



издательство

МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

А.И. РЕСИНЕЦ

ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ ВЕРТОЛЕТОВ

Москва • 2018

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(национальный исследовательский университет)**

А.И. РЕСИНЕЦ

ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ ВЕРТОЛЕТОВ

Учебное пособие

Утверждено
на заседании редсовета
17 мая 2018 г.

Москва
Издательство МАИ
2018

Ресинец А.И.

Эксплуатационная технологичность вертолетов: Учебное пособие. — М.: Изд-во МАИ, 2018. — 96 с.: ил.

Излагаются основные понятия, определения и показатели эксплуатационной технологичности, принципы формирования систем технического обслуживания и стратегии восстановления технического состояния вертолетов на этапе их разработки, а также рассмотрены конструкторские решения, повышающие эксплуатационную технологичность, средства эксплуатационного контроля и технического обслуживания при подготовке вертолетов к полету. Изучаемый материал базируется на документах, приказах федеральных авиационных властей, требованиях ГОСТ, ОСТ, НТЭРАТ-93 ГА.

Для студентов, обучающихся по направлению “Авиастроение” специальности “Самолето- и вертолетостроение”, а также для специалистов вертолетных ОКБ.

Рецензенты:

кафедра “Аэродинамика, конструкция и прочность ЛА” МГТУ ГА
(зав. каф. д-р техн. наук *В.Г. Ципенко*);
канд. техн. наук *В.Г. Сускин*

ISBN 978-5-4316-0558-1

© Московский авиационный институт
(национальный исследовательский
университет), 2018

ПРЕДИСЛОВИЕ

В основу настоящего учебного пособия положены курсы лекций, прочитанных автором в МАИ на кафедре “Проектирование вертолетов” по направлению подготовки специалитета 24.05.07.С6 “Самолето- и вертолетостроение” профиля “Вертолетостроение”, а также в институте повышения квалификации работников авиационной промышленности. Большой интерес, проявленный слушателями к этим лекциям, послужил стимулом к систематизированному изложению вопросов, касающихся эксплуатационной технологичности и надежности вертолетов, систем технического обслуживания и средств эксплуатационного контроля. Методическое построение учебного пособия должно способствовать творческому подходу специалистов вертолетостроения, подготавливаемых высшей школой, к изучению методов конструирования на различных периодах и стадиях жизненного цикла вертолета. Учебное пособие даст возможность будущему специалисту ориентироваться в вопросах эксплуатационной технологичности агрегатов, систем и вертолета в целом и применять правильные конструкторские решения в этом направлении.

ВВЕДЕНИЕ

Вопросы эксплуатационной технологичности (ЭТ) рассматриваются на протяжении всего жизненного цикла вертолета. Под ЭТ вертолета понимается приспособленность его конструкции к выполнению технического обслуживания и ремонта.

В соответствии с нормативными документами конструкция вертолета, его систем и агрегатов должна быть приспособлена к выполнению всех предусмотренных видов работ при эксплуатации и ремонте с минимальными затратами времени, труда и материальных средств.

Эксплуатационная технологичность должна обеспечиваться еще в процессе разработки и производства вертолетов, их систем и агрегатов.

Требования ЭТ необходимо учитывать на этапе формирования нового облика вертолета. Более удобные подходы к менее надежному оборудованию обеспечиваются такими особенностями компоновки, которые влияют на облик вертолета. Требования минимального времени замены двигателей, лопастей несущих винтов, заправки и снаряжения вертолета для повторного вылета, особенно в условиях внеаэродромного базирования, также предусматривают необходимость специальных компоновочных решений.

На этапе эскизного проекта схемно-конструктивные и компоновочные решения выбираются в рамках принятого облика вертолета, исходя из необходимости обеспечения требуемых значений следующих показателей надежности и ЭТ: налета на отказ, удельной суммарной трудоемкости и продолжительности технического обслуживания (ТО), времени подготовки к повторному вылету, полного ресурса и др.

На этапе технического проекта принятые решения уточняются после выполнения более полных расчетов указанных показателей надежности и ЭТ. Если расчетное время подготовки вертолета к повторному вылету, удельная суммарная трудоемкость и продолжительность ТО могут быть экспериментально подтверждены

уже на этапе летных испытаний опытных образцов, то расчетные показатели других параметров надежности проверяются опытными данными после достаточно большого суммарного налета экземпляров нового вертолета.

Совершенствование расчетных методов оценки надежности, безопасности и живучести разрабатываемых вертолетов позволяет сократить сроки конструктивно-технологической доводки нового вертолета и существенно уменьшает объем дорогостоящих испытаний. Значительный прогресс в совершенствовании процесса проектирования достигается при переходе на CAD/CAM/CAE-технологии. Имеющийся в них широкий набор инструментов автоматизации конструкторских работ позволяет не только сократить сроки проектирования и выпуска изделия, но и повысить качество конструкции по многим показателям.

ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

АТБ	Авиационно-техническая база
A_1, A_2 ,	Формы работ по осмотру и обслуживанию при ОТО (см.)
АиРЭО	Авиационное и радиоэлектронное оборудование
АТ	Авиационная техника
БАСК	Бортовая автоматизированная система контроля
БУР	Бортовые устройства регистрации
ВВ	Встреча вертолета
ВИ	Войсковые испытания
ВЛН	Весенне-летняя навигация
ВС	Воздушное судно
ВСУ	Вспомогательная силовая установка
ВТ	Военная техника
ГИ	Государственные испытания
ГСМ	Горюче-смазочные материалы
ДТМ	Директивные технологические материалы
ж. ц.	Жизненный цикл
ЗИП	Запчасти, инструменты и принадлежности
ИДС	Информационно-диагностические системы и средства
ИТС	Инженерно-технический состав
ИАС	Инженерно-авиационная служба
ИТП	Инженерно-техническая подготовка
ИЭ	Инструкция по эксплуатации
КБ	Конструкторское бюро
КБО	Комплекс бортового оборудования
КД	Конструкторская документация
КПА	Контрольно-проверочная аппаратура

МО	Математическое ожидание
НАСК	Наземная автоматизированная система контроля
НВ	Несущий винт
НЛГВ	Нормы летной годности вертолетов
НСК	Наземные средства контроля
НТД	Нормативно-техническая документация
НТЗ	Научно-технический задел
НТЭРАТ	Наставление по технической эксплуатации и ремонту авиационной техники
НИАТ	Национальный институт авиационных технологий
НУО	Наземные устройства обработки
НБСК	Наземно-бортовые средства контроля
ОЗН	Осенне-зимняя навигация
ОКБ	Опытное конструкторское бюро
ОПВ	Обеспечение первого вылета
ОРД	Организационно-распорядительная документация
ОС	Обеспечение стоянки
ОТО	Оперативное техническое обслуживание
ОКР	Опытно-конструкторские разработки
ОВ	Обеспечение вылета
ОЗН	Осенне-зимняя навигация
ОТТ	Общие технические требования
ОЭС	Оптико-электронная система
ПОС	Противообледенительная система
ПТО	Периодическое техническое обслуживание
РКД	Рабочая конструкторская документация
РО	Регламент технического обслуживания
РЭ	Руководство по технической эксплуатации
РЛЭ	Руководство по летной эксплуатации
САС	Система аварийных сигналов
САК	Система автоматизированного контроля
СНО	Средства наземного обслуживания

Спец. ТО	Специальное техническое обслуживание
СТО	Средства технического обслуживания
СУ	Силовая установка
СК	Средства контроля
СНО СП	Средства наземного обслуживания специального применения
СНО ОП	Средства наземного обслуживания общего применения
СЦ	Сервисный центр
ТЗ	Техническое задание
ТЗ	Топливозаправщик
ТО	Техническое обслуживание
ТД	Техническое документация
ТО и Р	Техническое обслуживание и ремонт
ТОХр	Техническое обслуживание при хранении
ТПП	Техническая подготовка производства
ТТЗ	Тактико-техническое задание
ТТХ	Тактико-технические характеристики
ТУ	Технические условия
ТЭЧ	Техническая эксплуатационная часть
УОК	Устройства оперативного контроля
ФАВТ МТ РФ	Федеральное агентство воздушного транспорта министерства транспорта Российской Федерации
ФАП	Федеральные авиационные правила
ЭТ	Эксплуатационная технологичность
ЭВМ	Электронно-вычислительная машина
Э и РТ	Эксплуатационная и ремонтная технологичность
ЭРД	Эксплуатационная ремонтная документация
ЭД	Эксплуатационная документация
ЭТД	Эксплуатационная техническая документация

Глава 1.

ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ ВЕРТОЛЕТА

1.1. Основные понятия и определения эксплуатационной технологичности вертолета

Простота и удобство проведения осмотров и регулировок, работ по замене двигателей, редукторов, несущей системы, узлов и агрегатов и, как следствие этого, продолжительность технического обслуживания (ТО) зависят прежде всего от того, в какой мере конструкция вертолета приспособлена к проведению профилактических работ в процессе эксплуатации. При этом конструкция и технология ТО должны быть взаимосогласованными.

Содержание технологии ТО во многом определяется сроками службы деталей, узлов и агрегатов между текущими осмотрами. Поэтому конструкцию вертолета, для того чтобы она была простой и удобной при ТО, разрабатывают с учетом межосмотровых и межремонтных сроков службы того съемного и несъемного оборудования, которое предполагается устанавливать на вертолет. При этом руководствуются следующим правилом. Агрегаты, узлы и детали, требующие частых контрольных осмотров, регулирования, ремонта и замены, размещают в местах, к которым имеется свободный доступ; они должны быть легкоъемными и полностью взаимозаменяемыми. Важное значение для эксплуатационной технологичности имеют унификация систем и преемственность наземного оборудования.

Эксплуатационная технологичность конструкций изделий (эксплуатационная технологичность) — это технологичность конструкций изделия при подготовке его к использованию по назначению, при техническом обслуживании, текущем ремонте и утилизации [1].

Основными показателями ЭТ, подлежащими определению на стадии разработки вертолета, являются показатели, нормативные значения которых устанавливаются в техническом задании (ТЗ) на разработку конкретного типа вертолета. Они характеризуют общие затраты труда и времени на ТО, затраты времени на непосредственную подготовку вертолета к полету, на выполнение отдельных наиболее важных работ по ТО, на восстановление их исправного состояния.

Если посмотреть на типовой жизненный цикл вертолета [2], то увидим, что согласно мировому опыту, конкурентные преимущества вертолета, включающие вопросы ЭТ (на 80%), закладываются на стадии разработки [3] (рис. 1.1) при выполнении ОКР на эта-

Стадия	Вид работы	Этап (содержание) работы			
1. Исследование и обоснование разработки					
2. Разработка	2.1. ОКР по созданию изделия	Разработка эскизного проекта, технического предложения	Эксплуатационная технологичность	Разработка и корректировка программы ТО	
		Разработка РКД и ТД для изготовления опытного образца изделия			
		Изготовление опытного образца и проведение предварительных испытаний			
		Проведение ГИ опытного образца изделия			
		Утверждение РКД для организации промышленного производства изделий			
3. Производство					
4. Эксплуатация				Корректировка программы ТО	
5. Капитальный ремонт					

Рис. 1.1. Типовые жизненные циклы изделий

пах: разработки эскизного проекта, технического предложения, макета, разработки РКД и ТД для изготовления опытного образца изделия, при проведении государственных, сертификационных, предварительных (заводских), эксплуатационных и контрольных испытаний опытного образца, утверждения РКД для организации промышленного производства вертолетов и применительно к следующим видам ТО: оперативным, периодическим, сезонным; заменам после отработки ресурса агрегатов, ресурс которых (межремонтный или технический) не равен межремонтному ресурсу вертолета (восстановлению ресурса); работам по поиску и устранению неисправностей. Остальные 20% зависят от следующих стадий жизненного цикла вертолета [3].

Эксплуатационная технологичность, рассматриваемая в рамках системы ТО, включает: вертолет как объект ТО, средства ТО, инженерно-технический персонал (ИТП), участвующий в ТО вертолета, эксплуатационно-техническую документацию, устанавливающую объем, периодичность и технологию выполнения работ по ТО.

1.2. Показатели эксплуатационной технологичности вертолета

Показатели эксплуатационной технологичности вертолета подразделяются на количественные и качественные (дополнительные) [4, 5, 6].

1.2.1. Количественные показатели

К количественным показателям ЭТ относятся:

Удельная суммарная трудоемкость ТО $K_{тТО}$ — отношение математического ожидания (МО) суммарной трудоемкости технического обслуживания за определенный период эксплуатации к налету вертолета за этот же период.

Удельная суммарная стоимость ТО $K_{сТО}$ — отношение МО суммарной стоимости технического обслуживания за определенный период эксплуатации к налету вертолета за этот же период.

Удельная суммарная продолжительность ТО $K_{пТО}$ — отношение МО суммарной продолжительности ТО за определенный период эксплуатации к налету вертолета за этот же период.

Удельная суммарная продолжительность восстановления работоспособного состояния $K_{п.в}$ — отношение МО суммарной продолжительности ТО, связанного с восстановлением работоспособного состояния изделия за определенный период эксплуатации, к налету вертолета за этот же период.

Среднее время восстановления работоспособного состояния T_v .

Средняя трудоемкость ТО $T_{ТО}$ — МО трудоемкости одного технического обслуживания данного вида за определенный период эксплуатации или наработку. Измеряется в человеко-часах и зависит не только от свойств самого изделия, но и от уровня организации обслуживания и механизации (квалификация обслуживающего персонала и т.п.).

Пример. До первого капитального ремонта изделия проводится пять плановых ТО со средней трудоемкостью 120 чел.-ч каждое. Кроме того, в среднем на каждое изделие затрачивается по 200 ч на устранение отказов во время работы (текущий ремонт). Тогда средняя трудоемкость ТО до первого капитального ремонта составит $5 \times 120 + 200 = 800$ чел.-ч.

Средняя трудоемкость работы при плановом ТО $K_{плТО}$ — МО трудоемкости выполнения определенной работы при плановом техническом обслуживании.

Средняя продолжительность работы при плановом ТО $t_{плТО}$ — МО времени выполнения определенной работы при плановом техническом обслуживании.

Средняя продолжительность ТО $t_{ТО}$ — МО продолжительности одного технического обслуживания данного вида за определенный период эксплуатации или наработку.

Удельная суммарная трудоемкость и удельная суммарная продолжительность ТО характеризуют величину затрат труда и времени на ТО, приходящихся на один час налета вертолета, и определяются соответственно как отношение средней суммарной трудоемкости и средней суммарной продолжительности ТО к наработке вертолета за один и тот же расчетный период эксплуатации:

$$K_T = \frac{T_{ТО}}{\tau_{расч}} ; \quad (1.1)$$

$$K_{\Pi} = \frac{t_{\text{ТО}}}{\tau_{\text{расч}}} . \quad (1.2)$$

Удельная суммарная трудоемкость и удельная суммарная продолжительность ТО определяются исходя из задаваемой заказчиком схемы применения вертолета, являющейся единой при расчете этих показателей для оценки ЭТ на всех этапах разработки, испытаний и эксплуатации вертолета.

1.2.2. Дополнительные показатели

Применительно к дополнительным показателям под эксплуатационной технологичностью подразумевается удобство подходов при выполнении регулировочных, монтажных и демонтажных и других работ в процессе эксплуатации и ремонта, взаимозаменяемость агрегатов, узлов и деталей, уровень автоматизации контроля вертолетов и механизации процесса подготовки к полетам при наименьших затратах труда и материалов на 1 час налета [4].

Дополнительными показателями ЭТ являются:

Коэффициент взаимозаменяемости $K_{\text{в.з}}$ — отношение оперативной трудоемкости замены сборочных единиц или деталей объекта без учета трудоемкости пригоночных, регулировочных и селективных работ к оперативной трудоемкости сборки объекта с учетом этих работ.

Взаимозаменяемость имеет большое значение для сокращения затрат труда, материалов и простоев вертолетов при ТО. От нее в первую очередь зависит успешное внедрение агрегатно-узлового метода, при котором необходимые замены отработавших ресурс агрегатов и узлов легко и быстро выполняются в процессе эксплуатации при проведении периодического ТО.

Коэффициент доступности $K_{\text{д}}$ — отношение основной трудоемкости выполнения операций ТО к сумме основной и вспомогательной трудоемкостей.

Удобство доступа к объекту обслуживания имеет большое значение для сокращения времени и трудовых затрат на ТО и устранение дефектов.

Совершенствование аэродинамических форм современных вертолетов затрудняет необходимость обеспечения удобства доступа к узлам для их подготовки к полетам. Конструкторы стремятся со-

здать необходимое удобство подхода путем группирования агрегатов вертолетных систем на специальных съемных панелях, размещения агрегатов и их коммуникаций в специальных отсеках и обеспечения доступа к каждой группе агрегатов через легко открывающиеся люки больших размеров. В условиях эксплуатации удобный доступ особенно необходим к ответственным узлам и трущимся деталям вертолета, нуждающимся в частом осмотре, смазке и регулировании, а также к штуцерам подсоединения наземного оборудования и питания.

Панели люков должны обеспечивать их многократное открывание и закрывание в течение срока службы вертолета без применения специального инструмента.

Коэффициент легкосъемности — отношение оперативной трудоемкости демонтажно-монтажных работ на прототипе объекта к оперативной трудоемкости этих работ на испытуемом объекте. При оценке коэффициента легкосъемности под прототипом понимается объект, показатели технологичности которого приняты за исходные.

Легкосъемность агрегатов, узлов и деталей означает возможность (приспособленность) их быстрой замены с минимальными затратами времени и труда. Поскольку удобным способом устранения дефектов в эксплуатации является замена неисправного агрегата, то требование легкосъемности имеет важное значение.

Необходимо, чтобы система крепления узлов и агрегатов, заменяемых в условиях эксплуатации, позволяла упростить трудоемкость крепежных работ. Все детали, подвергающиеся быстрому изнашиванию, должны быть легкосъемными. Значительно облегчают трудоемкость работ и сокращают время монтажа и демонтажа быстроразъемные соединения.

Преемственность средств наземного оборудования для ТО. Под преемственностью средств наземного оборудования понимается возможность использования уже существующих средств механизации и оборудования для ТО нового типа вертолета. Чем больше средств механизации и оборудования для ТО из числа имеющихся в эксплуатационных авиабазах СТО будет удовлетворять требованиям ТО новых вертолетов, тем выше эксплуатационная технологичность этого вертолета в отношении преемственности наземного оборудования.

Этот фактор оказывает значительное влияние на организацию рабочего места авиационного персонала, сроки и себестоимость ТО.

Унификация систем, узлов, агрегатов и крепежных деталей. Сокращение количества типов применяемых на вертолетах агрегатов, узлов и деталей одного и того же назначения упрощает и удешевляет ТО и уменьшает номенклатуру запасных частей.

Коэффициент загрузки исполнителя K_z — отношение средней суммарной продолжительности работы исполнителя (средства) при выполнении вида ТО к средней суммарной продолжительности этого вида ТО.

Показатель “среднее время восстановления” рассчитывается как математическое ожидание простоя вертолета при восстановлении его работоспособного состояния (поиске и устранении неисправностей).

При наличии статистических данных о длительности поиска и устранения отказов среднее время восстановления находится по формуле

$$t_B = \frac{\sum_{i=1}^m t_{y.n_i}}{m}, \quad (1.3)$$

где $t_{y.n_i}$ — время поиска и устранения i -й неисправности; m — количество неисправностей за расчетный период эксплуатации.

