

К о ф «Э П А И Д»

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ, ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ И  
ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

САМАРСКИЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика С.П.КОРОЛЕВА

АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ И  
РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Методические указания  
к курсовому и дипломному проектированию

Самара, 1993

Составитель: Б.А.Углов

УДК 629.7.017.1

Анализ эксплуатационной технологичности и ремонтпригодности летательных аппаратов: Метод. указания / Самар. аэрокосмич. ун-т; сост. Б.А.Углов. Самара, 1993.

В указаниях рассмотрены основные понятия эксплуатационной технологичности (ЭТ) и ремонтпригодности (РП) летательных аппаратов (ЛА), приведены требования по обеспечению ЭТ и РП ЛА, его систем, оборудования и регламентных работ общего назначения; изложены методики определения качественной оценки ЭТ, расчёта основных и дополнительных показателей и оценка РП систем ЛА.

Указания предназначены для выполнения соответствующих разделов курсовых и дипломных работ по курсам "Техническая эксплуатация и надёжность ЛА" и "Производство и ремонт ЛА и двигателей" (специальность 13.03).

Печатается по решению редакционно-издательского совета Самарского аэрокосмического университета им. акад. С.П.Королева.

Рецензент:

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Процесс эксплуатации ЛА сопровождается непрерывными изменениями технического состояния элементов конструкции, условий их работы, свойств материала конструкции и технологии его технического обслуживания и ремонта (ТО и Р).

Вопрос соответствия конструкции ЛА требованиям ТО и Р заслуживает особого внимания, поскольку расходы, связанные с этими видами работ, составляют до 10% и более общей стоимости эксплуатации ЛА, а с учётом затрат на капитальный ремонт — до 25%. За весь срок службы пассажирского самолёта с ГТД расходы на его техническое обслуживание и ремонт превышают первоначальную стоимость в 5...6 раз.

Основная цель предлагаемых методических указаний — познакомить студентов с современным состоянием проблем эксплуатационной технологичности (ЭТ) и ремонтпригодности (РП), с постановкой задач в этих направлениях, освоить методы анализа и оценки систем ЛА с точки зрения приспособленности их к ТО и Р и разработки инженерных рекомендаций по совершенствованию конструкции авиационной техники и технологии ТО и Р.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

При выполнении раздела курсового или дипломного проекта, связанного с анализом ЭТ или РП, студент должен изучить конструкцию и условия работы выбранного узла, агрегата, системы ЛА; виды и методы ТО и Р в условиях завода-изготовителя, АТБ, АРЗ или учебного аэродрома; пооперационно написать реальную технологию выполняемых работ при замене, регулировках, ремонте узла, агрегата системы с хронометражом времени, затраченного на выполне-

ние каждой операции при самостоятельном выполнении или наблюдении выполнения этой работы.

На основании методических указаний и первичных материалов, описанных выше, выполняется качественная оценка ЭТ или РП и расчет единичных показателей (количественная оценка).

Анализ оценок завершается разработкой мероприятий по повышению ЭТ или РП авиационной техники.

В этом разделе студент должен обосновать необходимость и экономическую или техническую целесообразность выполняемой работы и разработанных мероприятий; оценить ЭТ или РП по результатам предлагаемых мероприятий и, если есть необходимость, рассмотреть вопросы техники безопасности и охраны труда.

### 3. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ЭТ И РП ЛА

Эксплуатационные качества современных ЛА характеризуются эксплуатационной технологичностью и ремонтпригодностью конструкции, под которыми понимается приспособленность ее (конструкции) к выполнению всех видов работ по ТО и ремонту (т.е. к восстановлению исправности и к поддержанию назначенного ресурса путём предупреждения, обнаружения и устранения отказов и неисправностей) с минимальными затратами труда, времени и средств, с использованием наиболее экономичных методов ТО, ремонта и контроля за состоянием узлов, агрегатов, систем в наземных и полетных условиях.

Проблема обеспечения ЭТ и РП является составными частями общей проблемы надёжности авиационной техники.

Уровень ЭТ и РП ЛА зависит от ряда его конструктивно-технологических особенностей и эксплуатационных факторов.

К конструктивно-технологическим факторам относятся:

- доступность к объектам обслуживания;

- легкость агрегатов и узлов ЛА;
- взаимозаменяемость узлов и агрегатов;
- контролепригодность систем и их элементов;
- унификация и стандартизация объектов и средств их наземного обслуживания;
- преимственность средств наземного обслуживания и контрольно-проверочной аппаратуры.

