников дефектов, приводящих к преждевременному выходу его из строя.

По данным независимых опросов, средние показатели производственной экономии, достигнутые благодаря применению упреждающего подхода, составляют: рентабельность инвестиций – десятикратная, сокращение расходов на обслуживание – 25-30%, сокращение количества аварий – 70-75%, уменьшение времени простоя – 35-45%, увеличение производительности – 20-25%.

В связи с этим можно ожидать значительного эффекта от внедрения упреждающего подхода к ТО функциональных систем ВС, в том числе и увеличения сроков их эксплуатации.

Глава 3. ЗАДАЧИ И ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СТРУКТУРА ИНЖЕНЕРНО-АВИАЦИОННОЙ СЛУЖБЫ

3.1. Задачи инженерно-авиационной службы

Инженерно-авиационная служба (ИАС) призвана осуществлять инженерно-авиационное обеспечение (ИАО) летной работы на предприятиях и в учебных заведениях гражданской авиации. Основное содержание ИАО - решение большого комплекса задач технической эксплуатации ЛА, направленных на обеспечение высокой надежности и безопасности полетов, заданного уровня исправности парка ВС и готовности к полетам, минимальной себестоимости ТОиР.

Основными задачами ИАС являются:

- Планирование использования ВС и производственной деятельности АТБ, обеспечивающее бесперебойное выполнение плана летной работы, регулярность полетов, ритмичную работу подразделений АТБ, планомерную выработку ресурса и отправку АТ на ремонтные предприятия. С этой целью ИАС разрабатывает годовые графики отхода АТ в ремонт и на периодические формы технического обслуживания, перспективные и оперативные планы использования ВС, производит обоснованные расчеты потребного числа двигателей, комплектующих изделий, запасных частей и расходных материалов на предстоящий год и представляет заявки в органы снабжения.

- Организация и выполнение технического обслуживания АТ в соответствии с требованиями эксплуатационной и ремонтной документации, указаний МГА, совершенствование организационных форм и методов технического обслуживания АТ. Для этого в научно-исследовательских институтах и учебных заведениях гражданской авиации совместно с авиапредприятиями проводится научно-исследовательская работа, направленная на разработку и внедрение более прогрессивных решений в организационную структуру ИАС, методов ТОиР АТ и управление производственными процессами.

ИАС также изучает и внедряет передовой опыт работы лучших предприятий и подразделений, организует рационализаторскую и изо-

братательскую работу, разрабатывает и осуществляет мероприятия по научной организации труда.

- Разработка и проведение мероприятий по обеспечению безопасности полетов, предупреждению отказов и неисправностей АТ, которые достигаются высоким уровнем качества выполняемых плановых работ по ТОиР АТ, глубоким анализом причин отказов и неисправностей, разработкой эффективных профилактических мероприятий, установленной системой контроля качества подготовки ВС к полету, высоким уровнем профессиональной подготовки летного и инженерно-технического состава. ИАС систематически анализирует техническое состояние ВС, выявляет причины конструктивно-производственных и эксплуатационных недостатков, ведет учет отказов и неисправностей, определяет и анализирует фактическую надежность АТ, разрабатывает требования к промышленности (КБ) и организует доработки по устранению выявленных конструктивно-производственных недостатков.

- Обеспечение технически грамотной эксплуатации ВС в полете, под которой понимают: выбор оптимальных режимов полета, обеспечивающих минимальные расходы топлива и высокую надежность работы силовых установок, систем и агрегатов; умение своевременно и правильно использовать дублирующие приборы и системы при выходе из строя основных, а также технически правильные действия экипажа в усложненных условиях полета.

Решение этой задачи достигается высоким уровнем технической подготовки летных экипажей, умением грамотно производить расчеты полетов и правильно выбирать наивыгоднейшие режимы полета, участием инженерного состава в подготовке экипажей к полету, включением инженеров в состав экипажей, а также высоким уровнем подготовки АТ к полету.

- Организация и проведение учебы и контроля за уровнем технической подготовки летного и инженерно-технического состава.

В связи с этим установлен строгий порядок допуска к работе летного и инженерно-технического состава, согласно которому все лица указанных категорий допускаются к выполнению своих должностных обязанностей лишь при наличии у них удостоверений об изучении в

установленном объеме конкретной техники и ее эксплуатации с последующим прохождением стажировки на предприятиях гражданской авиации. Но независимо от этого ИАС эксплуатационных предприятий в целях повышения квалификации организует учебу с летным и инженерно-техническим составом по наиболее актуальным для данного предприятия вопросам эксплуатации АТ.

- Ведение учета и отчетности о наличии, состоянии, движении приписанного парка ВС и двигателей, исправности АТ, расходе и остатке ресурса, выполнении доработок по бюллетеням, расходе агрегатов, запасных частей и материалов, отказах и неисправностях и т.д. проводится по установленным формам и представляется в вышестоящие инстанции согласно установленному табелю донесений.

- Организация нормирования трудоемкости различных видов технического обслуживания ВС, расхода технического имущества, уточнение перечней одиночных и групповых комплектов наземного оборудования, что позволяет правильно осуществлять планирование производственной деятельности АТБ.

- Обеспечение своевременной передачи АТ в ремонт и получение ее с ремонтных предприятий согласно графику, утвержденному МГА, и договорам, заключенным между эксплуатационными и ремонтными предприятиями.

- Организация материально-технического обеспечения работы АТБ.

ИАС производит расчеты на базе статистики отказов и неисправностей, а также установленных ресурсов и сроков службы АТ и подает заявки в органы снабжения на потребное авиационное техническое имущество, поддерживает контакт с органами снабжения для своевременной реализации заявок и бесперебойного пополнения запасов расходной кладовой АТБ.

- Обеспечение высокого уровня трудовой и производственной дисциплины инженерно-технического состава и рабочих.

3.2. Организационная структура инженерно-авиационной службы и АТБ авиапредприятия

На уровне эксплуатационного предприятия основным производственно-структурным подразделением ИАС является АТБ (авиационно-техническая база).

Основная задача и предназначение АТБ – выполнение работ по оперативному, периодическому ТО, выполнение текущего ремонта; проверок и ремонта авиационного радиоэлектронного оборудования.

АТБ делятся на 5 классов в зависимости от годового объема работ и имеют практически в основном одну и ту же типовую структуру, а отличаются главным образом численностью состава.

В приписных аэропортах, имеющих собственный парк, структура АТБ строится, как и на предприятиях основного базирования (преимущественно по 5 классу).

В аэропортах, не имеющих собственного парка, создаются цеха, смены и бригады оперативного обслуживания ВС.

Типовая организационная структура АТБ 5 класса представлена на рис. 20.

Главный инженер является заместителем начальника АТБ. Он осуществляет техническое руководство процессом технической эксплуатации АТ на авиапредприятии.

В его обязанности входит совершенствование организационных форм и методов ТОиР АТ, внедрение в производство прогрессивной технологии, научной организации труда, передового опыта, новых средств механизации ТО и диагностирования АТ, последних достижений науки и техники.

Главный инженер отвечает за техническое состояние приписного парка ВС, обеспечение его нормативной исправности и заданного уровня надежности, разработку мероприятий по предотвращению отказов и неисправностей, организацию рекламационно - претензионной работы и выполнение доработок АТ, метрологическое обеспечение ТО, авиационно-техническую подготовку инженерно-технического состава.



Рис. 20. Организационная структура АТБ

Начальник производства является заместителем начальника АТБ. Он руководит работой всех производственных подразделений (цехов, участков) АТБ и производственно-диспетчерского отдела (ЦДО). Основными обязанностями начальника производства являются: руководство разработкой планов работы подразделений АТБ, перспективного и оперативного использования ВС, а также отхода их в ремонт; обеспечение плана воздушных перевозок и авиационных работ своевременно подготовленными ВС; проведение работ по повышению качества, сокращению сроков и снижению себестоимости обслуживания АТ; предупреждение отказов и неисправностей АТ, авиационных происшествий и инцидентов по причинам нарушения правил ТО и конструктивно-производственных недостатков; контроль ведения учетно-отчетной документации.

Начальник производства отвечает за выполнение производственных планов подчиненными подразделениями, обеспечение безопасности и регулярности полетов, зависящих от качества ТО АТ, поддержание нормативной исправности приписного парка ВС.

Заместитель начальника АТБ по ПАНХ и МВЛ осуществляет техническое руководство производственной деятельностью АТБ (цехов, участков, бригад) приписных аэропортов, технических подразделений на временных аэродромах. Он отвечает за организацию работы руководимых подразделений, обеспечение исправности ВС, безопасности и регулярности полетов, зависящих от качества ТО, организацию и уровень технической подготовки подчиненного инженерно-технического состава.

- Цех (цехи) периодического технического обслуживания ВС (рис. 21) проводит техническое обслуживание по периодическим (трудоемким) формам регламентных работ, замену двигателей и комплектующих изделий, доработки по бюллетеням, устранение неисправностей.