Дополнительные показатели ЭТ характеризуют частные свойства конструкции вертолета и его элементов, уточняющие и конкретизирующие оценку ЭТ, а также затраты труда на выполнение отдельных наиболее важных работ по ТО.

При оценке показателей эксплуатационной технологичности следует учитывать, что они сильно зависят от методов эксплуатации комплектующих изделий (КИ). Допустимые методы эксплуатации КИ определяются на основе анализа функциональных отказов исходя из степени влияния их отказов на безопасность полета (БзП).

Контрольные вопросы

1. Дайте определение эксплуатационной технологичности вертолета.

2. Назовите документ, в котором устанавливаются нормативные значения показателей ЭТ на стадии разработки.

3. Что характеризуют показатели ЭТ вертолета?
4. Назовите стадии и этапы жизненного цикла вертолета, на которых рассматриваются вопросы эксплуатационной технологичности.
5. Что включает в себя ЭТ, рассматриваемая в рамках системы ТО вертолета?
6. Перечислите количественные показатели ЭТ. Дайте определение удельной суммарной трудоемкости ТО.
7. Перечислите дополнительные показатели ЭТ.
8. Дайте определение удельной суммарной стоимости ТО.
9. Дайте определение удельной суммарной продолжительности ТО.
10. Дайте определение коэффициента взаимозаменяемости.
11. Дайте определение коэффициента доступности.
12. Дайте определение коэффициента легкосъёмности.
13. Что понимается под преемственностью средств наземного обслуживания?
14. Что характеризуют дополнительные показатели ЭТ?

1.3. Общие требования по обеспечению эксплуатационной технологичности

Общие требования по обеспечению ЭТ включают в себя: требования к показателям ЭТ, принятую стратегию ТОиР, требования к конструкции планера и его системам, вытекающие из условий применения стратегий ТО по состоянию, требования и рекомендации по конструктивному выполнению функциональных систем и оборудования, требования к средствам ТО [4]. На основании требований по обеспечению ЭТ проводится оценка ЭТ на различных этапах на стадии ОКР.

Этапы оценки эксплуатационной технологичности вертолетов:

- при рассмотрении технического предложения;
- при рассмотрении эскизного проекта;
- при рассмотрении макета вертолета;
- при предварительных (заводских) испытаниях;
- при государственных испытаниях;
- при контрольных испытаниях;
- при эксплуатационных испытаниях.

С целью получения однородных данных при оценке ЭТ на всех этапах создания и испытаний вертолета продолжительность и трудоемкость ТО должны определяться с учетом следующих требований:

1. Техническое обслуживание вертолета должно производиться с помощью средств ТО, рекомендованных Генеральным (Главным) конструктором по согласованию с Заказчиком.

2. Инженерно-технический персонал, привлекаемый к ТО испытываемого вертолета, должен быть обучен, тренирован, допущен к эксплуатации вертолета данного типа и иметь общий стаж работы по ТО не менее одного года.

Специализация и квалификация обслуживающего персонала должна соответствовать требованиям ЭТД, технологическим картам РО и требованиям Заказчика (если они предъявляются).

3. Испытания по оценке ЭТ должны проводиться в условиях, соответствующих заданным.

Если условия испытаний не заданы, то показатели ЭТ определяются при температуре окружающего воздуха не ниже $+10^{\circ}\text{C}$.

Работы по ТО при оценке ЭТ должны выполняться по возможности в тех условиях, которые установлены в ЭТД.

4. Состав работ по ТО, их технология и последовательность выполнения при определении показателей ЭТ должны соответствовать РО и РЭ данного типа вертолета.

5. Продолжительность ОТО должна определяться как интервал времени, заключенный между моментами начала и окончания вида обслуживания.

Для предполетной и предварительной подготовок начало подготовок определяется началом работ по ТО на вертолете (включая подготовительные работы по расчехлению вертолета, подключению средств наземного обслуживания и т. п.).

В начале подготовки к повторному полету и послеполетной подготовки вертолет устанавливают на позицию, на которой должна выполняться подготовка (ангар, капонир, техническая позиция, стоянка).

Окончание всех подготовок определяется оформлением технической документации.

6. Технологические графики видов технического обслуживания и отдельных работ должны разрабатываться и корректироваться в соответствии с установленными рекомендациями Руководства по испытаниям авиационной техники.

7. Расчет показателей по эксплуатационной технологичности должен производиться на всех этапах оценки в соответствии с методическими указаниями Руководства по испытаниям авиационной техники.

1.4. Требования к показателям эксплуатационной технологичности

Показатели ЭТ см. в гл. 1, п. 1.2.

Нормативные значения удельной оперативной продолжительности ТО и ремонта K_T определяются в зависимости от годового налета вертолета T_r и не должны превышать установленных значений (рис. 1.2) [15].

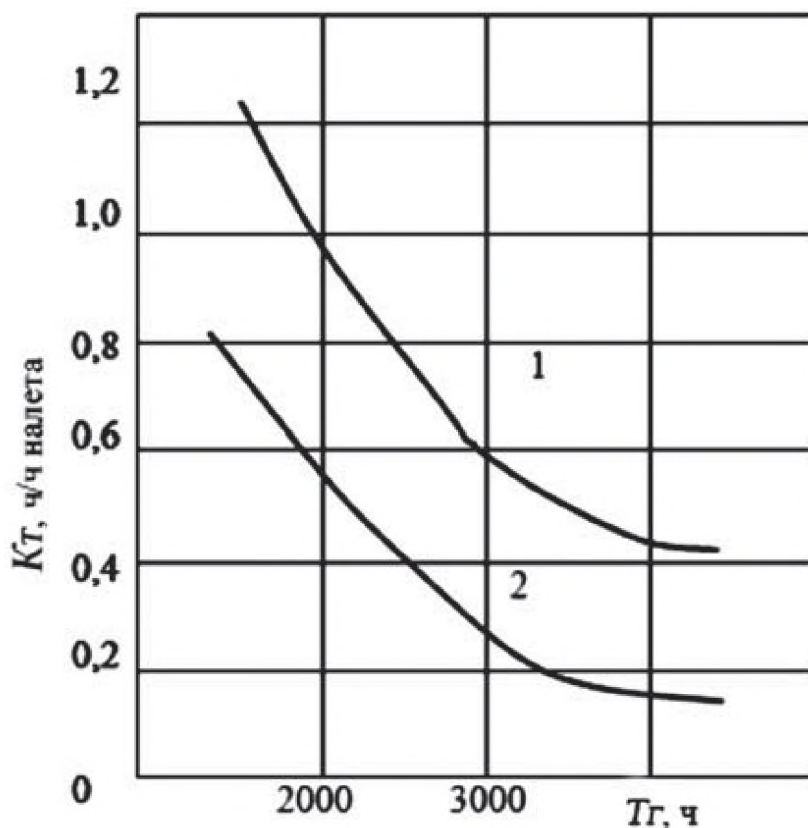


Рис. 1.2. Удельная оперативная продолжительность ТОиР в зависимости от годового налета вертолета:

1 — с учетом всех форм ТОиР $K_T = \frac{2294}{T_r} - 0,15$; 2 — без учета оперативных форм ТО $K_T = \frac{8760 - T_r}{6,3T_r}$

Удельная оперативная трудоемкость ТО и удельная стоимость запасных частей и материалов устанавливаются разными способами. Так, в одном из них исходят из условия обеспечения требуемого уровня себестоимости проектируемого типа вертолета и той планируемой доли, которая связана с ТО — удельной оперативной стоимости ТО $C_{уд}$. Значение $C_{уд}$ в рублях на 1 час налета определяется в соответствии с планируемой производительностью полетов вертолета проектируемого класса.

При этом нормативные значения удельной оперативной трудоемкости ТО K_T должны быть не выше приведенных на рис. 1.3. [15]. В свою очередь, нормативные значения удельной стоимости запасных частей и материалов K_3 не должны превышать величин, определяемых зависимостями на рис. 1.4. В ряде случаев K_T определяется в зависимости от массы конструкции вертолета.

В конструкциях новых типов вертолетов должна предусматриваться возможность широкого применения при эксплуатации ТОиР по состоянию. Это достигается за счет выполнения ряда тре-

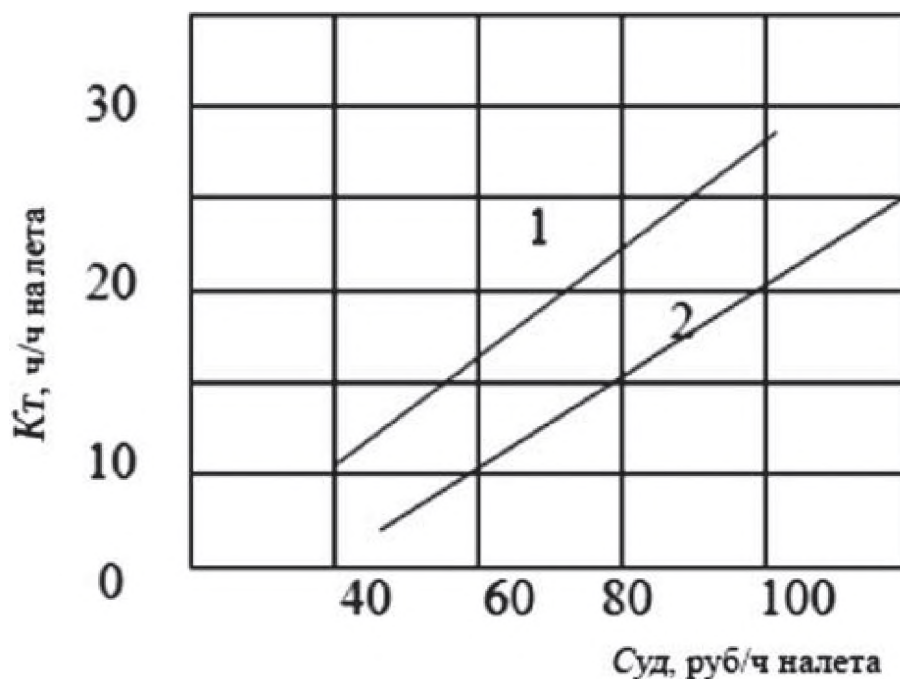


Рис. 1.3. Удельная оперативная трудоемкость в зависимости от удельной стоимости ТОиР:

- 1 — при применении традиционных программ ТОиР по наработке $K_T = 0,296 C_{уд} - 1,156$; 2 — при применении программ ТОиР по состоянию $K_T = 0,207 C_{уд} - 0,809$

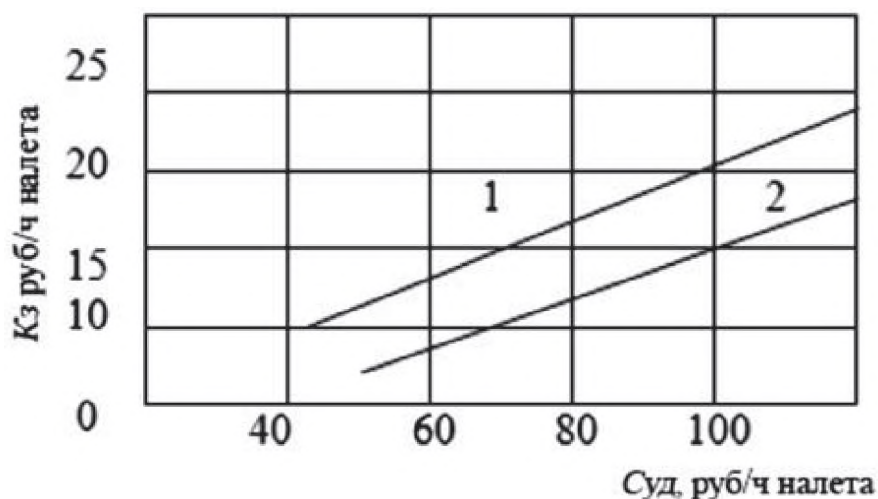


Рис. 1.4. Удельная стоимость запасных частей и материалов в зависимости от удельной стоимости ТОиР:

- 1 — при применении традиционных программ ТОиР по наработке $K_z = 0,485$, $C_{уд} = 4,896$; 2 — при применении программ ТОиР по состоянию $K_z = 0,339$, $C_{уд} = 3,427$

бований, при которых должны быть соблюдены следующие условия:

- конструкция систем, изделий, оборудования вертолета контролепригодна и обеспечивает возможность проведения дискретного (непрерывного) контроля параметров, характеризующих их техническое состояние;
- конструкция систем, изделий, оборудования вертолета обладает высоким уровнем ЭТ;
- определены режимы диагностики систем, изделий и оборудования вертолета;
- разработаны эффективные методы и средства технической диагностики, а также методы сбора и обработки статистической информации о техническом состоянии изделий;
- установлены периодичность и объемы контроля технического состояния силовых узлов и элементов конструкции планера;
- конструкция планера приспособлена к замене агрегатов и узлов без выполнения подгоночных и с минимальным объемом регулировочных работ и с возможностью использования обменного фонда узлов и агрегатов.

Оперативное время, необходимое для замены изделий при ТОиР (включая регулировочные работы и проверку работоспособности после замены), не должно превышать следующих значений:

- не менее чем для 60% всех изделий (в первую очередь для изделий авиационного и радиоэлектронного оборудования) — до 30 мин;
- не менее чем для 20% изделий систем — от 30 мин до 1 ч;
- для остальных изделий — 1—8 ч, при этом число изделий с продолжительностью замены 6—8 ч должно быть не более 1% [14].

1.5. Требования к конструкции планера и его системам по обеспечению эксплуатационной технологичности

Все требования к конструкции планера и его систем разрабатываются в соответствии с [16, 17, 19].

Общая компоновка планера, его агрегатов, систем и оборудования должна выполняться с учетом необходимости обеспечения подходов к ним при минимальных трудозатратах.

Конструкция вертолета должна обеспечивать возможность легкого монтажа и демонтажа двигателя, основных агрегатов трансмиссии и несущей системы.

Для обеспечения установки на вертолет полностью смонтированной силовой установки (СУ), главного редуктора с автоматом перекося и втулкой несущего винта, концевой балки с хвостовым редуктором и рулевым винтом для одновинтового вертолета, главного редуктора с колонкой несущих винтов, хвостового оперения с киль-шайбами и рулями направления для соосного вертолета, а также для сокращения заключительных сборочных работ на вертолете после их монтажа агрегаты должны быть взаимозаменяемыми.

Соединения коммуникаций двигателей, электропроводки, гидро- и пневмосистем, систем управления вертолетом и двигателями должны быть надежными и быстроразъемными.

Разъемы должны располагаться в основном на панелях или в специальных отсеках и иметь удобные подходы для сборки и осмотра в процессе эксплуатации.

Ко всем узлам крепления частей вертолета, его систем и агрегатов, а также к стыковым узлам и всем элементам конструкции и агрегатам, требующим в процессе эксплуатации систематического осмотра (например, систем управления), смазки, регулировки и

замены, должен быть обеспечен свободный доступ с необходимым инструментом при ТО вертолета.

Головки болтов крепления кронштейнов, агрегатов, узлов и деталей, расположенных в труднодоступных местах, проходящих через глухие стенки и перегородки, должны быть зафиксированы для предотвращения их проворачивания и выпадения.

Доступ к стыковым узлам, агрегатам вертолета и его систем и их коммуникациям должен осуществляться посредством открытия легкоъемных лент и люков без нарушения целостности внутренней обшивки кабин, снятия панелей на больших участках и выполнения других трудоемких работ.

Размеры, формы и расположение люков и съемных панелей полов и внутренней отделки кабин и грузовых отделений должны обеспечивать беспрепятственный доступ к агрегатам и узлам с учетом характера выполняемых работ в условиях эксплуатации.

Размеры люков в обшивке, предназначенных для выполнения работ двумя руками, должны быть не менее [18]:

- 35×30 см при расположении объекта работ на глубине до 25 см от поверхности обшивки;
- 45×30 см при расположении объекта на глубине до 40 см;
- 65×50 см при расположении объекта на глубине более 40 см от поверхности обшивки.

Кромки вырезов под эксплуатационные люки должны быть округлены или закрыты прокладкой из резины, волокна или пластика во избежание повреждения рук исполнителя.

На вертолете крышки обтекателей, все двери и крышки люков, предназначенные для выхода экипажа (десантников, пассажиров), загрузки и выгрузки оборудования, вооружения и грузов, должны иметь фиксацию в крайних положениях и хорошо различимую индикацию открытого и закрытого положений.

Крышки, люки и панели, как правило, должны быть легкоъемными с простыми и надежными замками типа “нажать”, “повернуть”, не требующими для открывания и закрывания применения специального инструмента. Замки должны быть унифицированными в соответствии с требованиями действующих стандартов.

На вертолете должна быть нумерация эксплуатационных люков, выполненная в соответствии с делением вертолета на зоны, подзоны и участки [8].

Нумерация эксплуатационных люков, вскрываемых при предполетной подготовке и подготовке к повторному полету, должна иметь цвет, отличный от цвета основной нумерации.

На обратной стороне крышек эксплуатационных люков должны быть нанесены трафареты с краткими сведениями из РЭ, по осмотру, регулировке, частоте выполнения отдельных работ и с правилами заправки отдельных систем и агрегатов, расположенных в данном люке.

Крышки эксплуатационных люков, а также места расположения агрегатов и систем, заправочных горловин и сливных кранов, силовых узлов, штуцеров и электроразъемов для подсоединения наземных установок должны иметь опознавательные и предупредительные знаки и надписи [18]. Предупредительные знаки и надписи должны наноситься также в местах возможных повреждений элементов конструкции и в опасных для обслуживающего персонала зонах.

Винты (болты), предназначенные для крепления крышек эксплуатационных люков, вскрываемых при ПТО, должны иметь крестообразный шлиц, а для крепления крышек технологических люков — прямой.

Крышки эксплуатационных люков, вскрываемых при ОТО, должны быть быстросъемными. Крышки люков, вскрываемых при комплексном осмотре (предполетной подготовке) и подготовке к повторному полету, должны крепиться только замками типа “нажать”, “повернуть”, не требующими для открывания и закрывания применения специального инструмента.

Панели и крышки эксплуатационных люков, имеющие шомпольную навеску, должны иметь углы открытия не менее 90° и в открытом положении не заслонять другие люки.

Шарнирные соединения и агрегаты, требующие периодической смазки, должны иметь располагаемые в легкодоступных местах масленки для смазки под давлением.

Должен быть обеспечен свободный доступ к заправочным горловинам и штуцерам гидравлических, топливных, масляных, газовых и других систем для зарядки и заправки емкостей при ТО вертолета. Зарядные клапаны гидро- и пневмосистем (например, амортизационных стоек шасси) должны быть герметичными.

Фильтры систем и емкостей и их отстойники должны быть легкодоступными. При снятии фильтроэлементов, колес и насосов должны быть исключены утечки жидкости или газа из системы

(снятие фильтроэлементов должно производиться без демонтажа расположенных рядом агрегатов и систем вертолета).