К числу эксплуатационных факторов относятся:

- система ТО и Р;
- уровень механизации и автоматизации процессов ТО и Р;
- интенсивность использования ЛА (налет часов);
- специализация авиаподразделений (количество типов ЛА, общий объем работ, квалификация специалистов, занятых обслуживанием и ремонтом);
- климатические условия.

Оценка ЭТ и РП выполняется в два этапа: проводится качественный и количественный анализы. В настоящее время разработаны общие технические требования по обеспечению ЭТ и РП систем и элементов конструкции ЛА и выполнению отдельных, наиболее общих видов работ (приведенных ниже), на основании которых проводится качественный анализ ЭТ и РП узлов, агрегатов, систем ЛА.

Количественный анализ проводится на основе расчета показателей ЭТ и РП. В этом случае используются обобщенные (основные) и единичные (дополнительные) критерии.

Обобщенные показатели подразделяются на экономические и оперативные. Первая группа характеризует ЭТ и РП с точки зрения затрат труда, материалов и запасных частей на ТО и Р. Вторая группа характеризует ЭТ и РП с точки зрения затрат времени на ТО и Р и устранение внезапных отказов при эксплуатации и, следовательно, времени нахождения ЛА в неработоспособном состоянии.

В методических указаниях студенты познакомятся с оценкой

- среднего времени устранения отказов в межпрофилактический период  $t_y$ , определяемого как математическое ожидание времени устранения отказов;
- интенсивности восстановления  $\mu$ , характеризуемой числом выполняемых операций в единицу времени;
- вероятности устранения отказов (восстановления работоспособности) агрегата, узла, системы  $P \{ T \leq t_{заг} \}$  за заданный интервал продолжительности ТО ЛА. Эта характеристика показывает приспособленность ЛА к проведению текущего ремонта в межпрофилактический период, связанного с обнаружением и устранением внезапных отказов при ограниченных затратах времени.

К частным (дополнительным) относятся показатели, характеризующие отдельные стороны ЭТ и РП конструкции ЛА - коэффициенты доступности, легкосъёмности и др., оказывающие непосредственное влияние на значения обобщенных показателей. Единичные показатели применимы только для отдельных агрегатов, узлов, блоков ЛА, двигателя, системы.

Качественный и количественный анализ позволяют выявить слабые стороны конструкции или процессов ТО и Р. Результатом анализа является выбор и обоснование наиболее нетехнологичного с точки зрения ЭТ или РП узла, элемента системы ЛА или конструктивного решения их комплекса.

#### 4. КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ

В этой части работы анализируется приспособленность конструкции к ТО и Р на основании соответствия ее перечню требований, разработанных для систем и элементов конструкции ЛА и некоторых видов работ. Анализ удобнее выполнять в виде таблицы (таблица I). Перечень требований составляется на основании перечня для соответствующей системы, узла и дополнительных, сформулиро-

ванных самостоятельно при изучении этой задачи в процессе прохождения практики.

Таблица I

№	: Требования к рассматриваемой системе	: Соответствие требова-
:	:	: ниям
:	:	:

В случае несоответствия системы какому-либо требованию в последнем столбце указывается причина невыполнения данного пункта.

#### 4.1. Общие требования, предъявляемые к ЛА

Часть этих требований может быть переработана применительно к конкретной рассматриваемой системе.

1. Подготовка ЛА к полёту должна быть максимально автоматизирована. Трудоемкие операции при ТО должны быть сведены к минимуму и выполняться с высоким качеством в аэродромных условиях.

2. Ко всем системам, узлам и агрегатам, подвергающимся систематическому ТО, должен быть обеспечен удобный подход, позволяющий выполнять операции по ТО без их демонтажа и разборки.

3. Агрегаты, внутри которых находятся регулировочные или защитные устройства, должны размещаться блоками и секциями с удобными подходами.

4. Выполнение возможно большего количества операций при ТО должно быть совмещено по времени (снаряжение специальным оборудованием; проверка оборудования и систем под током; заправка топливом, маслом, специальными жидкостями и газами).

5. Трудозатраты на вспомогательные (демонтажно-монтажные,

разборочно-сборочные и др.) работы должны быть максимально сокращены с обеспечением их по возможности типовым нормализованным инструментом.

6. ЛА должен быть обеспечен унифицированными и специальными средствами наземного обслуживания (входящими в комплект, поставляемый с ЛА) с учетом минимального их количества, удобства использования и транспортабельности.

7. ЛА должен быть оборудован встроенными инструментальными и бортовыми средствами автоматизированного контроля технического состояния с заданной точностью регистрации основных параметров полета и работоспособности систем.

