

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ



**Ю.И. Самуленков,  
С.Н. Яблонский,  
Н.Н. Босых**

**ОСНОВЫ ПОДДЕРЖАНИЯ  
ЛЕТНОЙ ГОДНОСТИ  
ВОЗДУШНЫХ СУДОВ**

Учебное пособие

**Москва**  
2019



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ (МГТУ ГА)»**

---

**Кафедра технической эксплуатации летательных аппаратов  
и авиадвигателей**

**Ю.И. Самуленков, С.Н. Яблонский, Н.Н. Босых**

**ОСНОВЫ ПОДДЕРЖАНИЯ  
ЛЕТНОЙ ГОДНОСТИ  
ВОЗДУШНЫХ СУДОВ**

**Учебное пособие**

Утверждено Редакционно-  
издательским советом МГТУ ГА  
в качестве учебного пособия

Москва  
2019

**УДК**

ББК 052-082

С-17

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Московского государственного технического университета ГА

Рецензенты:

*Матюхин К.Н.* (МГТУ ГА) – канд. техн. наук, доцент;

*Далецкий С.В.* (ГосНИИ ГА) – профессор, д-р техн. наук

**Самуленков Ю.И.**

С-17 Основы поддержания летной годности воздушных судов: учебное пособие. /Ю.И. Самуленков, С.Н. Яблонский, Н.Н. Босых. — Воронеж: ООО «МИР», 2019. — 80 с.

ISBN

Учебное пособие издается в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Техника транспорта, обслуживание и ремонт» базовой части образовательной программы направления подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов и 38.03.02 Менеджмент, квалификация: бакалавр, для студентов всех форм обучения.

Данное учебное пособие содержит учебно-методические материалы, необходимые для изучения вопросов летной годности воздушных судов. В учебном пособии рассмотрены законодательные, научные и прикладные вопросы поддержания летной годности воздушных судов.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры 05.06.2019 г. и методического совета 27.07.2019 г.

*В авторской редакции.*

**ББК 052-082**

**Св. тем. план 2019 г.**

**поз. 2**

ISBN

© Московский государственный  
технический университет ГА, 2019

## ВВЕДЕНИЕ

Фундаментальные вопросы, связанные с летной годностью воздушных судов содержит Конвенция о международной гражданской авиации (Чикагская конвенция, подписана в Чикаго 7 декабря 1944 г), Приложение 8 к Конвенции о международной гражданской авиации «Летная годность воздушных судов», Воздушный кодекс Российской Федерации от 19.03.1997 N 60-ФЗ и др.

**Летная годность** - соответствие воздушного судна, двигателя, воздушного винта или составной части действующим требованиям к летной годности и поддержание в состоянии, соответствующем условиям безопасной эксплуатации, на протяжении срока их службы.

**Техническая эксплуатация** обеспечивает летную годность воздушных судов, то есть:

- их работоспособность, надежность и исправность;
- своевременную и полную подготовку воздушных судов к полетам;
- правильную эксплуатацию их на земле и в полете;
- безопасность и регулярность полетов;
- сохранение летно-технических характеристик воздушных судов в течение установленных ресурсов и сроков службы;
- эффективное использование летательных аппаратов при экономических расходах трудовых, материальных и топливно-энергетических ресурсов.

**Техническое обслуживание** авиационной техники – это комплекс работ (операций), которые выполняются на ней для поддержки исправности, работоспособности и правильности функционирования при подготовке воздушных судов к использованию по назначению, после полетов, при хранении и транспортировке. В процессе эксплуатации авиационной техники выполняется комплекс оперативных и периодических работ, которые связаны с поддержкой ее в исправном и работоспособном состоянии. Большинство этих работ повторяются на всех или большинстве типов воздушных судов, которые находятся в эксплуатации. Такие работы можно считать типичными из технического обслуживания.

И хотя техническая эксплуатация непосредственно не связана с процессом создания материальных благ, она служит неотъемлемым элементом в производстве главного продукта любой авиакомпании, которым является транспортировка (перевозка пассажиров и грузов).

Решением задач технической эксплуатации в авиакомпаниях занято около 18-20% от общей численности персонала, поэтому содержание пособия сгруппировано по основным направлениям функционирования системы технической эксплуатации.

Данное учебное пособие предназначено для студентов 3 курса, обучающихся по направлению подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов». Оно позволяет обеспечить введение студента в сферу технической эксплуатации воздушного транспорта.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- АЗСЖМ - аэродромный заправщик специальными жидкостями и маслами
- АТ - авиационная техника
- АТрС - авиационная транспортная система
- ВГА - ведомство гражданской авиации (Civil aviation authority)
- ВГР - верхняя граница регулирования
- ВС - воздушное судно
- ВСУ - вспомогательная силовая установка
- ГА - гражданская авиация
- ГТД - газотурбинный двигатель
- ЗИП - запасные части, инструменты, принадлежности и материалы
- ИАС - инженерно-авиационная служба
- ИТС - инженерно-авиационный состав
- КД - конструкторская документация
- КДСТ - карта данных сертификата типа
- КУН - контроль уровня надежности
- ЛГ - летная годность
- ЛЭРМ - линейные эксплуатационно-ремонтные мастерские
- ЛТХ - летно-технические характеристики
- НЛГ - нормы летной годности
- НД - нормативный документ
- ННЗ - наконечник нижней заправки
- ОТТС - одобрение типа транспортного средства
- РП - раздаточный пистолет
- РЭ - руководство по эксплуатации
- ПВКЖ - противокристаллизационные жидкости
- ПОЖ - противообледенительная жидкость
- ПОЗ-Т - прибор определения загрязненности авиатоплива
- ПЛГ - поддержание летной годности
- САХ - средняя аэродинамическая хорда
- ПТЭ - процесс технической эксплуатации
- СИЗ - средства индивидуальной защиты
- СНО - средства наземного обслуживания самолетов и вертолетов
- СНО ОП - средства наземного обслуживания общего применения
- СЛГ - сертификат летной годности (Certificate of Airworthiness)
- СУ - силовая установка
- СТ - сертификат типа (Type certificate)
- ТРД - турбореактивный двигатель
- ТО - техническое обслуживание
- ТУ - технические условия
- УПЛГ ВС - Управление поддержания летной годности ВС ФАВТ
- ФАВТ - федеральное агентство воздушного транспорта

- ФАП - федеральные авиационные правила
- ФС - функциональная система
- ШТС - шасси транспортного средства
- ЭД - эксплуатационная документация
- ЭТХ - эксплуатационно-технические характеристики
- AD - Директива по летной годности (Airworthiness directive)
- AED - Инженерный департамент ВГА (Airworthiness engineering division)
- АМО - Утвержденная организация по техническому обслуживанию (Approved maintenance organization)
- ALI - ограничения летной годности (Airworthiness limitation items)
- CDL - перечень допустимых отклонений конфигурации (configuration deviation list)
- CMR - сертификационные требования к техническому обслуживанию (Certification maintenance requirements)
- COR - свидетельство о регистрации (регистрационное удостоверение) (Certificate of Registration)
- EASA - Европейское агентство авиационной безопасности (European Aviation Safety Agency)
- ETOPS - полеты на увеличенную дальность самолетов с двумя газотурбинными двигателями (Extended range operations by aeroplanes with two turbine engines)
- FAA - Federal Aviation Administration (Федеральное управление гражданской авиации США)
- MMEL - перечень необходимого бортового оборудования (master minimum equipment list)
- MEL - minimum equipment list (перечень минимального оборудования)
- MSG - рабочая группа по вопросам управления техническим обслуживанием (Maintenance steering group)
- MCAI - Обязательная информация о сохранении летной годности (Mandatory continuing airworthiness information)
- MCM - руководство по регулированию технического обслуживания (Maintenance control manual)
- MRB - Совет по вопросам технического обслуживания (Maintenance review board)
- MPD - документ по планированию ТОиР (Maintenance Planning Document)
- MTOM - максимальная сертифицированная взлетная масса (Maximum certificated take-off mass)
- SDR - информация об эксплуатационных недостатках (Service difficulty report)
- SIP - программа сохранения целостности конструкции (Structural integrity programme)

## ГЛАВА 1 НАДЕЖНОСТЬ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

### 1.1 Основные понятия и краткие теоретические сведения

Эффективность системы технической эксплуатации ВС определяется показателями регулярности вылетов, безопасности полетов, экономичности, которые в свою очередь зависят от надежности используемой авиационной техники.

Из-за низкой надежности мировая промышленность несет огромные потери. Так, за весь период эксплуатации затраты на ремонт и техническое обслуживание машин в связи с их износом в несколько раз превышают стоимость новой машины, например для автомобилей – до 6 раз, для самолетов – до 5 раз, для станков – до 8 раз.

При проектировании авиационной техники надежность **закладывается**. Она зависит от конструкции изделий, применяемых материалов, методов защиты от вредных воздействий, системы смазки, приспособленности к ТО и др (рис. 1).

При изготовлении (производстве) изделия **обеспечивается** ее надежность. Она зависит от качества изготовленных деталей, методов контроля выпускаемой продукции, управления технологическим процессом, качества сборки и др.

На этапе эксплуатации надежность **реализуется**. Показатели безотказности и долговечности проявляется только в процессе использования ВС и зависит от методов и режимов эксплуатации, принятой системы ТО и др.

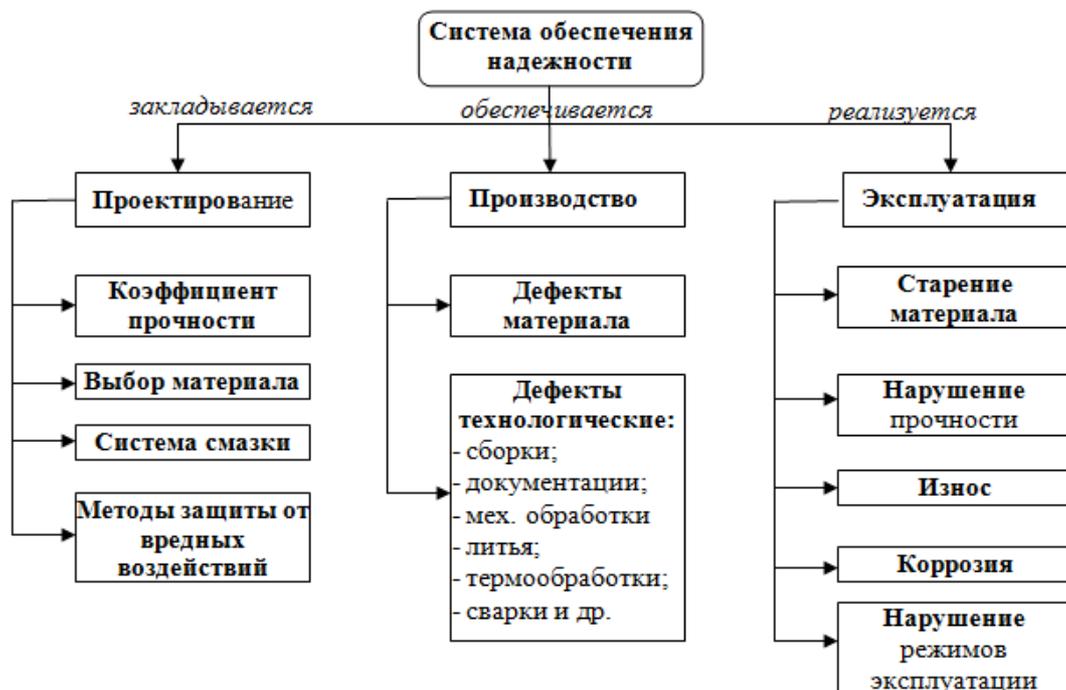


Рис. 1 Схема обеспечения надежности

Особенностью проблемы надежности является ее связь со всеми этапами жизненного цикла – проектирования, изготовления и использования авиационной техники, начиная с момента, когда формируется и обосновывается идея создания новой машины и кончая принятием решения о ее списании. Каждый из этапов вносит

свою лепту в решение трудной задачи создания ВС требуемого уровня надежности с наименьшими затратами времени и средств. Основные решения по надежности, принятые на стадии проектирования и изготовления авиационной техники, непосредственно сказываются на ее эксплуатационных и экономических показателях, которые нередко вступают в противоречие между собой.

Основные термины, понятия и определения по надежности в технике и безопасности полетов определены в международных и отечественных документах. Это прежде всего Приложения к Конвенции о международной гражданской авиации, федеральные законы, федеральные авиационные правила, ГОСТ и другие нормативные документы [1, 2, 3, 4, 5].

Рассмотрим наиболее важные определения.

**Технический объект** (en Item «in dependability») - предмет рассмотрения, на который распространяется терминология по надежности в технике.

*Примечания:*

*1 Объектом может быть сборочная единица, деталь, компонент, элемент, устройство, функциональная единица, оборудование, изделие, система, сооружение.*

*2 Объект может включать в себя аппаратные средства, программное обеспечение, персонал или их комбинации.*

*3 Термин «объект» может относиться к конкретному объекту и к одному из представителей группы однотипных объектов, в частности, к выбранному случайным образом элементу выборки, партии, серии, генеральной совокупности.*

**Система** (en system) - объект, представляющий собой множество взаимосвязанных элементов, рассматриваемых в определенном контексте как единое целое и отделенных от окружающей среды

*Примечания:*

*1. Система обычно определяется с точки зрения достижения определенной цели, например, выполнения требуемых функций.*

*2. Для системы должна быть установлена граница, отделяющая ее от окружающей среды и других систем. Однако на работу системы может влиять окружающая среда и для работы системы могут требоваться внешние ресурсы (лежащие вне границ системы).*

**Подсистема** (en subsystem) - часть системы, которая представляет собой систему

**Надежность** (en dependability) - свойство объекта сохранять во времени способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования

*Примечания:*

*1. Слова «во времени» означают естественный ход времени, в течение которого имеет место применение, техническое обслуживание, хранение и транспортирование объекта, а не какой-либо конкретный интервал времени.*

2 Надежность является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения объекта и условий его применения может включать в себя безотказность, ремонтпригодность, восстанавливаемость, долговечность, сохраняемость, готовность или определенные сочетания этих свойств (рис. 2).

3 Требуемые функции и критерии их выполнения устанавливаются в нормативной, конструкторской, проектной, контрактной или иной документации на объект (далее - документации).

4 Критерии выполнения требуемых функций могут быть установлены, например, заданием для каждой функции набора параметров, характеризующих способность ее выполнения, и допустимых пределов изменения значений этих параметров. В этом случае надежность можно определить, как свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих его способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования.

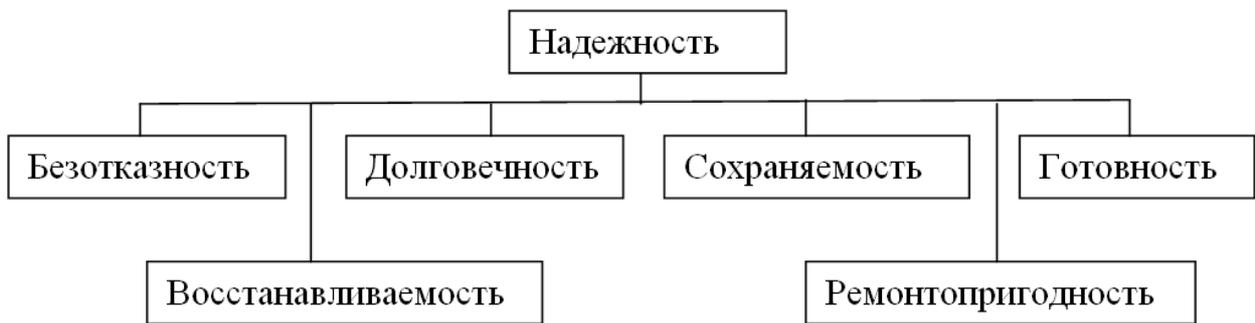


Рис. 2 Составляющие надежности

Основные причины, определяющие надежность изделия, связаны, как правило, со случайными явлениями, для описания которых применяется математический аппарат теории вероятностей.

Так, отказ – случайное событие, срок службы или наработка до отказа – случайная величина и процесс, приводящий к потере работоспособности (например, износ) – случайная функция. Поэтому и показатели, применяемые для оценки надежности изделия, имеют вероятностную природу.

К основным свойствам надежности изделия относятся безотказность и долговечность. Разделение надежности на эти две основные категории зависит от того, какой промежуток времени рассматривается и учитываются ли мероприятия, связанные с восстановлением работоспособности.

**Безотказность (en reliability)** - свойство объекта непрерывно сохранять способность выполнять требуемые функции в течение некоторого времени или наработки в заданных режимах и условиях применения.

**Долговечность (en durability)** - свойство объекта, заключающееся в его способности выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях

использования, технического обслуживания и ремонта до достижения предельного состояния.

**Предельное состояние (en limiting state)** - состояние объекта, в котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно.

Безотказность рассматривает как бы самостоятельную непрерывную работу изделия без какого-либо вмешательства для поддержания работоспособности.

Долговечность изделия, наоборот, рассматривает работу изделия за весь период эксплуатации и учитывает, что длительная работа изделия невозможна без технического обслуживания и других мероприятий, восстанавливающих работоспособность, утрачиваемую в процессе эксплуатации.

Прежде, чем перейдем к изложению показателей безотказности, вспомним некоторые положения из теории вероятностей [9].

**Случайной величиной** называется величина, которая в результате опыта может принять то или иное значение, неизвестное заранее – какое именно. Случайные величины могут быть прерывными (дискретными) и непрерывными. Возможные значения прерывных (дискретных) величин могут быть заранее перечислены. Возможные значения непрерывных величин не могут быть заранее перечислены и непрерывно заполняют некоторый промежуток.

Примеры прерывных (дискретных) величин:

- а) частота появления герба при трех бросаниях монеты (возможные варианты – 0, 1, 2, 3);
- б) число отказавших элементов в приборе, состоящем из пяти элементов (возможные значения – 0, 1, 2, 3, 4,5);
- в) число самолетов, сбитых в воздушном бою (возможные значения 0, 1, 2, 3, ....., N, где N – общее количество самолетов, участвующих в воздушном бою).

Примеры непрерывных величин:

- а) ошибка высотомера;
- б) время безотказной работы изделия ФС ВС;
- в) расстояние от центра тяжести самолета до носка САХ.

Одно из ключевых понятий в теории вероятностей – **событие**. Под событием в теории вероятностей понимается всякий факт, который в результате опыта может произойти или не произойти. Чтобы количественно сравнивать степень возможности появления того или иного события, необходимо некоторое число, которое тем больше, чем более возможно событие. Такое число называют вероятностью события.

**Вероятность события** есть численная мера объективной возможности появления случайной величины.

События называются **равновозможными**, если по условиям симметрии есть основание считать, что ни одно из событий не является более возможным, чем другое (например, бросание игральной кости).

Несколько событий называются **несовместными** в данном опыте, если никакие два из них не могут произойти в данном опыте. Например, появление герба и цифры при бросании монеты.

Несколько событий в данном опыте образуют **полную группу** событий, если в результате опыта непременно должно появиться хотя бы одно из них. Например, выпадение герба и выпадение цифры при бросании монеты.

Существуют группы событий, обладающие всеми тремя свойствами: равновозможны, несовместны и образуют полную группу событий. например, появление герба и цифры при бросании монеты. События, образующие такую группу называются **случаями** (шансами).

Случай называется благоприятным некоторому событию, если появление этого случая влечет за собой появление этого события.

Если опыт сводится к схеме случаев, то вероятность появления события  $A$  в данном опыте можно оценить по относительной доле благоприятных случаев. Вероятность появления события  $A$  вычисляется как отношение благоприятных случаев к общему количеству случаев.

$$P(A) = \frac{n}{N}$$

где  $P(A)$  – вероятность события  $A$ ,  $n$  – число случаев благоприятных событию  $A$ ,  $N$  – общее число случаев.

Вышеуказанная формула определения вероятности события  $A$  называется «классической формулой». Долгое время она фигурировала как формула для определения вероятности. В настоящее время эта формула справедлива при эмпирическом подсчете вероятности и пригодна лишь тогда, когда опыт сводится к схеме случаев.

Среди числовых характеристик случайных величин нужно прежде всего отметить те, которые характеризуют положение случайной величины на числовой оси, т.е. указывают некоторое среднее, ориентировочное значение около которого группируются все возможные значения случайной величины

Среднее значение случайной величины есть некоторое число, являющееся как бы ее «представителем» и заменяющее ее при грубо ориентировочных расчетах. Когда мы говорим: «среднее время работы изделия равно 1000 часов», или «средняя точка очага коррозии находится на расстоянии 0,5 м от оси симметрии изделия», мы этим указываем определенную числовую характеристику случайной величины, описывающую ее положение на числовой оси, т.е. «характеристику положения».

Из характеристик положения в теории вероятностей важнейшую роль играет **математическое ожидание** случайной величины, которое иногда называют просто **средним значением** случайной величины.

Для дискретных случайных величин, **математическим ожиданием случайной величины** называется сумма произведений всех возможных значений случайной величины на вероятности этих значений.

$$M[X] = \sum_{i=1}^n x_i p_i$$

## 1.2 Показатели безотказности изделий

Рассмотрим более детально показатели безотказности, как одного из определяющих свойств надежности изделий [9, 10]:

### 1. Вероятность безотказной работы (en reliability <measure>, reliability function)

– это вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ объекта не возникнет.

Вероятность безотказной работы за время  $t$ , как вероятность противоположного события, дополняет до единицы вероятность отказа  $F(t)$

$$P(t) = 1 - F(t)$$

Вероятность безотказной работы  $P(t)$  наиболее полно характеризует безотказность агрегата или устройства за время работы  $t$ .

В условиях статистики

$$\widehat{P(t)} = 1 - \frac{n(t)}{N(t)}$$

где  $n$  - количество отказов,  $N$  - общее количество изделий.

Вероятность безотказной работы  $P(t)$  (коэффициент надежности) является основным показателем безотказности. Значение  $P(t)$ , как всякой вероятности, может находиться в пределах  $0 \leq P(t) \leq 1$ .

Например, если вероятность безотказной работы изделия в течение  $T = 1000$  ч равняется 0,95, то это означает, что из большого количества изделий данной модели в среднем около 5 % изделий потеряют свою работоспособность раньше через 1000 ч наработки.

Показатель  $P(t)$  может быть применим для оценки безотказности одного изделия. В этом случае он как бы определяет шансы изделия проработать без отказов заданный период времени. Вспомним, что вероятность безотказной работы  $P(t)$  и вероятность отказа  $F(t)$  образуют полную группу событий, поэтому

$$P(t) + F(t) = 1$$

Допустимое значение  $P(t)$  выбирается в зависимости от степени опасности отказа. Например, для ответственных изделий авиационной техники допустимые значения коэффициента надежности доходят до  $P(t) = 0,9999$  и выше, т.е. практически равны 0.

Если последствия отказа связаны с незначительными экономическими потерями, допустимое значение  $P(t)$  может быть существенно ниже.

Следует отметить, что применение  $P(t)$  без указания периода времени  $t = T$ , в течение которого рассматривается работа изделия, не имеет смысла. На рис. 3 приведен пример функции безотказной работы изделия  $P(t)$ . Пунктиром показана кривая вероятности отказов  $F_1(t)$ , которая симметрична по отношению к  $P_1(t)$ , и обе кривые пересекаются в точке, соответствующей среднему (медианному) значению сроку службы (наработке) изделия  $t = T_{cp}$ , при котором  $P(t) = F(t) = 0,5$

Из графика видно, что для данного изделия при его работе в течение  $t = T_1$  безотказность работы весьма высокая, так как  $P_1(t) \approx 1$ , а при  $t = T_2$  значение  $P_1(t) = 0,8$ .