Размещение агрегатов и систем магистральных трубопроводов на вертолете должно выполняться в соответствии с требованиями [20], для чего:

а) агрегаты систем (за исключением исполнительных, располагаемых у управляемого объекта) komponуются в легкоъемные блоки и панели с размещением их в пределах одной зоны или отсеков планера с хорошими подходами;

б) магистральные трубопроводы определенных систем komponуются в общие пакеты и прокладываются по отдельным для каждой системы трассам, при этом:

- не допускается пакетирование трубопроводов, принадлежащих различным системам, с тем чтобы демонтаж трубопроводов одной системы не требовал демонтажа трубопроводов другой системы;
- трубопроводы в пакетах должны размещаться друг от друга на расстоянии не менее 5 мм;
- должны предусматриваться хорошие подходы для осмотра и демонтажа трубопроводов при ремонте;
- должна предусматриваться маркировка трубопроводов.

Размещение трасс трубопроводов жидкостных систем должно исключать попадание технических жидкостей на агрегаты электро- и радиооборудования, жгуты проводов, электрические разъемы и т. п. при нарушении герметичности стыковых соединений трубопроводов или при демонтаже этих трубопроводов.

В тросовых проводках управления должны быть предусмотрены конструктивные меры, исключающие перепутывание тросов при их монтаже.

В случае если тросы находятся в оболочках, необходимо обеспечить контроль их технического состояния и удобства смазки.

Бортовые устройства автоматизированного контроля технического состояния систем вертолета в полете (типа САС-4, САС-4М) должны иметь разъемы для подключения наземных автоматизированных средств контроля (типа НАСК) для проверки их технического состояния при периодических формах обслуживания.

Должна быть обеспечена замена деталей и агрегатов, имеющих ограниченный ресурс и срок службы, в полевых условиях эксплуатации.

Конструкция вертолета и его специального оборудования (пассажирского, сельскохозяйственного, санитарного, противопожарного и др.) должна обеспечивать в условиях станций технического обслуживания (СТО) и сервисных центров (СЦ) быстрое и легкое переоборудование вертолета из одного варианта в другой.

Конструкция вертолета должна предусматривать возможность его транспортировки без разборки или отдельными частями воздушным, железнодорожным, автомобильным и водным транспортом.

1.6. Требования к средствам технического обслуживания и наземного оборудования

К средствам ТО предъявляются различные требования, в частности: конструктивные, совместимости и (или) взаимозаменяемости, надежности, стойкости к внешним воздействиям и живучести, эргономики и технической эстетики, технологичности, безопасности, транспортабельности, требования к конструкторской, эксплуатационной и ремонтной документации и др. [20].

Все СНО должны обеспечивать выполнение операций по техническому обслуживанию вертолетов в установленных условиях эксплуатации, при размещении их на открытых аэродромных стоянках с искусственным покрытием. При необходимости в ТЗ допускается указывать дополнительные требования по обеспечению работы СНО на грунтовых аэродромах с прочностью грунта 0,3—0,5 МПа (3—5 кгс/см²).

СНО ОП должны быть пригодными для выполнения одной или нескольких операций (видов работ) по техническому обслуживанию вертолетов различных типов и категорий. СНО СП должны быть пригодными для выполнения одной или нескольких операций (видов работ) по техническому обслуживанию разных вертолетов одной категории или конкретного типа вертолета. Разработка оригинальных СНО СП для одного типа вертолета должна быть технически обоснована.

СНО должны обеспечивать техническую и технологическую совместимость с самолетами (вертолетами) и другими объектами гражданской авиации, стабильность функциональных характерис-

тик, сохранность самолетов (вертолетов), имущества авиапассажиров и авиапредприятий.

СНО должны обеспечивать непрерывную работу при номинальной нагрузке в течение периода, оговоренного в ТЗ.

Производительность (подача, рабочая скорость и др.) СНО должна обеспечивать выполнение работ по обслуживанию и ремонту самолетов (вертолетов) в установленное или технически обоснованное время.

Работы по обслуживанию самолетов (вертолетов) с использованием СНО должны быть максимально механизированы и автоматизированы.

Управление работой СНО должно обеспечиваться, как правило, одним оператором. Требования к квалификации и профессиональной подготовке обслуживающего персонала устанавливают в ТЗ на образцы СНО.

СНО должны обладать мобильностью и автономностью в работе, при этом средства с электрическим приводом должны иметь возможность электропитания от промышленной сети.

Требования по электропитанию от промышленной сети и способ исполнения указывают в ТЗ.

Время свертывания (развертывания) СНО после завершения (при подготовке к) ТО самолета (вертолета) должно быть минимальным.

Для получения допуска к техническому обслуживанию самолетов (вертолетов) на территории Российской Федерации СНО, в том числе иностранного производства, должны быть сертифицированы в Российской Федерации.

1.6.1. Требования технологичности

Затраты труда, времени, запасных частей и расходных материалов, необходимых для поддержания СНО в работоспособном состоянии и готовности к использованию, должны быть минимальны [21].

Значения удельной суммарной трудоемкости технического обслуживания СНО ОП не должны превышать значений, приведенных в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Наименование СНО	Удельная суммарная трудоемкость технического обслуживания, чел.-ч/ч наработки
Автотопливозаправщики вместимостью, м ³ : – до 10 – от 10 до 30 – более 30	0,20 0,20—0,30 0,30—0,40
Автомаслозаправщики, автозаправщики специальными жидкостями и автозаправ- щики питьевой водой	0,25
Унифицированные газозаправочные стан- ции	0,15—0,20
Транспортные резервуары сжиженных газов	0,12
Аэродромные электрические установки	0,20
Аэродромные подвижные электроагрегаты	0,30
Гидравлические установки: – с приводом от двигателя внутреннего сгорания – с приводом от электродвигателя	0,25 0,15
Аэродромные кондиционеры	0,35
Аэродромные подогреватели	0,20

Высокий уровень эксплуатационной технологичности СНО обеспечивается:

- взаимозаменяемостью, доступностью и легким снятием комплектующих изделий, агрегатов, узлов и механизмов;
- компоновкой агрегатов каждой системы, подвергающейся техническому обслуживанию, отдельными (специальными) блоками и секциями с обеспечением улучшенных подходов к наименее надежным из них, а также к имеющим минимальные ресурсы;

- доступностью и легким снятием деталей и агрегатов, подлежащих в процессе эксплуатации частой проверке (осмотру, очистке, смазке или замене), без демонтажа других деталей и агрегатов;
- максимальным сокращением трудозатрат на вспомогательные (монтажно-демонтажные, сборочно-разборочные и другие) работы;
- оборудованием основных элементов и систем СНО встроенными датчиками, указателями и контрольными разъемами для периодической проверки их технического состояния;
- простой и быстрой очисткой деталей и узлов СНО от загрязнения, особенно при их эксплуатации на грунтовых и заснеженных аэродромах;
- применением конструктивных элементов и схем, не требующих для обслуживания СНО специалистов высокой квалификации.

Для удобства доступа к технологическим и смотровым люкам и обеспечения безопасности обслуживания оборудования СНО их конструкцией должны быть предусмотрены специальные приспособления (лестницы, поручни, площадки обслуживания, ограждения и т.д.) в соответствии с [23].

Среднее время восстановления отказавших СНО силами технического персонала должно быть не более 2 ч, если иное не оговорено в ТЗ.

Показатели эксплуатационной технологичности СНО устанавливают в ТЗ.

1.6.2. Требования к совместимости и взаимозаменяемости

Разрабатываемые СНО ОП должны соответствовать требованиям стандартов и быть унифицированы, пригодны для обслуживания нескольких типов вертолетов.

По своим основным характеристикам они должны соответствовать типажам и параметрическим рядам СНО ОП вертолетов, установленным в стандартах.

При создании СНО преимущественно следует применять стандартные унифицированные комплектующие изделия, агрегаты, узлы и механизмы.

Основные положения по унификации должны соответствовать требованиям [24].

Электрические системы СНО должны быть спроектированы на основе серийно выпускаемых сертифицированных электротехнических изделий.

На вновь разрабатываемые образцы СНО уровень стандартизации и унификации устанавливают в ТЗ.

1.6.3. Транспортабельность

Данное требование устанавливает ограничения по размеру и объему таким образом, чтобы вертолет легко мог быть подготовлен к транспортировке. Такие пункты, как укладка лопастей винта, снятие аэродинамических поверхностей и снятие хвостовой балки (если применяется), должны быть приняты во внимание при определении конфигурации, отвечающей требованиям транспортабельности или превышающей их.

1.6.4. Требования безопасности

При создании наземного оборудования безопасность должна быть на первом месте [25]. Основной целью считается достижение максимальной безопасности в строгом соответствии с требованиями технической эксплуатации вертолетов; устранение угроз для обслуживающего персонала и оборудования; поиск и устранение неисправностей и снижение рисков для каждой системы, узла или агрегата.

Особое внимание следует уделять возможным отказам, угрожающим безопасности жизнедеятельности; с этой целью необходимо предусмотреть соответствующие конструктивные меры, позволяющие снизить или устранить такие риски.

Оборудование СНО должно соответствовать требованиям по безопасности [22].

Контрольные вопросы

1. Что включают в себя общие требования по обеспечению ЭТ вертолета?

2. Перечислите этапы стадии ОКР, на которых проводится оценка ЭТ вертолета

3. Перечислите требования, с учетом которых определяется продолжительность и трудоемкость ТО.

4. Покажите и охарактеризуйте коэффициент удельной оперативной продолжительности ТОиР в зависимости от годового налета вертолета $K_{т, ч/ч \text{ налет}}$ (с учетом всех форм ТОиР и без учета оперативных форм ТО).

5. Как изменяется удельная оперативная трудоемкость в зависимости от удельной стоимости ТОиР при применении традиционных программ ТОиР по наработке ($K_t = 0,296$, $C_{уд} = 1,156$) и при применении программ ТОиР по состоянию ($K_t = 0,207$, $C_{уд} = 0,809$)?

6. Перечислите требования к средствам ТО и наземного оборудования.

7. Перечислите требования к конструкции планера и его системам по обеспечению эксплуатационной технологичности.

8. Оперативное время, необходимое для замены изделий при ТОиР не должно превышать следующих значений:

- не менее чем для 60% всех изделий — ?
- не менее чем для 20% изделий систем — ?
- для остальных изделий — ?
- число изделий с $T_{п \text{ замены}} = 6 - 8$ ч должно быть не более — ?

9. Перечислите условия, при которых достигается стратегия ТОиР, по состоянию при эксплуатации вертолетов.

10. Как изменяется удельная стоимость запасных частей и материалов в зависимости от удельной стоимости ТОиР при применении традиционных программ ТОиР по наработке ($K_з = 0,485$, $C_{уд} = 4,896$) и при применении программ ТОиР по состоянию ($K_з = 0,339$, $C_{уд} = 3,427$)?

Глава 2.

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И СТРАТЕГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВЕРТОЛЕТА НА СТАДИИ РАЗРАБОТКИ. ВИДЫ РАБОТ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ ВЕРТОЛЕТОВ

2.1. Принципы формирования СТО вертолета на стадии его ОКР

Система ТО представляет собой “совокупность взаимосвязанных средств, документации ТОиР и исполнителей, необходимых для поддержания качества изделий, входящих в эту систему” [11].

Основным принципом формирования системы ТО вертолетов гражданской авиации является поддержание и восстановление летной годности и подготовка к их использованию по назначению при обеспечении требуемых уровней надежности и готовности к полетам (регулярности полетов).

При создании вертолетов конструкторы руководствуются двумя основными принципами решения проблемы повышения надежности и эффективности эксплуатации: безопасного ресурса и безопасной повреждаемости.

Принцип безопасного ресурса предусматривает установление для агрегата такого ресурса до ремонта, в течение которого в нем не появится никаких разрушений. Ресурс до ремонта устанавливается обычно на основании эксперимента или расчета по аналогии с ранее известными и испытанными конструкциями. По истечении установленного ресурса агрегат заменяется независимо от того, есть в нем разрушения или нет.

Принцип безопасной повреждаемости характеризуется тем, что конструкция вертолета допускает появление местных разрушений без ущерба для безопасности полета до очередного ОТО или ПТО.

Система ТО должна обеспечивать:

- подготовку вертолета к полету в соответствии с полетным заданием;

- поддержание уровня безотказности вертолета, обусловленного требованиями к безопасности и регулярности полетов;
- минимальное число задержек вылета вертолета из-за простоев на ТО, не превышающее заданного значения;
- поддержание заданного уровня долговечности изделия;
- минимальные трудовые и материальные затраты на ТО.

Эффективность системы ТО определяется ее способностью поддерживать заданные уровни надежности вертолетов на протяжении всего срока службы в различных условиях эксплуатации.

Система ТО вертолетов формируется на основе программы ТО [7] в области видов, методов и показателей технического обслуживания вертолетов.

Целью разработки программы ТОиР является снижение эксплуатационных затрат при сохранении летной годности и конкурентоспособности вертолетов.

Программа ТОиР вертолета представляет собой единый 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 вертолетов.

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

Программа отражает принятую стратегию ТОиР для вертолетов, его функциональных систем и изделий и соединяет воедино 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.

Ответственным исполнителем программы ТОиР является головной разработчик вертолета, который устанавливает требования к ее содержанию. Программу ТОиР составляют на вертолет в целом. Разработчики покупных изделий (комплексов, двигателей, систем и отдельных изделий), устанавливаемых на вертолет, пред-

ставляют главному разработчику согласованные с ним программы ТОиР изделий для использования при составлении программы ТОиР вертолета.

Порядок разработки и корректировки программы ТОиР по этапам разработки, испытаний и эксплуатации должен быть следующим:

- техническое предложение — план-проспект программы ТОиР;
- эскизный проект (макет) — проект программы ТОиР;
- заводские испытания — проект программы ТОиР, скорректированный по результатам ЗИ вертолета;
- государственные испытания — программа ТОиР, скорректированная по результатам ГИ вертолета;
- эксплуатационные испытания — программа ТОиР, утвержденная заказчиком;
- период эксплуатации — корректировка программы ТОиР.

Программа ТОиР должна содержать все сведения, необходимые для разработки эксплуатационной и ремонтной документации, формирования системы ТОиР вертолета, организации и планирования производственной деятельности эксплуатационных и ремонтных предприятий на протяжении срока службы с начала эксплуатации и до списания вертолета.

Программа ТОиР вертолета может включать следующие разделы:

- общие положения
- ожидаемые условия технической эксплуатации
- эксплуатационно-технические характеристики вертолета как объекта ТОиР
- план ТОиР вертолета
- материально-техническое обеспечение ТОиР
- информационное обеспечение ТОиР
- эффективность программы ТОиР
- приложения.

В каждом разделе программы ТОиР должны быть соответствующие требования ТЗ (ТТЗ) заказчика и нормативно-технических документов (НТД) к системе ТОиР данного типа вертолета, а также к выполнению этих требований по следующим этапам технической эксплуатации:

- освоение эксплуатации — в течение года после начала эксплуатации типа вертолета;
- гарантийная эксплуатация;
- послегарантийная эксплуатация.

Согласование и утверждение программы ТОиР вертолета — согласно [9] для эксплуатационной документации.

Поставку программы ТОиР вертолета производят в соответствии с требованиями [7].

Сроки поставки и количество экземпляров программы ТОиР определяют по согласованию заказчика и головного разработчика вертолета.

Учет и хранение подлинников программы ТОиР — в соответствии с [10].

Держателем подлинников программы ТОиР является головной разработчик вертолета.

Издателем программы ТОиР на стадии ОКР является головной разработчик вертолета. Издателем программы ТОиР при серийном производстве является головной изготовитель вертолета.

На период эксплуатации вертолетов после прекращения серийного производства издателя программы ТОиР определяют по согласованию заказчика, головного разработчика и головного изготовителя вертолета.

Техническое обслуживание (ТО) — комплекс работ или работа по поддержанию работоспособности или исправности изделия авиационной техники при использовании по назначению, ожидании, хранении и транспортировании [11]. Техническое обслуживание содержит регламентированные в конструкторской документации операции для поддержания работоспособности или исправности изделия в течение его срока службы.

Цель ТО — обеспечить безопасность полетов при минимальных эксплуатационных затратах. Полет считается безопасным, если от начала запуска двигателей и выруливания на взлетную полосу или взлета с площадки и до остановки двигателей после посадки не возникает угрозы для жизни людей.

2.2. Стратегии восстановления технического состояния и методы технической эксплуатации вертолетов на этапе его разработки

Стратегия восстановления технического состояния вертолетов — это совокупность организационных правил выполнения работ по поддержанию и (или) восстановлению надежности изделия авиационной техники. Данное определение стратегии отражает необходимость системного подхода к решению проблемы повыше-

ния эффективности системы ТО, нацеливает на совместные согласованные действия в рамках единой программы всех организаций и предприятий, создающих и эксплуатирующих вертолеты.

В соответствии с [11] различают следующие стратегии восстановления технического состояния.

1. Стратегия восстановления технического состояния изделия авиационной техники; стратегия восстановления: совокупность организационных правил выполнения работ по поддержанию и (или) восстановлению надежности изделия авиационной техники.

2. Стратегия планового восстановления технического состояния изделия авиационной техники; стратегия планового восстановления: стратегия восстановления, при которой плановые работы по поддержанию и (или) восстановлению надежности изделия авиационной техники проводятся в заданных объемах через установленные интервалы наработки или времени, а при отказе изделия выполняется внеплановое восстановление.

3. Стратегия внепланового восстановления технического состояния изделия; стратегия внепланового восстановления: стратегия восстановления, при которой плановые работы по поддержанию и (или) восстановлению надежности изделия авиационной техники не проводятся, а при отказе выполняется внеплановое восстановление.

4. Стратегия восстановления технического состояния изделия авиационной техники по результатам контроля; стратегия восстановления по состоянию: стратегия восстановления, при которой работы по поддержанию и (или) восстановлению надежности изделия проводятся по результатам контроля технического состояния через установленные интервалы наработки (времени).

Таблица 2.1

Стратегии восстановления технического состояния	Методы технической эксплуатации		
	До выработки ресурса (срока службы)	До предельно допустимого значения диагностического параметра	До безопасного отказа
Планового восстановления	+	—	—
Внепланового восстановления	—	—	+
Восстановления по состоянию	—	+	—

Связь стратегии восстановления технического состояния с методами технической эксплуатации представлена в табл. 2.1.

Для каждого метода эксплуатации можно выбрать вполне определенные, отличающиеся наибольшей эффективностью стратегии восстановления технического состояния (обозначены знаком +).

2.3. Виды работ по техническому обслуживанию вертолетов

Виды работ, выполняемых на вертолете, изложены в регламенте технического обслуживания конкретного типа вертолета, который разрабатывается в соответствии с [12, 13], и могут различаться в зависимости от назначения, решаемых задач, ресурса, сроков службы агрегатов и систем вертолета, а также в соответствии с техническим заданием и ограничений Разработчика.

Работы ТО, выполняемые в процессе технической эксплуатации вертолета, принято классифицировать по технологическим признакам или по этапам выполнения ТО. Регламентные работы, выполняемые при ТО вертолета, разделены на четыре вида: контроль состояния; заправочно-смазочные работы; работы по очистке и промывке; устранение неисправностей и текущий ремонт.

Каждый вид работ делится на группы и далее — на подгруппы, объединенные общим технологическим признаком или этапом ТО. Указанная классификация хорошо отработана и закодирована, сгруппированы однотипные работы, унифицированы технологические процессы, специализация исполнителей, единство терминологии и принципов организации выполнения и планирования ТО, позволяющие сформулировать потребность выполнения этих работ в процессе технической эксплуатации вертолета и, соответственно, определить требования к приспособленности конструкции вертолета по выполнению тех или иных работ при формировании системы ТО.