8. На ЛА должна быть обеспечена простая и быстрая очистка деталей и узлов от загрязнения, особенно при его эксплуатации на грунтовых и заснеженных аэродромах.

9. В конструкции ЛА должна быть обеспечена возможность проверки механизмов уборки и выпуска шасси, устройств механизации крыла, гидравлических, пневматических и других систем от наземных агрегатов без запуска двигателей.

10. Все узлы и агрегаты, обслуживаемые при предполетной подготовке, должны иметь контровку многоразового действия.

11. Конструкция и размеры соединительных разъемов, места их установки и присоединения средств наземного обслуживания к ЛА должны быть выполнены в соответствии с действующими стандартами и обеспечивать удобство и надежность стыковки (расстыковки) с минимальными затратами времени.

12. Размеры и форма локсов для доступа к узлам и агрегатам должны обеспечивать нормальную и безопасную работу в летней и зимней одежде и визуальный контроль мест выполняемых по ТО работ. Крышки большинства локсов должны легко открываться, и открыв-

ваемне при оперативных видах ТО должны выполняться на шарнирной подвеске с желательной фиксацией ее в открытом положении.

13. На всех ЛА должно быть установлено надежно действующее заземление на стоянке.

14. При ТО ЛА должно применяться минимальное количество оборудования и инструмента.

15. Оборудование каждой системы ЛА должно быть сгруппировано в несколько крупных монтажных узлов (панелей) и размещено в специальных технических отсеках. В каждом отсеке должна быть размещена одна или, в исключительных случаях, не более двух панелей.

#### 4.2. Требования к компоновке и конструкции планера

1. Общая компоновка планера, его агрегатов и систем должна выполняться с учетом обеспечения подходов к ним при минимальных трудовых затратах.

2. Все разъемы агрегатов и узлов планера должны быть выполнены с учетом требований полной взаимозаменяемости.

3. Ко всем узлам крепления крыла, хвоста и стабилизатора должен быть обеспечен свободный доступ с необходимым инструментом для осмотра и проверки при ТО и Р.

4. Доступ к гайкам стыковочных болтов фюзеляжа при проверке их затяжки должен осуществляться путем открытия легкосъемных лент или других устройств.

5. Узлы крепления силовых установок, шасси, обтекателей к фюзеляжу, центроплану и другим элементам конструкции ЛА должны располагаться в местах, доступных для осмотра и периодичес-

кого контроля.

6. Замена смазки в подшипниках узлов навески съёмных агрегатов планера (рельсов закрылков, рулей, элеронов и т.п.) должна быть обеспечена без съёмки этих агрегатов.

7. Размеры панелей должны позволять производить все необходимые работы по осмотру, смазке, замене агрегатов и коммуникаций.

8. Конструкция крепления рельсов закрылков, узлов навески рулей должна обеспечивать удобство их снятия и установки (замены) без снятия других элементов.

9. Замки крепления входных дверей, крышек люков багажных отделений в конструктивном отношении должны быть унифицированными, безотказными и взаимозаменяемыми.

10. Минимальные размеры люков в обшивке планера в зависимости от характера выполняемых работ должны быть:

для выполнения работы одной рукой - не менее 200 мм;

для выполнения работы двумя руками - не менее 350 мм.

11. Элементы герметизации входных дверей, крышек люков, створок люков, смотровых стекол ЛА должны быть легко заменяемыми в условиях эксплуатации и ремонта.

12. Защитная окантовка проемов дверей и багажных люков должна быть легко съёмной и взаимозаменяемой.

13. Основные силовые элементы ЛА, а также детали, ограничивающие длительную надёжную работу отдельных узлов, должны быть приспособлены к проведению периодического контроля с помощью физических неразрушающих методов контроля.

14. Кромки вырезов под эксплуатационные люки должны быть округлены или закрыты прокладкой из резины, волокна или пластика с целью исключения возможности повреждения рук исполнителя.

15. Крышки эксплуатационных люков и обтекателей должны

иметь индикацию открытого и закрытого положения.

16. Винты (болты), предназначенные для крепления эксплуатационных люков, вскрываемых при периодических видах ТО, должны иметь крестообразный шлиц, а для крепления крышек технологических люков - прямой.

17. Эксплуатационные люки должны быть быстроразъемными и иметь шомпольную или шарнирную навеску при размерах люка более 500x500 мм.

18. Полы кабин ЛА должны исключать возможность попадания в подпольное пространство пыли, влаги и обеспечивать возможность просмотра агрегатов и деталей, расположенных под полами.

19. Люки, вскрываемые при предполетной подготовке, должны крепиться только замками нажимного типа.