Рис. 21. Схема организационной структуры цеха периодического технического обслуживания

В крупных АТБ (с большим объемом работы) при наличии нескольких типов ВС может создаваться не один, а два-три цеха. При малом объеме работ вместо цеха создается участок, что имеет место на небольших АТБ.

Цех возглавляет начальник, который подчинен начальнику производства. Для улучшения качества подготовки АТ к полету и повышения производительности труда цех может подразделяться на уча-

стки с более узкой специализацией, например по типам ВС. Участки возглавляют начальники, подчиненные непосредственно начальнику цеха. Каждый цех (участок) работает посменно. Число смен определяется объемом и условиями работы.

Смена состоит из нескольких специализированных бригад, выполняющих работы по техническому обслуживанию лишь вполне определенных систем и агрегатов.

Такие бригады могут создаваться по техническому обслуживанию планера, силовых установок, органов управления, шасси, высотного и бытового оборудования, гидравлических систем, электрооборудования, приборов, радиооборудования. Бригады возглавляются опытными техниками-бригадирами. Работой руководят начальник смены, инженеры смены по специальностям, техники-бригадиры. Эти же должностные лица и инженер ОТК контролируют полноту и качество выполняемых работ.

- Цех (цехи) оперативного технического обслуживания осуществляет обслуживание ВС по оперативным формам, связанным с непосредственной подготовкой их к полету. Эти формы обслуживания сравнительно нетрудоемки. В аэропортах с большим объемом работ и наличием нескольких типов ВС может создаваться два-три цеха оперативного обслуживания, а в аэропортах с малым объемом работ вместо цеха создается участок оперативного обслуживания.

Цех оперативного обслуживания возглавляет начальник, который непосредственно подчинен начальнику производства. Этот цех, как и цех периодического обслуживания, подразделяется на участки, смены и бригады, число которых на каждом эксплуатационном предприятии определяется производственной необходимостью и местными условиями. Но так как объем работ по оперативным формам технического обслуживания ВС невелик, то на каждое ВС назначается одна комплексная бригада технического состава, включающая различных специалистов. Руководство работой личного состава смены осуществляют начальник смены, сменные инженеры, техники-бригадиры. Эти же должностные лица контролируют и качество подготовки ВС к полету.

- Цех (участок) лабораторных проверок и ремонта авиационного и радиоэлектронного оборудования (АиРЭО) выделяет своих специалистов для работы в цехах (участках) технического обслуживания ВС, а также для лабораторных проверок и ремонта АиРЭО.

На эксплуатационных предприятиях первого и второго классов значительная часть инженерно-технического состава, обслуживающего АиРЭО. Очень значительная часть входит непосредственно в состав цехов периодического и оперативного технического обслуживания.

В каждом из них работу указанных специалистов возглавляют старшие инженеры по АиРЭО. Остальная часть инженерно-технического состава этих специальностей работает в цехе (на участке) лабораторных проверок и ремонта этого оборудования, работа которого возглавляется начальником цеха (участка).

Руководство всей службой этого оборудования осуществляет заместитель главного инженера АТБ по АиРЭО.

На эксплуатационных предприятиях третьего и четвертого классов с меньшим объемом работы весь инженерно-технический состав службы АиРЭО находится в одном цехе (участке).

- Цех (участок) текущего ремонта ВС выполняет слесарно-механические, жестяно-медницкие, сварочные, клепальные, столярные, малярные и другие ремонтные работы. Кроме того, он производит ремонт оборотного фонда агрегатов и запасных частей. Все работы цех выполняет по заказам начальников цехов, участков, смен и производственно-диспетчерского отдела.

Цех состоит из производственных групп (бригад), которые подразделяются на смены. Число их определяет начальник АТБ в зависимости от объема и условий работы.

Цех возглавляет начальник, подчиненный непосредственно начальнику производства. Контроль качества выполняемых работ осуществляют заказчики и мастера ОТК.

- Цех (участок) обслуживания бытового оборудования выполняет весь комплекс работ по внутренней уборке пассажирских и служебных кабин, туалетных комнат, по уходу за всем бытовым оборудованием. Он также обеспечивает хранение, стирку, чистку и ремонт снятого с ВС бытового оборудования и инвентаря.

Цех (участок) возглавляет начальник (мастер), подчиненный непосредственно начальнику производства. Работой руководят мастера (бригадиры), которые в оперативном отношении подчинены начальникам смен, осуществляющим руководство всем составом смены по подготовке ВС к полету.

- Цех (участок) подготовки производства обеспечивает бесперебойную работу производственных подразделений АТБ. Личный состав цеха оформляет и передает в ремонт снятые с ВС двигатели, агрегаты и оборудование, а также принимает отремонтированную АТ, ведет учет расходного авиационного имущества, комплектацию агрегатов, обеспечивает доставку к рабочим местам цеха периодического технического обслуживания агрегатов, оборудования, запасных частей и расходных материалов.

Цех (участок) подготовки производства возглавляет начальник (старший инженер), подчиняющийся непосредственно начальнику производства, а в оперативном отношении — начальнику производственно-диспетчерского отдела.

- Отдел технического контроля осуществляет контроль качества технического обслуживания и текущего ремонта ВС. В функции ОТК также входят:

- анализ причин и предупреждение отказов и неисправностей АТ;
- контроль выполнения требований официальных документов;
- проверка состояния и хранения контрольно-измерительной аппаратуры, приспособлений и средств механизации;
- ведение учета и отчетности по отказам и неисправностям АТ;
- контроль и учет выполнения разовых осмотров и конструктивных доработок.

ОТК определяет соответствие применяемых при техническом обслуживании материалов, полуфабрикатов и готовых изделий техническим условиям.

В состав отдела входят инженеры и техники по разным специальностям, которые закрепляются за цехами и сменами и работают по их графикам.

- Производственно-диспетчерский отдел осуществляет перспективное и оперативное планирование использования ВС, планирование отхода АТ на ТОиР, планирует и организует разовые осмотры, доработки и переоборудование ВС, разрабатывает диспетчерские графики и сменно-суточные задания цехам (участкам, сменам, бригадам) и централизованно управляет процессами выполнения работ по техническому обслуживанию ВС и подготовке производства, ведет учет ВС и двигателей, эксплуатационную техническую документацию, отчетность и техническую статистику.

Отдел подчинен непосредственно начальнику производства.

- Технический отдел призван изучать и обобщать опыт работы АТБ и разрабатывать рекомендации по совершенствованию методов технического обслуживания АТ.

Кроме того, на него возлагается контроль за общим техническим состоянием ВС, организация передачи ВС в ремонт и приемки их из ремонта, учет отказов и неисправностей и разработка мероприятий по их предупреждению, ведение рекламационной работы, внедрение инструментальных методов контроля технического состояния АТ, организация рационализаторской и изобретательской работы, технической учебы с летным и техническим составом авиапредприятия.

На некоторых АТБ вместо технического отдела создается технолого-конструкторское бюро (ТКБ). Кроме задач, возложенных на технический отдел, ТКБ выполняет работу по изучению и обобщению опыта эксплуатации, корректировке регламентов и технологических карт закрепленных типов ВС.

Отдел подчинен главному инженеру АТБ.

- Отдел главного механика обеспечивает механизацию трудоемких процессов технического обслуживания и подготовки АТ к полету, техническую и энергетическую оснастку производственных помещений и участков, производство сжатых газов, ремонт и профилактику наземного оборудования, изготовление нестандартного оборудования и средств малой механизации.

- Лаборатория (участок) технической диагностики предназначена для диагностирования и прогнозирования технического состояния АТ и оценки уровня ее надежности на различных этапах эксплуатации.

В состав лаборатории обычно входят следующие группы: сбора, учета и анализа информации о неисправностях АТ, анализа масла двигателей и трансмиссий вертолетов, неразрушающих методов контроля, анализа информации и выдачи оперативных рекомендаций по эксплуатации АТ.

- Группа нормирования труда создается для проведения исследований рабочих процессов в цехах (на участках) АТБ для разработки технически обоснованных нормативов на выполнение работ по различным видам технического обслуживания и текущего ремонта ЛА. Группа подчинена главному инженеру АТБ.

- Группа расшифровки записей полетной информации создается в крупных аэропортах в составе АТБ для расшифровки записей контролируемых параметров.

- Метрологическая лаборатория создается для проведения контроля за соответствием техническим условиям всей измерительной аппаратуры. Она подчинена главному инженеру.

3.3. Классификация работ по техническому обслуживанию и ремонту авиационной техники

Работы ТОиР, выполняемые в процессе технической эксплуатации ВС, принято классифицировать по технологическим признакам или по этапам выполнения ТОиР. Регламентные работы, выполняемые при ТО ВС, разделены на 4 вида: контроль состояния; заправочно-смазочные работы; работы по очистке и промывке; устранение неисправностей и текущий ремонт. Работы, выполняемые при ремонте ВС, разделены по этапам ремонта на виды: промывка, разборка и очистка, дефектация, ремонт, комплектация в сборку, сборка, испытания и контроль качества.