Выполнение работ при ТО вертолета необходимо рассматривать с позиций их целевого назначения и воздействия на процессы технической эксплуатации и состояние вертолетов.

Выполнение работ в системе ТО должно обеспечивать поддержание и восстановление летной годности вертолета и подготовку его к использованию по назначению при требуемых уровнях надежности и готовности к полетам.

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

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

Работы *технологического обслуживания* обеспечивают подготовку вертолета 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 вертолета сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях эксплуатации.

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

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

Виды работ разделены на группы по общности технологических признаков и приемов выполнения работ, а группы разделены на подгруппы, конкретизированные к реально выполняемым на вертолете работам ТО. Работы технологического обслуживания не изменяют надежности изделий и вертолета в целом как объекта эксплуатации в системе ТО, а обеспечивают непрерывную реализацию процесса эксплуатации каждого вертолета последовательной сменой этапов эксплуатации. Целевое назначение для использования вертолета по назначению имеют работы технологического обслуживания по заправке, а также работы по подготовке к полету,

связанные с приведением систем и оборудования вертолетов в рабочее состояние, которые выполняются до начала полета (начала руления вертолета) техническим персоналом и экипажем. Все другие группы работ технологического обслуживания характеризуют техническое совершенство вертолета и его приспособленность к реальным условиям эксплуатации.

Большой объем работ по очистке, стоянке и швартовке вертолетов связан с хранением и стоянкой на открытых площадках. Аналогичный вывод следует из большого объема работ при хранении. Работы по подготовке, связанные с обеспечением вертолета внешними источниками энергии, характеризуют автономность его применения и соответственно определяют ограничения на реальные условия эксплуатации.

Работы по контролю технического состояния вертолета, его систем, изделий и оборудования, независимо от применяемых методов и средств контроля, глубины контроля и его достоверности, восстанавливают информацию о состоянии ЛА в момент контроля, т.е. не управляют состоянием вертолета в эксплуатации, а формируют управляющие воздействия на него в системе ТО.

В качестве примера рассмотрим структуру РО вертолета Ка-226 и виды работ, выполняемых в процессе ТО, разработанного в соответствии с [14].

Регламент технического обслуживания является основным эксплуатационным документом, определяющим объекты обслуживания (системы, подсистемы, изделия), перечень, объем и периодичность выполнения на них работ в процессе эксплуатации и при хранении.

РО составляется на вертолет в целом. Объекты ТО, перечень и периодичность выполнения работ устанавливаются для ожидаемых условий эксплуатации вертолета и обеспечивают наземную и безопасную его эксплуатацию.

В РО включаются все выполняемые работы по ТО вертолета, его систем и установленных на нем изделий. Все работы, включенные в РО, являются регламентными работами.

Регламентные работы выполняются в соответствии с установленными технологиями. Технологии выполнения работ оформляются в виде технологических карт, которые являются основным рабочим документом и входят в состав Руководства по технической эксплуатации вертолета и Руководств по технической эксплуатации комплектующих его изделий.

Качество выполнения регламентных работ исполнителями должно контролироваться ответственным лицом эксплуатационного авиапредприятия.

Регламент технического обслуживания включает следующие виды ТО вертолета:

- оперативное техническое обслуживание (ОТО);
- периодическое техническое обслуживание (ПТО);
- техническое обслуживание при хранении (ТОХр);
- специальное техническое обслуживание (Спец. ТО).

Оперативное ТО включает вспомогательные работы и формы ОТО.

На вертолете установлены следующие виды вспомогательных работ:

- работы по обеспечению вылета (ОВ);
- работы по встрече вертолета (ВС);
- работы по обеспечению стоянки (ОС).

Работы по обеспечению вылета вертолета выполняют непосредственно перед каждым вылетом независимо от проведенного ОТО. В работы по обеспечению вылета включены работы по обеспечению первого вылета (ОПВ) после стоянки вертолета более 1 суток.

Работы по встрече вертолета выполняются непосредственно после каждой посадки вертолета.

Работы по обеспечению стоянки выполняют:

- в конце летного дня, при передаче вертолета под охрану;
- при передаче вертолета АТБ для технического обслуживания;
- при перемещении вертолета на другую стоянку.

Работы по осмотру и обслуживанию выполняют по формам А1, А2 и Б.

Работы по форме А₁ выполняют:

- перед каждым полетом (после каждой посадки) вертолета;
- при задержке вылета до 24 ч с обеспечением стоянки;
- при учебно-тренировочных полетах (УТП) или при полетах по заданиям при очередной заправке вертолета топливом, но не реже чем через (2,5...3) ч налета вертолет;
- перед полетом после проведения периодического технического обслуживания.

Работы по форме А₂ выполняют:

- один раз в 3 суток при выполнении хотя бы одного полета в этот период;

- перед полетом после простоя вертолета в течение 1...5 суток, если вертолет не устанавливался на хранение;
- перед полетом после проведения Спец. ТО или через 15 суток после хранения вертолета без консервации основных двигателей;
- в конце летного дня (или перед первым полетом) при учебно-тренировочных полетах и спецприменении вертолета.

Работы по форме Б выполняют:

- один раз в (20 ± 2) дней регулярной эксплуатации (при выполнении хотя бы одного полета в сутки) или после 50...100 посадок при УТП. Указанный срок может быть увеличен на количество нелетных дней, но не должен превышать (20 ± 5) дней;
- через (50_{-5}^{+10}) часов налета вертолета, приурочивая их, по возможности, к проведению работ по календарному сроку;
- перед полетом после хранения.

Подготовку вертолета к применению (использованию) по назначению обеспечивают последовательным выполнением вспомогательных работ по форме ОТО.

Периодическое техническое обслуживание состоит из работ, выполняемых на планере, системах и оборудовании вертолета с определенной периодичностью по налету или по календарному сроку эксплуатации.

ПТО на двигателях (двигатели компании двигатели Аллисон, производства США) выполняется только по их наработке в часах.

Работы при проведении ПТО на планере, системах и оборудовании вертолета формируются из работ, состоящих из базовой формы ТО, выполняемой через (500 ± 50) ч налета или (12 ± 1) месяцев эксплуатации вертолета, и дополнительных форм, выполняемых через (1000 ± 50) , (1500 ± 50) , (2000 ± 50) и более часов налета вертолета, а также по календарному сроку, выполняемых через (24 ± 1) , (48 ± 1) и более месяцев эксплуатации.

ПРИМЕЧАНИЕ. Допускается поэтапное выполнение ПТО методами равной трудоемкости или равной продолжительности (поэтапное обслуживание) при условии сохранения заданной периодичности выполнения каждой работы.

Работы при проведении ПТО на двигателях формируются из базовой формы, выполняемой при (100 ± 5) -часовом осмотре, и до-

полнительных форм, выполняемых при (200 ± 10) и (300 ± 15) -часовых осмотрах.

На двигателях предусмотрены также (600 ± 15) , (1500 ± 15) и (1750 ± 15) -часовые осмотры, выполняемые одновременно или независимо от основных форм ТО.

ПТО на планере, системах и оборудовании выполняют по календарному сроку, если за соответствующий период вертолет не налетал 50% количества часов, необходимых для выполнения ПТО по налету.

При переводе вертолета, ранее обслуживаемого по налету, на обслуживание по календарному сроку отсчет календарных периодов ведут от последней выполненной по налету формы ПТО и начинают с выполнения по календарному сроку формы ПТО, следующей за последней по налету формой ПТО. При возобновлении интенсивной эксплуатации обратный переход на ПТО по налету осуществляют при налете вертолета, соответствующем ближайшей по налету форме ПТО.

В целях обеспечения надежности работы вертолета решением начальника АТБ (руководителя ИАС отряда) может выполняться внеочередное ПТО на вертолете, двигателях и оборудовании при:

- длительных перерывах в полетах;
- интенсивной работе отдельных систем и агрегатов, обусловленной выполнением специальных заданий (увеличенное количество посадок, циклов и т.п.);
- подготовке вертолета к выполнению специальных заданий.

ТО при хранении (ТОХр) выполняют в случае, если вертолет по каким-либо причинам не летает. Работы, выполняемые на планере, системах и оборудовании вертолета, проводят через каждые (30 ± 3) , (90 ± 10) , (180 ± 20) и (360 ± 20) дней.

Работы, выполняемые на двигателях, проводят через каждые 30 или 180 дней, а работы, выполняемые на редукторе, — через каждые (10 ± 2) , (20 ± 5) и (180 ± 5) дней.

Специальное техническое обслуживание выполняют:

- после особых случаев эксплуатации (грубая посадка, полет в интенсивной турбулентности, превышение эксплуатационных перегрузок, штормовые условия на земле, попадание в грозу и т.п.);
- при изменении условий эксплуатации в весенне-летнюю (ВЛН) и осенне-зимнюю (ОЗН) навигацию.

Переход осуществляют при повышении (понижении) температуры наружного воздуха выше (ниже) $+5^{\circ}\text{C}$.

Технические требования по выполнению регламентных работ

При выполнении каждого вида ТО вертолета должны быть устранены отказы и неисправности, выявленные в полете и обнаруженные при ТО, с которыми не допускается дальнейшая эксплуатация вертолета.

При выполнении формы Б ОТО и всех форм ПТО должна проводиться проверка наработки двигателей, масел и всех агрегатов, имеющих ограниченный ресурс (срок службы) менее ресурса (срока службы) вертолета, с целью их своевременной замены.

При замене двигателей (двигателя) на вертолете должны выполняться работы, связанные непосредственно с заменой двигателей (двигателя), и работы, которые требуется выполнить по наработке планера.

Последующие подготовки планера, систем и оборудования вертолета к применению после замены двигателей (двигателя) выполняются по налету вертолета, а подготовки двигателей (двигателя) — по их наработке.

При выполнении работ, связанных с регулировкой или заменой агрегатов в системах управления вертолетом и двигателями, выполняются проверки на соответствие положения управляемого элемента положению командного органа и проверка действия органов управления вертолетом до крайних положений с обоих мест пилотов (если установлено второе управление).

После демонтажа-монтажа агрегатов и фильтров топливных, масляных, гидравлических и других систем, работающих под давлением, проверяют герметичность систем.

После демонтажа-монтажа агрегатов и оборудования всех функциональных систем выполняют проверку вновь установленного агрегата и проверку функционирования данной системы (подсистемы), а также систем, взаимосвязанных с той, в которой установлен агрегат.

Все работы на вертолете, его изделиях и оборудовании должны выполняться с использованием исправного маркированного инструмента, СНО и НСК, предусмотренными технологическими

картами, инструкциями и бюллетенями, действующими для данного типа вертолета.

Вертолет, на котором не проводятся работы по ТО, должен быть закрыт, зачехлен, обесточен и заземлен стационарными устройствами. Входные двери и люки вертолета должны быть закрыты на замки и, при необходимости, опечатаны.

Общие требования по организации и проведению контроля качества выполнения регламентных работ

Качественное выполнение в полном объеме регламентных работ должно обеспечивать поддержание заданного уровня надежности и готовности вертолета.

ТО вертолета должно проводиться инженерно-техническим составом, имеющим допуск к обслуживанию вертолетов данного типа и несущим ответственность за полноту и качество выполняемых работ.

Каждая регламентная работа должна выполняться в полном объеме и последовательности технологических операций, установленной технологической картой. Ответственность за качество выполнения работ возлагается единолично на исполнителя.

Указанные требования об ответственности распространяются на все виды работ, в том числе и не предусмотренные регламентом. Объем и технология выполнения дополнительных к регламенту работ определяются документом, на основании которого они выполняются.

Качество выполнения работы (операции) оценивается степенью соблюдения требований технологии выполнения работы (операции).

Выполнение работы подтверждается подписью исполнителя в соответствующем учетном документе.

Связь РО с другой эксплуатационной документацией вертолета

Цифровая нумерация объектов обслуживания совпадает с нумерацией разделов РЭ вертолета, двигателей и изделий.

Цифровая нумерация пунктов РО сквозная в пределах раздела. Под пунктом регламента указана технологическая карта (№,

страница, буквенное обозначение) в РЭ, по которой выполняется работа или указана инструкция по эксплуатации (ИЭ) комплектуемого изделия и номер технологической карты из нее.

(Например: 029.20.00 № 205, 02.10.00а, КЦ1.030.036 ИЭ т.к. № 3).

Последовательность расположения пунктов РО в разделах не означает последовательность выполнения работ. Технологическая последовательность выполнения работ определяется технологическими графиками подготовки единичного вертолета при ОТО.

Если объемы и периодичность выполнения работ, указанных в настоящем РО, не соответствуют объемам и периодичности работ, приведенных в паспортах, формулярах и ИЭ комплектующих изделий, необходимо руководствоваться настоящим РО.

Изменения и дополнения в настоящем РО вносятся бюллетенями, введенными в действие ФС ВТ МТ РФ.

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой СТО вертолета, и каким документом она регламентируется?

2. Назовите основной принцип формирования СТО вертолетов ГА.

3. Назовите принципы повышения надежности ТЭ вертолета. Охарактеризуйте принцип “безопасного ресурса”.

4. Назовите принципы повышения надежности ТЭ вертолета. Охарактеризуйте принцип “безопасной повреждаемости”.

5. Что должна обеспечивать СТО?

6. В каком документе изложена программа ТО вертолетов?

7. Что представляет собой программа ТОиР?

8. Кто является ответственным исполнителем программы ТОиР?

9. Назовите порядок разработки программы ТОиР по этапам разработки, испытаний и эксплуатации.

10. Перечислите разделы программы ТОиР.

11. Кто является держателем подлинника программы ТОиР?

12. Дайте определение ТО вертолета. Что является целью ТО вертолета?

13. Назовите и охарактеризуйте стратегии ТО вертолета.

14. Покажите связь стратегий ТО со стратегиями эксплуатации.

15. Перечислите виды работ, выполняемых на вертолете, в зависимости от его целевого назначения и технического состояния.

16. Назовите основной документ, определяющий объекты обслуживания, перечень, объем и периодичность выполнения на них работ в процессе эксплуатации и при хранении вертолета.

17. На основании какого документа разрабатывается регламент технического обслуживания вертолета?

18. Перечислите работы, выполняемые по форме А₁.

19. Перечислите работы, выполняемые по форме А₂.

20. Перечислите работы, выполняемые по форме В.

Глава 3.

КОНСТРУКТОРСКИЕ РЕШЕНИЯ, ПОВЫШАЮЩИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННУЮ ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ ВЕРТОЛЕТА

Конструкторские решения, повышающие эксплуатационную технологичность вертолета, определяются совокупностью таких свойств, которые позволяют снизить затраты средств и времени на техническое обслуживание и ремонт в процессе эксплуатации при высоком качестве работ, наименьших производственных циклах. Эксплуатационная технологичность конструкции определяется качественными показателями ЭТ, а именно доступностью к узлам и агрегатам, их взаимозаменяемостью, простотой установки и демонтажа, преемственностью испытательного наземного оборудования, возможностью автоматизированного контроля функционального назначения агрегатов и систем и др. В то же время эффективность эксплуатации любого вертолета в значительной степени определяется содержанием и качеством технологических процессов сборки, монтажа и испытаний, т.е. производственной технологичностью.

3.1. Решение задач технологичности на различных стадиях проектирования и изготовления

Работы по технологичности проводятся на всех стадиях проектирования вертолета [26].

Наибольшее значение в обеспечении высокой технологичности имеют этапы первоначальной работы над конструкцией изделий:

техническое предложение, эскизный проект, когда решаются принципиальные вопросы выбора конструктивной схемы, конструктивно-технологического членения, проводятся проектировочные расчеты, ведутся сравнительные анализы существующих конструкций.

На этапе разработки технического задания прорабатывают новейшие достижения в области конструирования и технологии и устанавливают возможность их использования в проектируемом изделии, анализируют данные о технологичности аналогичных конструкций, сравнивают задаваемые изделию технические характеристики с соответствующими характеристиками аналогов, определяют состав и значения базовых показателей, которые необходимо реализовать при проектировании вертолета.

На этапе разработки технического предложения имеют несколько вариантов принципиальных схем проектируемого изделия, проводят сравнительный анализ технологичности с позиций осуществления рационального членения, возможности расширения использования унифицированных и стандартизованных деталей, узлов и агрегатов, применения типовых технологических процессов и средств их обеспечения, возможности ограничения номенклатуры материалов.

На стадии эскизного проекта разрабатывают директивные технологические материалы, в которых приведены: подробно разработанная схема конструктивно-технологического и эксплуатационного членения, обоснование выбора материалов, схема базирования основных элементов конструкции и последовательность их установки при сборке, директивные технологические процессы на новые виды обработки и сборки, укрупненная схема сборки и т.д. Приведенные в ДТМ требования к конструкции изделия являются основополагающими при разработке технического проекта.

Технический проект содержит окончательные решения по конструкции вертолета. При этом выполняется количественная оценка технологичности по большому количеству основных и вспомогательных показателей, ведутся тщательный технологический контроль и корректировка разработанного при эскизном проектировании чертежа общего вида вертолета, подробно разработанной компоновки, а также сборочных чертежей агрегатов и узлов, после чего выполняется разработка рабочей конструкторской документации.

На этапе разработки конструкторской документации узлов и деталей вопросам технологичности уделяется первостепенное вни-

мание, ибо им необходимо придать такие геометрические параметры, выполнение которых не встретит затруднений в производстве и эксплуатации. Если учесть, что количество деталей у широкофюзеляжных самолетов большого тоннажа доходит до 120 тысяч, то выполнить для каждой из них требования технологичности очень непросто. Необходима оценка по трудоемкости изготовления, коэффициенту использования материала, себестоимости и т.д. При анализе технологичности различных вариантов конструкции могут использоваться два метода:

а) в качестве критерия оптимизации используют один, наиболее важный для данных условий, показатель технологичности. Предпочтение отдают варианту с наилучшими значениями этого показателя при условии, что остальные не выходят за установленные пределы;

б) технологичность оценивают по комплексному показателю K , который учитывает ряд дополнительных $k_1, k_2, \dots, k_n$ и их различную значимость η_1, η_2 и т.д. в составе комплексного показателя $K = k_1\eta_1 + k_2\eta_2 + \dots + k_n\eta_n$, (1.3) где $\eta_1, \eta_2, \eta_n, \dots, 1, 2$ — коэффициенты удельного влияния (доли значимости) дополнительных показателей $\eta_1 + \eta_2 + \eta_3 + \dots + \eta_n = 1, 0$. Создание нового вертолета ведется на основе широких теоретических и экспериментальных исследований, сопровождается отработкой его форм в аэродинамических лабораториях, работоспособности новых приборов, систем, аппаратуры в технически хорошо оснащенных лабораториях. Причем опытные конструкторские бюро обслуживаются рядом отраслевых научно-исследовательских институтов. Решением вопросов технологичности занимается “Национальный институт авиационных технологий (НИАТ)”. Отработка конструкции на технологичность [7, 8] ведется не только при проектировании вертолета, но и при изготовлении его опытных образцов и первых серий, даже в процессе освоения серийного производства. Только в результате выполнения этих работ обеспечивается требуемый уровень технологичности конструкции.