#### 4.3. Требования к системам управления

##### ЛА и двигателями

1. В конструкции ЛА должны быть предусмотрены подходы для контроля состояния, смазки, регулирования и замены без разборки планера; жестких тяг; тросов управления ЛА, двигателями и замками шасси; узлов крепления качалок, направляющих обойм, роликов, рулей, элеронов, триммеров и их механизмов.

2. Количество регулировочных точек систем управления должно быть минимальным.

3. Доступ к шарнирным соединениям для смазки должен осуществляться через легкоотъемные панели и люки.

4. Все детали системы (тяги, кронштейны, качалки, ролики и др.) должны быть взаимозаменяемыми.

5. Элементы управления закрылками должны быть легкоотъемными и взаимозаменяемыми.

6. Подшипники в кронштейнах должны заменяться без демонтажа последних. Смазка подшипников должна производиться без снятия рулей.

7. Гермовыводы тросов и тросов должны компоноваться в легко-съемные блоки, панели или колодки с хорошими подходами.

#### 4.4. Требования к гидравлическим и пневматическим системам

1. Магистральные трубопроводы определенных систем комплектуются в общие пакеты и прокладываются по отдельным для каждой системы трассам.

2. Демонтаж одной системы не должен вызывать необходимость демонтажа трубопроводов другой системы.

3. Трубопроводы в пакетах должны размещаться на расстоянии не менее 5 мм друг от друга.

4. Соединения жидкостных трубопроводов в местах разъемов планера и в местах, подвергавшихся разрыву при выполнении регламентных работ, должны снабжаться быстродействующими, самозакрывающимися клапанами, не допускающими утечки жидкости.

5. Гидробаки и дренажные бачки гидросистемы должны быть легкодоступными и легкосъемными.

6. Гидравлические насосы и электрические насосные станции должны устанавливаться в легко доступных местах с надежным и быстроразъемным креплением.

7. В гидросистеме должны быть предусмотрены устройства для стравливания воздуха.

8. Конструкция гидросистем должна позволять быстро, без демонтажа агрегатов, определять места внутренней негерметичности.

9. Фильтры гидросистемы и баков должны быть легкодоступ-

ными и поддаваться быстрой очистке. Утечка жидкости при снятии фильтров должна быть исключена.

10. Жидкостные, воздушные и газовые фильтры должны обладать способностью отфильтровывать воду.

11. Необходим контроль за давлением в газовых камерах гидравлических аккумуляторов по приборам, установленным на зарядном приспособлении.

12. Агрегаты бустерной системы должны быть взаимозаменяемыми и лёгкосъёмными.

13. В местах эксплуатационных разъемов трубопроводов должны быть установлены трафареты с обозначениями маркировки трубопроводов.

14. Бортовые штуцеры гидравлической системы для подключения наземных агрегатов должны быть самозапирающимися.

15. Геометрические размеры штуцеров должны исключать случаи передутывания систем.

#### 4.5. Требования к взлетно-посадочным устройствам

1. В конструкции агрегатов и узлов шасси должна быть предусмотрена возможность удобного и простого контроля технического состояния шарнирных соединений без их разборки и демонтажа. *ya*

2. Конструкция шасси должна позволять замену агрегатов и деталей без нарушения целостности планера. *ya*

3. Тележки и стойки шасси в сборе и все их силовые детали должны обладать полной функциональной взаимозаменяемостью.

4. Конструкция шасси должна позволять производить смазку всех необходимых узлов без подъёма (подламывания) ног шасси. *нет*

5. Колеса шасси, тормозные устройства, подшипники и втул-

ки колес должны быть легкоъемными. *да*

6. Распорные втулки должны быть взаимозаменяемыми без регулировки.

7. Замена деталей и агрегатов на вращающихся частях колес должна быть без последующей балансировки. *да*

8. Конструкция шасси должна позволять снимать с ЛА и устанавливать на него переднюю и главные ноги полностью смонтированными. *да*

9. Конструкция колеса должна позволять производить замену тормозов и фрикционных дисков без предварительной подгонки и замену дисков по возможности без демонтажа тормозов. *да*

10. Цилиндры уборки и выпуска шасси, стабилизирующие амортизаторы тележки шасси должны быть легкоъемными. *да*

11. К болтам крепления цилиндров должен быть обеспечен удобный доступ с необходимым инструментом без предварительного снятия других деталей. *да*

12. К замкам убранного положения шасси должен быть обеспечен удобный доступ с необходимым инструментом без предварительного демонтажа других элементов конструкции. *да*

13. Клапаны для зарядки амортистоек и стабилизирующих амортизаторов жидкостью и азотом должны располагаться в местах, удобных для контроля и заправки с помощью соответствующего инструмента без подъема ЛА. *да*

14. В конструкции шасси должны быть предусмотрены места крепления легкоъемных буксировочных приспособлений для буксировки ЛА хвостом вперед. *да*

#### 4.6. Требования к системе высотного оборудования

I. Все агрегаты высотного оборудования должны размещаться

в местах, доступных для ТО, регулировки и замены без выполнения трудоемких подготовительных работ.