Каждому изделию в зависимости от его работоспособности соответствует своя кривая  $P(t)$ . Так, на рис. 3 изображена кривая  $P_2(t)$  для более надежного изделия, для которого область безотказной работы значительно больше и, например, при  $t = T_2$  значение  $P_2(t) \approx 1$ .

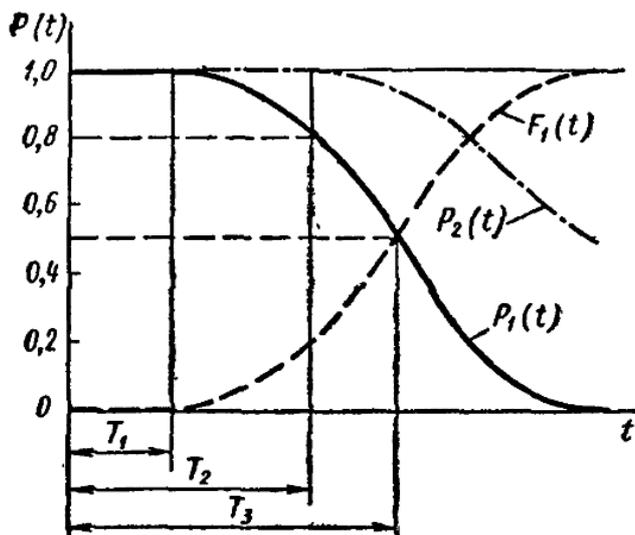


Рис. 3 Зависимость вероятности безотказной работы  $P(t)$  изделия от времени его эксплуатации

Выбирая значение  $T$  можно для любого изделия обеспечить требуемое  $P(t)$ , так как они связаны функциональной зависимостью

$$P(t) = \int_{t=T}^{\infty} f(t) dt$$

где  $f(t)$  плотность вероятности изделия за срок службы (наработки) изделия по данному выходу параметру.

При этом могут быть два варианта выбора параметров:

а. При высоких требованиях к уровню надежности задаются допустимым значением  $P(t) = \gamma \%$  и определяют время работы изделия  $t = T_\gamma$ , соответствующее заданной (регламентированной) вероятности безотказной работы. Значение  $T_\gamma$  называют гамма – процентным ресурсом и по его значению судят о большей или меньшей безотказности изделий.

б. При обычных требованиях к надежности (где отказ не приводит к катастрофическим последствиям) можно задаваться ресурсом изделия  $t = T_p$  (или сроком службы  $t = T_{cl}$ ), например, из условия необходимости проведения ТО изделия. В этом случае об безотказности изделия судят непосредственно по значению  $P(t)$ .

**2. Средняя наработка до отказа** (ep mean operating time to failure) - это математическое ожидание наработки объекта до отказа.

$$T = M(\tau_0)$$

**3. Гамма-процентная наработка до отказа** (ep gamma-percentile operating time to Failure) – это наработка до отказа, в течение которой отказ объекта не возникнет с вероятностью  $\gamma$ , выраженной в процентах

#### 4. Средняя наработка между отказами (ep mean operating time between failures)

– это математическое ожидание наработки объекта между отказами

**5. Гамма-процентная наработка между отказами** (ep gamma percentile operating time between failure) – это наработка между отказами, в течение которой отказ объекта не возникнет с вероятностью  $u$ , выраженной в процентах

**6. Интенсивность отказов** (ep failure rate) - условная плотность вероятности возникновения отказа объекта, определяемая при условии, что до рассматриваемого момента времени отказ не возник

*Примечание:*

*Помимо мгновенной интенсивности отказов может использоваться средняя интенсивность отказов, определяемая как среднее значение мгновенной интенсивности отказов за данный интервал времени.*

Интенсивность отказов  $\lambda_i$  позволяет оценить безотказность невозстанавливаемого изделия в данный момент времени его наработки, так как равна доле изделий, которые отказывают в единицу времени после момента  $t$ , причем доля относится к числу изделий, работоспособных в момент времени  $\Delta t$

$$\hat{\lambda} = \frac{\Delta n_i}{(N_0 - n_i) \Delta t_i}$$

где  $N_0$  – общее количество изделий,  $n_i$  – количество изделий, отказавших до  $i$ -го интервала наработки,  $\Delta n_i$  – количество отказавших изделий в  $i$ -м интервале наработки,  $\Delta t_i$  – интервал наработки.

**7. Параметр потока отказов** (ep failure intensity) – предел отношения вероятности возникновения отказа восстанавливаемого объекта за достаточно малый интервал времени к длительности этого интервала, стремящейся к нулю.

*Примечание: Помимо мгновенного параметра потока отказов могут использоваться: средний параметр потока отказов, определяемый как среднее значение мгновенного параметра потока отказов за данный интервал времени, и стационарный параметр потока отказов, определяемый как предел мгновенного параметра потока отказов при стремлении рассматриваемого момента времени к бесконечности.*

Хотя значение  $P(t)$  за соответствующий период времени  $t = T$  является основным показателем безотказности, могут быть случаи, когда оно перестает быть наглядным и требуются дополнительные показатели. Таким показателем и является параметр потока отказов.

Этот показатель используется, когда необходимо оценить тенденции изменения надежности на определенном интервале наработки или когда отказы не влияют на безопасность полетов и могут быть легко устранены.

$$\omega(t) = \frac{d\Omega(t)}{dt}$$

где  $\Omega(t)$  среднее число отказов (математическое ожидание числа отказов) за время  $t$ .

В статистических условиях

$$\omega^{\wedge}(t) = \frac{\Delta n_i}{N_0 \Delta t_i} = \frac{1}{T_{cp}}$$

где  $N_0$  – общее количество изделий,  $\Delta n_i$  – количество отказавших изделий в  $i$ -м интервале наработки,  $\Delta t_i$  – интервал наработки,  $T_{cp}$  – наработка на отказ – отношение суммарной длительности работы (наработки) изделия к числу отказов возникших за этот период (т.е. средняя продолжительность безотказной работы изделия).

### 1.3 Долговечность изделий

Для оценки долговечности сложных изделий, к которым относятся и ВС, применяют показатели, характеризующие выход за допустимые пределы основных технических характеристик (выходных параметров) изделия в целом. К ним относятся показатели мощности, тяги скорости, КПД и т.д. всего изделия. В этом случае основным показателем долговечности будет ресурс (срок службы) связанный с выходом за допустимые пределы основных технических характеристик изделия и наступлением предельного состояния изделия, при котором дальнейшая эксплуатация изделия должна быть прекращена.

В соответствии с ГОСТ 27.002 – 2015 г. к показателям долговечности относятся:

- **средний ресурс** (en mean operating life) - математическое ожидание ресурса;
- **гамма-процентный ресурс** (en gamma-percentile operating life) - суммарная наработка, в течение которой объект не достигнет предельного состояния с вероятностью  $\gamma$ , выраженной в процентах;
- **средний срок службы** (en mean useful life) - математическое ожидание срока службы изделия;
- **гамма-процентный срок службы** (en gamma-percentile useful life) - календарная продолжительность эксплуатации, в течение которой объект не достигнет предельного состояния с вероятностью  $\gamma$ , выраженной в процентах.

Некоторые исследователи считают, что безопасность полетов не зависит от срока службы самолета, потому что ресурсы и сроки службы ВС устанавливаются различными способами, в том числе, с помощью квалифицированных расчетов.

Современные НЛГ ВС строго соблюдаются при проектировании и изготовлении современных ЛА и сохраняются на протяжении всего жизненного цикла авиационной техники.

## **ГЛАВА 2. НОРМАТИВНАЯ БАЗА ЛЕТНОЙ ГОДНОСТИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ**

### **2.1 Основные этапы развития нормативной базы по летной годности воздушных судов**

На основе реализации единой на территории Российской Федерации законодательной, нормативно-правовой и нормативно-технической базы достигается главная цель системы регулирования и управления в области технической эксплуатации, которая заключается в достижении наилучших результатов при решении задач сохранения лётной годности и обеспечения эффективности использования парка ВС.

Система ТО ВС в подразделениях ГА с 1923 до 1936 годов представляла собой закреплённый метод обслуживания, при котором каждый самолёт обслуживался закреплёнными за ним старшими и младшими мотористами, авиамеханиками и авиатехниками. В этот период открывается подготовка ИТС в Москве и Ленинграде, создается ГосНИИ ГА.

В 1932-1933 годах утверждается первый Воздушный кодекс СССР. К 1935 году объем пассажирских перевозок возрос настолько, что возникла необходимость перехода на двух- и трехсменную работу эксплуатационных предприятий. В связи с этим была введена новая система ТО самолётов, при которой технический состав за самолётами не закрепляется, а сводится в технические бригады, которые обслуживают в течение смены все самолёты. Новая система ТО потребовала серьёзной переработки эксплуатационной документации по обслуживанию и контролю состояния АТ, а также дальнейшего совершенствования организационной структуры ИАС ГА.

С 1949г. в ряде аэропортов начали создаваться Линейные эксплуатационно-ремонтные мастерские (ЛЭРМ), которые по характеру организации работ приближались к предприятиям промышленного типа.

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

В связи с дальнейшим ростом объемов работ по авиаперевозкам и применению авиации в народном хозяйстве возросли и объёмы работ по ТО АТ. Многие ЛЭРМ в 60-х годах по объёму работ, штатной численности ИТС, организации труда переросли организационные формы мастерских. Они превратились в крупные технически оснащенные базы ПЛГ ВС. Разрабатывается и вводится в действие новая редакция Наставления по ИАС (НИАС ГА - 60). Ученые и ведущие специалисты отрасли проводят глубокие научные исследования, направленные на совершенствование нормативно-технической базы по поддержанию лётной годности ВС, по унификации и стандартизации требований в сфере ТО АТ, по разработке и внедрению единых регламентов и технологий по ТОиР АТ.

Одновременно проведена реорганизация ЛЭРМ в АТБ (авиационно-

технические базы). Приказом МГА от 17.01.1968 № 215 вводится в действие «Типовое положение об АТБ эксплуатационного предприятия гражданской авиации», которым регламентировались новые типовые организационные структуры АТБ в зависимости от класса эксплуатационного авиапредприятия и объёма работы ИАС.

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

Особое место в развитии нормативно-правовой и организационно-методической базы ИАС ГА занимает период разработки и введения в действие новой категории документов, регламентирующих сертификацию ГА как транспортной отрасли (1992-1995 гг.). В 1997 г. был принят основополагающий документ, регламентирующий деятельность в области гражданской авиации - Воздушный кодекс РФ. В соответствии с данным документом за период с 1997 по 2003 гг. издано определённое количество нормативных актов, позволивших на его основе создать необходимую правовую базу отрасли, в целом достаточную для её функционирования. Однако для обеспечения дальнейшего развития отрасли и её инженерно-авиационной службы в условиях быстро меняющейся действительности необходимо оперативно и грамотно вносить коррективы в действующие правовые документы и чаще вводить в действие новые.

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

## **2.2 Общая руководящая документация**

По своему назначению руководящая документация делится на общую (в том числе для всех типов ВС) и типовую (для конкретного типа ВС).

К основными документам, определяющими вопросы летной годности гражданских ВС относятся Конвенция о международной гражданской авиации (Чикагская конвенция) (Документ ИКАО 7300/3, 1963 г.), Приложение 8 ИКАО. «Летная годность воздушных судов», Руководство по летной годности Doc 9760 AN/967, Циркуляры ИКАО по летной годности, Воздушный кодекс Российской Федерации от 19.03.1997 N 60-ФЗ, «Авиационные правила. Часть 25. Нормы летной годности самолетов транспортной категории» (утв. Постановлением 28-й сессии Совета по авиации и использованию воздушного пространства от 11.12.2008) и др.

Воздушный кодекс РФ - основополагающий документ, регламентирующий деятельность в области гражданской авиации, был принят в 1997 году. Он установил правовые основы деятельности российских авиапредприятий, определил приоритеты в области развития авиации, регламентировал вопросы развития авиации, регламентировал вопросы сертификации и лицензирования в ГА.

Положение о ФАВТ Министерства транспорта РФ утверждено постановлением Правительства РФ от 30.07.2004 № 396.

«Правила госрегистрации...» определяют порядок государственной регистрации и выдачи свидетельств регистрации гражданских ВС, предназначенных для выполнения полетов, ведения Государственного реестра гражданских ВС РФ и внесения в него изменений, выдачи свидетельств об исключении гражданских ВС из Государственного реестра, присвоения государственных и регистрационных опознавательных знаков и нанесения их на гражданские ВС, нанесения товарных знаков на гражданские ВС.

### **Положение об Управлении поддержания лётной годности воздушных судов ФАВТ.**

Согласно Положению УПЛГ ВС является органом государственного регулирования в области ТЭ ВС, на который возлагаются задачи по организации и проведению обязательной сертификации юридических лиц, осуществляющих техническое обслуживание и ремонт авиационной техники, проведение в установленном порядке инспекций гражданских воздушных судов с целью оценки их лётной годности и выдачи соответствующих документов, подготовке предложений по проектам нормативных правовых актов, а также выработке и реализации мер, направленных на выполнение задач и функций, вытекающих из сферы деятельности Агентства, в рамках компетенции Управления.

В ГА издана серия положений и наставлений: по службе движения, связи, аэронавигационной информации, аэродромной службе, метеорологическому обеспечению полётов, перевозкам и т. д.

Нормативные документы общего назначения по ТЭ ВС, включающие приказы, распоряжения, указания, инструкции и директивы МГА, ДВТ, ФАС, ФСВТ, ГС ГА ФАВТ, УПЛГ ВС сводятся в специальные перечни, которые постоянно корректируются и обновляются.

## **2.3 Основные понятия и определения**

**Ожидаемые условия эксплуатации** - условия, которые стали известны из практики или возникновение которых можно с достаточным основанием предвидеть в течение срока службы ВС с учетом его назначения. Эти условия зависят от метеорологического состояния атмосферы, рельефа местности, функционирования ВС, квалификации персонала и всех прочих факторов, влияющих на БП.

Ожидаемые условия эксплуатации не включают:

а) экстремальные условия, которых можно успешно избежать путем использования соответствующих правил эксплуатации;

б) экстремальные условия, которые возникают настолько редко, что требование выполнять Стандарты в отношении этих условий привело бы к обеспечению более высокого уровня лётной годности, чем это необходимо и практически обосновано. Организация, ответственная за конструкцию типа.

Организация, которая владеет сертификатом типа или равноценным документом в отношении типа воздушного судна, двигателя или воздушного винта, выданным Договаривающимся государством.

**Перегрузка** - отношение установленной нагрузки к весу воздушного судна, причем эта нагрузка выражается в величинах аэродинамических и инерционных сил или сил взаимодействия с земной поверхностью. Например, нормальная перегрузка определяется, как отношение нормальной силы  $R_y$  к произведению массы летательного аппарата на ускорение свободного падения

$$n_y = \frac{R_y}{mg}$$

**Повреждение от дискретного воздействия** - повреждение конструкции ВС, которое, вероятно, является результатом столкновения с птицей, нелокализованного разрушения лопаток вентилятора, нелокализованного разрушения двигателя, нелокализованного разрушения быстровращающихся деталей механизмов или аналогичных причин.

**Поддержание летной годности** - совокупность процессов, обеспечивающих соответствие ВС, двигателя, воздушного винта или составной части действующим требованиям к летной годности и поддержание в состоянии, соответствующем условиям безопасной эксплуатации, на протяжении срока их службы.

**Разрушающая (расчетная) нагрузка** - предельная нагрузка, умноженная на соответствующий коэффициент безопасности.

**Расчетная взлетная масса** - максимальная масса ВС, которая при расчетах на прочность конструкции принимается за массу ВС, предусматриваемую в начале разбега при взлете.

**Расчетная посадочная масса** - максимальная масса ВС, которая при расчетах на прочность конструкции принимается за массу ВС, предусматриваемую при посадке.

**Ремонт** - восстановление летной годности авиационного изделия, определяемой соответствующими нормами летной годности.

**Самолет** - воздушное судно тяжелее воздуха, приводимое в движение силовой установкой, подъемная сила которого в полете создается в основном за счет аэродинамических реакций на поверхностях, остающихся неподвижными в данных условиях полета.

**Сертификат типа** - документ, выданный Договаривающимся государством для определения конструкции типа воздушного судна, двигателя или воздушного винта и подтверждения того, что эта конструкция отвечает соответствующим нормам летной годности данного государства.

Примечание. В некоторых Договаривающихся государствах в отношении типа двигателя или воздушного винта может быть выдан документ, равноценный сертификату типа.

**Силовая установка** - система, состоящая из всех двигателей, компонентов системы привода (если имеется) и воздушных винтов (если установлены), их агрегатов, вспомогательных частей, топливной системы и системы смазки, установленных на воздушном судне; к ней не относятся несущие винты вертолета.

**Соответствующие нормы летной годности** - всеобъемлющие и подробные нормы летной годности, установленные, принятые или признанные Договаривающимся государством для рассматриваемого класса воздушных судов, двигателей или воздушных винтов.

Аэронавигационная комиссия ИКАО пришла к выводу, что следует отказаться от идеи разработки технических требований к ЛГ в виде АМС («приемлимые методы установления соответствия»), а обязательства государств в соответствии со статьей 33 Конвенции будут выполняться путем соблюдения Стандартов широкого плана в Приложении 8, дополненных, при необходимости, техническим инструктивным материалом по ЛГ, не содержащим каких либо подлежащих неуклонному выполнению положений или обязательств.

**Летная годность** - комплексное свойство ЛА, определяемое реализованными в ее конструкции принципами и конструктивно-технологическими решениями и позволяющее совершать безопасные полеты в заданных условиях и при установленных методах эксплуатации.

**Техническое обслуживание** - проведение работ, необходимых для обеспечения сохранения ЛГ ВС, включая КВР, проверки, замены, устранение дефектов, выполняемые как в отдельности, так и в сочетании, а также практическое осуществление модификации или ремонта.

**Программа технического обслуживания** (Maintenance programme) - документ, содержащий описание конкретных плановых работ по ТО и периодичность их выполнения, а также связанных с ними процедур, например программы надежности, необходимых для обеспечения безопасной эксплуатации тех ВС, которых он касается.

## 2.4 Нормы летной годности

Проектирование АТ должно производиться в соответствии с нормами летной годности и установленного уровня безопасности. В СССР НЛГ впервые были созданы в 1967 г. (НЛГС), а до этого требования по безопасности включались в технические требования (ТТ) на каждый новый гражданский самолет. В 1971 г. была создана Межведомственная комиссия по нормам летной годности гражданских самолетов и вертолетов СССР (МВ НЛГ СССР), которой было поручено осуществлять руководство и координацию работ по постоянному совершенствованию и развитию отечественных НЛГ с учетом достижений авиационной техники, опыта эксплуатации, специальных исследований и зарубежной практики.

В 1974 г. авиационной промышленностью разработаны и введены в действие «Нормы летной годности гражданских самолетов СССР» (НЛГС-2),

которые полностью соответствуют требованиям ИКАО и находятся на уровне FAR и JAR. Согласно НЛГС-2 были сертифицированы самолеты Як-42, Ил-86. По результатам этой работы с учетом новых требований ИКАО, опыта совершенствования зарубежных и национальных НЛГ, развития авиационной науки и техники было подготовлено и введено в действие третье издание «Норм летной годности гражданских самолетов СССР» (НЛГС-3, 1984 г.), которые в 1985 г. были приняты в качестве «Единых норм летной годности гражданских транспортных самолетов» (ЕНЛГ-С) стран-членов СЭВ. Новое поколение отечественных пассажирских самолетов проходит сертификацию уже в соответствии с требованиями НЛГС-3. По НЛГС-3 были сертифицированы самолеты Ил-96 и Ту-204. Сравнительный анализ НЛГС-3, FAR и JAR показал, что устанавливаемые ими уровни безопасности практически эквивалентны. По отдельным требованиям между ними имеются отличия, содержащие менее или более жесткие требования к отдельным характеристикам.

Отличие НЛГС-3 от FAR и JAR – в структуре расположения требований и их нумерации, что затрудняет использование НЛГС СССР за рубежом.

С 1990 г., в соответствии с решением Совета по нормам летной годности России, была начата работа по сближению НЛГ России с нормами США и Западной Европы по структуре и содержанию требований с учетом обеспечения конкурентоспособности отечественных воздушных судов.

В 1994 г. изданы Авиационные правила 25 «Нормы летной годности самолетов транспортной категории», по ним был сертифицирован самолет Ил-96Т.

В 1995 г. изданы Авиационные правила «Нормы летной годности вертолетов».

В общей части АП-25 определены вероятности возникновения особых ситуаций.

По частоте возникновения события (отказные состояния, внешние воздействия, ошибки и др.) делятся на следующие категории [7]:

а) **Вероятные** – могут произойти один или несколько раз в течение срока службы каждого самолета данного типа. Вероятные события подразделяются на частые и умеренно вероятные.

б) **Невероятные (редкие)** подразделяются на маловероятные и крайне маловероятные.

**Маловероятные** – вряд ли произойдут на каждом самолете в течение его срока службы, но могут произойти несколько раз, если рассматривать большое количество самолетов данного типа.

**Крайне маловероятные** – вряд ли произойдут за весь срок эксплуатации всех ВС данного типа, но тем не менее их нужно рассматривать как возможные.

с) **Практически невероятные** – настолько невероятные, что нет необходимости считать возможным их возникновение.

При необходимости количественной оценки вероятностей возникновения событий могут использоваться следующие значения:

Вероятные	- не более $10^{-5}$
частые	- не более $10^{-3}$
умеренно вероятные	- в диапазоне $10^{-3} - 10^{-5}$
Невероятные (редкие)	- в диапазоне $10^{-3} - 10^{-5}$
маловероятные	- в диапазоне $10^{-5} - 10^{-7}$
крайне маловероятные	- в диапазоне $10^{-7} - 10^{-9}$
Практически невероятные	- менее $10^{-9}$

#### 2.4.1 Нормы и правила в области летной годности

Приложение 6 включает требование о том, что эксплуатант осуществляет сбор и оценку опыта эксплуатации и ТО в отношении поддержания ЛГ, предоставляет эту информацию установленным порядком. Эксплуатант должен также получать и оценивать информацию о сохранении ЛГ и рекомендации, предоставляемые организацией, ответственной за типовую конструкцию.

Разработанные, принятые или признанные государством нормы и правила в области летной годности должны включать положения, предусматривающие:

- a) обязательную регистрацию всех ВС;
- b) реализацию условий ЛГ, отвечающих требованиям Чикагской конвенции и Приложений к ней;
- c) соответствие всех внесенных в государственный реестр ВС относящимся к ним критериям ЛГ, утвержденным (принятым) данным государством;
- d) выдачу, валидацию или признание сертификата типа ВС, которое подлежит внесению в государственный реестр ВС;
- e) выдачу, в необходимых случаях, сертификатов производства или документов об утверждении организации производственного процесса;
- f) выдачу, продление срока действия или признание действительным СЛГ ВС;
- h) выпуск или признание AD, бюллетеней и указаний;
- i) выдачу, изменение, аннулирование и приостановление действия документов об утверждении, свидетельств и сертификатов, имеющих отношение к вопросам летной годности;
- j) допуск лиц и организаций от имени ВГА к выполнению определенных работ, связанных с проектированием, производством и ТО ВС, агрегатов и их составных частей, выдачей соответствующих государственных документов об утверждении, свидетельств и сертификатов;
- k) допуск лиц и организаций от имени ВГА к инспектированию и контролю ВС, агрегатов ВС, стандартных изделий, материалов или процессов и систем с целью установления, выполняются ли процессы и виды деятельности, на которые выданы соответствующие документы об утверждении, свидетельства и сертификаты, надлежащим образом;

1) наложение штрафных санкций за нарушение или ненадлежащее исполнение какого-либо из положений законов, правил или директив государства в области ГА.