Каждый вид работ делится на группы и далее на подгруппы, объединенные общим технологическим признаком или этапом ТОиР. Указанная классификация хорошо отработана и закодирована, сгруппированы однотипные работы, унифицированы технологические процессы, специализация исполнителей, единство терминологии и принципов

организации выполнения и планирования ТОиР, позволяющие сформулировать потребность выполнения этих работ в процессе технической эксплуатации ВС и, соответственно, определить требования к приспособленности конструкции ВС по выполнению тех или иных работ при формировании системы ТОиР.

Выполнение работ при ТОиР ВС необходимо рассматривать с позиций целевого назначения работ по их воздействию на процессы технической эксплуатации и состояние ВС (табл. 2).

Выполнение работ в Системе ТОиР должно обеспечивать поддержание и восстановление летной годности АТ и ее подготовку к использованию по назначению при требуемых уровнях надежности и готовности ВС к полетам.

По целевому назначению и воздействию на техническое состояние ВС все работы делятся на следующие виды:

- технологическое обслуживание;
- поддержание и восстановление надёжности;
- контроль технического состояния.

Таблица 2. Классификация целевых работ в системе ТОиР ВС ГА

Виды работ	Содержание работ	Целевое назначение
Контроль технического состояния	1. Визуальный контроль без применения инструментальных средств	Выявление внешних механических повреждений и разрушений изделий и взаимного положения
	2. Визуальный контроль с применением инструментальных средств	Выявление внешних механических повреждений элементов изделий с установлением параметров
	3. Контроль работоспособности	Выявление отказных состояний и параметрическая оценка способности систем и изделий выполнять заданные функции

Контроль технического состояния	4. Проверка функционирования систем и изделий	Выявление отказных состояний и непараметрическая оценка работоспособности
	5. Контроль и измерение параметров состояния изделий ВС	Определение соответствия изделий требованиям нормативно-технической документации и проверка способности выполнять заданные функции
	6. Проверка систем и изделий, работающих с избыточным давлением	Определение герметичности и проверка способности выполнять заданные функции
	7. Неразрушающие методы контроля	Выявление скрытных повреждений и структурных изменений в материалах конструкций
	8. Контроль надежности изделий	Проверка способности изделий выполнять заданные требования по безотказности и долговечности
Технологическое обслуживание	1. Заправочные работы	Подготовка ВС к использованию по назначению
	2. Работы по очистке	Удаление загрязнений, создание требуемого комфорта экипажу и пассажирам
	3. Подготовка к использованию	Приведение ВС в состояние готовности к полету
	4. Стоянка и швартовка	Приведение ВС в состояние готовности к нахождению на земле между полетами
	5. Хранение	Приведение ВС в состояние защищенности от климатических воздействий при перерывах в полетах

Поддержание и восстановление надежности	1. Регулировочные работы	Поддержание значений функциональных параметров
	2. Демонтажно-монтажные работы	Восстановление исправности и работоспособности систем заменой отказавших изделий.
	3. Восстановление покрытий	Восстановление защищенности изделий ВС от климатических воздействий
	4. Восстановление деталей	Восстановление характеристик элементов изделий
	5. Ремонт изделия	Восстановление работоспособности изделия или рабочих параметров
	6. Зарядка пневмо-, гидроэлектрических и источников энергии	Восстановление работоспособности систем и изделий
	7. Смазочные работы	Восстановление работоспособности и долговечности изделий
	8. Работы по промывке	Восстановление работоспособности и функциональных параметров систем и аэродинамических характеристик ВС
	9. Конструкционная доработка	Восстановление работоспособности изделий и (или) параметров их надежности

Работы технологического обслуживания обеспечивают подготовку ВС к использованию по назначению, стоянке или хранению и приведению его в исходное состояние после этих процессов, не связанных с надежностью.

Работы по поддержанию и восстановлению надежности обеспечивают свойство ВС сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях эксплуатации ВС.

Работы по контролю технического состояния обеспечивают определение фактического технического состояния изделий для принятия альтернативных решений об исправности или неисправности ВС в целом.

Выполнение указанных видов целевых работ сопровождается выполнением вспомогательных работ. Вспомогательные работы не имеют самостоятельного целевого назначения в Системе ТОиР ВС, а создают необходимые условия для выполнения целевых работ или обеспечивают возвращение ВС в исходное техническое состояние после их выполнения. Содержание и объем вспомогательных работ определяют приспособленность объекта эксплуатации к целевым работам ТОиР, его техническое совершенство, совершенство применяемых при ТОиР средств, оборудования и инструмента, а также качество технологических процессов выполнения целевых работ и совершенство всех видов документации, применяемой в процессах технической эксплуатации ВС.

Виды работ разделены на группы по общности технологических признаков и приемов выполнения работ, а группы разделены на подгруппы, конкретизированные к реально выполняемым на ВС работам ТОиР. Работы технологического обслуживания не изменяют надежности изделий и ВС в целом как объекта эксплуатации в Системе ТОиР, а обеспечивают непрерывную реализацию процесса эксплуатации каждого ВС, последовательной сменой этапов эксплуатации. Целевое назначение для использования ВС по назначению имеют работы технологического обслуживания по заправке рабочих тел до требуемых норм для обеспечения полета по установленному маршруту, а также работы по подготовке к полету, связанные с приведением систем и оборудования ВС в рабочее состояние, которые выполняются до начала полета (начала руления ВС) техническим персоналом и экипажем. Все другие группы работ технологического обслуживания характеризуют техническое совершенство ВС и его приспособленность к реальным условиям эксплуатации.

Большой объем работ по очистке, стоянке и швартовке свидетельствует о недостаточной защищенности ВС от климатических воздействий и неприспособленности конструкции к реальным условиям эксплуатации. Аналогичный вывод следует из большого объема работ при хранении. Работы по подготовке, связанные с обеспечением ВС внешними источниками энергии, характеризуют автономность его применения и соответственно определяют ограничения на реальные условия эксплуатации.

В общем случае ТО обеспечивает реализацию следующих этапов эксплуатации ВС: использование по назначению, стоянку между полетами, подготовку к полету и встречу после полета, а также хранение и транспортирование ВС при перерывах в полетах. Соответственно определению, эти работы не связаны непосредственно с безотказностью, долговечностью и ремонтпригодностью ВС, поэтому в Системе ТОиР технологическое обслуживание увязано только с конструктивными особенностями каждого типа ВС, проявляющимися на различных этапах его эксплуатации в реальных условиях, при заданных ограничениях на эти условия.

Работы по контролю технического состояния ВС, его систем, изделий и оборудования, независимо от применяемых методов и средств контроля, его глубины и достоверности, не изменяют фактического технического состояния объекта, а восстанавливают информацию о его состоянии в момент контроля, т.е. не управляют состоянием изделий в эксплуатации, а формируют управляющие воздействия на эти изделия в Системе ТОиР.

Визуальный (субъективный) контроль состояния обеспечивает выявление случайных, не учитываемых при оценках надежности повреждений и разрушений с внешними проявлениями. Вероятности появления таких повреждений обычно не рассчитываются и не прогнозируются, а оцениваются экспертно, по результатам опыта эксплуатации и испытаний.

Работы по проверке функционирования позволяют определить способность объекта контроля выполнять заданные функции в момент контроля и непосредственно после него и поэтому фактическое техническое состояние объекта остается неизвестным.

Работы по контролю и измерению параметров состояния изделий обеспечивают выявление фактического технического состояния и позволяют сделать прогноз о количественных характеристиках состояния изделия в последующий период эксплуатации.

Неразрушающие методы контроля позволяют выявить скрытые повреждения и структурные изменения в изделиях и соответственно уточнить фактическое техническое состояние дополнительно к работам предыдущей группы.

Работы по контролю надежности изделий проводятся с целью расчетов фактических показателей надежности по данным эксплуатации, испытаний и результатам контроля для всех вышеназванных групп контрольных работ. При контроле надежности работы непосредственно на изделиях не выполняются, а производится обработка информации о техническом состоянии изделий в эксплуатации и на испытаниях и расчеты надежности изделий методами теории надежности и математической статистики.

Работы по поддержанию и восстановлению надежности изделий в процессе эксплуатации имеют целевое назначение обеспечить требуемую безотказность и долговечность изделий для отработки ресурса (срока службы) до списания ВС с требуемыми уровнями безотказности и готовности к полетам на каждом этапе эксплуатации ВС и на каждом интервале наработки ВС его систем и изделий. Выполнение этих работ непосредственно обеспечивает разрежение потока отказов и неисправностей изделий в процессе эксплуатации, а также увеличивает или восстанавливает полностью значения показателей долговечности.

Работы по регулировке включают регулировку функциональных параметров, которая обеспечивает поддержание работоспособности изделия на заданном уровне входных, внутренних и выходных значений параметров функционирования изделия: самостоятельно, в составе системы и в составе ВС в целом. Нарушение регулировок приводит к изменению или перераспределению между элементами изделия условий их эксплуатации, нерасчетному нагружению элементов и, соответственно, к изменению показателей долговечности и безотказности изделия.