2. Крепление агрегатов высотного оборудования должно осуществляться быстродействующими замками (стяжными хомутами, специальными разъемными замковыми устройствами), позволяющими производить быструю замену их при ТО. При необходимости болтового крепления агрегатов к каждому из болтов должен быть обеспечен удобный доступ с инструментом.

3. Должна быть обеспечена возможность проверки герметичности трубопроводов системы наддува и вентиляции кабин от наземных установок без разъединения трубопроводов и снятия агрегатов системы.

4. Замена агрегатов высотной системы должна производиться без последующей проверки на герметичность всей магистрали и необходимости последующего облета ЛА.

5. В системе должна быть обеспечена возможность проверки герметичности агрегатов системы без рассоединения трубопроводов воздушной магистрали.

6. Неисправности системы должны выявляться без демонтажа агрегатов и узлов ЛА.

7. Агрегаты высотной системы, требующие осмотров и регулировок в полете, должны быть расположены в герметизированной кабине, куда обеспечен доступ в полете.

8. В конструкции ЛА должна быть предусмотрена возможность автономного кондиционирования кабин ЛА на земле.

#### 4.7. Требования к системе нейтрального газа и противопожарному оборудованию

I. Система пожаротушения должна обеспечивать возможность

быстрого приведения ее в состояние готовности после срабатывания в полете и надежный контроль за ее исправностью в процессе подготовки к полету.

2. Огнетушители должны быть доступны для осмотра на земле и обеспечивать контроль правильности их зарядки.

3. Контроль за состоянием предохранительных устройств огнетушителей должен быть простым и удобным.

4. Системы пожаротушения и нейтрального газа должны обеспечивать возможность зарядки (перезарядки) и контроля зарядки баллонов огнегасящими составами без снятия баллонов с борта ЛА.

5. Должна быть обеспечена возможность проверки работоспособности системы без рассоединения трубопроводов и электрических цепей и без выпуска огнегасящих составов из баллонов.

#### 4.8. Требования к установке двигателя на ЛА

1. Конструкция должна позволять снимать и устанавливать двигатель на ЛА как без gondoli, так и полностью смонтированным - с подносами, gondoloi (капотами), маслосистемой и другими агрегатами.

2. Двигатель должен быть приспособлен к выполнению всех видов ТО с обеспечением возможности простого и удобного монтажа и демонтажа его без слива топлива и нивелировки; взаимозаменяемости двигателей; осмотра газоздушного тракта; замены агрегатов, в том числе и самолетных, расположенных на двигателе, форсажной камере, удлинительной трубе и реактивном сопле без снятия двигателя; опробование двигателя на земле с проверкой всех предусмотренных режимов работы.

3. Регулирование двигателя должно производиться без демонтажа каких-либо узлов и агрегатов двигателя.

4. Конструкция двигателя должна обеспечивать его разборку на автономные взаимозаменяемые узлы (модули), системы и агрегаты для выполнения работ по ТО и Р.

5. Двигатель должен быть контролепригодным для определения соответствия основных технических данных и диагностирования (прогнозирования) технического состояния.

6. Конструкция двигателя и его компоновка на ЛА должны обеспечивать удобный доступ к регулировочным устройствам и датчикам измерения параметров двигателя; инструментальный контроль состояния узлов и деталей газозвдушного тракта двигателя без снятия его с ЛА; контроль содержания механических частиц в моторном масле.

7. Двигатель должен быть оборудован устройством, регистрирующим наработку с учётом фактических нагрузок.

8. Реверсивное устройство должно допускать проверку его работы на работающем двигателе на земле (на месте) и опробование его на неработающем двигателе от средств наземного обслуживания.

9. Установка двигателя на ЛА должна обеспечивать разъем трубопроводов, электропроводки, тросов и тяг управления двигателем на противопожарной перегородке или на специальных панелях; удобный доступ к агрегатам и узлам силовой установки, требующим каких-либо работ при ТО; доступность для осмотра разъемов и соединений всех систем; проведение работ по устранению негерметичности без снятия агрегатов, приборов, не относящихся к данному соединению; консервацию и расконсервацию двигателя и его систем без демонтажа агрегатов.