Исходя из определения ЭТ, конструкторские решения при проектировании вертолета должны быть направлены на обеспечение как можно большей приспособленности конструкции вертолета к ТОиР. Для этого необходимо минимизировать количественные и качественные показатели ЭТ.

Это достигается за счет достаточно большой долговечности агрегатов и их высокой надежности при отсутствии ТО, правильно выбранной стратегии ТОиР и стратегии эксплуатации, применения встроенных и наземных систем автоматизированного контроля исправности вертолета, за счет высокого профессионализма авиационного персонала, а также рационального планирования работ по ТОиР в соответствии с программой ТОиР вертолета.

Конструкторские решения, направленные на повышение эксплуатационной технологичности вертолета при выполнении оперативных форм технического обслуживания, должны предусматривать: сокращение времени подготовки вертолета к полету (предполетной, рейсовой и послеполетной) за счет четкой организации работ, применение централизованной заправки вертолета топливом и специальными жидкостями, наличие механизированных наземных средств обслуживания и т.д.

Конструкторские решения, направленные на повышение эксплуатационной технологичности вертолета при выполнении периодических форм технического обслуживания (ПТО), должны предусматривать: широкое внедрение стратегии ТО по состоянию, разработку регламента обслуживания в календарном исчислении (через 12, 24, 48 месяцев), широкое внедрение встроенных и наземных автоматизированных средств контроля, разработку бесшарнирных втулок крепления лопастей. Необходимо добиваться таких ресурсов агрегатов и комплектующих изделий, чтобы они совпадали с межремонтным ресурсом вертолета. Применение изделий из композиционных материалов (лопасти несущих и рулевых винтов, килевые балки, стабилизаторы, киль-шайбы, капоты двигателей и др.) позволило повысить ЭТ.

Встроенная система автоматизированного контроля (САК) исправности вертолета обеспечивает существенное повышение ЭТ вертолета за счет сокращения трудоемкости плановых проверок систем и значительного сокращения времени поиска отказавшего элемента в сложных системах. Чем меньше неисправностей будет в процессе эксплуатации вертолета, тем меньше трудозатраты на внеплановые работы. Если устранение неисправности совпадает по времени с ПТО, суммарная трудоемкость ТО сокращается. Это связано с тем, что многие агрегаты снимаются для проверки на стендах, что может улучшить доступ к отказавшему блоку или системе.

При проектировании вертолета должны быть учтены условия, обеспечивающие повышенную усталостную прочность конструкции, что улучшает ЭТ:

- при образовании трещин их распространение должно быть настолько медленным, чтобы статическая прочность и жесткость конструкции вплоть до момента визуального обнаружения трещины были достаточны для безопасной эксплуатации вертолета в соответствии с требованиями РЭ;
- развитие трещин должно быть локализовано силовым набором;
- должны быть обеспечены условия осмотра силовых элементов конструкции, особенно в местах концентрации напряжений и вероятных зонах возникновения трещин.

В пределах установленных ресурсов и сроков службы должно быть исключено возникновение трещин в элементах конструкции, не доступных для осмотра в эксплуатации.

При эскизном проектировании для повышения ЭТ конструктор в конструкции планера должен предусмотреть:

а) подходы к силовым элементам, разъемам, магистралям, трансмиссиям и другим объектам для обеспечения контроля их состояния без демонтажа и разборки;

б) подходы для контроля состояния и выполнения профилактических и восстановительных работ на следующих узлах и агрегатах планера:

- разъемы стабилизатора и вертикального оперения с рулем направления;
- узлы навески шасси и двигателей;
- подшипниковые узлы различных кинематических систем, устройств и трансмиссий;
- узлы навески рулей направления на киль-шайбах;
- внутренние поверхности герметизированных жидкостно-газовых емкостей и отсеков планера;
- прочие узлы, агрегаты и детали, требующие обязательного контроля;

в) возможность легкого демонтажа панелей, обтекателей, капотов, крышек люков [18] и крепежных деталей многократного использования. Крепежные детали должны применяться только в соответствии с требованиями действующих стандартов. При этом каждый люк, панель или зализ должны крепиться не более чем двумя типоразмерами крепежных деталей;

г) обозначенные места для установки переносных подъемных устройств в районах монтажа крупногабаритных узлов и агрегатов массой более 30 кг;

д) обозначенные такелажные узлы или места на деталях и агрегатах массой более 30 кг. При невозможности демонтажа узла или агрегата в вертикальном направлении в конструкции вертолета должны быть предусмотрены съемные или встроенные направляющие поверхности (рельсы, уголки и т.п.);

е) обозначенные места для крепления съемных страховочных ремней, фал, поручней и т. п. на агрегатах планера, расположенных выше 2 м над землей;

ж) дополнительные противокоррозионные покрытия в местах возможного скопления влаги (нижние внутренние поверхности, отсеки, ниши и т. п.) и на узлах и деталях из магниевых сплавов.

Детали планера, предназначенные для защиты от повреждений других деталей и агрегатов (кожухи, экраны, дефлекторы и т. п.), и детали, легко повреждаемые в эксплуатации, должны выполняться легкоъемными.

Ко всем узлам крепления двигателей, главного, промежуточного и хвостового редукторов, коробки приводов, стабилизатора, а также к их стыковым соединениям, требующим технического обслуживания, должен быть обеспечен свободный доступ с необходимым инструментом.

Конструкция и расположение сливных и заправочных устройств должны исключать возможность попадания брызгогрессивных жидкостей на обслуживающий персонал, агрегаты электро- и радиооборудования, конструкцию вертолета при выполнении операций заправки и слива, а также предотвращать разлив жидкостей на бетон (грунт).

Соединения жидкостных трубопроводов в местах, которые подвергаются разъему при выполнении регламентных работ, должны снабжаться быстродействующими, запирающимися клапанами, не допускающими утечек жидкости. Места разъемов должны быть окрашены в красный цвет.

Приемные устройства систем, предназначенные для заправки техническими жидкостями и газами и для подключения наземных агрегатов, должны быть унифицированы и стандартизированы для всех типов вертолетов и позволять вне зависимости от типа вертолета производить зарядку, заправку, испытание и регулиров-

ку систем с помощью рекомендованных перечнем РО средств ТО для данного типа вертолета.

Размещение этих приемных устройств на планере должно позволять одновременную работу у вертолета комплекса средств аэродромно-технического обеспечения и наземного оборудования в соответствии с принятыми технологическими графиками ТО.

Замена топливных насосов, кроме установленных в баках, датчиков топливомера и фильтрующих элементов должна производиться без предварительного слива топлива из баков и без необходимости проникновения внутрь баков. Замена насосов должна производиться без демонтажа деталей со снимаемого агрегата на вновь устанавливаемый. Утечки жидкости из системы при замене насосов должны быть сведены к минимуму. Регулировочные работы по замене агрегатов должны быть исключены.

Топливная система должна обеспечивать полный слив отстоя из системы через сливные точки и систему централизованного слива отстоя без применения стремянок и открытия капотов.

Все заправочные и сливные устройства систем должны быть выполнены в виде самозапирающихся клапанов, исключающих потери жидкости и образование воздушных пробок.

Сливные устройства должны обеспечивать по возможности полный слив жидкости из баков и систем вертолета, а также централизованный слив из одной точки.

Должна быть обеспечена возможность заправки вертолета топливом и слив топлива из него при включенной бортовой электросети и работающих бортовых потребителей электроэнергии.

В процессе заполнения топливных баков до нормальной и максимальной заправок должны быть обеспечены простое и удобное управление заправкой и надежный контроль заправляемого количества топлива днем и ночью с помощью встроенных бортовых средств контроля.

Агрегаты жидкостно-газовых систем должны устанавливаться в легкодоступных местах с надежным и быстроразъемным креплением.

В местах жидкостных систем, где возможно скопление воздуха при замене жидкостей, должны быть предусмотрены пробки для его стравливания.

Агрегаты различных систем должны создаваться с учетом следующих требований:

- простые агрегаты типа кранов, клапанов, дросселей и т. п. должны быть унифицированы для всех типов вертолетов и применяться только в соответствии с действующими стандартами;
- сложные многоузловые агрегаты типа распределителей, насосов и т. п. в большинстве своем должны создаваться из унифицированных и стандартизованных узлов и деталей;
- конструктивные мероприятия и точность изготовления деталей и агрегатов должны обеспечивать полную внекомплектную взаимозаменяемость однотипных деталей.

Фильтры и отстойники гидравлической (пневматической) системы (линейные и сливные) должны быть легкоъемными и поддаваться быстрой очистке. Утечка жидкости (газа) из системы при снятии фильтров и отстойников должна быть исключена.

Съемка фильтров и отстойников для их очистки должна быть удобной, занимать немного времени и осуществляться без демонтажа других элементов системы и слива жидкости или выпуска газа из системы.

Бортовые штуцеры гидравлических систем для подключения средств технического обслуживания должны быть самозапирающимися, исключающими потерю жидкости и образование воздушных пробок при подключении и отключении наземных средств, а также унифицированными для различных вертолетов. Геометрические размеры штуцеров должны исключать случаи перепутывания систем.

В конструкции должны быть предусмотрены удобные подходы:

- к жестким тягам управления на всем протяжении от командных до исполнительных агрегатов (замена любой из тяг должна осуществляться без демонтажа других, рядом расположенных);
- к тросам управления рулевым винтом, тормозом несущего винта по всей длине проводки управления;
- к узлам крепления качалок, направляющих обойм, роликов тросовой проводки управления.

Необходимо предусмотреть конструктивные мероприятия, имеющие целью:

- обеспечение возможности разворота тяг управления в направляющих обоймах для перехода роликов на неизношенные беговые дорожки;

- обеспечение возможности замены направляющих роликов в обоймах без демонтажа тяг управления и самих обойм;
- обеспечение возможности балансировки рулей направления без нарушения целостности их обшивки;
- исключение возможности заклинивания участков трансмиссии управления при попадании посторонних предметов.

Количество регулировочных точек систем управления должно быть минимальным. Эти точки необходимо располагать в районах командных или исполнительных агрегатов системы с обеспечением хороших подходов к ним.

Жесткие тяги управления должны применяться только в соответствии с действующими стандартами. Число типоразмеров тяг должно быть минимальным.

Все детали системы управления (тяги, кронштейны, качалки, ролики и др.) должны быть полностью взаимозаменяемы с деталями I и II категорий.

Конструкция подшипников и их установка на агрегатах и деталях управления должны обеспечивать:

- исключение выработки тяг управления по беговым дорожкам направляющих роликов и люнетам;
- возможность промывки, контроля состояния и замены смазки подшипников без демонтажа узлов и деталей, в которых они установлены, и без выпрессовывания их из этих деталей;
- возможность многократной замены подшипников в узлах установки.

Гидроусилители должны устанавливаться в отсеках мотогонодолы, в которых смежные элементы конструкции (тяги, тросы, теплозвукоизоляция и др.) по своему расположению не ограничивали бы доступ к узлам их крепления.

Системы продольно-поперечного и путевого управления, управления общим шагом управляемый стабилизатором должны иметь специальные приспособления для регулировки кинематики системы (тендеры, регулируемые наконечники и т. п.).

В конструкциях агрегатов и узлов взлетно-посадочных устройств должны быть предусмотрены:

- возможности оценки технического состояния и посадок в шарнирных сочленениях (люфтов, зазоров и т.п.) макси-

мального числа силовых элементов устройств без их разборки и демонтажа;

- возможности удобного непростого контроля технического состояния методами дефектоскопии и технической диагностики всех силовых деталей шасси в разобранном состоянии;
- подходы для замены агрегатов и деталей устройств без нарушения целостности планера или других агрегатов;
- замена защитных кожухов и чехлов на различных подвижных сочленениях без расстыковки самих сочленений.

Колеса шасси, пневматики, тормозные устройства, подшипники и втулки колес должны быть съемными. Распорные втулки колес должны быть взаимозаменяемыми без регулировки.

К замкам убранного и выпущенного положений шасси и створкам шасси должен быть обеспечен удобный доступ для их регулировки, смазки, замены и контроля.

Цилиндры уборки и выпуска шасси должны быть съемными. К болтам крепления цилиндров должен быть обеспечен удобный доступ с необходимым инструментом без предварительного снятия других деталей.

Клапаны для зарядки амортизаторов стоек и стабилизирующих амортизаторов жидкостью и газами должны располагаться в местах, обеспечивающих свободное подсоединение к ним средств зарядки без подъема вертолета на подъемники.

Конструктивное выполнение сочленений, их контрольных элементов должно быть простым по устройству и гарантировать безотказную работу.

Автоматизированные системы проверки, контроля и диагностики должны обслуживать бортовые системы вертолета, а именно: топливную, масляную, воздушную, гидравлическую, пневматическую, кондиционирования, управления, энергоснабжения и т.д., а также основные двигатели, ВСУ и их агрегаты; несущий винт и его узлы; пилотажно-навигационные приборы и др.

Требования к подключаемой части наземного оборудования должны прорабатываться по мере поступления информации об особенностях конструкции вертолета.

3.2. Конструкторские решения, повышающие эксплуатационную технологичность за счет применяемых средств наземного обслуживания

Особое внимание конструктор должен уделять вопросам удобства при обслуживании, контроля текущего состояния, снятия и замены всей аппаратуры. Следует избегать таких конструктивных решений, которые бы сделали невозможным или сильно затруднили доступ к аппаратуре. Более того, конструктор должен учитывать возможность членения вертолета на отдельные узлы в целях транспортировки, буксировки и выполнения ТО и выполнения монтажных и демонтажных работ в полевых условиях.

Наиболее предпочтительными видами закрепления периодически снимаемых узлов и агрегатов являются быстросъемные крепления соответствующего типа, а не болтовые или винтовые соединения, если иное не оговорено ограничениями и требованиями массы, целостности конструкции и прочностными характеристиками. Зазор между инструментом и взаимодействующим элементом должен обеспечивать монтаж, демонтаж проводки, гаечных (болтовых) соединений и других типов креплений. В недоступных местах, где использование инструмента затруднено, а также в силу температурных и иных факторов крепления типа самоблокирующиеся шайбы и самоконтрящиеся гайки должны быть пригодны для поворота гаечным ключом, подводимым всегда с одного направления.

Для типов аппаратуры, подвергаемой предполетному осмотру и обслуживанию, должна обеспечиваться доступность для большинства типов комплекций личного состава. Аналогичным образом должна обеспечиваться доступность ко всем элементам при проведении стандартного обслуживания. К числу таких элементов относятся: заливные и дренажные отверстия, фильтры, клапаны, коммутаторы и иные элементы, подлежащие замене в полевых условиях.

Для обслуживания двигателей и замены их агрегатов следует предусмотреть крупные технологические люки и достаточную свободу маневра. Конструктор также должен предусмотреть возможность быстрого съема (установки) двигателей, трансмиссий, несущих винтов и рулевых винтов.

С точки зрения большей практичности конструкция вертолета должна обеспечивать проведение полной предполетной подготовки

без лестниц или стремянок. Встроенные ступеньки и стойки с противоскользким покрытием должны обеспечивать удобство обслуживания. Дополнительные системы должны иметь удобный и быстрый доступ, обеспечивающий их обслуживание без наземного специального оборудования, желательно с высоты человеческого роста.

Следует избегать расположения блоков, которые при снятии (замене) потребовали бы наличия специального инструмента. Если возникла необходимость размещения одного блока за другим, то блок с большим ресурсом следует располагать дальше. Размещение блоков не следует выполнять за или под элементами силовой конструкции, которые могут быть легко повреждены или задеты, за исключением тех случаев, когда расположение блоков в указанных местах вызвано требованиями их защиты и целесообразностью их расположения, продиктованной удобством при осмотре, ремонте или их демонтаже. Оборудование должно быть изолировано от источников жидкостей или грязи.

Конструктор должен предусмотреть точки подключения контрольно-проверочной аппаратуры при поиске неисправностей. Бортовые системы и оборудование должны иметь точки подключения КПА. Отдельные узлы могут проектироваться с таким расчетом, чтобы обеспечить восстановление работоспособности путем замены определенного количества элементов из соответствующего ремонтного комплекта.

Контрольные вопросы

1. Какие задачи ЭТ вертолета решаются на этапе разработки технического задания?
2. Какие задачи ЭТ вертолета решаются на этапе разработки технического предложения?
3. Какие задачи ЭТ вертолета решаются на стадии эскизного проекта?
4. Какие задачи ЭТ вертолета решаются на стадии технического проекта?
5. На что должны быть направлены конструкторские решения при выполнении ОТО?
6. На что должны быть направлены конструкторские решения при выполнении ПТО?
7. Перечислите условия, обеспечивающие повышенную живучесть конструкции в отношении усталостной прочности.

8. Что должен предусмотреть конструктор в конструкции планера при эскизном проектировании для повышения ЭТ ?

9. Какими требованиями должен руководствоваться конструктор при проектировании систем топливной системы и ее агрегатов?

10. С учетом каких требований должны создаваться агрегаты различных систем вертолета?

11. Что должен предусмотреть конструктор в конструкциях агрегатов и узлов взлетно-посадочных устройств?

12. Для каких систем вертолета должны быть разработаны НАСК ?

Глава 4.

СРЕДСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ВЕРТОЛЕТА. ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ВЕРТОЛЕТА

4.1. Классификация средств технического обслуживания

По назначению средства технического обслуживания (СТО) классифицируются на следующие группы:

- средства наземного обслуживания общего применения (СНО ОП);
- средства наземного обслуживания специального применения (СНО СП);
- средства контроля;
- инструмент;
- средства ремонта.

По условиям применения СТО могут использоваться при техническом обслуживании вертолетов, находящихся на аэродромах, кораблях и на плаву.

По конструктивному исполнению СТО могут быть:

- передвижными (на шасси автомобилей, прицепах, тележках и плавсредствах);
- переносными;
- стационарными.

По унификации СТО могут быть стандартными, унифицированными, заимствованными и оригинальными.

СТО вертолетов корабельного базирования должны классифицироваться так же, как и наземного базирования, но в исполнении, пригодном для размещения и применения на корабле (плавсредстве, морской платформе).

По назначению СНО ОП классифицируются на следующие подгруппы:

- средства заправки топливом;
- средства заправки маслами и специальными жидкостями;
- средства заправки газами;
- средства энергоснабжения;
- теплотехнические средства;
- средства наддува;
- средства буксировки;
- монтажно-подъемные средства;
- средства очистки и специальной обработки;
- средства консервации;
- средства сервисного обслуживания.