Аналогичное назначение имеют работы по регулировке соединений. Упорядоченная совокупность деталей, узлов, изделий и их соединений представляет функциональную систему ВС и нарушение соединений следует рассматривать как введение в систему соответствующих повреждений, которые изменяют безотказность и долговечность системы. Сюда относятся также работы по регулировке взаимного геометрического положения функционально не связанных изделий и элементов, что обеспечивает возможность независимого функционирования различных систем, изделий и оборудования, конструктивно размещенных в ограниченном пространстве планера ВС, и исключает дополнительные внешние воздействия на изделия и их отказы по этой причине. Демонтажно-монтажные работы по замене изделий или отдельных их элементов, достигших предельного состояния, обеспечивают восстановление их безотказности и долговечности в функциональной системе ВС до начальных значений, что восстанавливает и систему в целом. Замены изделий проводятся в тех случаях, когда восстановление данного изделия как части данного ВС экономически нецелесообразно или невозможно по организационным причинам. В дальнейшем замененные изделия восстанавливаются или списываются в соответствии с правилами технической эксплуатации этих изделий.

Работы по восстановлению покрытий (защитных или упрочняющих) обеспечивают поддержание долговечности элементов от поверхностных воздействий эксплуатационных факторов.

Работы по восстановлению геометрических размеров и форм деталей обеспечивают устранение постепенно развивающихся неисправностей и внезапных случайных повреждений, что восстанавливает прочность и условия нагружения деталей в процессе эксплуатации. Эти работы восстанавливают безотказность и долговечность деталей как элементов изделия и изделия в целом. Такую же роль выполняют и работы по восстановлению физико-механических, химических, электрических и других характеристик материалов деталей, которые обеспечивает разрежение потока отказов и неисправностей изделий из-за изменения прочности, упругости, твердости и других характеристик мате-

риалов. К работам этой группы относятся все виды термообработок, восстановление оптических, электрических, химических, тепловых и других качеств материалов, обеспечивающих работоспособность изделия в реальных условиях эксплуатации.

Работы по ремонту изделий в целом обеспечивают восстановление их исправности и, соответственно, безотказности и долговечности до начальных или заданных значений, однако основной целью этих работ является продление долговечности изделий для обеспечения отработки ресурса (срока службы) ВС до списания.

Работы по зарядке источников энергии обеспечивают поддержание заданных условий эксплуатации изделий, потребляющих эту энергию, что обеспечивает их безотказность и долговечность на уровне, соответствующем этим условиям эксплуатации. Аналогичное значение имеют и работы по промывке и смазке.

Работы по конструктивной доработке изделия изменяют конструкцию отдельных его элементов с целью изменения условий их эксплуатации, что обеспечивает поддержание безотказности и (или) долговечности изделия в целом вследствие его эксплуатации в более благоприятных условиях.

Вспомогательные работы ТОиР входят составной частью в технологические процессы выполнения целевых работ, поэтому они не выделяются в самостоятельный вид. Так, работы по подготовке к применению инструмента, средств и оборудования для ТОиР, не относясь непосредственно к объекту ТОиР, обеспечивают технологическую подготовку к целевым работам. Работы по подготовке объекта к ТОиР создают условия для выполнения целевых работ ТОиР, приводя объект ТОиР в состояние, необходимое для проведения целевых работ в соответствии с заданной технологией. Сюда входят следующие работы: подключение и отключение объекта к источникам энергии, слив жидкостей, сброс давлений, разборка объекта, демонтаж и установка объекта на проверочный стенд, имитация нагруженности и условий эксплуатации и т.д., а также работы, обеспечивающие контроль или восстановление начального состояния объекта в функциональной системе ВС после выполнения на нем целевых работ ТОиР. Работы по

обеспечению доступа к объекту ТОиР, не касаясь самого объекта, обеспечивают технологическую подготовку ВС к проведению целевых работ, включая вскрытие люков, демонтаж агрегатов и элементов конструкции, препятствующих выполнению целевых работ по заданной технологии или (и) демонтажу изделия в сборе.

Работы по оформлению технической, производственной и другой документации, действующей в Системе ТОиР ВС, являются составной частью технологического процесса выполнения целевых работ ТОиР и обеспечивают организацию, исполнение, контроль и принятие решений о технической эксплуатации каждого объекта ТОиР и ВС в целом.

Таким образом, данная классификация целевых работ дает полную характеристику воздействия видов и групп работ ТОиР на состояние ВС в процессе технической эксплуатации, что обеспечивает целенаправленный выбор конкретных работ ТОиР для систем, изделий и элементов как объектов ТОиР с позиций обеспечения потребности объектов ТОиР в этих работах с целью обеспечения процессов эксплуатации ВС с требуемыми показателями безопасности полетов и эффективности эксплуатации.

Дополнительно к указанной классификации работы ТОиР, выполняемые в системе ТОиР ВС, по их воздействию на техническое состояние объекта эксплуатации следует разделить по организационным принципам назначения на две группы: плановые и внеплановые работы.

Плановые работы ТОиР – это такие работы, выполнение которых обусловлено действующей документацией для заданных условий эксплуатации и этапов жизненного цикла данных объектов ТОиР, независимо от фактического технического состояния каждого конкретного объекта ТОиР и его реальной потребности в данных работах.

Внеплановые работы ТОиР – это такие работы, необходимость выполнения которых определяется фактическим техническим состоянием конкретного объекта эксплуатации по результатам выполнения плановых работ ТОиР или при отказе изделий, или после эксплуатации изделий в нерасчетных условиях.

Разделение работ ТОиР на плановые и внеплановые позволяет разделить все работы в системе ТОиР на постоянную и переменную составляющие.

Плановые работы ТОиР выполняются постоянно и характеризуют техническое совершенство ВС, его систем, изделий и оборудования и их приспособленность к реальным условиям эксплуатации.

Внеплановые работы выполняются при необходимости и характеризуют эффективность плановых работ ТОиР, целесообразность и обоснованность их выполнения, а также определяют соответствие заданных и реальных условий эксплуатации ВС.

Соотношение объемов плановых и внеплановых работ ТОиР характеризует эффективность системы ТОиР ВС в целом.

Большая доля внеплановых работ свидетельствует о неэффективности плановых работ или их несоответствии фактической потребности объектов ТОиР в конкретных работах.

С другой стороны, большая доля плановых работ еще не свидетельствует об эффективности системы ТОиР в целом, т.к. объем плановых работ может быть завышен, необоснован и среди этих работ могут быть такие, целесообразность выполнения которых не подтверждается техническим состоянием объектов ТОиР и условиям их эксплуатации.

Задача состоит в оптимальном выборе такого соотношения плановых и внеплановых работ ТОиР, которое обеспечивает эффективность системы ТОиР в целом при решении ее основных задач с минимальными затратами труда, времени и средств на техническую эксплуатацию ВС данного типа в реальных условиях каждого экземпляра в ВС.

Следует отметить, что любая целевая работа из рассмотренной выше классификации может быть как плановой, так и внеплановой, кроме работ технологического обслуживания по подготовке ВС к применению.

Рассмотренная классификация работ ТОиР по их воздействию на техническое состояние объекта эксплуатации позволяет определить место и роль каждой работы ТОиР в процессе технической эксплуатации ВС с позиций формирования потребности каждого изделия в конкретных работах ТОиР. Любая целевая работа ТОиР может быть выполнена как при ТО, так и при ремонте, следовательно, понятия «техническое обслуживание» и «ремонт» отделяются от содержания вы-

полняемых работ и увязываются только с организацией выполнения ТОиР, что обеспечивает интеграцию процессов ТОиР в единый процесс технической эксплуатации, обеспечивающий решение основных задач системы ТОиР ВС в логической последовательности этапов формирования необходимых объемов целевых работ ТОиР и их последующего распределения по видам обслуживания и ремонта в соответствии с действующими положениями экономики и организации производства авиапредприятий и ремонтных заводов и на основе заданных ограничений по условиям и качеству выполнения каждой целевой работы ТОиР.

Таким образом, при формировании системы ТОиР возникает задача определения потребности объектов ТОиР в целевых работах ТОиР и установлении планового или внепланового принципа их выполнения. Решение этой задачи требует классификации объектов ТОиР относительно их потребности в выполнении целевых работ различных видов и групп.

Глава 4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ВС

4.1. Характеристики процесса технического обслуживания ВС

Организация ТОиР осуществляется на основе двух принципов: плановости и своевременного предупреждения отказов.

Под принципом плановости понимается соблюдение установленной периодичности отхода ВС на ту или иную форму ТОиР, а также объемов части стандартных регламентных операций и операций по техническому диагностированию и дефектации объектов АТ.

Предупредительный характер ТОиР обеспечивается за счет организации постоянного наблюдения при эксплуатации за уровнями надежности и техническим состоянием ФС и отдельных изделий с целью своевременного выявления предотказового состояния последних с последующей заменой изделий или регулировкой их параметров.

Условия оценки и формирования количественных величин показателей СТЭ показаны на примере структуры затрат времени выполнения отдельной работы ТОиР (рис. 22).