На рис. 4 представлена схема организационной структуры системы работ по летной годности в гражданской авиации государства

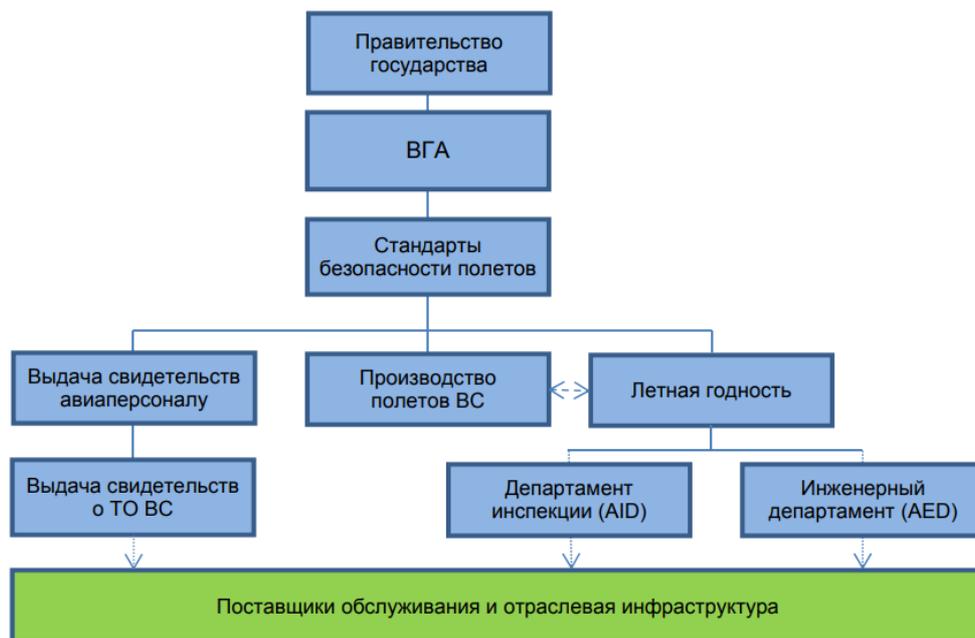


Рис. 4 Пример организационной структуры системы работ по летной годности в гражданской авиации государства

#### 2.4.2 Обязанности государства регистрации в области летной годности

В соответствии Руководством летной годности ИКАО государство регистрации ВС в области летной годности обязано:

- a) обеспечивать разработку и принятие норм, правил и национальных стандартов в отношении ЛГ ВС, ПЛГ ВС, регистрации ВС и сертификации ВС по шуму;
- b) обеспечивать разработку и принятие национальных норм и правил в отношении требований к импорту (экспорту) авиационных изделий;
- c) в необходимых случаях обеспечивать разработку и принятие национальных норм и правил в отношении валидации сертификатов типа, по которым государство регистрации не является государством разработчика;
- d) утверждать или согласовывать модификации и ремонты, касающиеся поддержания летной годности ВС;
- f) обеспечивать надлежащее ведение реестра ВС и выдачу свидетельств о регистрации ВС;
- g) обеспечивать, чтобы в том случае, когда оно впервые заносит в свой реестр ВС определенного типа, государством разработчика которого оно не является, и выдает или валидирует СЛГ, государство разработчика уведомлялось о том, что указанное ВС внесено в государственный реестр;

i) разрабатывать или принимать требования в отношении поддержания летной годности ВС на протяжении всего срока службы;

l) для ВС, обеспечивать наличие системы, в рамках которой информация об отказах, повреждениях и дефектах, которые могут отрицательно влиять на поддержание ЛГ, передается организации, ответственной за типовую конструкцию этого ВС;

n) выдавать COR, СЛГ, разрешения на специальные полеты, экспортные СЛГ и сертификаты ВС по шуму;

o) оценивать и утверждать или согласовывать МСМ, руководства по процедурам организаций по ТО, модификации и ремонты, а также программы ТО ВС, включая, при необходимости, программы ТО самолетов, выполняющих полеты категории EDTO;

p) выполнять инспектирование организаций по ТО и эксплуатантов для целей их сертификации по требованиям к летной годности;

r) разрабатывать годовые рабочие планы проведения надзора.

s) осуществлять надзор за сертифицированными эксплуатантами, организациями по ТО и учебными организациями;

t) обеспечивать своевременное выполнение корректирующих действий по устранению недостатков, выявленных при проверках сертифицированных эксплуатантов, организаций по ТО и учебных организаций;

u) при необходимости предпринимать соответствующие меры воздействия в отношении сертифицированных эксплуатантов, организаций по ТО и учебных организаций, а также технического персонала, имеющего свидетельство.

Приложения ИКАО требуют, чтобы все ВС отвечали стандартам сертификации по шуму, а на борту ВС находился документ, удостоверяющий сертификацию по шуму.

Первоначальная выдача сертификата типа ВС государством разработчика рассматривается как удовлетворительное доказательство того, что конструкция и детали этого ВС были рассмотрены и признаны отвечающими стандартам ЛГ, тип ВС прошел требуемые наземные и летные испытания, а также отсутствуют известные или предполагаемые небезопасные характеристики .

Некоторые государства регистрации валидируют СТ для установления того, соответствует ли импортированное ВС их собственным применимым стандартам летной годности.

### **2.4.3 Программа ТО ВС**

Эксплуатант ВС в соответствии с требованиями [6] должен:

a) эксплуатировать ВС, только если его ТО и допуск к эксплуатации выполнены утвержденной организацией по ТО (АМО) или в рамках эквивалентной системы, при этом любая из практик приемлема для государства регистрации;

c) обеспечить проведение ТО своих ВС в соответствии с программой ТО, утвержденной государством регистрации и согласованной с государством эксплуатанта.

Обязанности государства регистрации включают утверждение программы ТО, принятие требований в отношении поддержания ЛГ, информирование об эксплуатационных происшествиях и сохранение действительности СЛГ. Государство регистрации также несет ответственность в отношении принятия процедур выполнения и удостоверения ТО, включая модификации и ремонты, процедур оформления свидетельства о ТО и АМО, процедур ведения регистрируемых данных о ТО и программ контроля массы и центровки.

Программа ТО применяется в отношении ВС, двигателей, воздушных винтов и составных частей. **Каждый самолет и вертолет** должны иметь программу ТО, которая должна содержать следующую информацию:

а) работы по ТО и периодичность их выполнения с учетом предполагаемого использования ВС и ожидаемых условий эксплуатации этого ВС. Рекомендуется формировать программу ТО на основе информации, предоставленной государством разработчика или организацией, ответственной за типовую конструкцию, и любого дополнительного применимого опыта. Основные требования к программе ТО включают, но не ограничиваются ими:

- осмотры;
- плановое ТО;
- контрольно-восстановительные работы и ремонты;
- проверки и осмотры конструкции планера;
- работы по ТО и их периодичность, установленные в качестве

обязательных при утверждении типовой конструкции;

б) когда это применимо, программу сохранения целостности конструкции (SIP), которая, по крайней мере, включает:

- дополнительные проверки и осмотры;
- меры предупреждения и борьбы с коррозией;
- модификации (доработки конструкции) планера и связанные с этим

проверки и осмотры;

- оценку обширных усталостных повреждений (widespread fatigue damage - WFD);

- когда это применимо, описание программы мониторинга состояния и КУН для систем, агрегатов и двигателей ВС.

В процессе утверждения предлагаемой программы ТО государство регистрации должно рассмотреть следующие требования к содержанию программы ТО:

а) отчет MRB, утвержденный государством разработчика;

б) MPD, выпущенный держателем СТ или изготовителем;

в) ограничения ЛГ (ALI), установленные в КДСТ; они могут включать SMR, ограничения сроков эксплуатации изделий по условиям ЛГ и ALI по условиям допустимой повреждаемости;

г) специальные эксплуатационные требования государства регистрации и государства эксплуатанта; эти требования могут быть связаны с дополнительными элементами конфигурации, обусловленными требованиями

данных государств для разрешенных видов полетов, а также с какими-либо дополнительными работами по ТО.

Например, сюда относятся требования к ТО, связанные с полетами над ненаселенными территориями, полетами над водой, полетами категории EDTO, полетами с сокращенными минимумами вертикального эшелонирования (RVSM), всепогодными полетами (AWOPS), минимальными навигационными характеристиками (MNPS). Национальными нормами и правилами могут быть также предусмотрены дополнительные требования к ТО, связанные с экстремальными климатическими условиями в районах полетов (температура, влажность, соленые брызги, лед или пыль). Также указанные государства могут иметь специальные требования к ТО, связанные с бортовыми системами регистрации параметров полета (FDR) и звуковой информации (CVR), аварийноспасательным оборудованием и другими системами;

е) обязательные ограничения срока эксплуатации для СЧ двигателя с ограниченным сроком эксплуатации, установленные разработчиком;

ф) работы по ТО демонтированных с ВС двигателя и ВСУ, указанные в руководствах по планированию объема работ для двигателя и ВСУ;

г) УПЛГ, составленные для оборудования, установленного на ВС эксплуатантом, или требуемые для модификаций согласно ДСТ, включая аварийно-спасательное оборудование.

Указания относительно периодичности работ:

а) значения периодичности работ обычно устанавливаются в отчете MRB в терминах соответствующих параметров использования по назначению, таких как эксплуатационные циклы, часы налета или календарное время. Для удобства планирования эксплуатант (или MRB), как правило, группирует работы в пакеты или виды планового ТО (например, «форма А» или «150-часовые работы»);

б) некоторые эксплуатанты предпочитают выполнять плановые виды ТО поэтапным методом, когда отдельно выполняемые этапы («фазы») в их сочетании составляют полный вид ТО. Это допустимо при условии, что периодичность выполнения работ не будет превышена.

Эксплуатант должен периодически **пересматривать содержание программы ТО** с учетом опыта эксплуатации, а также обеспечить, при необходимости, внесение в программу поправок и изменений путем установления соответствующей системы управления изменениями и своевременного направления экземпляров всех изменений программы ТО всем организациям и физическим лицам, которым эта программа ТО была выдана.

#### 2.4.4 Программа контроля уровня надежности

Для обеспечения ПЛГ ВС государство регистрации может потребовать от эксплуатанта разработки программы КУН, увязанной с программой ТО. В частности, эта программа может потребоваться в следующих случаях:

а) программа ТО ВС основана на логике MSG-3;

- b) программа ТО ВС включает агрегаты, эксплуатируемые по состоянию;
- c) программа ТО ВС не содержит ограничений по срокам плановых КВР для всех агрегатов важных систем;
- d) если это предписано в МРД изготовителя или в отчете MRB.

*Примечание 1. «Важная система» – это система, отказ которой может угрожать безопасной эксплуатации ВС.*

*Примечание 2. Эксплуатант, от которого не требуется разработка программы КУН, может, тем не менее, разработать свою собственную программу мониторинга надежности, если она может быть полезной в плане ТО.*

*Примечание 3. В настоящее время для целей формирования программы ТО используются две основные методики проведения анализа ТО: MSG-2 для выбора методов эксплуатации, т. е. «техническая эксплуатация по ресурсу» (ТЭР), «техническая эксплуатация до предотказного состояния» (ТЭП) и «техническая эксплуатация до отказа» (ТЭО); MSG-3 для выбора работ по ТО, т. е. смазка и технологическое обслуживание, визуальный осмотр или проверка работоспособности, детальный осмотр или проверка исправности, восстановление и списание.*

Программа КУН нужна для того, чтобы убедиться в эффективности работ, включенных в программу ТО, и в правильном выборе периодичности их регулярного выполнения. Таким образом, программа КУН может привести к оптимизации периодичности работы по ТО, а также к добавлению или исключению работы по ТО.

В этом отношении программа КУН предоставляет соответствующие методы для мониторинга эффективности программы ТО.

Программы КУН создаются в качестве дополнения к общей программе эксплуатанта по поддержанию ВС в состоянии ЛГ. В настоящее время в эксплуатации существует ряд программ КУН, в которых используются новые более эффективные методы управления ТО. Хотя построение и методика применения программ несколько различаются, основные цели всех программ совпадают - это выявление, оценка и принятие мер в отношении значимых признаков ухудшения характеристик до возникновения дефекта или отказа, с тем чтобы установить в МСМ требования к ТО и контролировать их соблюдение.

Стандарты характеристик надежности (т. е. контрольные уровни) установлены на основе статистических исследований опыта эксплуатации совместно с применением экспертных технических оценок.

Эти стандарты используются для определения тенденций или моделей дефектов или отказов, имевших место в период действия программы. Хотя в программах КУН имеются различия, все они должны служить средством для измерения, оценки и улучшения прогнозов.

Эта программа должна включать следующие элементы:

- a) организационную структуру;
- b) систему сбора данных;
- c) метод анализа и представления данных;

d) процедуры установления стандартов для характеристик или контрольных уровней;

e) процедуры внесения изменений в программу;

f) процедуры контроля за сроками выполнения работ;

g) раздел, содержащий определения терминов, используемых в программе.

На практике могут быть следующие методы оценки:

a) число замечаний экипажа на 1000 вылетов ВС:

- оценка характеристик надежности систем ВС (отношение числа замечаний экипажа к числу вылетов).

$$K_{1000ЛС} = \frac{n_{ЛС}}{N_B} 1000$$

где  $K_{1000ЛС}$  - коэффициент надежности ФС по замечаниям летного состава,  $n_{ЛС}$  - количество замечаний экипажа, полученных за предыдущие 12 мес,  $N_B$  - число вылетов ВС за тот же 12-месячный период. Основой для вычисления контрольных уровней является накопленная частота событий за истекший календарный год. Это обеспечивает большую статистическую базу и позволяет учитывать крайние величины, связанные с сезонными колебаниями. Базовая величина для каждой системы первоначально вычисляется путем отнесения числа замечаний экипажа, полученных за предыдущие 12 мес к числу вылетов ВС за тот же 12-месячный период и умноженных на 1000. Цель умножения на 1000 состоит в приведении показателя к величине, которая будет выражать частоту замечаний на 1000 вылетов;

- для того чтобы это был накопленный или «скользящий» показатель за предшествующие 12 мес, он должен пересчитываться ежемесячно. Данные первого месяца текущего 12-месячного периода опускаются, а включаются пересчитанные данные за последний месяц, т. е. если первоначальный расчет производился с марта 2008 года по февраль 2009 года, то в следующем месяце подсчет должен производиться за период с апреля 2008 года по март 2009 года;

- после расчета базового уровня для конкретной системы устанавливается контрольное значение в точке, превышающей базовую величину, например, на пять замечаний экипажа на 1000 вылетов. Установленные для каждой системы контрольные значения характеризуют максимальный показатель частоты сообщений экипажа об отказах, отклонение которого от базового уровня считается настолько значительным, что требует расследования;

b) число замечаний экипажа на 1000 ч налета ВС:

- для измерения характеристик надежности систем ВС может быть использовано число замечаний экипажа на 1000 ч налета. Для каждой системы ВС устанавливаются стандарты характеристик в виде числа замечаний экипажа, приведенного к 1000 ч налета ВС.

Некоторые эксплуатанты используют методы статистического анализа в качестве основы для принятия технических решений в отношении надежности

агрегатов в рамках программ КУН для управления ТО и внедрения методов технической эксплуатации «по состоянию». Для включения в указанные программы выбираются агрегаты, сохранение ЛГ которых можно определять путем визуального контроля, измерений, проверок или с помощью других средств, не требующих разборки или периодических плановых КВР (капитального ремонта). В рамках этих программ агрегаты разрешается использовать по назначению при условии, что они отвечают установленному контрольному уровню надежности (при эксплуатации до отказа) или базовым характеристикам функционирования (при эксплуатации до предотказного состояния).

Если надежность агрегата ухудшается до значения, превышающего установленный контрольный уровень, то проводится повторный статистический анализ для определения зависимости надежности агрегата от его возраста (наработки). Обычно такой анализ включает также определение причин снижения надежности и корректирующих действий, направленных на взятие под контроль характеристик. Такой анализ надежности является непрерывным процессом, позволяющим определить, требует ли агрегат иной программы ТО или необходимо внести изменения в конструкцию для повышения надежности.

Статистический анализ проводится также в тех случаях, когда наблюдаемые характеристики надежности агрегата улучшаются до такой степени, что все большее число агрегатов этого типа достигает более высокой наработки без отказов, обуславливающих их досрочный съем. При таком возможном улучшении надежности желательно провести анализ для определения характера зависимости «надежность – возраст».

Осуществляется мониторинг частоты досрочных съёмов с последующим анализом результатов разборки и цеховой дефектации. Введение концепции технической эксплуатации «по состоянию» сделало более важным получение большего объема информации об эксплуатационной надежности агрегатов и анализ соотношения между этими характеристиками и временем эксплуатации. Эти потребности способствовали развитию методов статистического анализа.

Этот метод анализа требует наличия по каждому исследуемому агрегату за указанный календарный период следующей информации:

- a) наработка каждого агрегата к моменту начала исследования;
- b) наработка каждого агрегата, снятого и установленного в течение данного периода;
- c) причина снятия и местонахождение каждого агрегата;
- d) наработка каждого эксплуатируемого агрегата к концу контрольного периода.

Анализ надежности каждого агрегата в период между плановыми КВР (или капитальными ремонтами) проводится следующим образом:

- a) Подготавливается диаграмма распределения отказов по времени, показывающая наработку каждого агрегата и число отказов, приходящихся на каждый 100-часовой этап наработки в течение установленного контрольного

периода. В связи с этим распределением формируется также подборка причин отказов, приходящихся на каждый 100-часовой этап наработки.

б) Следующим шагом является определение частоты (интенсивности или параметра потока) отказов и зависимости вероятности безотказной работы от наработки с момента последнего планового вида КВР (TSO). Кривая частоты отказов отражает число отказов на 1000 ч наработки каждого блока с разбивкой по 100-часовым этапам наработки. Кривая вероятности безотказной работы показывает число блоков, сохраняющих работоспособность в любой заданный момент времени. Формы кривых вероятности безотказной работы и частоты отказов имеют важное значение при определении закона снижения надежности, поскольку наработка, которая может быть достигнута в период между последовательными плановыми видами КВР, определяется площадью области под кривой вероятности безотказной работы, ограниченной также горизонтальной и вертикальной осями координат.

с) На основе указанных данных можно получить дополнительную информацию путем построения «кривой вероятностей» (функции распределения). Эта кривая показывает вероятность достижения агрегатом заданной наработки и предполагаемое число агрегатов, которые должны отказать в течение заданного периода времени. Число агрегатов, которые могут отказать в заданный временной период, определяется по разнице ординат в начале и в конце установленного периода времени. Его также можно определить по проекции касательной к кривой вероятностей безотказной работы в данной точке. Кроме того, процентная доля агрегатов, которые достигнут заданной величины наработки, есть также вероятность безотказной работы одного агрегата в течение этого периода.

д) Возможна еще более точная оценка на основе построения кривой условной вероятности.

Эта кривая покажет вероятность отказа агрегата в течение заданного интервала времени.

Данные для определения условной вероятности получаются путем деления числа (или процентной доли) агрегатов, работоспособных в начале выбранного интервала, на число (или процентную долю) агрегатов, снятых из-за отказа в течение этого интервала. Считается, что такая кривая лучше всего отражает зависимость между надежностью и периодичностью плановых КВР.

#### **2.4.5 Изменение периодичности и требований к ТО**

Программа КУН не должна допускать корректировки любых элементов CMR и ALI. Элементы CMR и ALI являются частью процесса сертификации, и в рамках программы КУН эксплуатанта недопустимо увеличение установленных ими сроков. Эксплуатант не должен использовать свою программу КУН в качестве основания для изменения периодичности работ по программе предупреждения и контроля уровня коррозии.

Однако эксплуатант может пользоваться программой КУН для сбора данных, передаваемых впоследствии в ВГА для обоснования изменений в периодичности регулярно выполняемых работ. Программа КУН должна включать процедуры для классификации и назначения методов технической эксплуатации и/или работ по ТО и изменения одного метода и/или одной работы на другие. Для выбора соответствующей методологии – MSG-2, используемой для выбора методов технической эксплуатации, или MSG-3, используемой для выбора работ по ТО, может потребоваться обратиться к разработчику ВС. Данная программа также должна включать описание полномочий и процедур в отношении изменения требований к ТО и сопутствующих документов, используемых для отражения изменений периодичности, методов и (или) работ.

Сутью метода ТО по состоянию с контролем параметров (КП) является мониторинг технического состояния объекта для определения предотказного состояния. Этот метод является планово предупредительным, как и метод ТО по ресурсу. Предупредительность заключается в контроле параметров, а плановость – в определении периодичности контроля. Характерной особенностью этого метода является отсутствие межремонтных ресурсов и сроков службы; назначается только гарантийный ресурс. Для внедрения этого метода необходимо наличие возможности диагностирования состояния объекта и экономической эффективности от эксплуатации объекта этим методом

Опыт авиакомпаний и фирм-изготовителей в разработке планового ТО новых самолётов показал, что наиболее эффективные программы могут быть сформированы с использованием логического анализа по схемам принятия решений.

По содержанию собственно плановое ТО по MSG-3 должно состоять из двух групп работ:

а) группа плановых работ, выполняемых через определенные интервалы (наработки или срока службы). Цель таких работ предотвратить снижение заложенных в конструкцию уровней безопасности и надежности самолета. Работы в плановом ТО могут включать:

- смазку/обслуживание (LU/SV или LUB/SVC);
- проверку работоспособности/визуальный контроль (OP/VC или OPC/VCK).
- осмотр/проверку функционирования: общий визуальный осмотр, детальный осмотр, детальный специальный осмотр.

б) группа неплановых работ, являющихся результатом:

- плановых работ, выполненных через установленные интервалы;
- сообщений о неисправностях (обычно со стороны летного экипажа);
- анализа эксплуатационных данных.

#### **2.4.6 Программа сохранения целостности конструкции**

Приложения 6, 8 ИКАО требуют, чтобы программа ТО содержала, когда это применимо, программу сохранения целостности конструкции. Государство разработчика ВС в отношении самолетов с МТОМ более 5700 кг

обеспечивает наличие программы сохранения целостности конструкции для обеспечения летной годности самолета. Эта программа должна включать конкретную информацию о предотвращении коррозии и ее устранении.

Опыт эксплуатации показал необходимость в знаниях относительно сохранения целостности конструкции, особенно по мере ее старения. Сохранение целостности конструкции является общей проблемой для разработчиков и эксплуатантов, поскольку усталостное растрескивание и коррозия зависят соответственно от циклов и календарного времени. Рост спроса на перевозки, увеличение срока службы и жесткие стандарты безопасности обозначили потребность в программе, обеспечивающей высокий уровень конструктивной целостности. Разработка программы сохранения целостности конструкции (SIP) инициируется организацией - разработчиком типовой конструкции, разрабатывается совместно с представителями эксплуатантов и уполномоченных органов в области летной годности и утверждается государством разработчика ВС.