Состав подгрупп СНО ОП приведен в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Наименование подгруппы	Состав подгруппы
Средства заправки топливом	Автотопливозаправщики, насосные станции заправки, агрегаты заправки, комплекты групповой заправки топливом, прицеп-цистерны
Средства заправки маслами, специальными жидкостями и водой	Маслозаправщики, заправщики специальными жидкостями, водозаправщики, водоспиртозаправщики, универсальные заправщики жидкостями и газами, малогабаритные средства заправки топливом, маслом и спецжидкостями для оперативного комплекса, мобильного комплекса и аэромобильного комплекса
Средства заправки газами	Унифицированные газозаправочные станции, автомобильные кислородозаправочные станции, воздухозаправщики, азотозаправщики, резервуары (цистерны) для сжиженных газов, автомобильные углекислотозаправочные станции, малогабаритные средства заправки газами для оперативного комплекса, мобильного комплекса и аэромобильного комплекса

Наименование подгруппы	Состав подгруппы
Средства энергоснабжения	Электрические аэродромные установки (электроустановки), аэродромные подвижные электроагрегаты, преобразователи электрической энергии, гидравлические установки (гидроустановки), электрогидроустановки, установки воздушного запуска, установки подачи приводного топлива, малогабаритные электроагрегаты для оперативного комплекса, мобильного комплекса и аэромобильного комплекса
Теплотехнические средства	Аэродромные кондиционеры, аэродромные подогреватели, вентиляторные установки, кондиционеры летного состава, жидкостные установки термостатирования
Средства наддува	Компрессоры, аэродромные опрессовщики кабин
Средства буксировки	Специальные тягачи и автомобили
Монтажноподъемные средства	Подъемные краны; погрузчики; самопогрузчики; площадки обслуживания; аэродромные подъемные площадки (подъемные площадки); коленчатые, ножничные и телескопические подъемники; самоходные податчики грузов; транспортировочные тележки
Средства очистки и специальной обработки	Аэродромные моечные машины (моечные машины), машины и установки для противообледенительной обработки, тепловые машины, аэродромные ассенизационные машины (ассенизационные машины), машины для проведения дегазации и дезактивации, пылесосы
Средства консервации	Автоматизированный комплекс хранения, установки консервации двигателей
Средства сервисного обслуживания	Пассажирские трапы, автолифты, амбулифты, ленточные погрузчики (транспортёры), погрузчики поддонов и контейнеров, автотранспортёры-контейнеровозы, автоконвейеры, прицепные и самоходные грузовые тележки, тягачи для буксировки грузовых тележек

По назначению СНО СП классифицируются на следующие подгруппы:

- средства удержания и швартовки, приспособления буксировочные;
- подъемные средства;
- средства доступа;
- монтажно-демонтажные средства;
- средства обслуживания систем и агрегатов;
- средства обслуживания специальных систем;
- средства защиты самолета (вертолета) на стоянке;
- средства по технике безопасности;
- вспомогательные средства.

Состав подгрупп СНО СП приведен в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Наименование подгруппы	Состав подгруппы
Средства удержания и швартовки, приспособления буксировочные	Буксировочные водила; ручные водила; буксировочные тросы (фалы); упорные, накатные и стояночные колодки; швартовочные тросы, тандеры, крюки и растяжки; средства для удержания при опробовании двигателей; устройства для швартовки лопастей; устройства для фиксации шасси
Подъемные средства	Гидроподъемники, гидродомкраты (домкраты), страховочные подставки, несамоходные краны
Средства доступа	Стремянки, лестницы, помосты, трапы, настилы
Монтажно-демонтажные средства	Траверсы, стропы, съёмники, монтажные тележки, тележки-манипуляторы, монтажные и транспортировочные тележки, съёмное оборудование к тележкам, приспособления и подъемники для монтажа (демонтажа) агрегатов
Средства обслуживания систем и агрегатов	Приспособления для нивелировки и взвешивания, проверки исправности, слива и заправки жидкостей, промывки и консервации систем, заправки и стравливания газов, измерения давления и проверки герметичности,

Наименование подгруппы	Состав подгруппы
	измерения углов отклонения механизации крыла и оперения, измерения люфтов; переходники и разъемы; регулировочные устройства и фиксаторы; пробоотборники, прессы и приспособления для запрессовки тормозных парашютов, кабели аэродромные, имитаторы конусов заправщиков
Средства обслуживания специальных систем	Устройства для подвески, тележки, погрузчики, приспособления для холодной пристрелки, бункеры для сбора гильз, съемное оборудование к тележкам, пояса и хомуты для специальных грузов
Средства защиты самолета (вертолета) на стоянке	Чехлы, заглушки, маты, коврики, палатки, тенты, приспособления для заземления
Средства по технике безопасности	Устройства для защиты двигателей при их опробовании от попадания посторонних предметов; устройства для защиты воздухозаборников при работающих двигателях; фиксаторы, струбцины и предохранители (чеки) для фонарей, кресел, органов управления и элементов шасси; страховочные приспособления; защитные экраны и ограждения; рукава для отвода выхлопных газов перевозимой автомобильной техники
Вспомогательные средства	Противни, ведра, воронки, кружки, фонари и переносные лампы, контейнеры для средств наземного обслуживания мобильных и аэромобильных комплексов и комплекта запасных частей, инструмента и приспособлений, чемоданы (папки) для документации

По назначению средства контроля классифицируются на следующие подгруппы:

- бортовые средства контроля;
- наземно-бортовые средства контроля;
- наземные средства контроля.

Состав подгрупп средств контроля приведен в табл. 4.3.

Таблица 4.3

Наименование подгруппы	Состав подгруппы
Бортовые средства контроля (БСК)	Бортовые автоматизированные средства контроля Встроенные средства контроля Оборудование БСК: первичные преобразователи (датчики), согласующие устройства, бортовые вычислители, устройства отображения информации и документирования, оповещающая аппаратура и др.
Наземно-бортовые средства контроля (НБСК)	Бортовые устройства регистрации (БУР) параметрической, звуковой и видеоинформации. В том числе оборудование бортовой части НБСК: первичные преобразователи (датчики), согласующие устройства, блоки сбора полетной информации, бортовые накопители, блоки документирования и др. Наземные устройства обработки (НУО) параметрической, звуковой и видеоинформации. В том числе оборудование наземной части НБСК: вычислительные машины; устройства ввода, вывода и воспроизведения информации; устройства отображения результатов обработки; устройства согласования; блоки графической регистрации и др.
Наземные средства контроля (НСК)	Наземные автоматизированные средства контроля (НАСК1) систем и оборудования самолета (вертолета) Наземные автоматизированные средства контроля (НАСК2) оборудования, демонтированного с самолета (вертолета) Информационно-диагностические системы и средства (ИДС) и автоматизированные рабочие места (АРМ), которые могут входить как в состав НАСК1, так и в состав НАСК2. В том числе оборудование НАСК1 и НАСК2: вычислительные машины (компьютеры), устройства ввода и вывода информации, генераторы стимулирующих сигналов, измерители, преобразователи, устройства отображения и регистрации информации, устройства коммутации и др., а также программное обеспечение контроля и диагностики технического состояния систем и оборудования самолета (вертолета) Контрольно-проверочная аппаратура (КПА), в том числе: пультаы контроля, пробники для проверок систем (агрегатов), блоки настройки, имитаторы систем и др.

Наименование подгруппы	Состав подгруппы
	Средства измерений общего назначения, в том числе: амперметры, вольтметры, генераторы шума, измерители частоты, магазины сопротивлений, мегомметры, омметры, осциллографы, приборы для обнаружения замыканий, приборы проверки фаз, тестеры и др. Устройства оперативного контроля (УОК) Средства неразрушающего контроля, в том числе: магнитные дефектоскопы, установки ультразвукового контроля, устройства для осмотра лопаток компрессоров и турбин двигателей и др.

По назначению инструмент классифицируется на подгруппы для:

- вертолета;
- двигателя;
- авиационного оборудования;
- радиоэлектронного оборудования;
- авиационного вооружения;
- комплекса бортового оборудования.

Состав подгрупп инструмента приведен в табл. 4.4.

Таблица 4.4

Наименование подгруппы	Состав подгруппы
Инструмент для: вертолета, двигателя (Д), авиационного оборудования (АО), радиоэлектронного оборудования (РЕО), авиационного вооружения (АВ), комплекса бортового оборудования (КБО)	Бородки, воротки для сменных головок, гаечные ключи, головки, дрели, зеркала, зубила, кернеры, кисти, круглогубцы, кусачки, линейки, лупы, метчики, молотки, моментные ключи и отвертки, надфили, напильники, ножи, ножницы, ножовочные полотна, ножовочные рамки, отвертки, пассатижи, пинцеты, плашки, плоскогубцы, пробоотборники, рулетки, сверла, съемники, технологические заглушки, тиски, торцовые ключи, удлинители, чемоданы для инструмента, шприцы, штангенциркули, щупы, электропаяльники и др.

4.2. Техническая документация по эксплуатации вертолета

Эксплуатационный документ — конструкторский документ, который в отдельности или в совокупности с другими документами определяет правила эксплуатации изделия и (или) отражает сведения, удовлетворяющие гарантированные изготовителем значения основных параметров и характеристик (свойств) изделия, гарантии и сведения по его эксплуатации в течение установленного срока службы [12, 13].

4.2.1. Организационно-распорядительная документация

В состав организационно-распорядительной документации (ОРД) входят следующие виды документов (рис. 4.1):

- организационные (положения, уставы, инструкции, правила и т.п.);
- распорядительные (приказы по основной деятельности, указания, постановления, решения и т.п.);
- справочно-информационные (протоколы, акты, планы работ, докладные и объяснительные записки, служебные письма, доклады, отчеты, справки, обзоры, договоры и др.).

Комплекс ОРД, устанавливающий организационные, нормативные, технические и иные правила эксплуатации АТ и ее ТОиР, именуется эксплуатационной (ремонтной) документацией (ЭД) или (ЭРД).

В свою очередь, ЭРД подразделяется на (рис. 4.2):

- общую (для всех типов ВС);
- типовую (для определенного типа воздушного судна) — ТЭРД;
- пономерную (для конкретных экземпляров АТ);
- производственно-техническую.

К общей ЭД относятся документы типа Наставления (ФАП, НТЭРАТ-93 ГА и др.), государственных и отраслевых стандартов, документы Росавиации и авиапредприятий по отдельным общим вопросам организации и обеспечения ТЭ авиационной техники.

Типовая ЭД включает документы, регламентирующие эксплуатацию и ТОиР конкретных типов вертолетов, определяющие во-

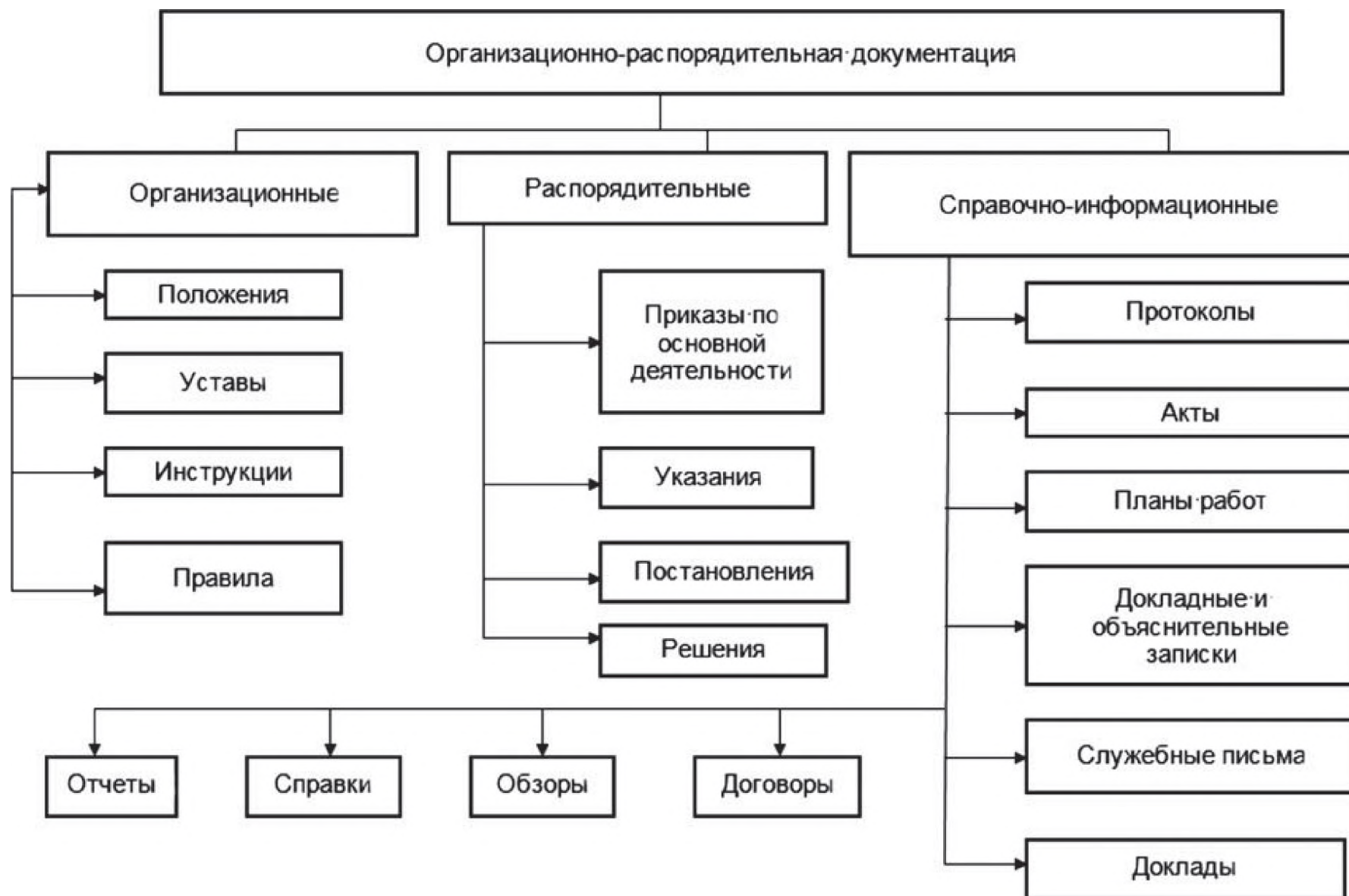


Рис. 4.1. Организационно-распорядительная документация

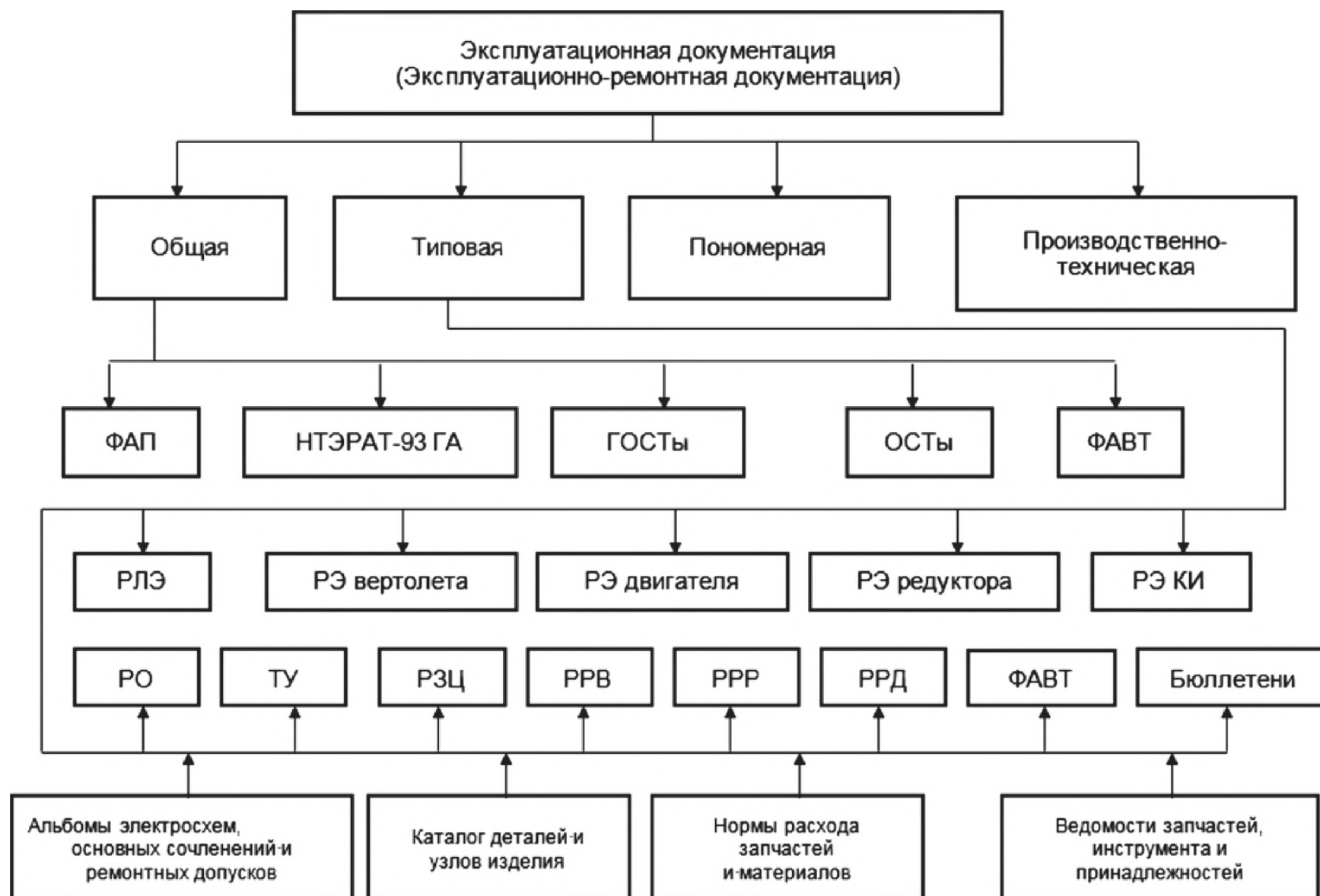


Рис. 4.2. Эксплуатационная документация (эксплуатационно-ремонтная документация)

просы их технологического и информационного обеспечения (табл. 4.5) [12].

Таблица 4.5

№ п/п	Наименование документа	Код вида документа
1	Летное руководство	ЛР*
2	Руководство по летной эксплуатации	РЛЭ**
3	Инструкция по летной эксплуатации бортового оборудования	ИЛЭО
4	Руководство по расчету дальности и продолжительности полета	РДП**
5	Руководство по технической эксплуатации	РЭ
6	Руководство по войсковому ремонту	РВР**
7	Регламент технического обслуживания	РО**
8	Информация для планирования ТО	ИПТО*
9	Типовой минимальный перечень оборудования (Типовой перечень допустимых отказов)	ТМПО (ТПДО*)
10	Руководство по загрузке и центровке	РЗЦ
11	Формуляр	Ф
12	Паспорт	ПС
13	Этикетка	ЭТ
14	Талон летной годности	ТЛГ
15	Альбом электрических схем	АЭ
16	Руководство по поиску и устранению отказов и повреждений	РПО

№ п/п	Наименование документа	Код вида документа
17	Руководство по ремонту конструкции планера	РРП
18	Каталог деталей и сборочных единиц (эксплуатационный)	КДЭ
19	Каталог средств ТО (иллюстрированный)	КС
20	Каталог материалов	КМ
21	Сводный перечень предметов снабжения	СП
22	Нормы расхода предметов снабжения (эксплуатационные)	НЭ
23	Ведомость эксплуатационных комплектов запасных частей, инструмента, принадлежностей и материалов	ВКЭ
24	Учебно-технический плакат	УП
25	Ведомость эксплуатационных документов	ВЭД

* Только для ВС, предназначенных для гражданской авиации.

** Только для ВС, предназначенных для государственной авиации.

В авиапредприятиях ведут контрольные и рабочие (в соответствующих подразделениях ФАВТ МТ РФ (Росавиации) — эталонные) экземпляры регламентов ТО, технологических указаний (руководств по технической эксплуатации ВС, двигателей, изделий), пооперационных и поэтапных ведомостей, НТЭРАТ ГА и т.п. [13].