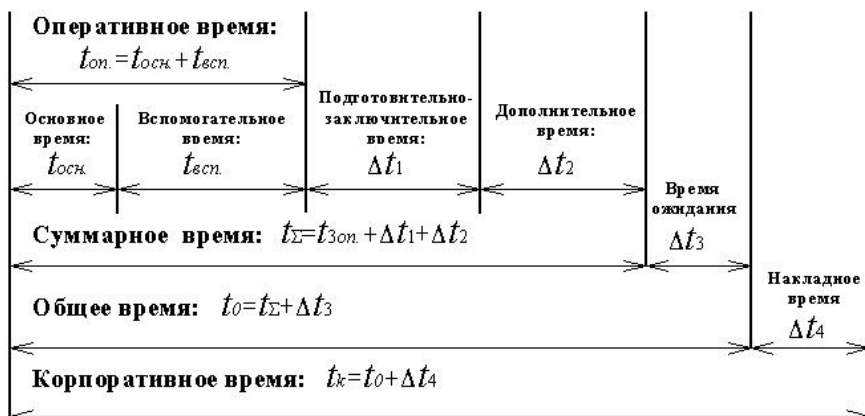


Рис. 22. Составляющие времени выполнения работ ТОиР

Оперативное время, характеризующее занятость исполнителя, состоит из времени выполнения основной работы и времени выполнения вспомогательных работ.

Суммарное время состоит из оперативного времени, подготовительно - заключительного времени (затрачиваемого на подготовку и приведение в порядок рабочего места, средств ТОиР, получение задания, инструктаж и т.д.).

Общее время включает суммарное время и время ожидания выполнения работы.

Корпоративное время включает общее время и накладное время на организацию и управление производством, обучение специалистов и другие непроизводительные затраты времени на ТЭ ВС по авиапредприятию.

В системе ТОиР ВС в целом рассматривается как объект эксплуатации, летная годность и готовность которого к применению обеспечивается выполнением работ ТОиР на отдельных его элементах (системах, изделиях, узлах, деталях).

Работы ТОиР, выполняемые в процессе ТЭ ВС, классифицируются по технологическим признакам или по этапам выполнения ТОиР: контроль состояния; заправочно-смазочные работы; работы по очистке и промывке; устранение неисправностей и текущий ремонт.

По целевому назначению и воздействию на техническое состояние ЛА при решении основных задач системы ТОиР все работы делятся на следующие виды: технологическое обслуживание; поддержание и восстановление надежности; контроль технического состояния.

Работы, соответствующие технологическому обслуживанию ВС (использование по назначению, стоянка между полетами, подготовка к полету, хранение, спецобслуживание и т.д.), не связаны с изменением его технического состояния, поэтому подбираются адаптивными методами по результатам разработки, испытаний и эксплуатации изделий в реальных условиях и на основе соответствующих результатов эксплуатации аналогов изделий.

Работы по поддержанию и восстановлению надежности изделий (регулируемые, восстановление покрытий, зарядка пневмогидроэлектрических источников энергии, смазочные работы) направлены на

разрежение потока отказов и устранение накопившихся неисправностей в процессе эксплуатации, а также увеличивают или восстанавливают полностью значения показателей долговечности.

Таким образом, ТО и работы по поддержанию и восстановлению надежности характеризуют техническое совершенство ВС и управляют состоянием изделия в эксплуатации.

Работы по контролю и измерению параметров состояния ВС обеспечивают выявление его фактического технического состояния в момент контроля и позволяют сделать прогноз о количественных характеристиках состояния изделия в последующий период эксплуатации, т.е. они формируют управляющие воздействия на состояние изделия в Системе ТОиР.

Выполнение указанных видов целевых работ сопровождается выполнением вспомогательных работ, создающих необходимые условия для выполнения целевых работ и обеспечивающих возвращение ВС в исходное ТС после их выполнения.

Содержание и объем вспомогательных работ определяются приспособленностью объекта эксплуатации к выполнению целевых работ ТОиР и составляют 60-80% общих трудозатрат при ТО ВС.

Свойство конструкции, характеризующее ее приспособленность к проведению всех видов работ, в том числе операций по устранению отказов и повреждений, называется эксплуатационной технологичностью (ЭТ) и определяется рядом конструктивно-производственных факторов, таких как доступность, контролепригодность, взаимозаменяемость и др.

Между характеристиками безотказности, объемами профилактических работ и показателями эксплуатационной технологичности (ЭТ) ВС существует определенная взаимосвязь.

Так, для ВС с невысокими характеристиками безотказности агрегатов и узлов требуются большие объемы профилактических работ и, следовательно, более высокий уровень эксплуатационной технологичности, и, наоборот, ВС с идеальными характеристиками безотказности не нуждаются в профилактике, а понятие эксплуатационной технологичности теряет для них всякий смысл.

На современном этапе развития техники все сложные машины нуждаются в профилактике, а отдельные их агрегаты, блоки, узлы имеют также и внезапные отказы при эксплуатации, которые требуется своевременно устранять.

Единичные конструктивно-технические свойства ВС, обеспечивающие его приспособленность к ТОиР и формируемые на этапах проектирования и производства, имеют первостепенное значение. К числу единичных конструктивно-технологических свойств относятся: доступность к объектам обслуживания и ремонта, контролепригодность, легкосъёмность, взаимозаменяемость, восстанавливаемость, унифицированность узлов и агрегатов, крепежных деталей, преемственность средств наземного обслуживания и контрольно-измерительной аппаратуры.

Уровень ЭТ определяется затратами труда, времени и средств ТОиР. При этом для оценки ЭТ используют оперативные затраты труда и времени, т.е. только ту часть общих затрат труда и времени, которая непосредственно определяется подготовкой и выполнением ТП ТО.

В качестве характеристик ЭТ ВС используют обобщенные оперативные и экономические показатели (основные) и единичные (дополнительные).

Оперативные показатели характеризуют затраты времени на ТО, ремонт и устранение внезапных отказов при эксплуатации с помощью коэффициента простоя при ТОиР K_n , среднее время устранения отказа t_y , интенсивность восстановления μ и т.д.

Экономические показатели определяются величинами затрат труда, материалов и запасных частей через коэффициент трудовых затрат, затрат на материалы.

В ряде случаев используются величина вероятности успешного выполнения работ.

К частным относятся показатели, характеризующие отдельные стороны ЭТ конструкции ВС: коэффициенты доступности, легкосъёмности, взаимозаменяемости, контролепригодности и т.д. Классификация показателей эксплуатационной технологичности представлена на рис. 23.

Комплекс мероприятий по ТОиР условно можно разделить на две группы: плановые профилактические работы, связанные в основном с предупреждением отказов и неисправностей, т.е. имеющие основной целью поддержание работоспособного состояния; работы по обнаружению и устранению внезапных отказов и неисправностей, т.е. направленные на восстановление работоспособного состояния.



Рис. 23. Классификация показателей эксплуатационной технологичности

4.2. Виды и формы ТОиР ВС

Применительно к ВС гражданской авиации установлены следующие виды технического обслуживания: оперативное, периодическое, сезонное, специальное, при хранении. Основными из перечисленных видов являются оперативное и периодическое. Каждый из видов технического обслуживания отличается объемом и сложностью работ, потребным временем и периодичностью их выполнения.

Оперативное техническое обслуживание выполняется непосредственно перед вылетом и после посадки ВС в базовых, транзитных и конечных аэропортах. При этом выполняются следующие виды работ: по встрече ВС, обеспечению стоянки, осмотру и обслуживанию, обеспечению вылета.

Основное назначение оперативного технического обслуживания – устранение возникших в полете отказов и повреждений и подготовка ВС к очередному вылету. При оперативном техническом обслуживании, как правило, не должно быть работ, необходимость выполнения которых определяется налетом (числом посадок) ВС или индивидуально наработкой его отдельных агрегатов и изделий. Необходимость, частота и последовательность выполнения оперативных форм обуславливается характером и условиями использования ВС по назначению. Работы по обеспечению вылета производятся непосредственно перед вылетом ВС независимо от того, какая форма оперативного обслуживания выполнялась. Работы по обеспечению стоянки выполняются в случаях передачи ВС от экипажа в АТБ.

Особое место в оперативном техническом обслуживании занимают работы по поиску и устранению отказов и повреждений элементов и изделий функциональных систем ВС. Учитывая стохастическую природу отказов и повреждений, решение задач поиска их причин и своевременного устранения представляется весьма сложным делом, требующим от исполнителей глубоких знаний конструкции и эксплуатации тех или иных типов ВС. Качество и своевременность решения этих задач при оперативном техническом обслуживании во многом определяют безотказность работы техники и регулярность полетов.

Выполнение работ производится цехом оперативного технического обслуживания. Основной задачей цеха является своевременное и качественное обслуживание базовых и всех прилетающих в данный аэропорт летательных аппаратов в соответствии с расписанием движения. Планирование выполнения оперативных технических обслуживаний производится производственно-диспетчерским отделом АТБ. Оперативное техническое обслуживание транзитных летательных аппаратов и необходимость выполнения на них дополнительных работ определяются бортмехаником, о чем делается запись в бортовом журнале.