SIP должна включать:

а) утвержденные проверки и осмотры, основанные на оценке допустимой повреждаемости, технологии и процедур для конструкции ВС, подверженной усталостному растрескиванию, которая может привести к катастрофическому отказу. Целью этой программы проверок и осмотров является дополнение, при необходимости, действующей программы проверок и осмотров в обеспечение безопасной эксплуатации данного типа ВС;

б) программу предупреждения и борьбы с коррозией, имеющую целью управление уровнем коррозии основной силовой конструкции ВС. Программа предупреждения и борьбы с коррозией должна включать периодические осмотры для выявления и определения уровня коррозии;

с) процедуры и технологии программы ТО, направленные на предупреждение негативного влияния усталостного растрескивания на критическую конструкцию; также возможно включение периодически повторяющихся проверок и осмотров этих зон в обеспечение конструктивной целостности;

д) программу оценки ремонтов для рассмотрения ремонтов ВС, направленная на предупреждение нарушения ремонтной конструкции вследствие случайного, усталостного повреждения или воздействия окружающей среды за оставшийся срок службы ВС;

е) положения по предупреждению обширных усталостных повреждений (WFD). Вероятность WFD заметно возрастает с увеличением срока эксплуатации самолета и определено будет иметь место в случае достаточно длительной эксплуатации самолета без какого-либо вмешательства.

## ГЛАВА 3 ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ СТРУКТУРЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ ПОДДЕРЖАНИЕ ЛЕТНОЙ ГОДНОСТИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

### 3.1 Этапы развития инженерно-авиационной службы ГА

ИАС, как одна из важнейших сфер деятельности ГА, также прошла большой путь развития и совершенствования. Под влиянием научно-технического прогресса она коренным образом преобразилась. Если в начале зарождения ГА техническая эксплуатация ВС была уделом профессионального мастерства механиков-одиночек, то на начало третьего тысячелетия она превратилась в симбиоз науки, мастерства и менеджмента.

Техническую эксплуатацию мы определяем как область научной и практической деятельности, направленной на поддержание летной годности ВС, обеспечение их потребной исправности и готовности к полетам.

Техническая эксплуатация вносит свой вклад в решение двух главных проблем ГА: обеспечение безопасности полетов ВС и обеспечение эффективности их использования. В этом и состоит ее основное предназначение.

В своем развитии техническая эксплуатация (ТЭ) ВС, как сфера деятельности, прошла несколько этапов, рис. 5

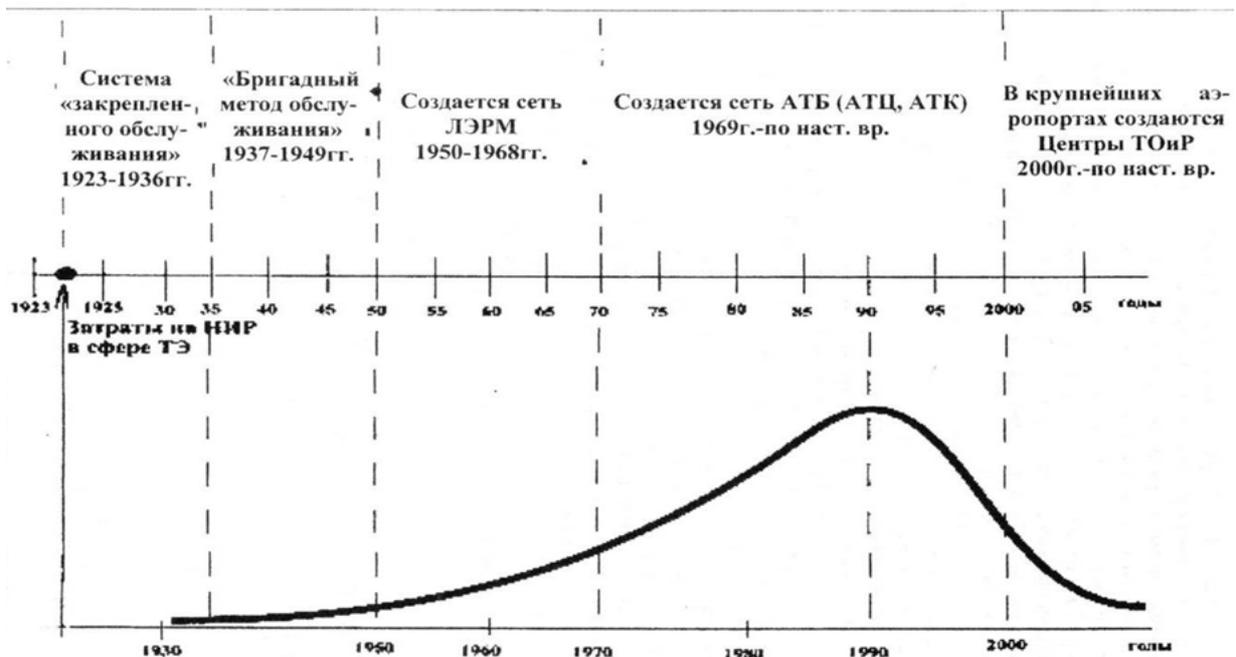


Рис. 5. Этапы развития организационных форм ИАС

Каждый самолет обслуживался закрепленным за ним старшим или младшим мотористом. Существовала система «закрепленного обслуживания». Комплектование инженерных должностей производилось из числа механиков-практиков. По мере поступления в эксплуатацию новых, более совершенных типов самолетов, совершенствуются и методы их технической эксплуатации.

С 1930г. в Ленинградском, а с 1933г. в Киевском институтах ГВФ началась подготовка инженерных кадров. Для проведения испытаний АТ, организации и проведения НИР в 1930г. создается НИИ ГВФ (ГосНИИГА).

К 1935-1936гг. объем пассажирских перевозок возрос настолько, что возникла необходимость перехода эксплуатационных предприятий на двух или трех сменную работу. Система «закрепленного обслуживания» перестала отвечать требованиям новых задач, стоящих перед ГА. В этот период вводится новая система ТО самолетов, при которой технический состав не закрепляется за самолетом, а сводится в технические бригады, которые обслуживают в течение смены все самолеты. Такая система ТО явилась значительным шагом вперед, т.к. она позволяла использовать самолеты в течение суток, а также давала возможность более рационально использовать технический состав.

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

В 50-е годы формируется сеть ЛЭРМ. Их преимущества еще более проявились, когда в ГА стала массовой эксплуатация самолетов с ГТД (Ту-104, Ил-18, Ан-10 и др.). В данный период силами научно-исследовательских организаций, учебных заведений и эксплуатационных предприятий формируются научные организационно-методические основы ТО новых для ГА типов самолетов. К 1963г. ЛЭРМ были организованы в 63-х аэропортах ГА.

В 60-е годы в связи с возрастающими объемами работ по ТО АТ многие ЛЭРМ в крупных аэропортах по объемам работ, штатной численности инженерно-технического персонала (ИТП), Организации по ТО уже переросли организационные формы линейных мастерских. В 1966-1967гг. ГосНИИГА готовит научное обоснование по реорганизации ЛЭРМ в авиационно-технические базы (АТБ) 5-ти групп в зависимости от класса авиапредприятия и объема работ. В этот период проводятся крупные исследования по разработке и внедрению новых режимов (программ) ТОиР самолетов с увеличенной в несколько раз периодичностью выполнения форм ТО. Проводятся исследования и внедряются в практику эксплуатации новые, существенно увеличенные ресурсы и сроки службы (до ремонта и межремонтные) самолетов и двигателей. Это был революционный период в развитии технической эксплуатации ВС.

Так, в 1962г. были разработаны и утверждены новые, более прогрессивные регламенты технического обслуживания самолетов Ту-104, Ил-18 и Ан-10 с сокращенными объемами работ и увеличенной периодичностью их выполнения. Впервые введены периодические формы обслуживания,

выполняемые через 500 и 1000 часов налета. Этим был сделан существенный, качественно новый шаг вперед. На периодических формах обслуживания простои самолетов в расчете на один час налета сократились на 46, а трудоемкость - на 13 процентов.

Аналогичные работы выполнялись и на самолетах с поршневыми двигателями - Ил-14, Ли-2, Ан-2, Як-12.

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

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

### **3.2 Формирование организационных структур гражданской авиации**

В современных условиях структура ГА является централизованной и характеризуется четырьмя уровнями управления: Министерство транспорта, Федеральное агентство воздушного транспорта, территориальные управления, эксплуатационные предприятия.

ФАВТ осуществляет свою деятельность непосредственно и через свои территориальные органы во взаимодействии с другими федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, общественными объединениями и иными организациями. ФАВТ возглавляет руководитель, назначаемый на должность и освобождаемый от должности Правительством Российской Федерации по представлению Министра транспорта Российской Федерации. Руководитель ФАВТ несет персональную ответственность за выполнение возложенных на Агентство полномочий. Руководитель ФАВТ имеет заместителей, назначаемых на должность и освобождаемых от должности Министром транспорта Российской Федерации по представлению руководителя Агентства.

Федеральное агентство воздушного транспорта осуществляет следующие полномочия в установленной сфере деятельности:

- проводит в установленном порядке конкурсы и заключает государственные контракты на размещение заказов на поставку товаров, оказание услуг, выполнение работ, включая проведение научно - исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ;
- осуществляет полномочия собственника в отношении федерального имущества.

Федеральное агентство воздушного транспорта организует:

- в установленном порядке проведение обязательной сертификации аэродромов, аэропортов, объектов Единой системы организации воздушного движения, а также юридических лиц, обеспечивающих воздушные перевозки;

- использование части воздушного пространства, которая в установленном порядке определена для воздушных трасс (внутренних и международных), местных воздушных линий, районов авиационных работ, гражданских аэродромов и аэропортов;

- обучение и повышение квалификации авиационного персонала ГА согласно перечню должностей в соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации и международными стандартами;

Федеральное агентство воздушного транспорта осуществляет:

- аккредитацию представительств иностранных организаций, осуществляющих деятельность в области ГА на территории РФ;

- ведение Государственного реестра гражданских аэродромов Российской Федерации и Государственного реестра аэропортов Российской Федерации;

- обеспечение в установленном порядке участия организаций воздушного транспорта в перевозке сил, средств и материальных ресурсов, необходимых для ликвидации чрезвычайных ситуаций и осуществления эвакуационных мероприятий;

- осуществляет экономический анализ деятельности подведомственных государственных унитарных предприятий и утверждает экономические показатели их деятельности, проводит в подведомственных организациях проверки финансово-хозяйственной деятельности и использования имущественного комплекса;

- осуществляет функции государственного заказчика федеральных целевых, научно-технических и инвестиционных программ и проектов в установленной сфере деятельности;

- организует профессиональную подготовку работников Агентства, их переподготовку, повышение квалификации и стажировку;

- осуществляет функции главного распорядителя и получателя средств федерального бюджета в части средств, предусмотренных на содержание Агентства и реализацию возложенных на Агентство функций;

- организует конгрессы, конференции, семинары, выставки и другие мероприятия в установленной сфере деятельности.

### **3.3 Задачи и структура Организации по техническому обслуживанию**

Непосредственная работа по выполнению задач воздушного транспорта осуществляется в авиакомпаниях. Одной из важнейших структур в авиапредприятии является Организация по ТО (рис. 6).

Организации по ТО могут иметь различные наименования: авиационно-технические базы (АТБ), авиационно-технические комплексы (АТК), авиационно-технические центры (АТЦ), линейные станции ТО ВС.

Организации по ТО осуществляет инженерно-авиационное обеспечение производственной деятельности эксплуатационного предприятия, выполняет

техническое обслуживание ВС, находящихся в ведении авиапредприятия, ВС других предприятий, совершающих посадку в базовом и приписных аэропортах, а также самолетов других министерств, ведомств и иностранных авиакомпаний в соответствии со специальными договорами и положениями.

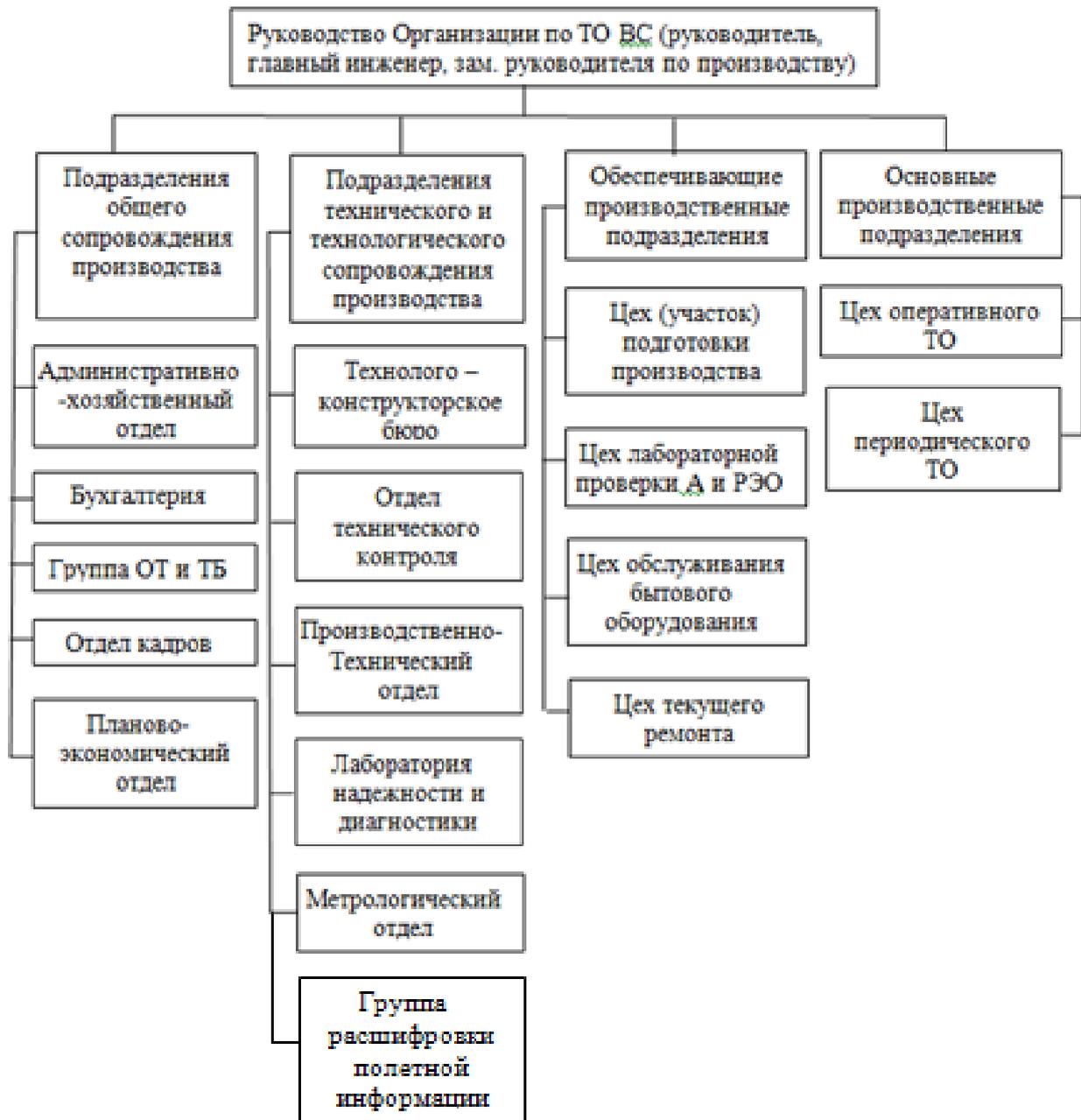


Рис. 6 Типовая организационная структура Организации ТО ВС

Организационная структура организаций по ТО однотипна и при различной численности личного состава имеют в основном одну и ту же типовую структуру.

Однако с учетом объема работ и других конкретных условий окончательная структура, а также распределение функций между отделами ОТО могут несколько видоизменяться.

## ГЛАВА 4. СРЕДСТВА НАЗЕМНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

### 4.1 Общие сведения

Проблема механизации и автоматизации процессов ТО ВС является одной из наиболее актуальных в общем комплексе задач, которые решает ИАС.

Это объясняется увеличением объемов авиационных перевозок и работ по применению авиации в народном хозяйстве, осложнением новой АТ, которая поступает в эксплуатацию, увеличением объема работ по ТО и подготовке ВС к полету.

Основные требования, предъявляемые к средствам наземного обслуживания:

- обеспечение минимально возможного времени ТО ВС;
- как можно большая простота устройства и удобство эксплуатации;
- длительный срок службы и экономичность;
- надежность работы и возможность эффективного использования в широком диапазоне изменения климатических и метеорологических условий;
- минимальное количество обслуживающего персонала и его безопасные и безвредные условия работы.

Кроме общих, каждый вид СНО должен удовлетворять также ряд специфических требований, которые вытекают из его функционального назначения.

Одним из факторов, которые оказывают влияние на производительность труда при выполнении технического обслуживания ВС, есть механизация и автоматизация производственных процессов.

Для повышения эффективности наземного обслуживания ВС на СНО ОП предусмотрены следующие функции и мероприятия:

- **система «Deadman»** - система дистанционного контроля управления процессами заправки самолетов и вертолетов таймерного типа с проверкой функции управления через равные интервалы времени и постоянным контролем работоспособности оператора [19].

- **система «Interlock»** - система комплексного контроля положений элементов оборудования, обеспечивающего ТО самолетов и вертолетов, с принудительной блокировкой движения СНО через тормозную систему базового транспортного средства с целью исключения возможности движения в случае выполнения не в полном объеме процедур перевода элементов оборудования СНО из рабочего положения в транспортное [19].

- **пломбирование** - процесс установки на штатном запирающем механизме защищаемого объекта пломбировочного устройства, обеспечивающего индикацию несанкционированного доступа и сдерживание от проникновения, проведение учета и контроля состояния [20].

## 4.2 Горюче смазочные материалы, применяемые в гражданской авиации

### 4.2.1 Авиационные топлива

Авиационные топлива подразделяются на авиационные бензины и авиационные керосины (таблица 2).

На территории Российской Федерации производятся авиационные керосины марок ТС-1, Т-1С, Т-1, Т-2, РТ.

Классификация групп продукции на территории Российской Федерации по «Общероссийскому классификатору продукции» (ОКП).

Топливо ТС-1 предназначено для применения на летательных аппаратах с дозвуковой скоростью полета. Топливо РТ является унифицированным топливом и предназначено для применения на летательных аппаратах как с дозвуковой, так и сверхзвуковой скоростью полета.

#### Меры безопасности при работе с топливами

Авиационные керосины являются малоопасными продуктами и по степени воздействия на организм человека, в соответствии с ГОСТ 12.1.007, относятся к 4-му классу опасности.

Пары алифатических предельных углеводородов при вдыхании оказывают наркотическое действие на организм человека.

При попадании на слизистые оболочки и кожу человека топлива вызывают их поражение и возникновение кожных заболеваний.

Длительный контакт с топливом может привести к изменению функций центральной нервной системы и увеличить риск заболеваемости органов дыхания у человека.

В соответствии с ГОСТ 12.1.044 топливо представляет собой легковоспламеняющуюся жидкость, выкипающую в пределах 130°C - 280°C - для топлив марок ТС-1, Т-1 и РТ и 60°C - 280°C - для топлива марки Т-2.

Температура самовоспламенения топлив марок ТС-1, Т-1С, Т-1, РТ составляет 220°C, марки Т-2 - 230°C.

Температурные пределы воспламенения паров топлив и концентрированные пределы взрываемости приведены в таблице 1, требования к топливам приведены в таблице 2.

Таблица 1

Пределы воспламенения паров топлив

Наименование показателя	ТС-1, РТ	Т-1, Т-1С	Т-2
Температурные пределы воспламенения паров, °С:			
- нижний	25	50	-10
- верхний	65	105	34
Концентрированные пределы взрываемости, % об.:			
- нижний	1,5	1,8	1,0
- верхний	8,0	8,0	6,8

## Требования к топливам [11, 12]

Наименования показателя	Значения показателя для марки					
	ТС-1	Т-1С	Т -1	Т – 2	РТ	JET A-1
Плотность при 20 °С, кг/м <sup>3</sup> , не менее	775,0	800,0		775,0	775,0	775,0-840,0 при 15 °С
Фракционный состав:						
а) температура начала перегонки не ниже	-	150		60	135	
не выше	150				155	
б) 10 % об. отгоняется при t °С не ниже	165	175		145	175	250
в) 98 % об. отгоняется при t °С, не выше	250	280		280	280	300
Кинематическая вязкость, мм <sup>2</sup> /сек при t= 20 °С не менее,	1,25	1,5		1,05	1,25	
при при t = - 40 °С не более	8,0	16		6,0	16	8,0
Низшая теплота сгорания кДж/кг, не менее	42 900	42 900		43 100	43 120	42 800
Высота некопящего пламени мм, не менее	25	20		25	25	25
Кислотность мг, КОН на 100 см <sup>3</sup> не более (в пределах)	0,7	0,7		0,7	0,2-0,7	
Температура вспышки в закрытом тигле, 0С не ниже	28	30		-	28	38
Температура начала кристаллизации, °С, не выше	- 60	- 60		- 60	- 60	
Удельная электропроводимость пСм/м:						10
а) без антистатической присадки	10	10		10	10	50
б) с антистатической присадкой	50	50		50	50	
Массовая доля общей серы,%, не более	0,20	0,10		0,25	0,10	0,25
Массовая доля меркаптановой серы,%, не более	0,003	-		0,003	0,001	0,003
Зольность, %, не более	0,003					-
Содержание водорастворимых кислот и щелочей	Отсутствие					-
Содержание мех. примесей и воды	Отсутствие					Отс.
Массовая доля нафталиновых углеводородов, %, не более	-				1,5	-
Йодное число, г йода на 100 г топлива, не более	3,5	2,0		3,5	0,5	-
Содержание фактических смол, мг на 100 см <sup>3</sup> топлива, не более	5	6		5	4	7
Массовая доля сероводорода	Отсутствие					
Содержание мыл нефтяных кислот	Отсутствие					-

При загорании топлив применяют: воздушно-механическую пену на основе пенообразователей любого типа, порошковые, пенные или углекислотные огнетушители, песок, распыленную воду, асбестовое полотно; в помещении - объемное тушение.

В помещениях для хранения и эксплуатации топлив запрещается обращение с открытым огнем. Электрооборудование сети и арматура искусственного освещения должны быть выполнены во взрывобезопасном исполнении.

При работе с топливами не допускается использовать инструменты, дающие при ударе искру.

Емкости, в которых хранят и транспортируют топлива, должны быть защищены от статического электричества в соответствии с ГОСТ 12.1.018.

Помещения, в которых проводят работы с топливами, должны быть оборудованы общеобменной приточно-вытяжной вентиляцией, отвечающей требованиям ГОСТ 12.4.021, а в местах интенсивного выделения паров - местным отсосом.

В помещениях для хранения топлив не допускается хранить кислоты, баллоны с кислородом или другие окислители.

При разливе топлива необходимо собрать его в отдельную тару; место разлива протереть сухой тряпкой; при разливе на открытой площадке место разлива засыпать песком с последующим его удалением и обезвреживанием в соответствии с санитарными нормами.

При работе с топливами применяют СИЗ на основании типовых отраслевых норм. Безопасность СИЗ, их защитные и эксплуатационные характеристики должны соответствовать установленным требованиям.

При работе с топливами необходимо применять СИЗ по ГОСТ 12.4.011, ГОСТ 12.4.103, ГОСТ 12.4.111, ГОСТ 12.4.112 и типовым отраслевым нормам.

В местах с концентрацией паров топлив, превышающей предельно допустимые концентрации (ПДК), применяют противогазы марки ПШ-1 или аналогичные, указанные в ГОСТ 12.4.034, фильтрующие противогазы по ГОСТ 12.4.121 с коробками марок А, М, КД или БКФ, респираторы по ГОСТ 12.4.004.

При попадании топлив на открытые участки тела необходимо его удалить и обильно промыть кожу водой с мылом; при попадании на слизистую оболочку глаз - обильно промыть теплой водой.

Для защиты кожи рук применяют защитные рукавицы в соответствии с ГОСТ 12.4.020; мази и пасты в соответствии с ГОСТ 12.4.068.

Все работающие с топливами должны проходить предварительные (при приеме на работу) и периодические медицинские осмотры.