10. Коммуникации топливной, масляной и других систем двигателя должны обеспечивать монтажную независимость одной системы от другой и не должны препятствовать доступу к узлам, системам,

агрегатам и их регулировочным элементам.

11. Соединения коммуникаций двигателя (шлангов, трубопроводов, электропроводки и пр.), выхлопной системы и узлов крепления двигателя к ЛА должны быть быстроразъемными, рассчитанными на многократный монтаж, по возможности должны быть самоконтра-щимися.

12. Конструкция узлов крепления и приводов агрегатов должна обеспечивать легкосъемность и удобство выполнения работ по монтажу и демонтажу агрегатов на двигателе.

13. Капоты двигателя должны обеспечивать удобный подход к агрегатам, узлам и разъемам двигателя.

14. Для агрегатов и узлов весом до 30 кг, подлежащих снятию или замене в процессе ТО, должна быть предусмотрена возможность выполнения этих работ силами двух человек. Агрегаты весом более 30 кг должны иметь узлы для подъемных приспособлений.

15. Дренажи агрегатов двигателя должны быть объединены в группы и выводиться в безопасные места, исключающие возникновение пожара. Загрязнение ЛА и мест стоянки сливом любых жидкостей не допускается.

#### 4.9. Требования к топливной системе

1. В системе должны применяться стандартные и унифицированные агрегаты и узлы.

2. Система должна исключать возможность образования льда в агрегатах и трубопроводах и попадания воды и механических примесей через дренаж или систему наддува.

3. Система должна обеспечивать полный слив отстоя без применения стремянок и открытия капотов. Сливные краны должны иметь надежную фиксацию в закрытом положении.

4. ЛА с емкостью топливной системы более 5000 л должны иметь централизованные (закрытые) системы заправки с возможностью открытой заправки через минимальное количество заливных горловин. Время полной заправки не должно превышать 10 мин.

5. Система должна иметь простой и удобный контроль уровня топлива в баках.

6. Заправка и слив топлива на ЛА должны осуществляться при включенной бортовой сети и работающих потребителях.

7. Централизованная заправка должна обеспечивать непрерывное одновременное или раздельное заполнение топливом всех групп баков с автоматическим ограничением максимального уровня и предохранение баков и трубопроводов от повышения сверх допустимого давления в них.

8. Система централизованной заправки должна обеспечивать простое и удобное управление заправкой одним человеком с надежным контролем заправляемого количества, сохранением центровки в допустимых пределах и полным освобождением от топлива трубопроводов после заправки за минимальное время.

9. Заливные горловины и сливные устройства должны быть унифицированы и обеспечивать применение заправочных и сливных приспособлений международных стандартов.

10. Должен быть обеспечен удобный подход к топливным фильтрам. Очистка фильтра должна производиться без слива топлива из системы - слив топлива из корпуса фильтра должен осуществляться через сливной кран.

11. Замена топливных насосов должна производиться без предварительного слива топлива из баков.

12. Расположение кранов слива топлива должно исключать возможность попадания его на элементы конструкции.

13. Топливные баки и баки-отсеки должны иметь эксплуата-

ционные лопки для контроля их состояния, ремонта и промывки.

#### 4.10. Требования к масляной системе

1. Система должна обеспечивать контроль количества и полный слив масла из системы на земле через доступные и удобные в эксплуатации сливные краны с надежной фиксацией в закрытом положении.

2. В системе должна быть предусмотрена возможность периодического удаления отстоя из маслобаков без их снятия с ЛА.

3. Должен быть удобным подход к масляным фильтрам. Снятие их должно производиться без предварительного слива масла.

4. Контроль заправки системы должен осуществляться без разгерметизации маслобака, конструкция которого должна иметь возможность закрытой заправки и автоматической системы контроля.

5. Расположение кранов слива масла должно исключать возможность попадания его на элементы конструкции. Краны должны открываться и закрываться без применения специальных приспособлений и контровок.

6. Конструкция фильтров должна обеспечивать легкую очистку фильтрующих элементов. Фильтр должен иметь устройства, сигнализирующие о нарушении нормальной работы системы и появлении металлической стружки в масле.

7. Система заправки должна быть закрытой при наличии резервной горловины для открытой заправки.

#### 4.11. Требования к несущей системе и трансмиссии вертолетов

1. Конструкция резьбовых винтов должна обеспечивать инди-

визуальную (некомплектную) замену лопастей несущего винта.

2. Металлические лопасти должны оборудоваться сигнализаторами повреждения лонжерона.