Выполнение работ по обслуживанию проводится в следующем порядке.

Инженер смены (авиационный техник-бригадир или авиационный техник) после выключения двигателей и выполнения первоочередных

работ по обеспечению стоянки летательного аппарата (установки опорных колодок, штырей на замки выпущенного положения шасси, заглушек на планер и силовые установки и т. п.) знакомится с состоянием авиационной техники по информации экипажа и записям в бортовом журнале.

Инженер смены обязан оперативно руководить работой всего инженерно-технического состава смены, периодически проверять полностью и качество выполнения регламентных работ, при необходимости участвовать в устранении сложных дефектов. Непосредственное руководство работами по техническому обслуживанию данного летательного аппарата в целом возлагается на авиатехника-бригадира.

При отсутствии замечаний экипажа о работе авиационной техники бригада специалистов выполняет работы, предусмотренные регламентом технического обслуживания для данного типа летательного аппарата. Техник-бригадир и члены бригады, обслуживавшие самолет, несут полную ответственность за качество выполнения регламентных работ, а также подготовку самолета к полету, о чем удостоверяют подписями в карте-наряде. Закончив выполнение работ, техник-бригадир докладывает об этом инженеру смены. После оформления документации по обслуживанию инженер смены докладывает диспетчеру ПДО.

При наличии замечаний по работе авиационной техники в полете или обнаружении в процессе ТО сложного дефекта техник-бригадир докладывает об этом инженеру смены. Инженер смены знакомится с состоянием обслуживаемой авиационной техники и даёт указания о порядке устранения неисправностей и дальнейшего обслуживания.

Общий контроль качества выполнения оперативных форм технического обслуживания осуществляется техниками-бригадирами, сменными инженерами, начальником смены, инженерами ОТК, бортмехаником и командиром корабля. Кроме того, руководящим составом АТБ производится выборочный контроль качества выполнения работ после окончания обслуживания летательного аппарата.

Для повышения регулярности полетов и предупреждения задержек рейсов из-за неисправностей авиационной техники в эксплуатационных предприятиях проводятся следующие мероприятия:

- выделяются резервные летательные аппараты, которые своевременно используются в случае необходимости;
- обеспечивается своевременная передача информации с борта летательного аппарата об отказах и неисправностях для оперативного их устранения после посадки;
- создаются неснижаемые запасы авиационно-технического имущества, возвратно-обменный фонд дефицитных изделий;
- учитываются, анализируются причины задержек рейсов и разрабатываются меры для их предупреждения.

Периодическое техническое обслуживание выполняется через строго установленные интервалы, измеряемые числом часов налета ВС, числом посадок или календарным временем.

Основное назначение периодического технического обслуживания – выявление и устранение имеющих место отказов и повреждений элементов, изделий и агрегатов функциональных систем ВС на ранних стадиях их развития, а также проведение профилактических мероприятий по предотвращению возникновения отказов и повреждений при дальнейшей его эксплуатации: замена агрегатов, отработавших ресурс, смазка шарнирных соединений, регулировка изделий по результатам технического диагностирования и другие мероприятия, направленные на поддержание работоспособности систем.

Выполнение периодических форм технического обслуживания обеспечивает поддержание работоспособности и требуемой исправности парка ВС.

Формы периодического технического обслуживания отличаются значительно большей трудоемкостью и строгой периодичностью выполнения.

Для большинства основных типов ВС принята следующая периодичность выполнения форм технического обслуживания: форма 1 (Ф-1) – через каждые (300 ± 30) ч налета, форма 2 (Ф-2) – через каждые (900 ± 30) ч налета и форма 3 (Ф-3) – через каждые (1800 ± 30) ч налета.

Техническое обслуживание зарубежных воздушных судов состоит из периодических проверок технического состояния самолётов, которые должны быть сделаны авиакомпаниями (компаниями по техоб-

служиванию) по прошествии определённого времени или определённого налёта часов (указанного в Maintenance Program авиакомпании). Бывают следующие проверки: Transit check, Daily Check, Weekly check, A-check, B-check, C-check и D-check. A-check и B-check.

Transit check (транзитная проверка) – это самая простая форма сервисного обслуживания самолёта. Выполняется перед каждым вылетом воздушного судна.

Daily Check (ежедневный технический осмотр) – это ежесуточная проверка технического состояния воздушного судна, должна выполняться каждые 24 часа, но в некоторых случаях может выполняться и через 36 часов. Выполняется она обычно ночью.

Weekly Check (еженедельный технический осмотр) – выполняется приблизительно раз в неделю. Может выполняться как днем, так и ночью. Не требует обязательного наличия помещения (ангара). Как правило, выполняется за 3-4 часа.

A-check (А-чек) – эта проверка производится примерно раз в месяц или каждые 500 часов налёта: А1, А2, А4, А8. Чем выше цифра, тем больше объём работ. А-check, как правило, делается ночью в ангаре аэропорта. Содержание этой проверки зависит от типа самолёта, количества циклов («цикл» – взлет с последующей посадкой ВС, образно выражаясь – "квант" наработки самолета либо вертолета) или количества часов налёта с момента последней проверки. Проверка может быть отсрочена авиакомпанией, в зависимости от определённых условий.

B-check (Б-чек) – эта проверка осуществляется примерно каждые 3 месяца. Она тоже, как правило, делается ночью в ангаре аэропорта.

C-check (Си-чек) – эта форма технического обслуживания является более сложной, чем предыдущие, и выполняется каждые 15–20 месяцев или 4000 часов налёта. Эта форма обслуживания подразделяется на C1, C2, C4, C6 и C8. Для выполнения этой проверки требуется вывести самолёт из эксплуатации на какое-то время (порядка двух недель), а также требуется много пространства – как правило, в большом ангаре аэропорта. Сроки проведения этой проверки зависят от многих факторов, в частности от типа самолёта.

D-check (Д чек) – это самая тяжёлая форма обслуживания самолёта.

Эта проверка происходит примерно раз в 12 лет и длится 30-40 дней. Во время неё проверяется весь самолёт, все его узлы и детали. Узлы, выработавшие ресурс или не прошедшие проверку, подлежат замене. Эта проверка воздушного судна требует ещё больше места и времени, чем все другие, и выполняется на соответствующей технической базе. В России данную форму выполняет в настоящий момент только одна структура Холдинг Инжиниринг.

SV (Shop visit) – тяжёлая форма технического обслуживания главных двигателей самолета. Периодичность (средняя) - 12000 часов налета.

Если ВС по условиям эксплуатации имеет сравнительно малый налет, то его периодическое обслуживание выполняют по календарным срокам.

Например, для какого-то типа самолета через каждые 4 мес. \pm 15 сут. выполняется форма 1К, через (12 \pm 1) мес. – форма 2К, через (24 \pm 1) мес. – форма 3К. Если самолет такого же типа длительно выполняет учебно-тренировочные полеты, то техническое обслуживание шасси, закрылков, предкрылков, интерцепторов и системы управления стабилизатором выполняют по посадкам: через каждые (300 \pm 30) посадок в объеме формы 1, через (900 \pm 30) посадок – формы 2, через (1800 \pm 30) посадок – формы 3.

Допуск на каждую форму по налету, посадкам, календарным срокам позволяет избежать неоправданных простоев ВС в тех случаях, когда АТБ вследствие загруженности не может приступить к обслуживанию данного ВС. Тогда его эксплуатация продолжается за счет допуска, который позволяет также выполнить работы по данной форме раньше базового значения, если позволяют условия. Но с каким бы допуском не выполнялись работы по формам периодического обслуживания, отсчет всегда ведется от базового значения.

Каждая последующая форма периодического технического обслуживания включает в себя работы, предусмотренные предыдущими формами, а также специфические работы, присущие только данной форме. Так, при выполнении работ по форме 2 производятся также ра-

боты по форме 1, при выполнении работ по форме 3 – работы по формам 1 и 2. При замене двигателя по любой причине на ЛА выполняется та форма технического обслуживания, которая требуется по налету планера, производятся работы, непосредственно связанные с заменой двигателей и с осмотром элементов конструкции и систем, доступ к которым возможен только при снятом двигателе.

Каждая форма периодического обслуживания состоит из предварительных, основных (стандартных) и заключительных работ. Предварительные работы включают приемку ВС, подготовку необходимого оборудования, инструмента, материалов для обслуживания, изучения задания и документации. Основные (стандартные) работы предусматривают, кроме осмотра, демонтаж ряда агрегатов, инструментальную проверку параметров систем и оборудования, замену смазки в шарнирах, выполнение регулировочных работ. Основные работы группируются по отдельным функциональным системам ВС: силовая установка, шасси, планер, управление, гидравлическая система, система кондиционирования воздуха, система регулирования давления в кабинах, радиоэлектронное оборудование, приборное, электрическое, кислородное и бытовое оборудование и др. Заключительные работы – уборка рабочего места и передача ВС в цех оперативного обслуживания для подготовки к полету и выполнения работ по обеспечению стоянки.