### **Правила приемки топлива (из железнодорожных цистерн)**

Топлива принимают партиями. Партией считают любое количество продукта, изготовленного в ходе непрерывного технологического процесса, по одной и той же технологической документации, однородного по компонентному составу и показателям качества, сопровождаемого одним

документом о качестве, выданным при приемке на основании испытания объединенной пробы.

Каждая партия топлив, выпускаемых в обращение и/или находящихся в обращении, должна сопровождаться документом о качестве продукции (паспортом), содержащим:

- наименование и обозначение марки топлива;
- наименование изготовителя (уполномоченного изготовителем лица) или импортера, или продавца, их местонахождение (с указанием страны);
- обозначение настоящего стандарта;
- нормативные значения и фактические результаты испытаний, подтверждающие соответствие топлива данной марки требованиям ГОСТ 10227-2013 «Топлива для реактивных двигателей. ТУ» и технического регламента «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту»;
- дату выдачи и номер паспорта;
- подпись лица, оформившего паспорт;
- сведения о декларации соответствия (при наличии);
- сведения о наличии в топливе присадок.

### **Противоводокристаллизационные жидкости**

ПВКЖ представляют собой присадки, добавляемые в авиационный керосин, заправляемый в ВС, с целью снижения кристаллообразования эмульсионной воды в топливных баках ВС.

#### **4.2.2 Масла для авиационных двигателей**

Современные ГТД характеризуются высокими температурами рабочего процесса (до 2500 °К), большими частотами вращения турбин (до 20 000 об/мин). Напряженность работы масла в таких условиях эксплуатации ГТД определяется количеством тепла, которое необходимо отвести от поверхностей трения деталей, и при прочих равных условиях характеризуется скоростью прокачивания масла через двигатель.

Температура масла на входе в ГТД колеблется от 20 до 50 °С, а на выходе зависит от теплонапряженности двигателя. В двигателях самолетов, летающих с дозвуковыми скоростями, она не превышает 125 °С, а при скорости полета с числом  $M > 2$  она достигает 200 °С.

Подвод масла к узлам трения у ГТД осуществляется не только для смазывания поверхностей трения, но и для отвода тепла от этих узлов. Для исключения перегрева узлов трения масло непрерывно подводится к следующим элементам двигателя: подшипникам, зубчатым колесам, контактными уплотнителям и шлицевым соединениям. Наиболее высокий уровень тепловыделения - в радиально-упорных шарикоподшипниках роторов ГТД, воспринимающих осевую нагрузку, поэтому к ним подводят масла больше, чем к другим элементам.

Масла для реактивных двигателей ЛА проходят тщательную проверку. При оценке качества масла учитывают возможные условия эксплуатации и напряженность работы его в двигателе (таблица 3).

Смазочные масла для ТРД должны отвечать следующим требованиям:

- надежное смазывание всех узлов и агрегатов двигателя с минимальным износом в пределах рабочих температур от  $-50$  до  $+200$  °С;
- пологая вязкостно-температурная кривая и хорошая прокачиваемость при низких температурах (пусковые свойства масла должны обеспечивать надежный запуск двигателя без подогрева до температуры  $-50$  °С);
- однородный и стабильный фракционный состав, что обуславливает минимальную испаряемость фракций и сохраняет вязкостные характеристики масла в течение всего времени работы двигателя (целесообразно применять смазочные масла узкого фракционного состава);
- высокие антиокислительные свойства и минимальное окисление в двигателе при рабочих температурах  $150-200$  °С и выше;
- минимальная вспениваемость, высокая температура самовоспламенения;
- неагрессивность по отношению к металлам, сплавам, резинотехническим изделиям, покрытиям, клеям и другим материалам.

В России широкое распространение получили авиационные масла на **минеральной** и **синтетической** основе.

**Масло МС-8п (ОСТ 38 101163-78)** - наиболее широко применяемое масло на нефтяной основе с комплексом высокоэффективных присадок. Производят из западно-сибирских и смеси западно-сибирских и приуральских нефтей. Предназначено для газотурбинных двигателей дозвуковых и сверхзвуковых самолетов, у которых температура масла на выходе из двигателя не более  $150$  °С. Используют в составе маселосмесей с авиационным маслом МС-20 (в соотношении 25:75, 50:50 и 75:25) в турбовинтовых двигателях, а также для консервации маселосистем авиационных двигателей. Применяют в корабельных газотурбинных установках и в газоперекачивающих агрегатах.

**Масло МС-8рк (ТУ 38.1011181-88)** - рабоче-консервационное масло на базе масла МС-8п с добавлением ингибитора коррозии. Предназначено для смазывания и консервации авиационных двигателей. Равноценно маслу МС-8п по эксплуатационным показателям и значительно превосходит по консервационным характеристикам. При консервации маселосистем авиационных двигателей срок защиты составляет: для масла МК-8 — 3 мес., для масла МС-8п - 1 год, для масла МС-8рк - 4-8 лет.

**Масло ВНИИНП-50-1-4Ф (ГОСТ 13076-86)** - синтетическое дизфирное с присадками, повышающими противоизносные свойства и термоокислительную стабильность. Применяют в двигателях с температурой масла на выходе до  $175$  °С и в турбохолодильниках.

## Основные показатели масел, применяемых в ГА

Наименование показателей	МС-8П	ВНИИ НП 50-1-4ф	ВНИИНП-50- 1-4у
Вязкость кинематическая, мм <sup>2</sup> /с			
- при 50°С, не менее	8,0	при 100 °С 3,2	при 100 °С 3,2
- при минус 40°С, не более	4000	2000	2700
Температура застывания, °С, не выше	минус 55	- 60	- 60
Температура вспышки в закрытом тигле, °С, не ниже	145	204	204
Кислотное число, мг КОН/1 г масла, не более	0,03	0,20	0,25
Содержание водорастворимых кислот и щелочей	Отсутствие	отсутствие	Отсутствие
Содержание воды	Отсутствие	отсутствие	Отсутствие
Содержание механических примесей	Отсутствие	отсутствие	Отсутствие
Массовая доля серы, %, не более	0,6		
Массовая доля золы, %, не более	0,0080	0,1	
- Испаряемость при атмосферном давлении в течение 3-х часов при 150°С и скорости подачи воздуха 1,5 дм <sup>3</sup> /мин, %, не более	7,0	-	-
- Вязкость кинематическая при минус 40°С после испарения, мм <sup>2</sup> /с, не более	5 000	3 500	
Термоокислительная стабильность при 175°С в течение 50 часов:		72 часа	
- вязкость кинематическая при 50°С после окисления, мм <sup>2</sup> /с, не более	10,0	При 100 °С Не более 7	
- вязкость кинематическая при минус 40°С после окисления, мм <sup>2</sup> /с, не более	5500	-	
- кислотное число после окисления, мг КОН/1 г масла, не более	0,4	2,0	
- массовая доля осадка после окисления, %, не более	0,10	0,3	
Плотность при 15°С, г/см <sup>3</sup> , не более	0,8784	0,9260 при 20 °С	0,9260 при 20 °С
Смазывающие свойства, определяемые на ЧШМ трения при температуре окружающей среды:			
- критическая нагрузка (Рк), кгс, не менее	50	75	75
- показатель износа (Ди) при осевой нагрузке 20 кгс, мм, не более	0,5	0,4	0,45
Допустимая температура масла на выходе из двигателя, °С		до 175	
Стоимость, руб.	180 руб. за кг	от 492 р. до 600 р. за кг с НДС в зависимости от кол-ва	515 р. до 650 р. за кг с НДС в зависимости от количества

**Масло ВНИИ НП-50-1-4у (ТУ 38.401-58-12-91)** - синтетическое дизфирное, содержащее эффективную композицию антиокислительных присадок, позволяющих применять масло при температуре от -60 до 200 °С с перегревом до 225 °С. Допущено к применению во всех авиационных ГТД. Может заменить масло ВНИИ НП-50-1-4ф. Совместимо с маслом ВНИИ НП-50-1-4ф во всех соотношениях, не требуется замена резин и конструкционных материалов. Используют как одно из основных в военной технике. Рекомендуется для перспективной техники.

### 4.2.3 Применяемые гидрожидкости

В настоящее время в гидросистемах ВС используются: жидкость АМГ-10 (авиационная минеральная гидросмесь), HyJet и Skydroll (таблица 4).

**АМГ-10** представляет собой очищенную смесь лёгкой фракции нефти типа керосина с антиокислителем нафтолом и загустителем виниполом, добавляемым для увеличения вязкости и стабилизации её по температуре. Гидрожидкость окрашена органическим красителем в **красный цвет** для опознавания и выявления утечек. Загуститель винипол, как и другие присадки, увеличивающие вязкость, имеет длинные углеводородные цепочки, которые разрушаются при многократном продавливании жидкости через малые зазоры, отверстия и значительном воздействии давления в парах трения. Из-за деструкции молекул вязкость жидкости уменьшается и ухудшаются смазывающие свойства. В связи с этим была разработана жидкость АМГ-10Б, обладающая повышенной механической стабильностью.

Для работы с жидкостью АМГ-10 уплотнения должны быть выполнены из резины ИРП-1078. Если уплотнения будут сделаны из резины другой марки, то они будут её впитывать и разбухать. Хранить жидкость АМГ-10 в заводской таре следует не более двух лет. При более длительном хранении из неё выпадают смолы.

**НГЖ-4** представляет собой смесь фосфорорганических эфиров с загустителем и специальной присадкой. Она **фиолетового цвета**, гигроскопична, имеет низкую гидролитическую стабильность, но не вызывает коррозии металлов и покрытий при содержании влаги до 0.5% массы. Медленно горит и гаснет при удалении пламени, т.е. пламя не распространяется. При контакте с воздухом возможна деструкция и частичный гидролиз компонентов с выделением спиртов и образованием кислых фосфорорганических эфиров, которые постепенно накапливаются в системе. Поэтому желательно полости над свободной поверхностью в баке заполнять азотом.

Таблица 4

## Основные характеристики жидкостей для гидросистем ВС

Параметр	Марка жидкости				
	7-50С-3	АМГ-10	Aero Shell Fluid 41)	НГЖ-4 (НГЖ-5у)	Скайдрол LD-4
Общая характеристика, состав	Синтетическое, смесь полисилоксановой ж-ти и органического эфира	Минеральное, лёгкие фракции нефти типа керосина	Минеральное, лёгкие фракции нефти типа керосина	Синтетическое, смесь фосфорорганических эфиров	Синтетическое, смесь фосфорорганических эфиров
Цвет	Желтый	Красный	Красный	Фиалетовый	Пурпурный
Плотность при 20°C, г/см <sup>3</sup>	0,93-0,94	0,85-0,93	0,87	1,06	1,01
Кинематическая вязкость, 10 <sup>-6</sup> м <sup>2</sup> /с при температуре -50°C -40 °С 50 °С 100 °С	1200-1280 - 10-10,5 3,5-4,0	1100-1390 - 10,5-11,3 4,4-4,6	14,1(40 °С) 5,3	- 9,14 3,79	- 11 (38 °С) 3,66-4,0
Температура вспышки в закрытом тигле, °С	182-200	Не ниже 93			
Температура застывания, °С	-70	-70	-60	-70	-70
Температура начала кипения, °С	210				
Кислотное число, мг КОН на 1 г масла, не более		0,03			
Содержание водорастворимых кислот и щелочей		Отсутствие			
Температура застывания, °С, не выше		- 70			
Плотность при 20 °С, г/см <sup>3</sup> , не более		0,850			
Содержание воды		отсутствие			

При работе с жидкостью НГЖ-4 уплотнения должны быть сделаны из резины марок ИРП-1375, ИРП-1376, ИРП-1377 и 51-1524НТА. Необходимо

использовать специальные покрытия, эмали, клеи и пластмассы. НГЖ-4 агрессивна к оргстеклам и вызывает коррозию свинца, меди и фосфатного покрытия. По степени токсичности НГЖ-4 относят ко второму классу, поэтому обслуживающий персонал должен быть в спецодежде. Заправку НГЖ-4 следует производить специальным заправщиком УПГ-300НГЖ. Гарантийный срок хранения НГЖ-4 – 5 лет. В настоящее время практически не используется.

Аналогом АМГ-10 является жидкость **MIL-H-5606** (США). Её показатели мало отличаются от показателей АМГ-10, но при положительных и отрицательных температурах она имеет несколько более высокую вязкость. С целью повышения противопожарных характеристик была разработана жидкость на основе синтетических углеводородов - **MIL-H-83282**. Она полностью совместима с жидкостями типа MIL-H-5606 и материалами гидравлических систем MIL-H-5606. Все физические свойства MIL-H-83282 (в настоящее время - MIL-PRF-83282) аналогичны или превосходят свойства MIL-H-5606 (в настоящее время - MIL-PRF-5606), за исключением низкотемпературной вязкости. Широко применяется также минеральное масло **AeroShell Fluid 41**. Оно предназначено для **использования во всех гидросистемах современной авиационной техники**, требующих жидкостей на минеральной основе. В частности, AeroShell Fluid 41 рекомендуется применять там, где использование «сверхчистой» жидкости может повысить надежность работы систем. Продукт работоспособен в диапазоне температур от - 54<sup>0</sup>С до + 90<sup>0</sup>С в обычных системах и от - 54<sup>0</sup>С до +135<sup>0</sup>С в гидросистемах с наддувом. Жидкость AeroShell Fluid 41 красного цвета.

Аналогом НГЖ-4 является **пурпурная** жидкость Скайдрол 500А (Найджет) и **фиолетовая** Скайдрол 500В, имеющая антикавитационные присадки. В настоящее время их модификация - гидравлическая жидкость **Скайдрол LD-4** внедрена в эксплуатацию в отечественных авиакомпаниях, в том числе и на отечественных самолетах типа Ил-96, ТУ-204, ТУ-214, Суперджет 100 и др. Гидравлическая жидкость Скайдрол LD-4 производства фирмы Solutia Inc.(США) на основе фосфатных эфиров представляет собой зарубежный аналог гидрожидкости НГЖ-5У. Взаимная дозаправка жидкостей Скайдрол LD-4 и НГЖ-5У допустима в любых пропорциях. Скайдрол LD-4 обладает высокой термической стабильностью и эрозионной стойкостью, совместима с резинами. Срок годности в таре поставщика при соблюдении условий хранения - 10 лет.

### 4.3 Средства наземного обслуживания общего применения

Средства наземного обслуживания ВС – это совокупность технических средств, обеспечивающих ТО и сохранность ВС на земле (рис. 7).

Примечание: К средствам наземного обслуживания самолетов [вертолетов] не относятся информационно-измерительные средства.

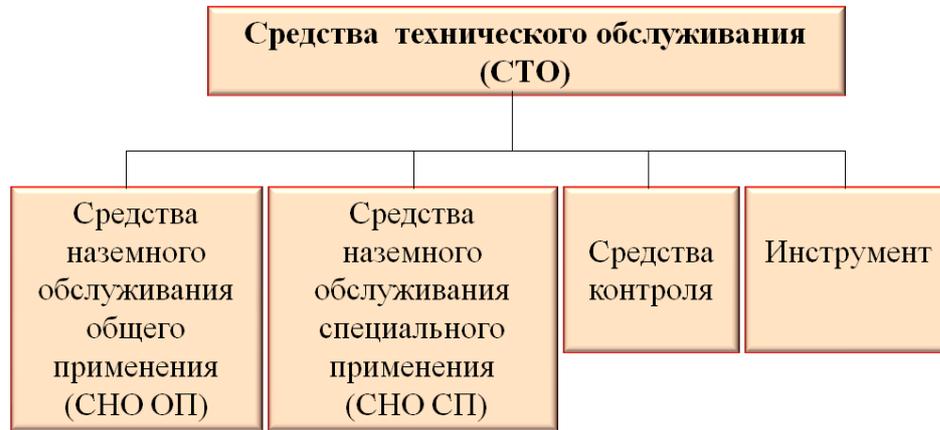


Рис. 7 Классификация средств технического обслуживания

### 4.3.1 Средства заправки топливом

Для заправки ВС используют автотопливозаправщики, автотопливоцистерны, полуприцепы-цистерны, прицепы-цистерны, агрегаты заправки топливом, средства азотирования топлива, комплекты групповой заправки топливом.

Топливозаправщики предназначены для транспортировки топлива, его фильтрования и механизированной заправки в баки ВС. Кроме этого, их специальное оборудование позволяет делать наполнение собственной цистерны с любого резервуара, перемешиванием топлива в цистерне и откачиванием топлива из раздаточных шлангов. Они могут использоваться в качестве перекачивающей станции.

**Аэродромный автотопливозаправщик (АТЗ)** – это подвижное транспортное средство, обеспечивающее заправку ВС авиатопливом из собственной цистерны как в чистом виде, так и в смеси с ПВКЖ, допущенное к участию в движении по дорогам общего пользования.

**Топливозаправщик аэродромный (ТЗА)** это подвижное транспортное средство, обеспечивающее заправку ВС авиатопливом из собственной цистерны как в чистом виде, так и в смеси с ПВКЖ, без права выезда на дороги общего пользования без соответствующего разрешения и сопровождения.

В соответствии с требованиями АТЗ (ТЗА) должен обеспечивать [18]:

- фильтрацию авиатоплива от механических примесей и отделение свободной (эмульсионной) воды с заданными значениями;
- визуальный контроль объема принятого и хранящегося авиатоплива в цистерне АТЗ (ТЗА) и/или в каждой ее секции, учет выданного количества авиатоплива на заправку ВС;
- отбор проб и контроль качества авиатоплива (со сбором и локализацией остатков) из контрольных точек и из отстойных зон для визуального, инструментального (с использованием ПОЗ-Т) и лабораторного анализа;
- контроль режимов работы и безопасности функционирования оборудования;

- измерение фактического давления в системе заправки АТЗ (ТЗА);
- измерение перепада давлений на элементах фильтра-водоотделителя;
- контроль выдачи авиатоплива на заправку ВС по максимальной производительности фильтров-водоотделителей;
- предотвращение гидроударов, защиту от гидроударов и превышения давления в трубопроводах системы заправки;
- сбор и локализацию возможных проливов авиатоплива и ПВКЖ;
- наполнение цистерны и/или ее секций сторонним или собственным насосом нижним наливом (закрытым способом);
- транспортирование авиатоплива к местам заправки ВС;
- заправку ВС авиатопливом открытым и/или закрытым способом;
- проверку раздаточных рукавов на избыточное давление (без их демонтажа);
- дозированное введение ПВКЖ в авиатопливо после фильтра-водоотделителя при заправке ВС;
- отбор проб и контроль качества ПВКЖ (со сбором и локализацией остатков проб и проливов);
- налив ПВКЖ в расходно-контрольный резервуар ПВКЖ через быстроразъемные беспроливные соединения с использованием насосов с ручным или механическим приводом;
- автоматическое прекращение налива ПВКЖ в контрольно-расходный резервуар при достижении уровня номинальной вместимости с включением сигнализации (при необходимости);
- предварительную фильтрацию ПВКЖ от механических примесей при приеме в расходно-контрольный резервуар, с тонкостью фильтрации не выше 15 мкм;
- фильтрацию ПВКЖ от механических примесей перед подачей ее дозатором в поток авиатоплива после фильтра-водоотделителя, с тонкостью фильтрации от 5 до 8 мкм;
- слив ПВКЖ из расходно-контрольного резервуара;
- осушку воздуха при реверсивном импульсном дыхании расходно-контрольного резервуара через патрон узла дыхания, оснащенный огнепреградителем;
- сброс избыточного давления основного потока авиатоплива в цистерну.

На раме ШТС должны быть установлены емкость для песка вместимостью не менее 25 кг и инструментальный ящик.

Допустимая погрешность средств учета выданного объема авиатоплива  $\pm 0,25\%$ .

Комплектация системы дозированного введения ПВКЖ в авиатопливо должна включать в себя:

- входной фильтр перед расходно-контрольным резервуаром с фильтрующими элементами тонкостью фильтрации 15 мкм;
- выходной фильтр перед дозирующим устройством с фильтрующими элементами тонкостью фильтрации 5-8 мкм;
- калибровочную емкость;

- устройство визуального контроля потока ПВКЖ;
- быстроразъемное беспродливное соединение для подключения входного трубопровода расходно-контрольного резервуара к раздаточному рукаву пункта налива или устройству слива ПВКЖ из транспортной тары;
- мерное устройство для контроля уровня ПВКЖ в расходно-контрольном резервуаре;
- ограничитель перелива расходно-контрольного резервуара;
- трубопроводы с запорной арматурой;
- насос с ручным или механическим приводом.

Установленная точность дозирования  $(0,1+0,05)\%$ .

По требованию заказчика может быть установлена точность дозирования в пределах  $(0,1+0,01)\%$ ,  $(0,2\pm 0,2)\%$  и  $(0,3\pm 0,3)\%$ .

Для безопасной эксплуатации топливозаправщиков используют системы «Дедман» и «Интерлок».

### **Система блокировки движения («Интерлок»)**

Датчики системы блокировки движения АТЗ (ТЗА) должны активироваться при:

- открытых дверцах технологического отсека (с любой из двух сторон);
- соединенном рукаве наполнения пункта налива с приемным штуцером трубопровода нижнего налива цистерны;
- работающем насосе АТЗ (ТЗА);
- поднятых перилах рабочей площадки;
- несмотанных тросах заземления и выравнивания потенциалов;
- не установленной в транспортное положение подъемной платформы.

В кабине АТЗ (ТЗА) или в технологическом отсеке должны быть установлены световые индикаторы сигнализации включения устройства блокировки движения, а также предусмотрены специальные выключатели для отключения всей системы блокировки движения АТЗ (ТЗА) в случае чрезвычайных ситуаций при заправке ВС.

**Система дистанционного управления заправкой ВС и контроля работоспособности водителя-оператора «Дедман» должна обеспечивать:**

- запуск и окончание процесса заправки ВС;
- автоматическое прекращение процесса заправки при потере работоспособности водителя-оператора.

Элементы системы «Дедман» должны быть размещены в технологическом отсеке и подсоединены к электрической системе АТЗ (ТЗА).

Функционирование системы «Дедман» должно отображаться индикатором зеленого цвета, расположенным на панели управления в технологическом отсеке.

Система «Дедман» должна предусматривать периодическое воздействие на орган управления (кнопку, ручку), производимое водителем-оператором в течение заданного промежутка времени, для предупреждения автоматического прекращения работы системы заправки ВС.

АТЗ (ТЗА) должен быть оснащен устройствами заземления и снятия статического электричества по ГОСТ Р 52906.

Длина троса заземления и троса выравнивания потенциалов должна обеспечивать соединение АТЗ (ТЗА) с устройством заземления на местах стоянки ВС и ответным устройством ВС для подключения троса выравнивания потенциалов.

Шунтирующие перемычки должны иметь надежный контакт с торцевыми поверхностями фланцев или других узлов и агрегатов АТЗ (ТЗА), обеспечивая переходное сопротивление не более 0,03 Ом на каждый контакт.

Конструкция АТЗ (ТЗА) должна обеспечивать удобный и безопасный подъезд к ВС на расстояние, обеспечивающее его нормальную работу при заправке ВС (рис. 8). Минимальное расстояние остановки АТЗ (ТЗА) при подъезде к ВС для его заправки авиатопливом - не менее 5 м от крайних точек; при оснащении АТЗ (ТЗА) подъемной платформой - в соответствии со схемой размещения НАТ при обслуживании ВС.

Во избежание накопления статического электричества технологическое и специальное оборудование АТЗ (ТЗА) должно быть изготовлено из материалов, имеющих удельное объемное электрическое сопротивление не более 10 Ом·м.