3. Для каждого типа вертолета должна быть приемлемая в эксплуатации технология проверки соконусности лопастей несущего винта.

4. Конструкция рулевых винтов должна обеспечивать возможность балансировки их в условиях эксплуатации.

5. Система смазки шарниров втулки несущего винта должна быть централизованной.

6. Расположение масленок, заливных и сливных отверстий в узлах втулки должно обеспечивать удобный подход к ним с приспособлениями для заправки и слива.

7. На втулке каждой лопасти несущего винта должны быть узлы для подъема при монтаже и демонтаже их на вертолете.

8. Конструктивно должна быть обеспечена безопасность раскрутки несущего винта и его остановки при скорости ветра 22...25 м/с.

9. В системе привода к несущему и рулевому винтам должны быть предусмотрены лючки для осмотра валов трансмиссии и смазки подшипников.

10. Должны быть обеспечены удобные подходы к валам хвостовой трансмиссии для их замены в эксплуатации без демонтажа хвостовой и концевой балок.

11. Взаимозаменяемость валов трансмиссии в условиях эксплуатации должна обеспечиваться без проведения динамической балансировки.

12. Должна быть обеспечена возможность контроля соосности опор валов трансмиссии и регулировки ее в процессе эксплуатации.

13. Должна быть обеспечена возможность контроля угла уста-

новки (шага) лопастей рулевого винта без использования специального приспособления.

4.12. Требования к конструкции по обеспечению выполнения регламентных работ общего назначения

4.12.1. Обеспечение выполнения смазочных работ

1. По возможности ограничиваться минимальным количеством типов смазки.

2. Смазочные поверхности узлов шарнирных соединений должны быть защищены от пыли, песка и влаги.

3. Все ответственные узлы подвижных соединений должны иметь унифицированные масленки, позволяющие производить смазку под давлением.

4. Ко всем местам смазки должен быть обеспечен удобный подход с необходимым инструментом.

5. Смазка всех углов должна производиться без снятия их с ЛА.

4.12.2. Требования к контрольно-крепежным работам

1. Резьбовые соединения, требующие периодического осмотра и проверки момента затяжки, должны быть легко доступны, работа должна выполняться одним человеком, с одним инструментом.

2. Система крепления углов, агрегатов, деталей, снимаемых для проверки их работы и регулировки эксплуатации, должна обеспечивать возможность работы с минимальными трудозатратами на-

3. Крышки люков, снимаемых при техническом обслуживании, должны крепиться надежными быстродействующими замками и надёжно фиксироваться в закрытом и открытом положениях.

4. Необходимо предусматривать антикоррозионную защиту всех деталей резьбовых соединений.

#### 4.12.3. Требования к контрольно-регулирующим работам

1. Агрегаты и системы, требующие непрерывной проверки технического состояния при эксплуатации ЛА, должны контролироваться с помощью систем автоматизированного контроля, обеспечивающих быстрый поиск неисправностей.

2. Агрегаты, требующие в процессе эксплуатации периодического контроля, должны иметь выводные устройства для замера определяющих параметров без их демонтажа.

3. Основные силовые детали ЛА, ограничивающие длительную надёжную работу отдельных узлов, должны быть приспособлены к проведению при ТО и Р периодического контроля с помощью физических неразрушающих методов.

4. Количество регулировочных работ по каждой системе должно быть сведено к минимуму.

#### 5. КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ЭТ СИСТЕМ

Качественная оценка ЭТ рассматриваемой системы ЛА производится на основании требований, предъявляемых к этой системе, общих требований, предъявляемых к ЛА и требований к командным работникам при выполнении регламентных работ общей категории (табл. 1).

4. качественный анализ).

Количественная характеристика качественной оценки определяется фактическим уровнем ЭТ системы по качественным требованиям из выражения:

$$K_{\text{кач}} = \frac{N_{\text{уд}}}{N}, \quad (4)$$

где  $N_{\text{уд}}$  - количество удовлетворительных оценок выполнения качественных требований;

$N$  - общее количество качественных требований к системе.

Для ЛА - эталона,  $K_{\text{кач}} = 1$ .

Пример:

Таблица I

Качественный анализ ТС самолетов Ан-26

(в таблице приведены только номера пунктов

требований, подробно расписанных в разделе 4.9)

-----	
Требования к ТС : Соответствие ТС Ан-26 требованиям	
-----	-----
1	2
-----	-----
1	Соответствует.
2	Не соответствует: по карточкам учета неисправностей авиатехники УУТА г. Харькова с 1979 по 1982 г в 37,5% случаев произошел отказ датчиков топливометров из-за попадания влаги.
3	Не соответствует: слив осуществляется через два крана на фильтрах грубой очистки, при этом необходимо открыть капоты.