Выполнение работ по периодическим формам регламента, а также смена двигателей осуществляются цехом периодического технического обслуживания. Планирование производственной деятельности цеха осуществляется, как и для оперативного обслуживания,

ПДО АТБ по перспективному плану использования летательных аппаратов определяет предстоящие периодические формы обслуживания и плановые сроки их выполнения. Перед началом обслуживания производится проверка формуляров летательных аппаратов и двигателей, паспортов комплектующих изделий с целью выявления необходимых замен по отработке ими ресурса, а также определения дополнительных работ. Техники – дефектовщики проводят дефектацию летательных аппаратов.

Выполнение регламентных работ и устранение выявленных неисправностей производятся бригадами технического состава в соответствии с принятой специализацией исполнителей под руководством авиационных техников-бригадиров и инженеров смен. Количество бригад зависит от объема работ и наличия специалистов, а число исполнителей в них определяется трудоемкостью процессов. Внутри каждой бригады исполнители специализируются на выполнении отдельных операций, хотя каждый из них должен уметь выполнять все работы, закрепленные за бригадой.

Работы по техническому обслуживанию специального оборудования выполняются авиационными техниками и механиками соответствующих специальностей под руководством инженеров.

Общее руководство этими специалистами осуществляется старшим инженером или начальником цеха специального оборудования.

Пооперационный контроль качества выполнения периодических форм обслуживания осуществляется авиационными техниками-бригадами, инженерами смен и инженерами ОТК в соответствии с указаниями, имеющимися в регламентах технического обслуживания.

Окончательное заключение об исправности летательного аппарата, предоставляющее право на его подготовку к полету, дает инженер ОТК.

Сезонное техническое обслуживание проводится 2 раза в год при переходе к эксплуатации в осенне-зимний и весенне-летний периоды. Современные типы ВС, как правило, не требуют больших затрат труда на выполнение сезонного обслуживания, поэтому оно проводится совместно с очередной формой периодического обслуживания. Сезонное обслуживание предусматривает дефектацию и полное восстановление защитных покрытий, устранение мелких повреждений и коррозии на деталях планера и шасси, регулировку натяжений тросовых проводок, проверку работоспособности противообледенительных систем и сигнализаторов обледенения, дефектацию и ремонт чехлов и заглушек и другие работы.

Специальное техническое обслуживание выполняется в случаях возникновения резких отклонений от условий нормальной эксплуата-

ции. К ним относятся: грубая посадка, посадка до взлетно-посадочной полосы (ВПП), выкатывание ВС за пределы ВПП, полет в турбулентной атмосфере, попадание в зону грозовой деятельности, попадание молнии в ВС, превышение перегрузок и т.п.

После любого из перечисленных случаев на ВС выполняется комплекс смотровых и стандартных работ, предусмотренный действующей документацией по техническому обслуживанию, для проверки состояния элементов определенных зон конструкции ВС и принятия решения о возможности его дальнейшей эксплуатации.

Техническое обслуживание при хранении выполняется на ВС, длительное время не совершающих полеты.

Оно обеспечивает снижение вредного влияния атмосферных и других факторов и способствует наилучшему сохранению техники в данных условиях. Обслуживание при хранении выполняется через каждые 10 суток стоянки ВС. По мере увеличения срока хранения усиливается вредное влияние атмосферных факторов, следовательно, увеличиваются и объемы работ.

Поэтому различают работы, выполняемые на ВС, через каждые 10 сут., через каждые (30+3) сут. и (90+9) сут.

Ремонт ВС, как и периодическое техническое обслуживание, выполняется по истечении определенных интервалов, измеряемых числом часов налета, числом посадок или календарным временем.

Ремонтные операции на ВС (за исключением текущего ремонта) могут выполняться или в виде капитального ремонта, или в виде так называемых ремонтных форм, похожих по принципу построения на формы периодического технического обслуживания.

Однако капитальный ремонт в ряде случаев, согласно требованиям стандартов, может быть вынесен за рамки системы технической эксплуатации и рассматривается как самостоятельный этап эксплуатации ВС.

Ремонт же, выполняемый в виде определенной совокупности ремонтных форм, совмещенных, как правило, с формами периодического технического обслуживания, входит составной частью в систему технической эксплуатации.

Ремонтные формы в отличие от форм периодического технического обслуживания отличаются значительно большими интервалами времени и трудоемкостью работ.

Их основное назначение и отличительная особенность состоят в том, чтобы оценить техническое состояние элементов и узлов конструкции в труднодоступных зонах, выявить и устранить отказы и повреждения на ранних стадиях их развития, восстановить поврежденные участки конструкции планера, лакокрасочное покрытие, бытовое оборудование ВС, выполнить требуемые доработки конструкции по бюллетеням промышленности.

В течение назначенного ресурса на ВС последовательно выполняют несколько ремонтных форм: Р-1, Р-2, Р-3, Р-4 и другие, усложняющиеся по мере увеличения общего налета и числа посадок.

4.3. Методы организации работ по ТО ВС

При проведении технического обслуживания ВС могут быть применены разные методы организации работ: системный, закрепленный, бригадный, зонный, одноразовый, поэтапный. Выбор того или иного метода зависит от особенностей производственной деятельности авиапредприятия и определяется руководством АТБ.

Самый главный фактор выбора состоит в том, чтобы принятый метод обеспечил высокое качество технического обслуживания при минимальных затратах времени, труда и материальных средств.

Рассмотрим содержание (сущность) методов обслуживания.

Бригадный – используется при оперативном и периодических формах ТО. Выполнение работ по обслуживанию осуществляется бригадами, которые могут быть систематизированы по типам самолетов (системам, группам систем).

Закрепленный – заключается в том, что за летательным аппаратом закрепляются авиатехник или группа технического состава, которые обслуживают это конкретное ВС.

Системный – заключается в обслуживании бригадой исполнителей определенных систем. Технический состав бригад проходит специальную подготовку и на каждого исполнителя оформляется допуск к работе на одной или нескольких системах.

Зонный – при этом методе конструкция ВС делится на ряд зон. Зоны выбираются с учетом: 1) объединения однотипных операций; 2) удобства подходов к конструкции и оборудованию; 3) общности подготовительных и заключительных операций; 4) оптимальности расстановки наземного оборудования; 5) устранения взаимных помех при работе нескольких исполнителей. Метод позволяет уменьшить потери на переход с одного участка на другой, расширить формат работ на самолете, дает возможность использовать одновременно большее число специалистов, что позволяет повысить эффективность и качество ТО, а следовательно, и эффективность использования ВС.

Одноразовый – заключается в том, что весь объем работ каждой периодической формы ТО выполняют за один раз. До окончания всех регламентных и дополнительных работ ВС для полетов не используется. Метод обычно используется в периоды малой загруженности авиапредприятия по выполнению перевозок пассажиров и грузов.

Поэтапный – применяется для более эффективного использования ВС на авиапредприятиях за счет более равномерного распределения трудоемкости технического обслуживания по времени эксплуатации ВС.

Существует 2 поэтапных метода, которые рассмотрим более подробно.

Поэтапный метод с распределением работ в пределах допусков на заданную периодичность данной формы – в этом случае весь необходимый объем работ разделяют на несколько этапов, которые выполняются в промежутках между рейсами ВС. Такой метод приемлем только для нетрудоемких форм ТО (рис. 24).

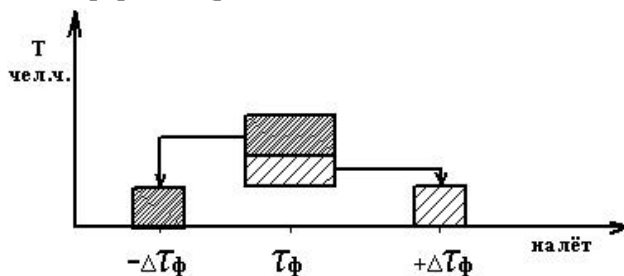
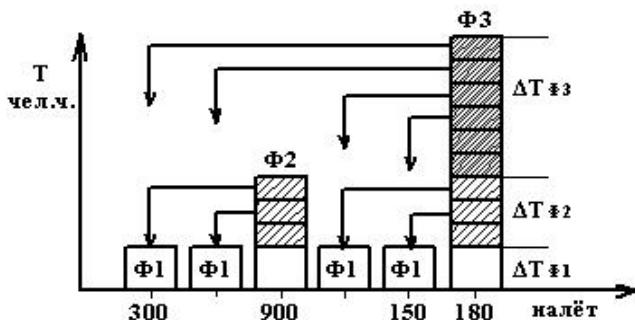


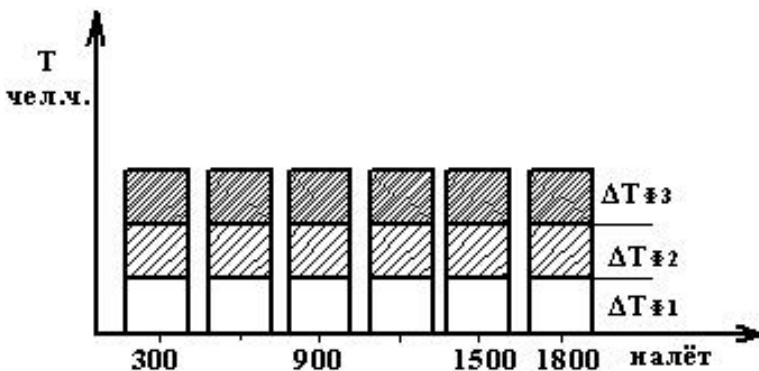
Рис. 24. Поэтапное обслуживание в пределах допуска на заданную периодичность τ_{ϕ}

Прямоугольниками показаны условные трудоемкости работ (рис. 24).