Металлическое и электропроводное неметаллическое оборудование, трубопроводы АТЗ (ТЗА) должны иметь на всем протяжении непрерывную электрическую цепь относительно обозначенного устройства заземления. Сопротивление отдельных участков цепи должно быть не более 10 Ом

### **Скоростные режимы движения АТЗ (ТЗА)**

В зоне обслуживания ВС скорость АТЗ должна быть не более 5 км/ч, на перроне и местах стоянок ВС - не более 20 км/ч, в остальных зонах аэродрома не более 50 км/ч, о дорогам общего пользования не более 80 км/ч

Полное обозначение АТЗ (ТЗА) после согласования заказчика с организацией-изготовителем спецификации к договору (контракту) на разработку, изготовление и поставку продукции вносится в ТД в следующем виде [18]:

**АТЗ (ТЗА)-VV-N.Q.K.B.XX-YYYYY avia,**

где АТЗ (ТЗА) - автотопливозаправщик аэродромный (ТЗА - топливозаправщик аэродромный);

VV - номинальная вместимость цистерны, м<sup>3</sup>;

N - количество изолированных отсеков (секций) цистерны, шт.;

Q - производительность заправки, м<sup>3</sup>/ч;

K - счетчик отечественного (импортного) производства;

B.XX - количество и особенности комплектации рукавных барабанов;

YYYY - модель ШТС;

avia - использование по назначению для заправки ВС

Основные технические характеристики некоторых ТЗ приведены в таблице 5.

## Основные технические характеристики ТЗ

Тип ТЗ	ТЗА-20 (22)	ТЗА-40-45-60
Шасси	Volvo, Mercedes, Scania, МАЗ	Volvo, Mercedes, Scania, МАЗ
Цистерна, л	20 000 / 22 000	40 000, 45 000, 60 000
Материал цистерны	Алюминиевый сплав	Алюминиевый сплав
Насосное оборудование	Gorman Rupp, А-Наар, Discow	Gorman Rupp, А-Наар, Discow
Фильтр водоотделитель	Warner Levis/Faudi	Warner Levis/Faudi
Рукавные барабаны	Niehuser	Niehuser
Рукава и РК/ННЗ	Elaflex / Carter	Elaflex/Carter
Производительность, л/мин	от 400/1200 до 2000	от 400/1200 до 2400
Система безопасности	Deadman	Deadman
Система блокировки движения	Interlock	Interlock
Закрытый отбор проб	Опция	Опция
Предельно допустимое давление в раздаточном рукаве перед наконечником нижней заправки, кг/см <sup>2</sup>	≤ 4,5	≤ 4,5
Дозировка ПВКЖ, %	0; 0,1 (опционально до 0,3)	0; 0,1 (опционально до 0,3)
Номинальная тонкость фильтрации, мкм	1-3	1-3
Предельное содержание свободной воды (по массе), %	0,003	0,003
Погрешность счетчика-расходомера, %	0,25	0,25
Система заземления	Два барабана заземления с тросом 30 м	Два барабана заземления с тросом 30 м
Уровнемер, ограничитель налива	Электронный, ПМП	Электронный, ПМП
Насосная установка	Alfons Haar FPOG 100	Alfons Haar FPOG 100
Габаритные размеры, м	9,8 x 2,5 (3,0) x 3,3	16,3 (17,5) x 3,0 x 3,3



Рис. 8 Внешний вид ТЗА-20 (22)

Диспéнсер (англ. dispenser — дозатор) — устройство для выдачи чего-либо в определённой дозе, количестве.

Диспенсеры стационарные и передвижные предназначены для заправки (дозаправки) кондиционным авиатопливом воздушных судов (рис. 9).



а)



б)

Рис. 9 Внешний вид диспенсеров а) стационарного АФТ-160-5-С

б) передвижного АФТ-120-2-П/09

Обозначаются: в общем виде АФТ- XXX-2-С(П)/ УУТУ 3689 - 022 - 00529114 - 98.

Пример обозначения: АФТ-40-5-С (П)/23

где А- агрегат, Ф- фильтрации, Т – топлива, 40 – производительность м<sup>3</sup>/час, 5 – модификация по ТУ 7561 – 022 – 00529114 – 98 , С – стационарное исполнение (П - передвижное), 23 – вариант комплектации

Диспенсеры обеспечивают очистку топлива от механических примесей, очистку топлива от свободной воды, деаэрацию потока топлива, учёт топлива по объёму и/или массе, контроль качества топлива, дозированный ввод ПВКЖ.

Диспенсеры применяются для заправки ВС авиационными керосинами (в том числе Джет А-1 (JET A-1) с реактивными двигателями без присадок или с

добавлением присадок в количествах, оговоренных нормативной документацией, авиационными бензинами.

Диспенсеры могут использоваться в стационарных системах обеспечения топливом при температуре окружающего воздуха от 233К (-50°С) до 323К (+50°С) в макроклиматических районах с умеренным и холодным климатом (исполнение УХЛ, категория 1 по ГОСТ 15150). Диспенсеры рекомендуется устанавливать в технологические линии систем ЦЗС, в зависимости от конфигурации. Допускается использовать для налива АТЗ или ТЗ или АЦ.

#### 4.3.2 Средства заправки маслами и рабочими жидкостями

Для заправки маслом, жидкостями применяют автомаслозаправщики, автозаправщики специальными жидкостями, автозаправщики питьевой водой, установки на прицепах и полуприцепах;

АЗСЖМ приспособлен для эксплуатации во внеклассных, I, II, III класса аэропортах, а также международных аэропортах гражданской авиации. АЗСЖМ изготовлен в климатическом исполнении -У, категория размещения – 1 по ГОСТ 15150. АЗСЖМ может использоваться при температуре атмосферного воздуха длительно от плюс 5 до плюс 40°С без использования отопительной системы.

При использовании отопительной системы аэродромный заправщик может длительно использоваться при температуре атмосферного воздуха от плюс 5 до минус 40°С.

В качестве примера рассмотрим аэродромный заправщик АЗСЖМ, предназначенный для эксплуатации только на территории аэропорта (рис. 10).



Рис. 10 Внешний вид АЗСЖМ

В качестве примера в таблице 6 представлены основные технические характеристики АЗСЖМ.

## Основные технические характеристики АЗСЖМ

Наименование параметра, единица измерения	Значение
1. Монтажная база - шасси автомобиля	Вольво
2. Привод агрегатов	От двигателя шасси. Гидропривод по схеме: КОМ - гидронасос - гидромоторы насосов технол. сист.
3. Количество систем подачи рабочей жидкости и количество резервуаров для хранения	От 1 до 3, в зависимости от заказа
4. Типы систем подачи рабочих жидкостей	1. Подача гидрожидкости. 2. Подача масла. 3. Подача маслосмеси. 4. Подача спецжидкости.
5. Система подачи гидрожидкости - тип рабочей жидкости - подача (регулируемая при противодействии на выходе 0,2...0,6 МПа), не более	Гидрожидкость АМГ-10 ГОСТ 6704 (аналог ГИДРОНИКОЛЬ FH 51) 0...40
6. Система подачи масла - типы рабочих жидкостей  - подача (регулируемая при противодействии на выходе 0,2...0,6 МПа), не более, л/мин	масло: ВНИИ НП-50-1-4ф; ВНИИ НП-50-1-4у; ИПМ-10(аналог ТУРБОНИКОЛЬ 210А), Б-3В; ЛЗ-240; МС-8П8; МС-8рк; МС-14, МС-20 0...40
7. Система подачи маслосмеси - типы рабочих жидкостей - подача (регулируемая при противодействии на выходе 0,2...0,6 МПа), не более, л/мин	- маслосмесь: СМ-4,5 ОСТ 54-3-175-72 или СМ-8 или СМ-9 или СМ-11,5 или 50/50 - 0...40
8. Система подачи спец. жидкости - тип рабочей жидкости - подача (регулируемая при противодействии на выходе 0,2...0,6 МПа), не более, л/мин	ПМС-5 ГОСТ 13032 0...40
9. Номинальная тонкость фильтрации, мкм, не более	5
10. Основная погрешность счетчика-расходомера, %	± 0,5
11. Номинальная вместимость резервуаров, м <sup>3</sup> (л)	В зависимости от количества систем и заказа (см. табл.2)
12. Невыбираемый насосом остаток рабочей жидкости в резервуаре, дм <sup>3</sup> (полный слив через дренажное устройство)	5
13. Размеры раздаточного (заправочного) рукава: - условный проход Ду, мм, не менее - длина, м, не менее	16 15
14. Габаритные размеры, мм, не более	6140 x 2400 x 2500

Конструкция аэродромного заправщика АЗСЖМ обеспечивает:

- наполнение собственных баков нижним наливом (закрытая заправка) при помощи сторонних средств;
- наполнение собственных баков верхним наливом (открытая заправка);
- наполнение собственных баков нижним наливом (закрытая заправка) или верхним наливом (открытая заправка) при помощи собственных средств;
- транспортирование рабочих жидкостей к местам заправки ВС;
- заправку фильтрованными рабочими жидкостями систем ВС закрытым или открытым способом при одновременном учете ее количества;
- регулирование давления и расхода заправки;
- удаление рабочих жидкостей из раздаточных рукавов;
- перекачивание рабочих жидкостей собственными насосами минуя собственные емкости;
- «кольцевание» (перекачка «на кольцо») рабочих жидкостей;
- слив рабочих жидкостей из баков самотеком;
- хранение нагретых рабочих жидкостей продолжительное время при низкой температуре окружающей среды;
- по требованию Заказчика аэродромный заправщик может быть оборудован системой подогрева и контроля рабочих жидкостей в баках. Подогрев выполняется от стороннего источника эл.питания (380В, 50Гц).

Для проверки гидросистем самолетов в аэропортах используют универсальные передвижные гидроагрегаты (УПГ), которые представляют собой гидро-, пневмоэлектростанции, установленные на автомобильном шасси. В состав оборудования УПГ входят: силовая установка, что превращает механическую энергию двигателя внутреннего сгорания в другие виды энергии, гидравлическая система, пневматическая и электрическая системы. Гидравлическая система – главная часть оборудования УПГ и состоит из нескольких самостоятельных систем: 1-3 основных систем, системы опрессовки, системы кольцевания и гидробаков.

### 4.3.3 Средства заправки газами

На современных ВС широкое применение находят сжатые газы: воздух, азот, кислород. Сжатый воздух используется в качестве источника энергии в пневмоприводах, для наполнения пневматиков колес шасси, для уплотнения дверей и люков. Кроме того, сжатый воздух широко применяется при ремонте самолетов, для привода пневматических инструментов, проверки герметичности кабин и других целей.

Азот используют для заправки амортизационных стоек шасси, гидроаккумуляторов, пневматиков колес, в системах нейтрального газа.

Кислород необходим для обеспечения жизнедеятельности экипажа и пассажиров в аварийных ситуациях.

К средствам заправки газами относятся автомобильные кислородозаправочные станции, унифицированные газозаправочные станции,

централизованные заправщики газами, воздухозаправщики, резервуары (цистерны) для сжиженных газов, автомобильные углекислотазаправочные станции, азотозаправщики.

Для заправки самолетных потребителей, стационарных и переносных баллонов, гидроаккумуляторов, амортизационных стоек и других агрегатов применяют газозарядные машины: компрессоры низкого давления (КНД) с давлением сжатого воздуха 0,01-0,2 МПа и производительностью 500-2000 м<sup>3</sup>/час, компрессорные станции высокого давления, которые сжимают воздух до давления 0,5-40,0 МПа, с производительностью 115-140 м<sup>3</sup>/час, передвижные воздухозаправщики с рабочим давлением в баллонах до 35 МПа.

Кислородо- и азотозарядные станции позволяют заправлять самолетные потребители до давления 15 МПа. Компрессоры низкого давления применяют для проверки герметичности кабин. Они представляют собой одноступенчатые поршневые компрессоры, установленные на прицепном колесном шасси. Привод компрессоров осуществляется от двигателей внутреннего сгорания.

Компрессоры стационарного высокого давления используют, в основном, для заправки воздушных баллонов и позволяют получать давление сжатого воздуха до 40 МПа в результате его многократного сжатия в многоступенчатом компрессоре, который приводится во вращение от двигателя внутреннего сгорания.

Для оперативной заправки самолетов сжатым воздухом применяют воздухозаправщики на автомобильном шасси. Воздухозарядная система, которая состоит из батареи транспортных баллонов, коммуникационной и регулирующей арматуры, установлена в съемном металлическом кузове. Доступ к оборудованию осуществляется через люки на бортах и в задней части кузова. Принцип работы воздухозаправщика заключается в перепуске сжатого воздуха из баллонов, которые имеют давление 35 МПа, к многочисленным потребителям с предыдущим дросселированием воздуха в редукторах до необходимого давления заправки. Давление воздуха контролируют по манометру (рис. 11).

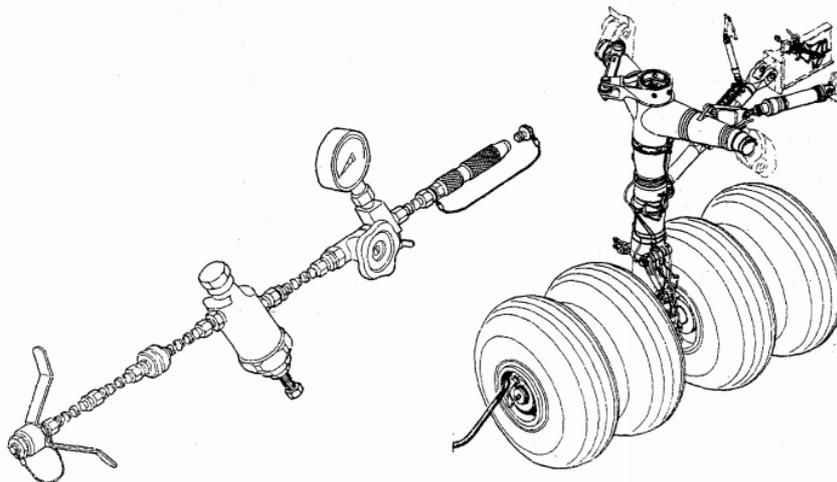


Рис. 11 Зарядка воздухом пневматиков главных ног шасси

Заправка ВС сжатым азотом проводится с использованием аналогичных спецмашин, но оборудованных батареей азотных транспортных баллонов и с соответствующей настройкой регулирующей аппаратуры (рис. 12).



Рис. 12 Внешний вид азотозаправщика на базе шасси Газель Next

Давление в системе высокого давления азотозаправщиков составляет 0 - 4000 psi (0 - 280 кг/см<sup>2</sup>), в системе низкого давления 0 – 400 psi (0 – 25 кг/см<sup>2</sup>).

Количество баллонов (азот) до 12 шт., общий объем 601,2 л. Рукав системы высокого (низкого) давления 20 м. Габаритные размеры азотозаправщика 5,8 x 2,5 x 2,28 м, масса 3500 кг (рис. 12).

#### 4.3.4 Средства энергоснабжения

К средствам электроснабжения относятся аэродромные электрические установки, аэродромные подвижные электроагрегаты (рис. 13), преобразователи электрической энергии, электрогидроустановки, гидравлические установки, установки воздушного запуска, установки подачи приводного топлива;



Рис. 13 Внешний вид аэродромного подвижного электроагрегата

Передвижные электрические генераторные станции и электрораспределительные колонки предназначены для обеспечения ВС электрической энергией при их техническом обслуживании.

При проведении ТО и при проверке исправности многих систем самолетного оборудования в наземных условиях (при не работающих авиадвигателях) необходимо обеспечение самолета различными видами энергии: электрической, пневматической и гидравлической.

Аэродромные подвижные электроагрегаты могут размещаться на различных шасси - Газель, КАМАЗ, Isuzu, Hyundai и др.

Основные параметры подвижных электроагрегатов:

- выходное напряжение 115/200, 3 азы 400Гц;
- мощность 120/140/180 кВа.;
- выходные кабели 2 шт., длина кабелей 9,1 м, предусмотрена система защиты ВС;
- габаритные размеры 3,5 x 1,95 x 1,7 м, масса 2494.

Электрическая энергия используется для питания бортового оборудования и аппаратуры (рис. 14), а также для запуска авиационных двигателей. При этом нужен постоянный ток напряжением 24(28,5), 48(57), 70 и 100 В; переменный однофазный ток напряжением 208 и 115 В и переменный трехфазный ток напряжением 208 и 36 В. Сила тока при работе самолетных потребителей 1200-2000 А (рис. 15).

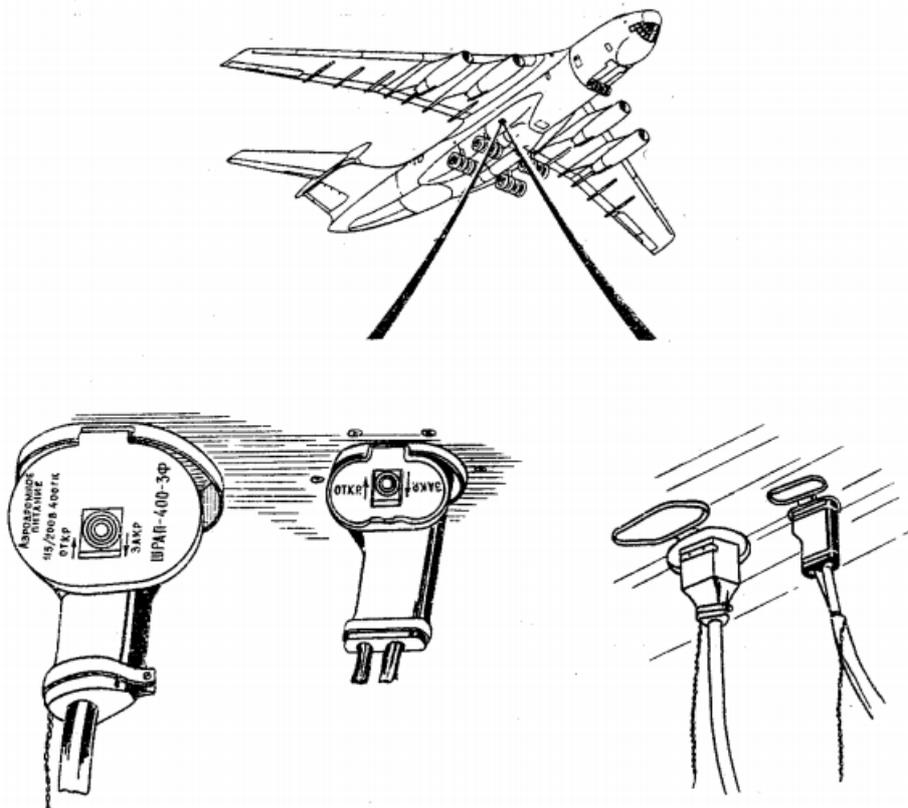


Рис. 14 Подключение наземного электропитания

Особое место в электропитании самолета занимают процессы электростартерного запуска авиационных двигателей. Для начала работы ГТД и двигателей внутреннего сгорания необходимо предварительно передать им с помощью стороннего источника энергии некоторую начальную скорость вращения, при которой возможно стойкое воспламенение и горение топлива. Процесс предварительной раскрутки вала авиационного двигателя к необходимой частоте вращения называется запуском авиадвигателя.

Устройства, которые превращают энергию внешнего источника в механическую энергию вала двигателя и обеспечивают его раскрутку, называются стартерами. Электрические стартеры авиадвигателей по принципу действия распределяются на стартеры прямого и непрямого действия. Стартеры прямого действия раскручивают непосредственно ротор ГТД или коленчатый вал поршневого двигателя.



Рис. 15 Пример исполнения электроустановки на телеге

Основные параметры применяемых электроустановок:

- выходное напряжение 115/200, 3Ф 400Гц;
- мощность 180 кВа;
- выходные кабели 2 шт, длина кабелей 9,1 м;
- предусмотрена системы защиты ВС;
- Система управления PLC, Deep Sea Controller;
- габаритные размеры 3,5 x 1,95 x 1,7 м, масса 2494 кг.

Стартеры непрямого действия служат для раскрутки инерционного стартера (маховика) поршневого двигателя, который потом обеспечивает раскрутку коленчатого вала двигателя. Питание электростартеров осуществляется постоянным током с напряжением, что зависит от системы запуска: при постоянном напряжении 24 В, ступенчатому увеличению напряжения 24/48 В и плавном повышении напряжения от 0 до 70 (100) В. Из-

за большого разнообразия в параметрах (напряжение, сила тока) и характере используемого электрического тока (постоянный, переменный) для наземного электропитания используются специальные источники электроэнергии, АПА и централизованные системы электропитания.

Современные передвижные электроагрегаты АПА представляют собой автономные электростанции, смонтированные на автомобильном шасси. Каждый из них состоит из двигателя внутреннего сгорания, который приводит во вращение один или несколько генераторов. Дополнительно на генераторах могут устанавливаться электромашинные преобразователи (электродвигатель-генератор), которые превращают постоянный ток в переменный или наоборот, трансформаторы, выпрямители и аккумуляторные батареи, что в совокупности обеспечивают питание бортовой сети самолета всеми видами электрической энергии по напряжению, роду тока и частоте.

Централизованные системы питания самолетов энергией позволяют обеспечивать одновременно электропитанием большое количество ВС, и уменьшить число передвижных электроагрегатов и обслуживающего персонала.

Такие системы создаются в аэропортах, которые имеют промышленную электрическую сеть. Применение воздушных систем запуска на современных самолетах обусловлено установкой на них мощных газотурбинных двигателей и необходимостью сокращения времени запуска.

Применение электрических систем запуска в таких условиях не рационально, потому что с повышением их мощности значительно увеличивается масса электрических стартеров. Кроме того, через переход основных и наиболее мощных электропотребителей современных самолетов на переменный ток, генераторы постоянного тока на авиадвигателях заменены генераторами переменного тока. Следовательно, для запуска авиадвигателей необходимо было бы устанавливать дополнительные электрические стартеры, что привело бы к ухудшению массовых характеристик систем запуска. Воздушный стартер представляет собой воздушную турбину, соединенную через редуктор с валом авиадвигателя.

При запуске двигателя турбина раскручивается за счет подачи в нее сжатого воздуха от бортового или наземного источника и раскручивает ротор авиадвигателя. В качестве наземных источников сжатого воздуха в аэропортах служат передвижные установки, которые представляют собой газотурбинные двигатели небольшой мощности, установленные в кузове автомобиля. Сжатый воздух под давлением 0,45 МПа, температурой 200°С и подачей 1,35 кг/с отбирается из-за компрессора двигателя и по рукавам подается к воздушному стартеру. Установки, кроме того, обеспечивают потребители самолетов постоянным током напряжением 28,5 В, или переменным трехфазным током напряжением 208 В и частотой 400 Гц.

### 4.3.5 Теплотехнические средства

К теплотехническим средствам относятся аэродромные кондиционеры, аэродромные подогреватели, жидкостные установки термостатирования, вентиляторные установки, средства наддува (аэродромные опрессовщики кабин, компрессоры низкого давления) [20].

На эксплуатацию ВС значительное влияние оказывают климатические условия и, в частности, температура окружающего воздуха. При отрицательных температурах запуск двигателей усложнен из-за плохой испаряемости топлива и повышения вязкости смазочных материалов, а в сильно охлажденном салоне и кабине экипажа затруднительно длительное пребывание пассажиров и экипажа.

В жаркое время года в результате влияния солнечных лучей температура воздуха внутри салона самолета значительно (на 10-25°C) превышает температуру окружающей среды и может достигать иногда 45-50°C.

Для облегчения запуска авиационных двигателей и обеспечения необходимого микроклимата в кабинах самолетов делают подогрев авиадвигателей и кондиционирование (подогрев или охлаждение) воздуха в кабинах.