Изменения в контрольные и рабочие экземпляры указанных документов вносят не позднее 5, а по ВС, находящимся в местах временного базирования, — не позднее 15 суток с момента поступления в авиапредприятие извещения о корректировке. В экстренных случаях, по телеграфным извещениям, изменения вносят немедленно во все экземпляры, включая рабочие.

Порядок хранения, выдачи и использования контрольных и рабочих экземпляров ЭД, внесения изменений в них, а также ответственность должностных лиц за состояние ЭД в подразделениях авиапредприятия определяются документом авиапредприятия. Порядок работы с эталонными экземплярами ЭД определяется отдельным документом ФАВТ МТ РФ (Росавиации).

4.2.2. Пономерная документация

Документация, предназначенная для оформления государственной регистрации и годности каждого вертолета к полетам, учета его наработки и технического состояния (двигателя, комплектующего изделия), приема и передачи относится к пономерной, действительной только для данного экземпляра вертолета, зарегистрированного на заводе-изготовителе под определенным номером.

Понмерная документация включает документы, выдаваемые ФАВТ (Росавиацией) МТ РФ и заводами (рис. 4.3).

К документам ФАВТ (Росавиации) МТ РФ относят свидетельство о государственной регистрации гражданского воздушного судна, удостоверение (сертификат) о годности гражданского воздушного судна к полетам, разрешение на эксплуатацию радиостанций, санитарный журнал вертолета, бортовой журнал, который после полного использования хранится в течение одного года.

Заводы-изготовители выдают формуляры вертолетов и двигателей, паспорта и этикетки на комплектующие изделия, таблицу нивелировочных данных, тарировочные графики регистраторов режимов полета.

Формуляр силовых элементов планера (карту прочности) выдает завод-изготовитель (ремонтное предприятие) после первого ремонта вертолета.

В состав пономерной документации при необходимости включают (для вертолетов, выполняющих международные полеты) свидетельство по шумам и страховое свидетельство. Страховое свидетельство выдается страховой организацией. Порядок выдачи свидетельства по шумам определяется отдельным документом ФАВТ (Росавиация) МТ РФ.



Рис. 4.3. Пономерная документация

При отсутствии, некомплектности или неправильном оформлении пономерной документации выпускать вертолет в полет запрещается.

Свидетельство о государственной регистрации вертолета гражданского назначения выдает ФАВТ МТ РФ (Росавиация), а удостоверение о годности вертолета гражданского назначения к полетам — региональное подразделение Росавиации, осуществляющее функции государственного управления ВТ в пределах конкретного региона (зоны, территории).

Удостоверение о годности гражданского воздушного судна к полетам выдают на основании акта проверки технического состояния и определения годности вертолета к полетам.

В свидетельстве о регистрации может быть оформлено разрешение на эксплуатацию бортовых радиостанций вертолета.

Для перелета вертолета, получаемого от завода-изготовителя, к месту назначения и для его эксплуатации до получения постоянного удостоверения старший представитель заказчика на заводе выдает временное удостоверение (сертификат) о годности гражданского вертолета к полетам.

В случаях, когда представитель заказчика на заводе отсутствует, и при получении вертолета от ведомства, где удостоверения о годности ВС к полетам не предусмотрены, а также от других владельцев ВС, на борту вертолета необходимо иметь приемосдаточный акт.

Формуляры и паспорта вертолета, выдаваемые заводами-изготовителями, являются основными документами для учета наработки вертолета и ее технического состояния. Эксплуатировать вертолет без формуляра (паспорта) запрещается [27, 28, 36].

Формуляры, паспорта и этикетки хранят в служебном помещении авиапредприятия комплектно на каждый вертолет. Их берут на борт только при перегонке вертолета в ремонт или передаче его другому владельцу.

При эксплуатации вертолета с временных аэродромов порядок хранения формуляров, паспортов и этикеток определяется документом авиапредприятия. В случаях, когда эти документы остаются на базе, учет налета вертолета и наработки двигателей и изделий ведут в журнале (табеле) учета наработки. К моменту вылета на такие аэродромы в журнал вносят сведения, позволяющие планировать очередные технические обслуживания.

В авиапредприятиях ведение разделов формуляров (паспортов), относящихся к эксплуатации вертолета, возлагается на службу (подразделение), ответственную за ТОиР вертолетов. Записи в них ведут имеющие необходимые полномочия работники (их состав определяется документами авиапредприятия) в соответствии с приведенными в формуляре правилами.

Основанием для записей служат:

- справки о работе авиационной техники в рейсе;
- карты-наряды и наряды на техническое обслуживание;
- карточки учета ресурса вертолета и его изделий (а также другие формы учета, в том числе — на машинных носителях информации);
- записи в журнале учета наработки вертолета при работах на аэродромах временного базирования;
- документы, подтверждающие выполнение доработок, осмотров, переоборудования, ремонта, других работ.

Записи делают четко, чернилами (пастой) темного цвета без помарок и подчисток. Исправления вносят, заверяя их подписями лиц, вносящих исправления.

Запись в паспорте о ремонте и доработках производят в предприятиях, где проводились работы. Выполнение работ подтверждают подписью ответственного лица.

При установке на вертолет однотипных изделий индикации пространственного положения, скорости и высоты полета, положения механизмов систем управления вертолетом и т.п. в паспорт изделия вносят запись о месте его установки (принадлежности к каналу системы). Номенклатура этих изделий определяется перечнем, утвержденным ФАВТ (Росавиация) МТ РФ.

Записи в формуляры вертолета, двигателей и паспорта изделий о выполнении работ, предусмотренных регламентом оперативного ТО, не вносят.

Сведения о налете и наработке в формулярах вертолета и двигателей указывают суммарные за месяц, а также на момент передачи вертолета на периодическое обслуживание.

При нахождении вертолета на аэродроме временного базирования в журнале учета наработки вертолета указывают итоговые сведения о налете и наработке за день.

В паспортах комплектующих изделий сведения о наработке указывают при замене изделий.

Если в формуляре вертолета использованы все места того или иного раздела, то заводят продолжение формуляра по форме, не отличающейся от заполненного. На титульном листе продолжения формуляра должно быть записано “Продолжение”, а на титульном листе заполненного формуляра “Заведено продолжение” (указывают дату). Указанные записи заверяют подписью лица, имеющего необходимые полномочия, и печатью.

В продолжение формуляра вносят из заполненного формуляра итоговые (на момент заведения продолжения) записи о наработке вертолета или его оборудования (наработка, количество циклов и т.п.), количестве ремонтов и др.

Продолжение формуляра является обязательным приложением к заполненному формуляру и без него не имеет силы официального документа. Продолжение формуляра должно быть прошнуровано и опечатано.

При использовании интегрированных компьютерных систем, обеспечивающих ведение пономерной документации в объеме соответствующих формуляров (паспортов) на машинных носителях, разрешается изымать из движения внутри эксплуатационного предприятия паспорта и хранить их в отдельном помещении. При внесении записей в электронный формуляр (паспорт) необходимо использовать электронные коды (пароли) лиц, имеющих соответствующие полномочия.

Оформление формуляров на бумажных носителях должно производиться не реже одного раза в месяц.

В типовом случае оформление паспортов на бумажных носителях следует производить только по необходимости (при передаче соответствующего изделия АТ в другую организацию).

Оформление формуляров (паспортов) может осуществляться путем вклейки приложений в виде распечаток ЭВМ. В указанном случае формат распечаток и форма представления информации в них должны быть идентичными соответствующим разделам формуляра (паспорта).

Сроки хранения пономерной документации (списанных изделий, использованной и др.), не указанные в НТЭРАТ-93 ГА, определяются отдельным документом ФАВТ (Росавиации) МТ РФ.

При утере формуляра (паспорта, этикетки) проверяют техническое состояние вертолета и расследуют факт утери.

Дубликат формуляра на вертолет (авиадвигатель) выдает авиапредприятие (ремонтное предприятие) на основании акта комис-

сии, признавшей пригодность изделия (на которое утрачен формуляр) к дальнейшей эксплуатации.

Дубликат паспорта (этикетки) на комплектующее изделие оформляет специалист, имеющий необходимые полномочия (состав указанных лиц определяется документом авиапредприятия), после определения технического состояния соответствующего изделия и возможности его дальнейшей эксплуатации.

Слово “Дубликат” записывают на титульном листе формуляра (паспорта, этикетки). В дубликат документа вписывают характеристики изделия, установленные при расследовании факта утери, включая наработку, даты выполнения ТО и ремонта.

Ведение формуляра силовых элементов планера вертолета возлагают (документом авиапредприятия) на конкретного специалиста.

Наличие и правильность ведения пономерной и судовой документации. (Судовая документация — документация, которая обязательно должна быть на борту вертолета, выполняющего полет.)

Вылет без судовых документов на борту вертолета — запрещен.

4.2.3. Производственно-техническая документация

Производственно-техническая документация используется для планирования, учета информации, составления различного рода отчетов по эксплуатации вертолетов и производственно-хозяйственной деятельности.

Виды и формы производственно-технических документов, порядок их разработки, ведения, оформления и представления определяются соответствующими решениями государственных органов и авиапредприятия.

Производственно-технические документы, применяемые при ТЭ авиационной техники, классифицируют по направлениям производственной деятельности, назначению (учетные, информационные, отчетные) и виду (ведомости, журналы, акты, справки, перечни, задания, заказы и т.д.).

Производственно-техническая документация по основным направлениям деятельности включает документы (рис. 4.4):

- по авиационной технике (наличие, состояние, движение, ресурсы);



Рис. 4.4. Производственно-техническая документация

- по надежности вертолетов (анализы, технические и рекламационные акты, доработки, учет отказов и неисправностей);
- по авиационно-технической подготовке и допуску к ТО;
- по охране труда и окружающей природной среды;
- по планированию (техничко-экономическое, производственное);
- по ТО авиационной техники, сдаче ее в ремонт и получению из ремонта, системе управления эффективностью и качеством ТО;
- по обеспечению ТО, нормированию труда и расхода имущества.

Основным документом учета и оформления работ по ТО авиационной техники является карта-наряд на оперативное или периодическое техническое обслуживание. Ее выдают непосредственному руководителю работ ТО с регистрацией в журнале учета карт-нарядов.

К карте-наряду в необходимых случаях прилагают другие учетно-регистрационные документы (пооперационные ведомости, карты замеров, наряд на дефектацию и т.д.), о чем указывают в карте-наряде. Выполнение работы, группы работ и полного их комплекса должно подтверждаться в карте-наряде и прикладываемых к ней документах подписями исполнителей и контролирующих лиц. Непосредственный руководитель работ ТО сдает оформленную карту-наряд и приложенные к ней документы для регистрации, обработки и хранения.

Карты-наряды на оперативное ТО воздушных судов уничтожают не ранее чем через шесть месяцев после их оформления, а на периодическое ТО — после получения ВС из очередного капитального (регламентированного) ремонта судов других предприятий и ведомств — через год после оформления карты-наряда.

Контрольные вопросы

1. Перечислите группы, на которые классифицируются СТО по назначению.
2. Перечислите СТО по конструктивному исполнению.
3. Классификация СТО по унификации.
4. Классификация подгрупп СНО ОП по назначению.

5. Классификация подгрупп СНО СП по назначению.
6. Какие документы входят в перечень производственно-технической документации?
7. Какие документы входят в перечень общей документации?
8. Классификация подгрупп средства контроля по назначению.
9. Классификация подгрупп инструмента по назначению
10. Перечислите виды документов, входящих в состав ОРД.
11. Перечислите состав документов, входящих в состав ЭРД.
12. Состав номенклатуры эксплуатационных документов.
13. Какие документы входят в перечень пономерной документации?
14. Перечислите документы, входящие в перечень типовой документации.

Глава 5.

ПРЕДПОЛЕТНАЯ ПОДГОТОВКА ВЕРТОЛЕТА

Предполетная подготовка вертолета включает комплекс мероприятий, проводимых инженерно-техническим персоналом (ИТП) с целью обеспечения безотказной работы всех агрегатов и систем вертолета в полете [13, 29 — 35].

Основными элементами этой подготовки являются:

- подготовка ИТП;
- подготовка вертолета.

5.1. Подготовка инженерно-технического персонала

Накануне летного дня техническому составу сообщаются вертолеты, которые будут участвовать в полетах в данный летный день, фамилии и расстановка технического персонала, выделяемого для обеспечения полетов, время начала и конца предполетной подготовки и полетов, порядок выруливания (взлета) вертолетов и порядок на старте. Подробно разъясняются задачи предстоящего летного дня и связанные с этим особенности предполетной подготовки авиатехники и обслуживания полетов.

В зависимости от метеорологической обстановки (сильный ветер, дождь, снег и др.) определяется объем дополнительных работ по проверке агрегатов и подробно разъясняется порядок их выполнения. Устанавливается очередность пользования СНО и средствами заправки. Обращается внимание на порядок загрузки (выгрузки) в вертолеты грузов и людей как при стоянке вертолетов на земле, так и на режиме висения с сохранением центровки и обеспечения безопасности. Указываются очередность запуска двигателей и меры безопасности, которые должны при этом соблюдаться.

С бортовыми техниками подробно разбираются особые случаи в полете и их действия при этом. Обращается внимание на методику контроля работы агрегатов и систем вертолета по приборам винтомоторной группы. Даются рекомендации по устранению неисправностей, которые могут возникнуть в полете, по аэродромному контролю топлива и масел, по инженерно-штурманскому расчету полета, о порядке заполнения технической документации (бортового журнала, карты-наряда и т. д.), напоминает о наиболее выгоднейших режимах дальности и продолжительности полета вертолета.

5.2. Подготовка вертолета

Подготовка, осуществляемая ИАС, включает следующие основные работы: осмотр и устранение несложных неисправностей, дозаправку топливом, маслом и спецжидкостями, зарядку газами пневмосистем, снаряжение и загрузку вертолета, установку съемного оборудования в соответствии с планом предстоящего полета.

Типовой маршрут осмотра вертолета производится в соответствии с РО, обеспечивающим эффективный визуальный контроль состояния основных агрегатов. Подготовка вертолета к полету рассмотрим на примере вертолета Ка-52.

Как видно из рис. 5.1, типовой маршрут разбит на семь зон осмотра вертолета обслуживающим персоналом.

Прежде чем приступить к осмотру вертолета, необходимо выполнить **подготовительные работы**, а именно:

- принять вертолёт от дежурного по стоянке. Проверить сохранность пломб;
- подготовить стоянку. Проверить наличие средств пожаротушения на стоянке;

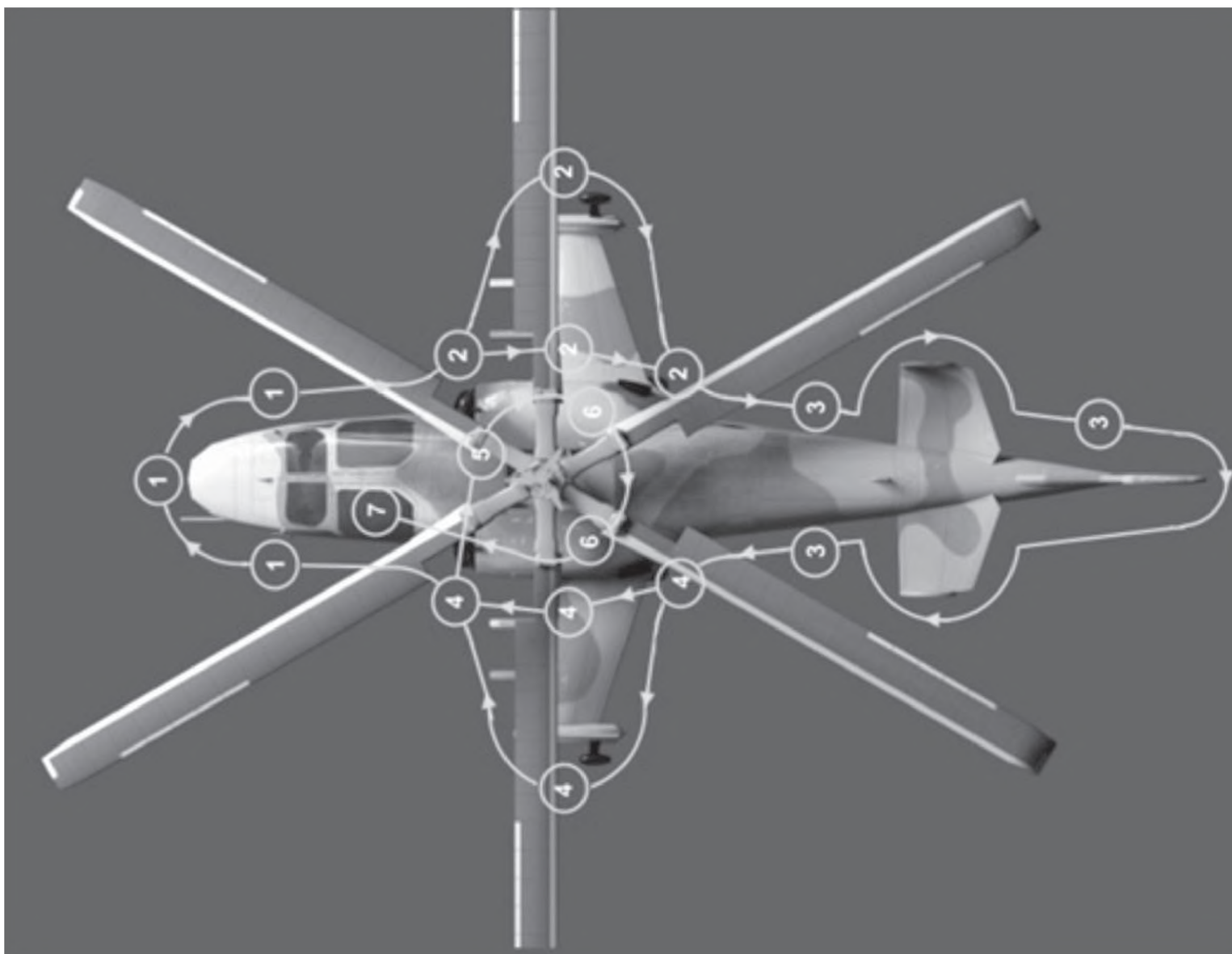


Рис. 5.1. Типовой маршрут предполетного осмотра вертолета Ка-52

- расчехлить вертолет, снять заглушки, отсоединить швартовочные фалы лопастей;
- открыть панели и крышки люков для осмотра;
- открыть противоугонное устройство (замок) на пульте управления тормозом несущих винтов.

Осмотровые работы

Осмотреть и проверить:

Зона осмотра 1.

В носовой части фюзеляжа:

- состояние обшивки;
- состояние остекления кабины;
- плотность прилегания крышек люков и фиксации замков крышек;
- состояние и крепление стеклоочистителей, щёток и трубок системы омывания лобовых стёкол кабины.

На передней опоре шасси:

- состояние колёс и шин;
- зарядку шин (по обжатию);
- зарядку амортизатора по выходу штока;
- удалить смазку со штока амортизатора.

Зона осмотра 2.

Правый борт фюзеляжа и консоль крыла:

- плотность прилегания крышек люков и закрытие замков крышек;
- состояние обшивки фюзеляжа, консоли крыла, пилонов;
- состояние и крепление подвесных топливных баков (при наличии);
- уровень масла в маслобаке маслосистемы основных двигателей.