Работы, которые необходимо выполнить при налете τ_{ϕ} , разбиваются на несколько частей, которые необходимо выполнить в пределах допуска $\pm \Delta \tau_{\phi}$ на периодичность данной формы ТО.



а)



б)

Рис. 25.Схема организации обслуживания поэтапным методом с распределённой трудоёмкостью

Поэтапный метод с распределенной трудоёмкостью заключается в выполнении отдельных работ более трудоёмких периодических форм совместно с обслуживанием менее трудоёмких (рис. 25).

В данном случае каждое периодическое техническое обслуживание включает объем работ первой по трудоёмкости формы регламента ТФ-1 и трудоёмкости дополнительных работ $\Delta T_{\phi-i}$, присущих каждой по-

следующей форме регламента. Так, для регламентов с обслуживанием ВС по формам Ф-1, Ф-2 и Ф-3 будем иметь:

$$ТФ2 = Тф1 + \Delta Тф2;$$

$$ТФ3 = Тф1 + \Delta Тф2 + \Delta Тф3 = Тф2 + \Delta Тф3;$$

где ТФ1, ТФ2, ТФ3 – трудоемкость периодического ТО по формам Ф1, Ф2, Ф3 соответственно; $\Delta Тф2$, $\Delta Тф3$ – трудоемкость дополнительных работ при обслуживании по Ф2 и Ф3 соответственно.

При таком методе организации ТО трудоемкость каждого этапа примерно одинакова (рис. 25,б), что позволяет сократить продолжительность на ТО при более трудоемких формах, создать условия для равномерной загрузки цеха периодического ТО и повысить эффективность использования ВС.

Сезонный – метод с неравномерной трудоемкостью отдельных этапов.

Переход на сезонный метод ТО (зимой и осенью – этапы повышенной трудоемкости, летом и весной – малой трудоемкости) дает ряд преимуществ перед методом равной трудоемкости: сокращаются временные простои самолётов на ТО в пиковые периоды, что повышает исправность и интенсивность использования парка; создается возможность наиболее полной загрузки инженерно-технического состава за счет его перераспределения между цехами оперативного и периодического обслуживания по периодам года.

4.4 Техническая документация, оформляемая при обслуживании

Документальное оформление выполняемых работ при техническом обслуживании производится в картах-нарядах, нарядах на дефектацию, пооперационных ведомостях, а учет простоев и задержек вылетов летательных аппаратов, разборов работы технического состава и других мероприятий — в специальных журналах.

Карта-наряд включает в себя задание на выполнение работ, перечень обслуживаемых систем и дополнительных работ, которые не предусмотрены регламентом. После выполнения работ исполнители и лица, контролирующие качество работ, расписываются в соответствующую

щих местах. В карте-наряде о приемке летательного аппарата на оперативное обслуживание расписывается также бортмеханик и должностные лица, разрешающие вылет. Карта-наряд выписывается и регистрируется в журнале диспетчером ПДО АТБ и выдается инженеру смены перед началом обслуживания летательного аппарата.

В действие введены следующие три формы карт-нарядов на летательный аппарат: на оперативное, на периодическое техническое обслуживание, а также на оказание технической помощи при обслуживании летательных аппаратов иностранных авиационных компаний.

Наряду с картой-нарядом на периодическое техническое обслуживание выдается наряд на дефектацию. Его получает техник-дефектовщик, специально подготовленный для этой работы. Обнаруженные при дефектации неисправности записываются в ведомости, которые передаются исполнителю для устранения. Оформленные ведомости дефектации подписываются дефектовщиком, техником-бригадиром, руководившим устранением неисправностей, и инженером (начальником) смены, проверившим качество выполненных работ.

Для обеспечения оформления передачи неоконченных работ из одной смены в другую, выполнения технического обслуживания поэтапным методом, удобства работы специализированных бригад и отдельных исполнителей к карте-наряду на периодическое техническое обслуживание прикладывают пооперационные ведомости.

При передаче летательных аппаратов из смены в смену с незаконченным техническим обслуживанием производится проверка правильности оформления пооперационных ведомостей по работам, выполненным сменой. Начальник (инженер) смены расписывается в пооперационной ведомости за выполненные работы и заносит в журнал работы и приема-передачи смен все необходимые сведения по передаваемым летательным аппаратам. Передавать незаконченные операции, указанные в одном пункте пооперационной ведомости, категорически запрещается.

После выполнения всех работ по техническому обслуживанию оформленные карты-наряды передаются в ПДО для записи в формулярах летательных аппаратов о выполненных работах.

Для обеспечения оформления передачи неоконченных работ из одной смены в другую, выполнения технического обслуживания поэтапным методом, удобства работы специализированных бригад и отдельных исполнителей к карте-наряду на периодическое техническое обслуживание прикладываются пооперационные ведомости.

При передаче летательных аппаратов из смены в смену с незаконченным техническим обслуживанием производится проверка правильности оформления пооперационных ведомостей по работам, выполненным сменой. Начальник (инженер) смены расписывается в пооперационной ведомости за выполненные работы и заносит в журнал работы и приема-передачи смен все необходимые сведения по передаваемым летательным аппаратам. Передавать незаконченные операции, указанные в одном пункте пооперационной ведомости, категорически запрещается.

После выполнения всех работ по техническому обслуживанию оформленные карты-наряды передаются в ПДО для записи в формулярах летательных аппаратов о выполненных работах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Смирнов, Н.Н. Современные проблемы технической эксплуатации ВС [Текст]: учеб. пособие / Н.Н. Смирнов, Ю.М. Чинючин. – М.: МГТУ ГА, 2007. – 83 с.
2. Деркач, О.Я. Формирование систем технического обслуживания самолетов при их создании [Текст] / О.Я. Деркач. – М.: Машиностроение, 1993. – 224 с.
3. Смирнов, Н.Н. Техническая эксплуатация летательных аппаратов [Текст] / Н.Н. Смирнов. – М.: Транспорт, 1990. – 423 с.
4. Далецкий, С.В. Проблемы формирования системы технического обслуживания и ремонта воздушных судов гражданской авиации [Текст] / С.В. Далецкий. – М.: Изд-во МАИ, 2001. – 186 с.
5. Ицкович, А.А. Надежность летательных аппаратов и двигателей [Текст] / А.А. Ицкович. – М.: МГТУ ГА, 1990. – 104 с.
6. Далецкий, С.В. Формирование эксплуатационно-технических характеристик воздушных судов гражданской авиации [Текст] / С.В. Далецкий. – М.: Воздушный транспорт, 2005. – 416 с.
7. Смирнов, Н.Н. Обслуживание и ремонт авиационной техники по состоянию [Текст] / Н.Н. Смирнов, А.А. Ицкович. – М.: Транспорт, 1980. – 232 с.
8. Барзилович, Е.Ю. Эксплуатация авиационных систем по состоянию [Текст] / Е.Ю. Барзилович, В.Ф. Воскобоев. – М.: Транспорт, 1981. – 197 с.
9. Чекрыжев, Н.В. Перспективы развития методов технического обслуживания сложных систем бортового комплекса оборудования [Текст] / Н.В. Чекрыжев, А.Н. Коптев // Вестн. Самар. гос. аэрокосм. ун-та. – 2012. – №1(32). – С. 55-63.
10. Doc. 9859 – AN/474. Руководство по управлению безопасностью полетов. – ИКАО, 2009.
11. Fitch, E.C. Extending Component Service Life Through Proactive Maintenance. / E.C. Fitch // An FES/BarDyne Technology Transfer Publication #2. Tribolics, Inc., 1998.

Учебное издание

Чекрыжев Николай Викторович

**ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ
ВОЗДУШНЫХ СУДОВ**

Учебное пособие

Редактор Т.К. Кретинина
Довёрстка Е.С. Кочеулова

Подписано в печать 10.06.2015. Формат 60×84 1/16

Бумага офсетная. Печать офсетная. Печ. л. 5,75.

Тираж 300 экз. Заказ . Арт. - 35/2015.

федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Самарский государственный аэрокосмический
университет имени академика С. П. Королева
(национальный исследовательский университет)» (СГАУ)
443086, Самара, Московское шоссе, 34.

Изд-во СГАУ. 443086, Самара, Московское шоссе, 34.

ДЛЯ ЗАМЕТОК