Подогрев авиадвигателей, которые используют высоковязкие масла, начинают уже при температуре +5°C. Подогрев воздуха в самолетах необходим при температуре окружающего воздуха +5°C и ниже, а температура воздуха в салоне до момента посадки пассажиров должна быть в среднем +20°C. Воздух в кабинах должен охлаждаться при температурах больше +25°C. При этом снижение температуры воздуха в условиях континентального климата не должно превышать 10-12°C, а в субтропическом климате 6-8°C. В обратном случае у пассажиров будет возникать ощущения температурного дискомфорта и возможные простудные заболевания.

Для подогрева авиадвигателей и кондиционирования воздуха в аэропортах применяют специальные установки, которые имеют многообразное конструктивное выполнение. Наибольшее распространение в аэропортах нашли передвижные теплотехнические машины, моторные подогреватели (рис. 16) и аэродромные кондиционеры воздуха.



Рис. 16 Внешний вид моторного подогревателя

Представленная модель выполнена на базе ГАЗель Next A21R22.

Основные технические характеристики:

- тепловая мощность 200 кВт;
- производительность до 6500-7000 м<sup>3</sup>/ч;
- скорость вентилятора 2400 об/мин;
- подогрев салона 60 °С, подогрев двигателей до 105-110 °С;
- количество рукавов 2 шт, длина рукавов 7 / 10 / 15 м, диаметр рукава 204 мм;
- габаритные размеры. 5,8 x 2,07 x 2,25 м, масса 2700 кг.

Моторные подогреватели устанавливают на прицепных тележках, или автомобильном шасси. Конструктивно они представляют собой вентиляторные установки производительностью до 2000 м<sup>3</sup>/час, которым придается вращение от электродвигателя или двигателя базового автомобиля. Вентилятор нагнетает атмосферный воздух в подогревательное устройство-калорифер. Здесь воздух нагревается за счет передачи тепла от горячих стенок калорифера до температуры 75 ÷ 115°С и по тканевым рукавам подается к объектам, которые подогреваются. Тепло для нагревания воздуха выделяется при сгорании топлива (керосина) в камере сгорания калорифера. Для предотвращения смешивания нагреваемого воздуха с продуктами сгорания калорифер должен быть герметичен.

Аэродромные кондиционеры воздуха по сравнению с моторными подогревателями подогревают и охлаждают воздух в кабинах самолета (рис. 17). Кроме того, они оборудованы системами, которые позволяют делать парфюмеризацию и дезинфекцию воздуха в самолетах для устранения неприятных запахов и предотвращения всевозможных инфекционных заболеваний. Аэродромные кондиционеры воздуха используют для охлаждения кабин самолетов, поэтому основным элементом их оборудования можно считать холодильную машину.



Рис. 17 Внешний вид кондиционера на тележке

Основные технические данные кондиционера:

- производительность 60 тонн;

- два рукава длиной 10 / 12 / 15, диаметром 203 мм;
- система управления PLC IFM;
- количество компрессоров 2 шт Danfoss производительностью 30 тонн;
- три конденсаторных вентилятора;
- хладагент R134A / R407C / R410A;
- уровень шума 85 Дб;
- габаритные размеры 3,9 x 2,23 x 2,13 м, масса 4050 кг.

Рукава аэродромного кондиционера подсоединяются к специальным бортовым штуцерам самолета (рис. 18).

Наибольшее распространение на кондиционерах получили холодильные машины испарительного типа. Принцип их работы заключается в охлаждении атмосферного воздуха, который нагнетается в самолет, за счет теплообмена с испаряющимся рабочим телом-хладогеном. Для повторения цикла охлаждения хладагент впоследствии опять конденсируется и отдает полученное тепло в окружающую среду.

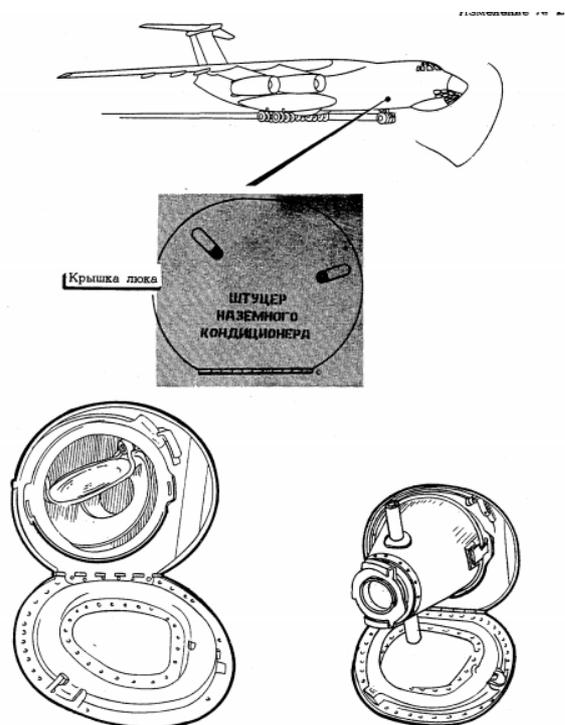


Рис. 18 Вид бортового штуцера наземного кондиционирования

В качестве хладагента используют производные фтористых или хлористых углеродов – фреоны, которые имеют относительно невысокое давление испарения и конденсации, низкую температуру замерзания и высокую объемную холодопродуктивность.

Фреон, циркулирующий в системе трубопроводов, кипит в испарителе, сталкиваясь с атмосферным воздухом, который продувается через него. Пары фреона, что отработал, засасываются через фильтр в компрессор, где сжимаются. В результате сжатия повышается температура конденсации фреона и он сжимается в конденсаторе, что охлаждается вспомогательным потоком атмосферного воздуха.

Жидкий фреон собирается в емкости-ресивере и потом опять подается в испаритель через вентиль, который регулирует количество фреона, поступающего в испаритель, а, следовательно, и температуру окружающего воздуха. Аэродромные кондиционеры, смонтированные на автомобильных шасси, способны подогревать и охлаждать 4500-7700 м<sup>3</sup>/час атмосферного воздуха холодопродуктивностью 30000-80000 ккал/час.

#### 4.3.6 Тягачи-буксировщики

Воздушные суда постоянно перемещаются по территории аэропортов (перемещение к ВПП, от ВПП, на перрон, от перрона и т.д.). Перемещение ВС осуществляется с помощью тяги их собственных двигателей или буксировочными средствами.

Буксировка ВС находит все более широкое применение, потому что при этом значительно снижаются шум и загрязнение воздуха в районе аэропорта, уменьшается непродуктивная затрата ресурса авиадвигателей и достигается значительная экономия авиационного топлива (рис. 19).

Например, при буксировке самолета Ил-96 экономится за минуту 125 литров керосина. Кроме того, при буксировке самолета исключается попадание к всасывающему соплу авиадвигателей песка, мелких камней и других предметов, которые вызывают повреждение лопаток компрессоров. Эта опасность особенно велика для самолетов с низкорасположенными двигателями.

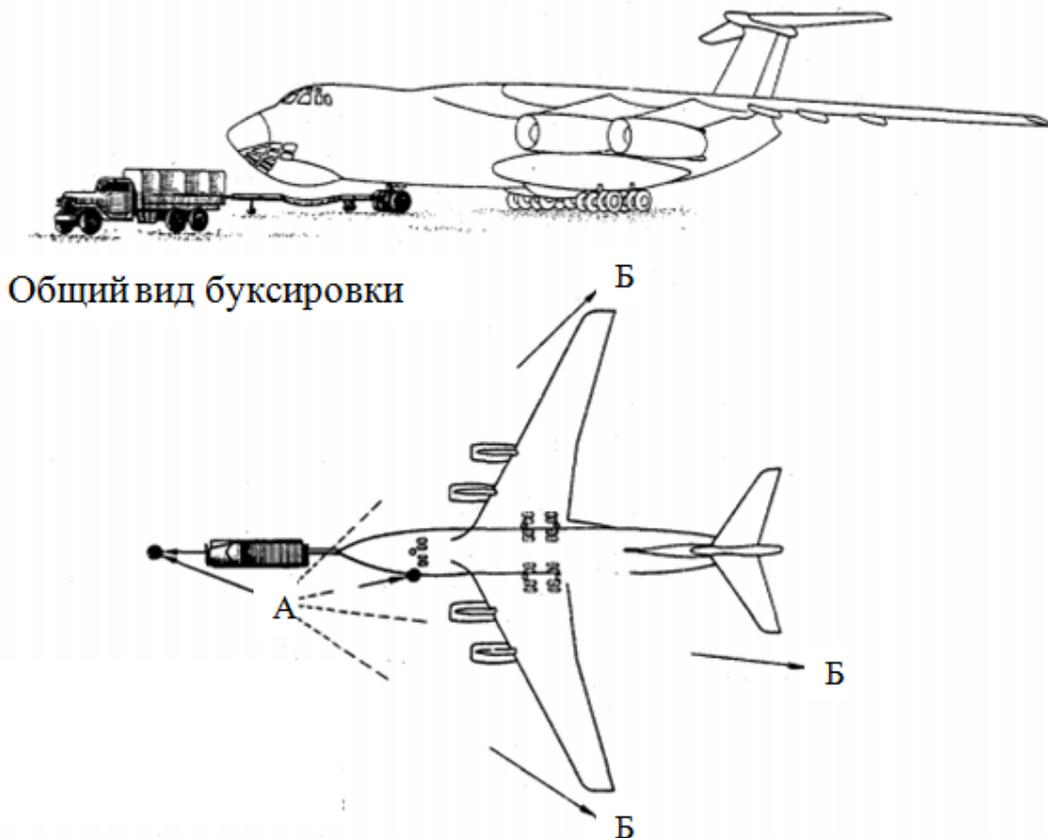


Рис. 19 Схема буксировки самолета, А – руководитель буксировки, Б – обслуживающий персонал

Для буксировки ВС применяют серийные грузовые автомобили и специальные аэродромные тягачи (рис. 20). Технические требования к средствам буксировки (тяга на крюке, радиус разворота, маневренность, плавность сдвига самолета, обзорность кабины и т.д.), а также требования безопасности при буксировке постоянно растут в связи с повышением интенсивности полетов и поступлениям в эксплуатацию новых крупногабаритных и тяжелых самолетов.

Основные технические данные представленного тягача:

- масса тягача от 13608 до 18144 кг, тяговое усилие от 9071 до 13607 кг;
- колесная база 2030 мм, трансмиссия автоматическая, 4 скорости вперед, 2 назад;
- тип привода 4x4, управление колесами (передние, передние и задние, крабовый ход);
- передняя и задняя сцепки - двухуровневые тип «Е»;
- кабина водителя закрытого типа;
- зимний пакет предусматривает подогрев на стоянке 220В.



Рис. 20 Аэродромный тягач

Специальные аэродромные тягачи выгодно отличаются от автомобильных тягачей. Главное их преимущество - повышенная тяга на крюке, что позволяет им буксировать практически все виды отечественных самолетов. Они имеют хорошую маневренность, которую создают поворотные оси колес. На тягачах примененная гидромеханическая трансмиссия, что позволяет им надежно преодолевать силу инерции самолета в момент начала движения и тем самым плавно сдвигать самолет с места. Облегчение сдвига самолета, а также уменьшение вероятности пробуксовки тягача при буксировке самолетов по мокрой, заснеженной или обледенелой территории аэродрома обеспечивается за счет установкой на тягаче специального балласта, что увеличивает массу тягача и силу сцепления его колес с аэродромным покрытием.

Для некоторых типов ВС применяются аэродромные тягачи без водил, так называемые безводильные тягачи (рис. 21)



Рис. 21 Внешний вид безводильного тягача

Основные технические характеристики:

- масса тягача составляет 9400 кг, максимальная масса буксируемого ВС 160 000 кг, разрешенная максимальная скорость 26 км/ч;

- трансмиссия гидростатическая, тип привода 4x2, клиренс 140 мм, внешний радиус разворота 8,9 м. Объем топливного бака 227 л. Кабина водителя закрытого типа. Предусмотрен зимний пакет - подогрев на стоянке от напряжения 220В. Габаритные размеры 7,25 x 3,0 x 1,83 м.

Важной особенностью тягачей является установка на них дополнительных передней и задней кабин для технического состава, который руководит буксировкой. При этом в задней кабине есть дублирование управления тягачом, что позволяет выполнять подъезд тягача к самолету с высокой точностью.

Передняя кабина водителя имеет хороший обзор во всех направлениях за счет того, что она приподнята над тягачом и имеет большую площадь обзорного стекла. Все это обеспечивает повышение безопасности подъезда к самолету, его буксировки и снижает вероятность повреждения тягачом.

#### 4.3.7 Подъемно-транспортные средства

К подъемно-транспортным средствам относятся подъемные краны, аэродромные самоходные подъемники, подъемные площадки, погрузчики, площадки обслуживания, телескопические площадки обслуживания, самоходные податчики грузов, транспортировочные тележки;

На аэродромах гражданской авиации применяются несамоходные и самоходные подъемные краны. Для обеспечения доступа к высокорасположенным элементам конструкции ВС при ТО в аэропортах используют обычные и телескопические ступеньки, лестницы, подъемные площадки и доки. Простые и складные лестницы, приставные и подвесные ступеньки применяют для обслуживания планера и агрегатов самолета на высоте до 3 метров. Эти средства обычно размещают непосредственно на местах стоянок.

При расположении элементов конструкции на высоте 4 - 13 метров и небольшого расстояния зоны обслуживания по горизонту используют несамходные передвижные телескопические лестницы или раздвижные ступеньки.

Обслуживание агрегатов узлов самолетов, расположенных на высоте до 16 метров, а также при относительно частом перемещении обслуживающим персоналом от одного узла к другому или между несколькими самолетами применяют самоходные передвижные площадки обслуживания с шарнирной стрелой или автомобильные телескопические вышки.

Самоходная площадка обслуживания обеспечивает доступ к узлам самолетов на высоте до 16 метров. Она смонтирована на шасси автомобиля и представляет собой двухсекционную шарнирную стрелу. На конце верхней секции стрелы закреплены две рабочих площадки. Нижним концом стрела шарнирно закреплена на колонне поворотной платформы. Привод стрелы или поворотной платформы осуществляется гидроцилиндрами и трособлочными механизмами.

Стрела может вращаться в горизонтальной плоскости в обе стороны на  $180^\circ$ , в вертикальной плоскости нижнее звено вращается на  $80^\circ$ , а верхнее - на  $256^\circ$ . Рабочие площадки имеют общую грузоподъемность до 300 кг. Одна из них оборудована лебедкой для подъема грузов массой 100 кг.

На площадках также установлены: пульт дистанционного управления движением стрелы, фары освещения и конечные выключатели для автоматического выключения гидросистемы привода при основном сближении площадок с самолетом.

Доки необходимы для ТО самолетов при трудоемких формах регламентных работ, когда применение индивидуальных средств доступа становится неэффективным через нехватку рабочих мест и тяжести их обеспечения техническим оборудованием, материалами и инструментами. Доки самолетов представляют собой комплексы расположенных по периметру самолета стационарных и передвижных палуб и площадок, связанных лестничными и маршевыми переходами.

Стационарные площадки обычно окружают переднюю часть самолета. Хвостовые площадки доков делают подвижными для закатывания самолета в док или выкатывания из него. Некоторые доки состоят только из подвижных элементов, что позволяет обслуживать в них разные типы самолетов. Платформы доков часто изготавливают поднимающимися или подвесными для обслуживания элементов конструкции самолета на разных уровнях.

#### **4.3.8 Средства очистки и специальной обработки**

К средствам очистки и обработки относятся моечные машины, машины для нанесения антиобледенительных средств и тепловые противообледенительные машины (рис. 22), аэродромные ассенизационные машины, машины для уборки салонов.



Рис.22 Противообледенительная машина

Спецмашины используют для обработки самолетов противообледенительной жидкостью и для заправки горячей водой санитарных узлов самолета. Для мойки самолета используют также передвижные моечные агрегаты и агрегаты механизированной мойки нижних поверхностей самолета.

На спецавтомобиле имеется бак для ПОЖ типа 1 объемом 3784 л, бак для ПОД тип 2/4757 л.

Для более эффективной обработки поверхностей предусмотрена система подогрева ПОЖ. Время нагрева не более 20 мин. Высота пола люльки 10,5 м. Угол вращения стрелы 280 градусов. Система распыла включает струйный и веерный распыл. Может производиться обработка сжатым воздухом. Для эффективной обработки ПОЖ существует гарнитура связи с водителем.

Очистку туалетных отсеков самолетов и заправку их химжидкостью выполняют с помощью спецмашин, оборудованных сливной емкостью с вакуум-насосом и емкостями для химжидкости и промывочной воды (рис. 23).



Рис. 23 Машина для обслуживания туалетных отсеков ВС

Объем бака для отходов составляет 3000 л, емкость бака для промывочной воды 1200 л, бак для дезжидкости 100 л. Предусмотрена вакуумная система 1050 м<sup>3</sup>/ч. Для погрузки и выгрузки баков предусмотрена гидравлическая платформа. На стоянке предусмотрен подогрев на стоянке напряжением 220В. Масса машины 10000-12000 кг

Водозаправщики и моечные машины имеют цистерны для воды и баки для моющей эмульсии, расположенные на шасси автомобилей. Эти машины предназначены для заправки водой систем санитарного и бытового оборудования, а также мойки воздушных судов. Загрязненный самолет, в результате ухудшения его аэродинамических качеств, тратит дополнительно до 100 кг топлива за 1 час полета (например, ТУ-154).

Периодическая мойка самолетов - один из наиболее трудоемких процессов обслуживания, которые почти не поддаются механизации через сложность геометрической формы самолета. Наиболее широкое применение в аэропортах для мойки самолетов находят многообразные модификации спецмашин, которые представляют собой цистерну-термос, смонтированную на шасси автомобиля. Между кабиной и цистерной машины установлена подъемная площадка с телескопическим гидроцилиндром для подъема мойщика рабочего. Максимальная высота подъема площадки для разных модификаций составляет 3,6 ÷ 6,0 метров. Горячая вода из цистерны подается с помощью центробежного насоса и гибкого шланга длиной до 25 метров к моечной насадке с щеткой. Мойку самолета выполняют вручную.

Для внутренней уборки самолетов применяют спецмашины, которые состоят из автомобильного шасси, закрытого подъемного кузова, передней выдвигной и задней подъемной площадок. Кузов поднимается весовым механизмом и гидроцилиндрами на высоту к уровню входных люков самолета и соединяется с порогом люка с помощью выдвигной площадки.

#### **4.3.9 Средства сервисного обслуживания**

Для сервисного обслуживания ВС предусмотрены пассажирские трапы, автолифты для доставки контейнеров с продуктами питания и предметов бытового обслуживания, погрузчики поддонов и контейнеров (рис. 24), автотранспортеры-контейнеровозы, автоконтейнеры, прицепные и самоходные грузовые тележки.

Основные технические данные представленного погрузчика (рис. 24):

- грузоподъемность погрузчика - 7050 кг;
- максимальная высота моста - 3760 мм (опция 5590 мм);
- минимальная высота моста 1780 мм;
- минимальная высота задней платформы 480 мм;
- ширина платформы 2490 мм (опция 3240 мм);
- скорость перемещения груза 18,3 м/мин;
- максимальная скорость движения погрузчика 11 км/ч (опция 25 км/ч).



Рис. 24 Погрузчик контейнеров и паллет

#### 4.4 Средства наземного обслуживания ВС специального применения

К средствам наземного обслуживания специального применения (рис. 25) относятся средства наземного обслуживания, обеспечивающие техническое обслуживание и сохранность разных типов самолетов [вертолетов] одной категории или конкретного типа самолета [вертолета] [19].

##### Средства наземного обслуживания специального применения (СНО СП)

Приспособления для буксировки, удержания и швартовки

Средства защиты летательного аппарата на стоянке

Подъемные средства

Средства техники безопасности

Монтажно-демонтажные средства

Средства доступа

Средства обслуживания специальных систем

Вспомогательные средства

Рис. 25 Классификация средств специального применения

##### 4.4.1 Средства буксировки, удержания и швартовки

К средствам буксировки, удержания и швартовки относятся буксировочные водила (рис. 26), ручные водила, буксировочные тросы (фалы), упорные колодки, средства для удержания при опробовании двигателей, устройства для швартовки лопастей, устройства для фиксации шасси



Рис. 26 Водило буксировочное

На рис. 25 показано буксировочное водило для ВС DC10, B767, L1011, A340 200–300, MD11, A330, A350, B777

Водило выполнено из стали и покрыто порошковой краской. Для исключения повреждения элементов шасси буксируемого ВС при больших углах поворота предусмотрены срезные болты. Подъем (опускание) производится с помощью гидросистемы. Масса водила составляет 295 кг.

#### 4.4.2 Подъемные средства

К подъемным средствам относятся комплекты гидроподъемников, домкраты (рис. 27), страховочные подставки, несамоходные краны.

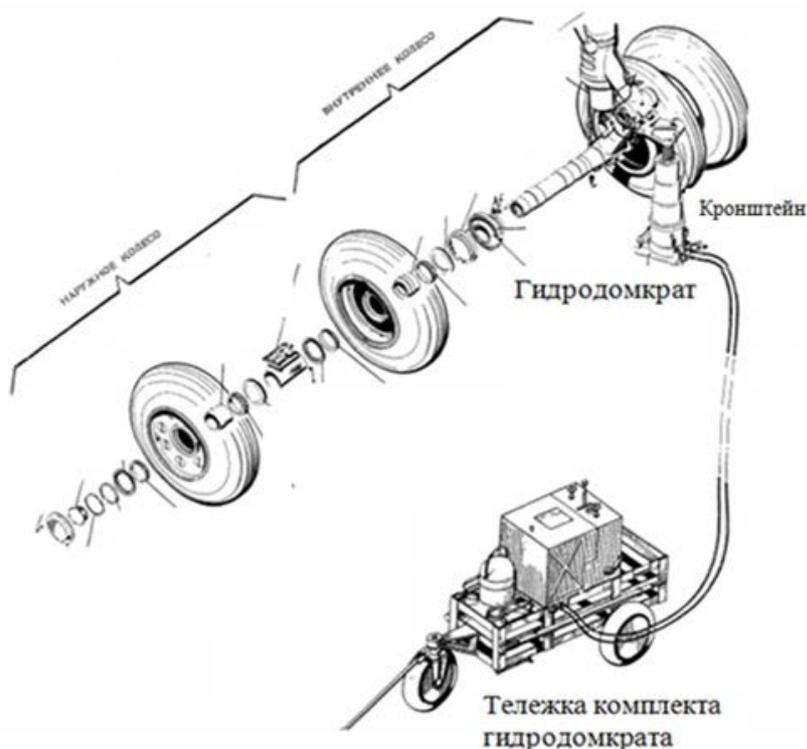


Рис. 27 Снятие и установка колес носовой ноги шасси самолета Ил-76

В процессе эксплуатации могут происходить различные авиационные события, связанные с повреждениями АТ (рис. 28, 29). ИАС имеет в своем распоряжении гидроподъемники, тканевые подъемники для подъема самолета и эвакуации с территории летного поля.