На правой опоре шасси:

- состояние колёс и шин;
- зарядку шин (по обжатию);
- положение указателя износа тормозных дисков КТ276.020;
- зарядку амортизатора по выходу штока;
- удалить смазку со штока амортизатора;

- отсутствие подтекания рабочей жидкости по штоку амортизатора.

Зона осмотра 3.

Хвостовая часть фюзеляжа и оперение:

- состояние обшивки хвостовой части фюзеляжа и оперения.

Зона осмотра 4.

Левый борт фюзеляжа и консоль крыла:

- плотность прилегания крышек люков и фиксация замков крышек;
- состояние обшивки фюзеляжа, консоли крыла, пилонов;
- состояние и крепление подвесных топливных баков (при наличии);
- уровень масла в маслобаке маслосистемы основных двигателей;
- плотность закрытия и контровку заливных горловин заднего и переднего топливных баков, штуцера централизованной заправки.

На левой опоре шасси:

- состояние колёс и шин;
- зарядку шин (по обжатию);
- положение указателя износа тормозных дисков КТ276.020;
- зарядку амортизатора по выходу штока;
- удалить смазку со штоков амортизаторов;
- убедиться в отсутствии подтекания рабочей жидкости по штоку амортизатора.

Зона осмотра 5.

Несущая система:

- состояние лопастей несущих винтов;
- состояние агрегатов колонки несущих винтов;
- состояние втулок несущих винтов.

Зона осмотра 6.

Главный и промежуточные редукторы:

- уровни масла в редукторах (убедиться в герметичности редукторов).

Силовая установка. Основные двигатели.

- состояние двигателей (наружный осмотр);
- состояние ПЗУ и воздухозаборников двигателей;

Внимание: после применения изделия 2А42-1, при обнаружении на обшивке воздухозаборника и на “грибе” ПЗУ забоин, вмятин, нарушения лакокрасочного покрытия осмотрите лопасти направляющего аппарата и первой ступени компрессора в соответствии с РЭ ВК-2500 (072.30.00, № 201);

- состояние топливных и масляных систем двигателей;
- лёгкость вращения роторов турбокомпрессоров и свободных турбин;
- состояние кожухов внешних горизонтальных валиков (без разборки), подкрепляющих кронштейнов и хомутов крепления.

Системы вертолета:

- состояние и стопорение накладных гаек пироголовок на огнетушителях противопожарной системы;
- давление в огнетушителях и соответствие его температуре наружного воздуха.

Вспомогательная силовая установка:

- состояние двигателя ТА14-130-52, трубопроводов;
- уровень масла в маслобаке двигателя ТА14-130-52.

Зона осмотра 7.

В кабине экипажа:

- состояние входных створок кабины экипажа, узлов навески, запирающих устройств и возможность открытия створок от внутренних и наружных ручек.

Проверка работоспособности

Проверьте:

- работу бортовых систем гидро- и электроснабжения от ВСУ;
- плавность перемещения ручек продольно-поперечного управления, рычагов общего шага и педалей, снятие усилий при нажатии на кнопку “ТРИММЕР” и фиксацию рычагов общего шага;
- работу механизмов регулировки педалей под рост лётчика и оператора;
- лёгкость и полноту перемещения рычагов управления двигателями и рычагов управления стоп-кранами двигателей;
- работу тормоза несущих винтов;

- давление в тормозах колёс основных опор шасси;
- работу механизмов очистки лобовых стёкол и подачу омывающей жидкости;
- работоспособность электрической части ПОС двигателей и ПЗУ.

Заправочно-снаряжательные работы

Слейте отстой топлива из баков, убедитесь в отсутствии в нём воды и механических примесей.

ПРИМЕЧАНИЕ. Работу выполняйте не ранее чем через 10 минут после дозаправки.

Проверьте заправку баков системы омывания лобовых стёкол кабины и оптики ОЭС-52 спиртом.

Заключительные работы

Устраните неисправности, обнаруженные при осмотре, проверках и по замечаниям экипажа.

Закройте панели, люки и створки. Убедитесь, что на вертолёте нет посторонних предметов. Убедитесь, что переключатели и выключатели находятся в исходном (невключенном) положении. Очистите кабину от пыли и грязи.

Проверьте закрытие и стопорение заправочных горловин переднего и заднего баков, закрытие крышки штуцера централизованной заправки.

Проверьте наличие инструмента и приспособлений и оформите техническую документацию.

Перед полетом

Выполните работы на катапультно-амортизационной системе по обеспечению посадки экипажа в кабину и снимите наземные предохранители приводов катапультирования и затворов камер и пломбировочное приспособление с выключателей “АВАР ПОКИДАНИЕ”.

Снимите легкосъёмную крышку с “кармана” размещения кислородных масок КМ-37 экипажа (при полётах с использованием ККО-ВК-ЛП).

Уберите приспособление для заземления и упорные колодки из-под колёс шасси.

Примите участие в опробовании двигателей лётчиком и выпустите вертолёт в полёт.

Бригадир-авиатехник (начальник ТЭЧ отряда), ответственный за выполнение работ по обеспечению вылета, в первую очередь несет ответственность за подготовку вертолета к полету. Прежде чем приступить к выполнению работ по обеспечению вылета, бригадир-авиатехник обязан проверить карту-наряд на оперативное ТО, которое к этому времени должно быть полностью закончено, просмотреть бортовой журнал и убедиться лично, что документация на обслуживание вертолета оформлена правильно и подписана должностными лицами, ответственными за выполнение работ. Работы по обеспечению каждого вылета выполняются в строгом соответствии с РО. Если при этом исполнители обнаружат отдельные, не замеченные ранее повреждения или неисправности или какие-либо другие отклонения от технических условий, то бригадир обязан об этом доложить инженеру смены, который определяет порядок устранения замеченных отклонений технического состояния от нормы и время окончания всех работ. Свое решение инженер докладывает начальнику смены.

В соответствии с [13] вертолет считается подготовленным к полету, когда:

- имеется достаточный ресурс для выполнения задания;
- системы заправлены ГСМ, спецжидкостями и заряжены газами в соответствии с заданием на полет и регламентом;
- судовая документация находится на борту;
- бортовое аварийно-спасательное оборудование и снаряжение укомплектованы согласно описям и перечням в бортовом журнале;
- проведены работы по обеспечению вылета;
- должностные лица АТБ в карте-наряде подписали заключение о том, что вертолет подготовлен к полету и разрешен вылет.

При этом такие работы, как уборка троса заземления и упорных колодок из-под колес, обеспечение запуска двигателей, отключение наземных источников питания, заключительный ос-

мотр вертолета и обеспечение выруливания, ИТП выполняет в процессе ТО и после сдачи вертолета экипажу. После этого должностные лица АТБ в карте-наряде подписывают заключение о том, что вертолет подготовлен к полету и вылет разрешен.

Перед подписанием карты-наряда должностное лицо обязано убедиться в наличии:

- подписей исполнителей и контролирующих специалистов в карте-наряде, что свидетельствует о выполнении работ по осмотру, обслуживанию и всех других дополнительных работ;
- подписей инженера или бригадира по АиРЭО;
- подписи инженера по эксплуатации или техника-бригадира, свидетельствующие об исправности вертолета;
- подписей исполнителей, ответственных за выполнение работ по обеспечению самого вылета, и контролирующих лиц. Должностное лицо обязано также лично проверить, выполнены ли все работы по обеспечению вылета, контроль которых возложен на инженера.

На некоторых авиапредприятиях и в учебных заведениях применяется закреплённый метод ТО. В этом случае разрешение на вылет дает инженер или бригадир, а при единичном базировании на временном аэродроме — авиатехник, за которым закреплён вертолет. После выполнения всего объема работ экипаж информирует об этом, и ему передаются оформленная карта-наряд на ОТО, бортовой журнал, бланк справки о работе вертолета в рейсе, судовая документация и ключи от вертолета. Дальнейший осмотр вертолета выполняется членами экипажа, а технический состав в это время снимает чехлы, заглушки, струбцины, штыри, другие временно устанавливаемые и снимаемые перед вылетом устройства, которые передаются бортинженеру или бортмеханику.

Если члены экипажа в процессе осмотра обнаружат какие-либо неисправности, то бригадир, ответственный за обеспечение вылета, срочно принимает меры по их устранению. Руководство по летной эксплуатации конкретных вертолетов предусматривает возможность вылета с отдельными неисправностями. Перечень таких неисправностей имеется в Руководстве по летной эксплуатации. Разрешение на вылет в подобных случаях выдает начальник смены или инженер. При этом производится соответствующая запись в бортжурнале о характере неисправности. Такая же запись делает-

ся в карте-наряде на оперативное ТО, и об этом информируют командира экипажа.

Возможны случаи, когда на аэродроме вылета нет специалиста инженерно-авиационной службы, допущенного к эксплуатации данного типа вертолета. Решение о вылете с неисправностями и повреждениями в этом случае принимает командир экипажа по согласованию с главным инженером авиационной администрации ФСБТ МТ РФ (Росавиации) и делает соответствующую запись в бортовом журнале. Командир экипажа как лицо, ответственное за выполнение полета, имеет право окончательного решения во всех случаях на вылет с неустранимыми неисправностями. Свое решение он принимает с учетом условий предстоящего полета, оборудования аэродромов взлета и посадки и других обстоятельств, влияющих на безопасность полета.

Контрольные вопросы

1. В какой вид обслуживания входит предполетная подготовка (ПП)?
2. Назовите основные элементы ПП.
3. Как производится подготовка инженерно-технического персонала в ПП?
4. С чего начинается подготовка вертолета в ПП?
5. Перечислите основные работы, выполняемые ИТП в ПП.
6. Когда вертолет считается подготовленным к полету и в соответствии с каким документом?
7. Как называется документ, в котором должностное лицо АТБ подписывает заключение о том, что вертолет подготовлен к полету и вылет разрешен?
8. В чем должно убедиться должностное лицо АТБ перед подписанием заключения о том, что вертолет подготовлен к полету и вылет разрешен?
9. Кто принимает решение на вылет вертолета с неисправностями и по согласованию с кем?
10. В каком документе приведен перечень неисправностей, с которыми разрешен вылет в особых случаях?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 14.205-83. Технологичность конструкций изделий. Термины и определения (с Изменением № 1). Официальное издание. Система технологической подготовки производства: Сборник национальных стандартов. — М.: Стандартинформ, 2009. — 7 с.

2. ГОСТ РВ 15.004-2004. Система разработки и постановки продукции на производство. Стадии жизненного цикла изделий и материалов. — М.: Стандартинформ, 2005. — 23 с.

3. *Батоврин В.К., Бахтурин Д.А.* Управление жизненным циклом технических систем: серия докладов (зеленых книг) в рамках проекта “Промышленный и технологический форсайт Российской Федерации” / Под ред. И.С. Мацкевича, М.С Липецкой; Фонд “Центр стратегических разработок ”Северо-Запад” — (Серия докладов в рамках проекта “Промышленный и технологический форсайт Российской Федерации”) — СПб., 2012. Вып. 1. — 59 с.

4. ОСТ 54 30049-87. Система технического обслуживания и ремонта авиационной техники. Эксплуатационная и ремонтная технологичность. Состав показателей. — М.: ГосНИИ ГА, 1987. — 4 с.

5. ГОСТ Р 56079-2014. Изделия авиационной техники. Безопасность полета, надежность, контролепригодность, эксплуатационная и ремонтная технологичность. Номенклатура показателей. — М.: Стандартинформ, 2014. — 11 с.

6. ГОСТ 18322-78. Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения. — М.: Стандартинформ, 2007. — 17 с.

7. ГОСТ 28056 — 89. Документация эксплуатационная и ремонтная на авиационную технику. Построение, изложение, офор-

мление и содержание программы технического обслуживания и ремонта. — М.: Стандартинформ, 1990. — 18 с.

8. ГОСТ Р 2.903-96. ЕСКД. Правила поставки документации. — М.: Госстандарт России, 1996. — 15 с.

9. ГОСТ 2.902-68. ЕСКД. Порядок проверки, согласования и утверждения конструкторской документации. — М.: Стандартинформ, 2005. — 41 с.

10. ГОСТ 2.501-88. ЕСКД. Правила учета и хранения. — М.: Стандартинформ, 2008. — 17 с.

11. ГОСТ Р 53863-2010. Воздушный транспорт. Система технического обслуживания и ремонта авиационной техники. Термины и определения. — М.: Стандартинформ, 2011. — 21 с.

12. ГОСТ 18675-2012. Документация эксплуатационная и ремонтная на авиационную технику и покупные изделия для нее. — М.: Стандартинформ, 2013. — 225 с.

13. Наставление по технической эксплуатации и ремонту авиационной техники в гражданской авиации России (НТЭРАТ ГА-93). — М.: ТОО “Триада, ЛТД” по заказу АО “Интерпроект”, 1994. — 323 с.

14. ОСТ 54 30054-87. Система технического обслуживания и ремонта авиационной техники. Регламент технического обслуживания самолетов (вертолетов). — М., 1989. — 4 с.

15. *Смирнов Н.Н., Ицкович А.А.* Обслуживание и ремонт авиационной техники по состоянию. — М.: Транспорт, 1987. — 272 с.

16. Авиационные правила. Ч. 27. Нормы летной годности винтокрылых летательных аппаратов нормальной категории. МАК: ОАО “Авиаиздат”, 2000. — 108 с.

17. Авиационные правила. Ч. 29. Нормы летной годности винтокрылых аппаратов транспортной категории. МАК: ОАО “Авиаиздат”, 2003. — 136 с.

18. ОСТ 1.00264-78. Зоны. Крышки смотровых люков и панели самолетов. Системы обозначения.

19. Нормы летной годности гражданских вертолетов СССР. МАП СССР, МГА СССР. ЦАГИ, 1971. — 184 с.

20. ГОСТ Р 53543. Средства наземного обслуживания самолетов и вертолетов. — М.: Стандартинформ, 2011. — 35 с.

21. ГОСТ 14.201-83. Обеспечение технологичности конструкции изделий. Общие требования. — М.: Стандартинформ, 2009. — 8 с.

22. ГОСТ 12.2.003-91. Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности. — М.: Стандартинформ, 2008. — 14 с.

23. ГОСТ 27472-87 (СТ СЭВ 5725-86) Средства автотранспортные специализированные. Охрана труда, эргономика. Требования. — М.: Издательство стандартов, 1994. — 35 с.

24. ГОСТ 23945.0-80. Унификация изделий. Основные положения (с Изменением N 1). — М.: Издательство стандартов, 1991.

25. ГОСТ Р 53543. Средства наземного обслуживания самолетов и вертолетов. — М.: Стандартинформ, 2011. — 35 с.

26. ГОСТ 14.201-83. Обеспечение технологичности конструкции изделий. Общие требования. — М.: Стандартинформ, 2009. — 8 с.

27. ГОСТ 27693-2012. Документация эксплуатационная на авиационную технику. Построение, изложение, оформление и содержание паспортов, этикеток и талонов летной годности. — М.: Стандартинформ, 2014. — 44 с.

28. ГОСТ 2.612-2011. ЕСКД. Электронный формуляр. Общие положения. — М.: Стандартинформ, 2014. — 22 с.

29. *Беляков В., Панов Н., Филиппов В.* Техническая эксплуатация вертолетов. — М.: Военное издательство министерства обороны СССР, 1961. — 312 с.

30. Техническая эксплуатация летательных аппаратов: Учеб. для вузов / Н. Н. Смирнов, Н.И. Владимиров, Ж.С. Черненко и др. ; Под ред. Н.Н. Смирнова. — М.: Транспорт, 1990. — 423 с.

31. Руководство по летной эксплуатации вертолета Ка-32А11ВС. Фирма “Камов”. Изд. 1, декабрь 20, 2001.

32. Руководство по технической эксплуатации вертолета Ка-226. АО “Камов”.

33. Руководство по технической эксплуатации вертолета Ми-8АМТ. Кн. 1. Изд. № 5/2873р-П00.

34. Руководство по технической эксплуатации вертолета Ми-8МТВ-1. Изд. №2/РТЭ-2009-ГА.

35. Вертолет Ка-52. Регламент технического обслуживания. 800.30.0000.0000.РО. Часть 1. Планер и системы вертолета. АО “Камов”, 2016.

36. ГОСТ 27692-2012. Документация эксплуатационная на авиационную технику. Построение, изложение, оформление и содержание формуляров. — М.: Стандартинформ, 2014. — 56 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ВВЕДЕНИЕ	4
ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ	6
<i>Глава 1.</i>	
ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ ВЕРТОЛЕТА	9
1.1. Основные понятия и определения эксплуатацион- ной технологичности вертолета	9
1.2. Показатели эксплуатационной технологичности вертолета	11
1.2.1. Количественные показатели	11
1.2.2. Дополнительные показатели	13
1.3. Общие требования по обеспечению эксплуатацион- ной технологичности	16
1.4. Требования к показателям эксплуатационной технологичности	18
1.5. Требования к конструкции планера и его системам по обеспечению эксплуатационной технологичности	21
1.6. Требования к средствам технического обслужива- ния и наземного оборудования	25

1.6.1. Требования технологичности	26
1.6.2. Требования к совместимости и взаимозаменяемости	28
1.6.3. Транспортабельность	29
1.6.4. Требования безопасности	29

Глава 2.

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И СТРАТЕГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВЕРТОЛЕТА НА СТАДИИ РАЗРАБОТКИ. ВИДЫ РАБОТ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ ВЕРТОЛЕТОВ	31
--	----

2.1. Принципы формирования СТО вертолета на стадии его ОКР	31
--	----

2.2. Стратегии восстановления технического состояния и методы технической эксплуатации вертолетов на этапе его разработки	34
---	----

2.3. Виды работ по техническому обслуживанию вертолетов	36
---	----

Глава 3.

КОНСТРУКТОРСКИЕ РЕШЕНИЯ, ПОВЫШАЮЩИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННУЮ ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ ВЕРТОЛЕТА	45
--	----

3.1. Решение задач технологичности на различных стадиях проектирования и изготовления	45
---	----

3.2. Конструкторские решения, повышающие эксплуатационную технологичность за счет применяемых средств наземного обслуживания	55
--	----

Глава 4.

СРЕДСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ВЕРТОЛЕТА. ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ВЕРТОЛЕТА 57

4.1. Классификация средств технического обслуживания 57

4.2. Техническая документация по эксплуатации вер- толета 64

4.2.1. Организационно-распорядительная докумен- тация 64

4.2.2. Пономерная документация 69

4.2.3. Производственно-техническая документация 74

Глава 5.

ПРЕДПОЛЕТНАЯ ПОДГОТОВКА ВЕРТОЛЕТА 77

5.1. Подготовка инженерно-технического персонала 77

5.2. Подготовка вертолета 78

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 87

Тем. план 2018, ч. 2, поз. 2

Ресинец Анатолий Иванович

**ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ
ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ ВЕРТОЛЕТОВ**

Редактор *М.С. Винниченко*
Компьютерная верстка *Т.С. Евгеньевой*

Сдано в набор 8.11.18. Подписано в печать 22.01.19.
Бумага писчая. Формат 60×84 1/16. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 5,58. Уч.-изд. л. 6,00. Тираж 100 экз.
Заказ 964/635.

Издательство МАИ
(МАИ), Волоколамское ш., д. 4,
Москва, А-80, ГСП-3 125993

Типография Издательства МАИ
(МАИ), Волоколамское ш., д. 4,
Москва, А-80, ГСП-3 125993