Рис. 28 Самолет Ил-76 после посадки с убраным шасси

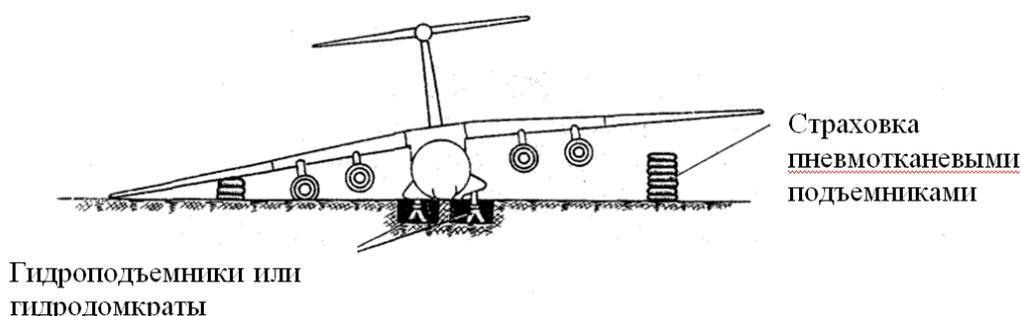


Рис. 29 Схема подъема самолета с убраным шасси

#### 4.4.3 Средства доступа

При выполнении всех видов ТО ВС используются средства доступа к элементам конструкции - стремянки (рис. 30, 31), лестницы, помосты, подъемные площадки.

Универсальная стремянка предназначена для работы у двигателей и агрегатов самолета, расположенных на высоте до 6 м на самолете Ил-76 (рис. 30).

Стремянка состоит из передвижной платформы (фермы), рабочей площадки, рычажного механизма типа «ножницы» и гидросистемы. Передвижная платформа пирамидообразной формы сварной конструкции, собранная из стальных стержней, стоек, подкосов и раскосов. В нижней части фермы, в месте соединения стоек с раскосами приварены втулки для установки жестких винтовых упоров и вилок колес.

Рабочая площадка выполнена из дюралюминиевых профилей в виде четырехугольной рамы, на которой закреплен настил. Для безопасности проведения работ площадка имеет поручни.

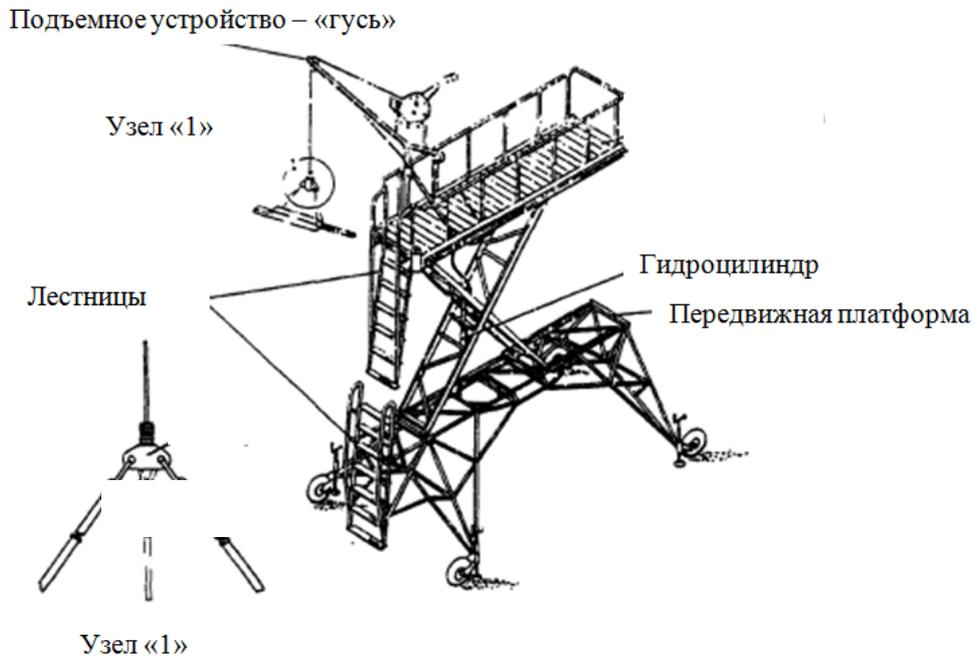


Рис. 30 Универсальная стремянка

При помощи рычажного механизма (внутренней и внешней рам) рабочая площадка связана с передвижной платформой. На площадке установлены узлы, в которые закрепляется подъемное устройство «гусь», а для облегчения передвижения грузов в поручнях сделаны откидные звенья.

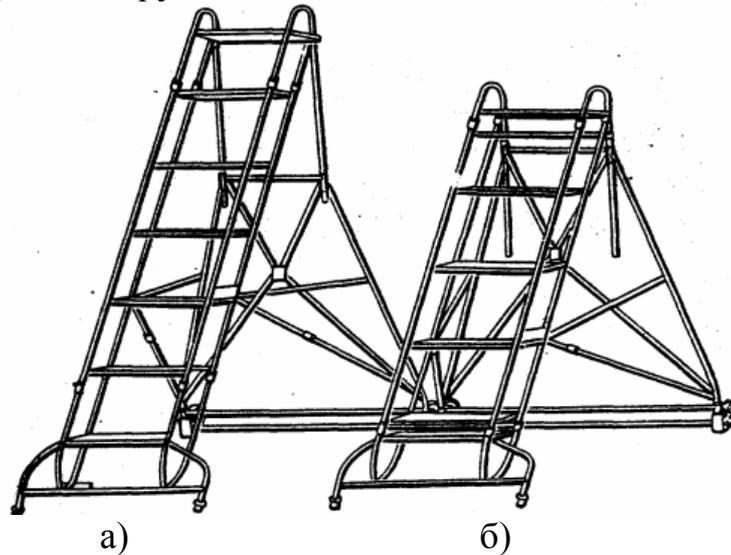


Рис. 31 Общий вид стремянки А 33-0200-0 а) в раздвинутом состоянии  
б) в сдвинутом состоянии

Подставка (рис. 32) предназначена для работы с аппаратурой, расположенной между шпангоутами 81 и 83 внутри фюзеляжа самолета Ил-76.

Подставка состоит из сварной и откидной рам, рабочей площадки, ступеньки и ремня. На горизонтальную поверхность площадка устанавливается на откидную раму с убранном телескопом. В любом из трех положений откидная рама стопорится.

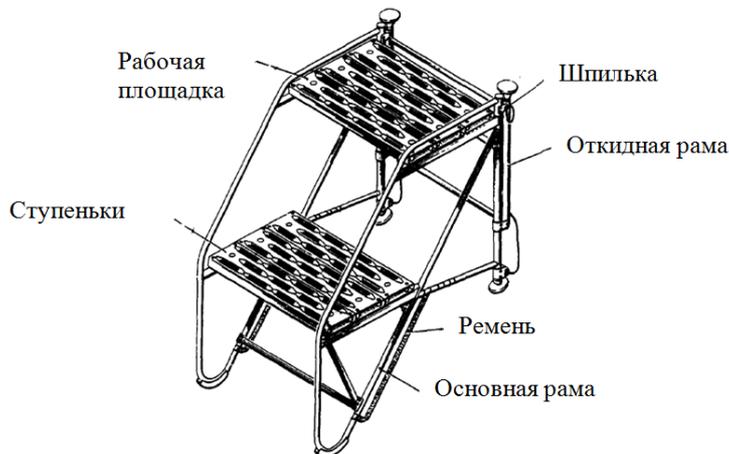


Рис. 32 Подставка

#### 4.4.5 Монтажно-демонтажные средства

Для проведения работ по ТО предусмотрены траверсы, стропы, съемники, монтажные тележки, транспортировочные тележки, съемное оборудование к тележкам.

Тележка (рис. 33) предназначена для транспортировки двигателя и других агрегатов (ВСУ, стоек шасси) самолета Ил-76.

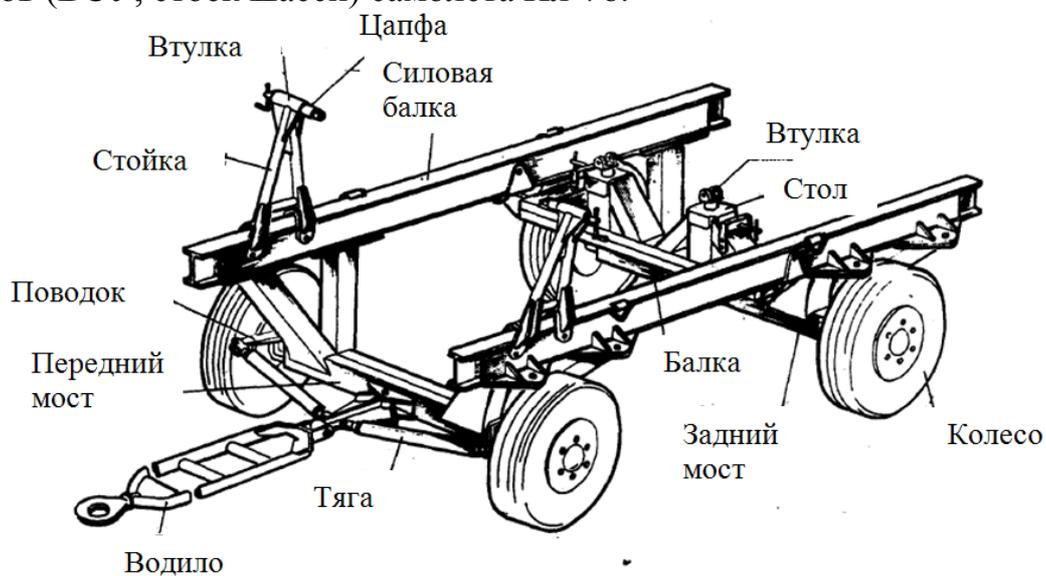


Рис. 33 Транспортировочная тележка

Транспортировочная тележка состоит из переднего и заднего мостов, силовых продольных балок, буксировочного водила, ящика и съемного приспособления.

#### 4.4.6 Средства обслуживания систем и агрегатов

Для ТО ВС широко используются приспособления для заправки и стравливания газов, консервации, проверки давления и герметичности, приспособления для слива и заправки жидкостей (рис. 34), аэродромные баллонные тележки, специальные механические приспособления для измерения

углов отклонения и проверки люфтов, прессы и приспособления для запрессовки тормозных парашютов, нивелировочные приспособления, кабели аэродромные для подсоединения к аппаратуре внутренней связи, средства связи обслуживающего персонала с экипажем, имитаторы конусов заправщиков, приспособления для промывки.

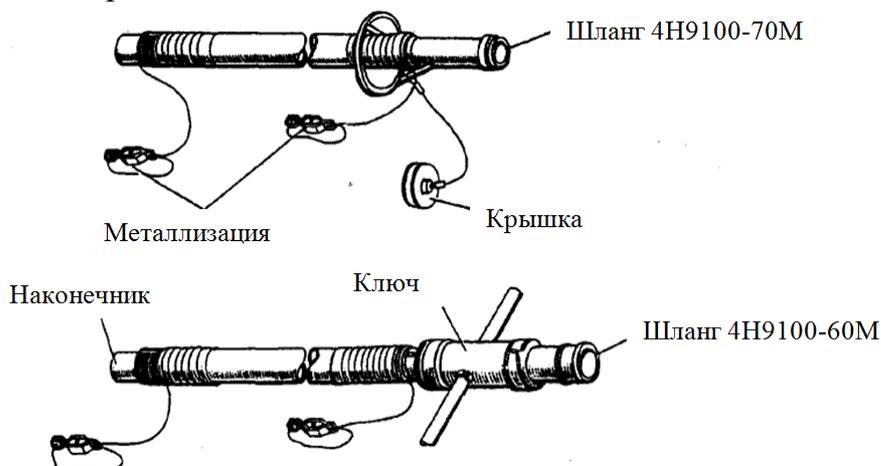


Рис. 34 Шланги слива топлива из самолета Ил-76

В комплект приспособления для проверки гидрогазовых систем входит (рис. 35):

- приспособление для проверки давления азота в амортизационных стойках шасси;
- прибор для проверки давления в гидравлических тормозных системах колес шасси;
- приборы для проверки давления в пневматиках.

Корпус зарядного крана имеет три штуцера: для подсоединения к зарядному клапану, для подсоединения шланга с манометром и для подсоединения к зарядному штуцеру амортизатора или гидроаккумулятора.

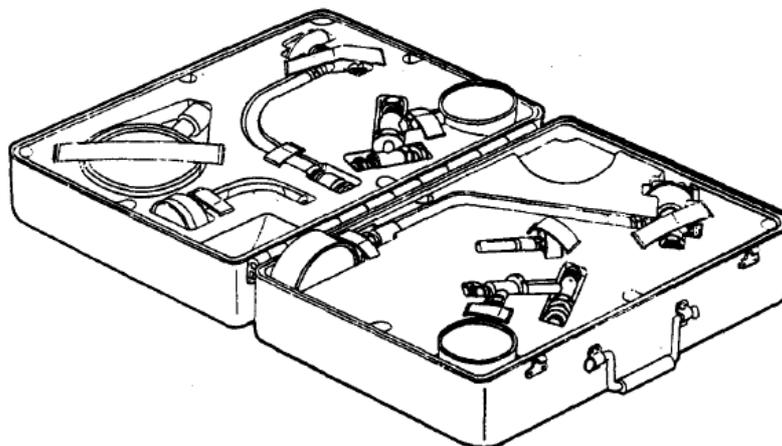


Рис. 35 Приспособления для проверки гидрогазовых систем

На рис. 36 изображена струбцина, предназначенная для стопорения руля направления самолета Ил-76 при сильном штормовом ветре или на период работы требующей отключения штатного стопора.

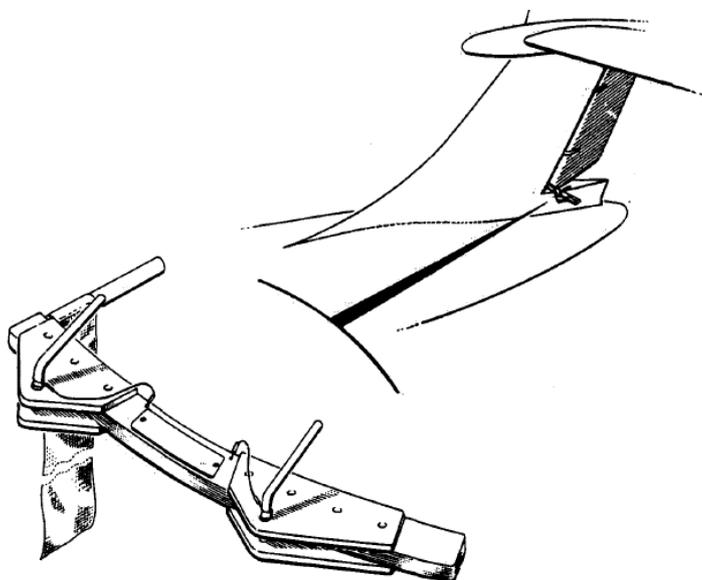


Рис. 36 Стопор руля направления самолета Ил-76

Рабочие поверхности, сопрягаемые с рулем направления, обклеены резиной. Струбцина окрашена в красный цвет и имеет предупредительный флажок.

#### 4.4.7 Средства защиты самолетов и вертолетов на стоянке

Для исключения вредного воздействия на ВС при перерывах в полете от дождя, града и др. применяются чехлы, заглушки (рис. 37 а), маты (рис. 38), коврики, приспособления для заземления, палатки (рис. 37 б), тенты.



а)



б)

Рис. 37 Средства защиты самолета на стоянке а) – заглушка на входное устройство двигателя, б) – палатка для проведения работ на крыле самолета

При работе на обшивке самолета (крыле, створках главных ног шасси и др.) для исключения возможных повреждений конструкции и ее покрытия применяются маты (рис. 38).

Мат 9907.510 (рис. 38 а) применяется на самолете Ил-76 в основном при работах на крыле и представляет собой резиновый лист размером 650x5500 мм

с поперечными наклейками. С наружной стороны обшит плащ-палаткой и имеет четыре лямки для закрепления.

Мат 9907.520 (рис. 38 б) применяется на самолете Ил-76 в основном для работы на створках главных ног шасси и представляет собой поролоновый эластичный лист размером 600х1300 мм. Мат обшит плащ-палаткой и простеган квадратами с шагом 100х100 мм.

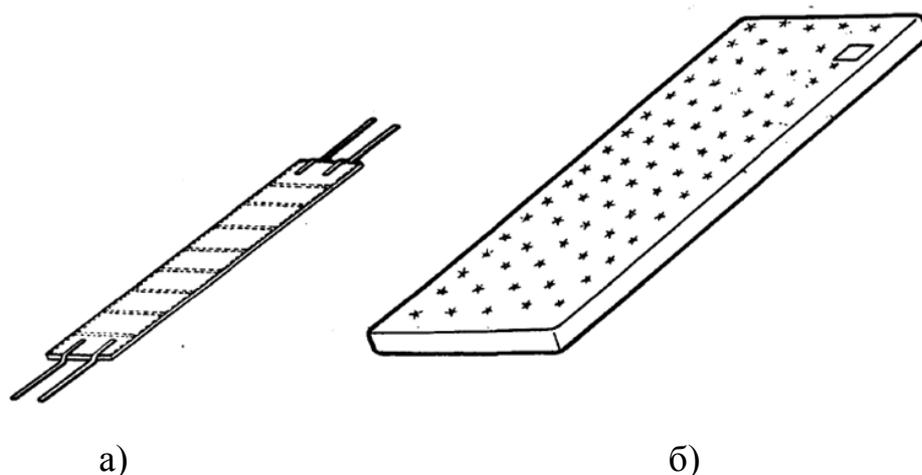


Рис. 38 Маты а) мат 9907.510 для работы на крыле б) мат 9907.520 для работы на створках главных ног шасси

#### 4.4.8 Средства по технике безопасности

Для исключения повреждения авиационной техники при технической эксплуатации на земле применяются устройства для защиты воздухозаборников при работающих двигателях.

Для предотвращения случайной уборки шасси на земле используются приспособления для стопорения шасси.

Чтобы предотвратить травмирование технического персонала при ТО ВС предусмотрены страховочные приспособления (рис. 39), защитные экраны, рукава для отвода выхлопных газов перевозимой автомобильной техники, маттележки.



Рис. 39 Общий вид страховочного пояса с тросом

### Литература

1. Конвенция о международной гражданской авиации (Чикагская конвенция) (Документ ИКАО 7300/3, 1963 г.).
2. Приложение 8 к Конвенции о международной гражданской авиации Летная годность воздушных судов.
3. Чинючин Ю.М., Далецкий С.В., Маклаков В.В. Нормативная база технической эксплуатации и поддержания летной годности воздушных судов. Учебное пособие. - М.: МГТУ ГА, 2014.
4. Ицкович А. А., Файнбург И.А. Основы теории надежности. Часть I. Учебное пособие. - М: МИИГА, 2013.
5. Смирнов Н.Н., Чинючин Ю.М. Основы поддержания летной годности воздушных судов: Учебное пособие. - М.: МГТУ ГА, 2012.
6. Руководство по летной годности Doc 9760 AN/9760 Издание второе (не редактированное, только электронная копия), 2008. Издание третье, 2014.
7. «Авиационные правила. Часть 25. Нормы летной годности самолетов транспортной категории» (утв. Постановлением 28-й сессии Совета по авиации и использованию воздушного пространства от 11.12.2008)
8. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1969.
9. Пронников А.С. Надежность машин. – М.: Машиностроение, 1969.
10. ГОСТ 27.002 – 2015 Надежность в технике. Основные термины и определения.
11. ГОСТ 32595-2013 Топливо авиационное для газотурбинных двигателей Джет А-1 (JET А-1). Технические условия
12. ГОСТ 10227-2013 Топлива для реактивных двигателей. Технические условия
13. ГОСТ Р 18322-2016. Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения.
14. ГОСТ Р 56081-2014 Изделия авиационной техники. Безопасность полета, надежность, контролепригодность, эксплуатационная и ремонтная технологичность. Порядок нормирования и контроля показателей
14. ГОСТ Р 53863-2010. Воздушный транспорт. Система технического обслуживания и ремонта авиационной техники. Термины и определения.
12. ГОСТ 18675-2012. Документация эксплуатационная и ремонта на авиационную технику и покупные изделия для нее.
16. ГОСТ 25866-83. Эксплуатация техники. Термины и определения.
17. ГОСТ 27693— 2012 Документация эксплуатационная на авиационную технику Построение, изложение, оформление и содержание паспортов, этикеток и талонов летной годности
18. ГОСТ Р 18.12.01-2015 Технологии авиатопливообеспечения. Функциональные и технологические параметры автотопливозаправщиков (топливозаправщиков) аэродромных. Требования заказчика
19. ГОСТ 22639-2013 Средства наземного обслуживания самолетов и вертолетов. Термины и определения
20. ГОСТ 31812 – 2012 Средства наземного обслуживания самолетов и вертолетов

## Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1 НАДЕЖНОСТЬ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ.....	6
1.1 Основные понятия и краткие теоретические сведения.....	6
1.2 Показатели безотказности изделий.....	11
1.3 Долговечность изделий.....	14
ГЛАВА 2. НОРМАТИВНАЯ БАЗА ЛЕТНОЙ ГОДНОСТИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ.....	15
2.1 Основные этапы развития нормативной базы по летной годности воздушных судов.....	15
2.2 Общая руководящая документация.....	16
2.3 Основные понятия и определения.....	17
2.4 Нормы летной годности.....	19
2.4.1 Нормы и правила в области летной годности.....	21
2.4.2 Обязанности государства регистрации в области летной годности.....	22
2.4.3 Программа ТО ВС.....	23
2.4.4 Программа контроля уровня надежности.....	25
2.4.5 Изменение периодичности и требований к ТО.....	29
2.4.6 Программа сохранения целостности конструкции.....	30
ГЛАВА 3 ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ СТРУКТУРЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ ПОДДЕРЖАНИЕ ЛЕТНОЙ ГОДНОСТИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ.....	32
3.1 Этапы развития инженерно-авиационной службы ГА.....	32
3.2 Формирование организационных структур гражданской авиации.....	34
3.3 Задачи и структура Организации по техническому обслуживанию.....	35
ГЛАВА 4. СРЕДСТВА НАЗЕМНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ.....	37
4.1 Общие сведения.....	37
4.2 Горюче смазочные материалы, применяемые в гражданской авиации.....	38
4.2.1 Авиационные топлива.....	38
4.2.2 Масла для авиационных двигателей.....	41
4.2.3 Применяемые гидрожидкости.....	44
4.3 Средства наземного обслуживания общего применения.....	46
4.3.1 Средства заправки топливом.....	47
4.3.2 Средства заправки маслами и рабочими жидкостями.....	53
4.3.3 Средства заправки газами.....	55
4.3.4 Средства энергоснабжения.....	57
4.3.5 Теплотехнические средства.....	61
4.3.6 Тягачи-буксировщики.....	64
4.3.7 Подъемно-транспортные средства.....	66
4.3.8 Средства очистки и специальной обработки.....	67
4.3.9 Средства сервисного обслуживания.....	69
4.4 Средства наземного обслуживания ВС специального применения.....	70
4.4.1 Средства буксировки, удержания и швартовки.....	70
4.4.2 Подъемные средства.....	71
4.4.3 Средства доступа.....	72
4.4.5 Монтажно-демонтажные средства.....	74
4.4.6 Средства обслуживания систем и агрегатов.....	74
4.4.7 Средства защиты самолетов и вертолетов на стоянке.....	76
4.4.8 Средства по технике безопасности.....	77

САМУЛЕНКОВ Юрий Иванович,  
ЯБЛОНСКИЙ Сергей Николаевич, БОСЫХ Николай Николаевич  
ОСНОВЫ ПОДДЕРЖАНИЯ ЛЕТНОЙ ГОДНОСТИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ  
Учебное пособие

Подписано в печать 08.07.2019 г.  
Формат 60x80/16 Печ. л. 3 Усл. печ. л. 2,79  
Заказ 507/ Тираж 35 экз.

Московский государственный технический университет ГА  
125993 Москва, Кронштадтский бульвар, д.20  
Отпечатано ООО «МИР»  
394033, г. Воронеж, Ленинский пр-т 119А, лит. Я, оф. 215