I	2
4	Соответствует.
II	Не соответствует: насос ЭЦН-14 БД внутрибакового использования - для замены необходим слив топлива.
I2	Не соответствует: при сливе топлива через краны на фильтрах оно попадает в закапотное пространство.
I3.	Соответствует.

$N = 13$ ;  $N_{вд} = 9$ ;  $K_{кач} = 9/13 \approx 0,7$ . ТС самолета Ан-26 не полностью отвечает требованиям ЭТ.

#### 6. РАСЧЕТ ОПЕРАТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭТ И РП

##### 6.1. Среднее время и интенсивность устранения отказа.

Среднее время устранения отказов  $\bar{t}_y$  состоит из времени обнаружения отказа и времени ремонта или замены. В упрощенном виде эта характеристика определяется из выражения

$$\bar{t}_y = \frac{1}{n_{\Sigma}} \sum_{i=1}^n n_i t_{yi}, \quad (2)$$

где  $n_i$  - число отказов  $i$ -й группы (по отдельным узлам, агрегатам);

$n_{\Sigma}$  - суммарное число отказов, устраненных в межпрофилактический период;

$t_{vi}$  - время устранения  $i$ -го отказа.

Эти данные собираются путем хронометража, опроса или по соответствующим картам АТБ.

Интенсивность устранения отказов (интенсивность восстановления) определяется по формуле

$$\mu = 1 / \bar{t}_v,$$

т.е.  $\mu$  является величиной, обратной среднему времени устранения отказа.

### 6.2. Вероятность устранения отказа за заданное время

Вероятность  $P_v \{T \leq t_{zag}\}$  определяется в зависимости от принятого закона распределения случайного времени устранения отказов  $T_v$ .

Если ремонт осуществляется методом замены, то в большинстве случаев приемлемо экспоненциальное распределение. Тогда

$$P_v \{T \leq t_{zag}\} = 1 - e^{-\mu t_{zag}}, \quad (3)$$

где  $t_{zag}$  - заданное время простоя ЛА.

Пример:

В результате сбора статистических данных о времени устранения отказов элементов ТС самолета Ан-26 за межремонтный ресурс  $M_c = 200$  час налета имеем:

Характер отказа: 1) течь топлива по фланцам - 18 случаев;  
2) течь топлива из контрольных отверстий подкачивающих насосов - 4 случая; 3) обрыв контровки на агрегатах ТС - 27 случаев -  
- итого  $n_z = 49$ .

Время устранения одного отказа по группам:

1) - 15 мин.; 2) - 69 мин.; 3) - 2 мин.

Тогда 
$$\bar{t}_y = \frac{15 \cdot 18 + 69 \cdot 4 + 2 \cdot 27}{49} = 12,25 \text{ мин.}$$

Интенсивность устранения отказа

$$\mu = 1/12,25 = 0,0815$$

Вероятность устранения отказа системы за время простоя самолета ( $t_{заг} = 24,5$  мин.):

$$P_y \{ T \leq t_{заг} \} = 1 - e^{-0,0815 \cdot 24,5} = 0,865.$$

### 7. РАСЧЕТ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

#### 7.1. Доступность

Под доступность подразумевается удобство доступа к объекту - т.е. его пригодность для выполнения основных работ по регулировке, монтажу, демонтажу с минимальным объемом дополнительных работ (открытие лючков и панелей, демонтаж установленного и мешающего выполнению основных работ оборудования и т.п.).

Доступность к объекту ТО и Р определяется коэффициентом доступности  $K_d$ :

$$K_d = 1 - \frac{T_{доп}}{T_{доп} + T_{осн}}, \quad (4)$$

где  $T_{доп}$  - трудоемкость дополнительных работ, чел.-ч;

$T_{осн}$  - трудоемкость выполнения основной, целевой работы, чел.-ч.

Основными работами считаются контрольные, регулировочные, смазочные, заправочные. демонтаж и монтаж подлежащих замене агрегатов и готовых изделий и т.п. Эталонное значение  $K_d = 1$ .

Задача обеспечения доступности при создании ЛА решается оптимальным размещением оборудования, использованием быстростъемных панелей, крышек люков, капотов, размещением агрегатов одной системы на одной панели и др.

Пример:

Таблица 2

Хронометраж операций обслуживания топливного  
фильтра I2 ТФ-15 СИ (АИ-24) по форме 2  
(200±20 часов налета): замена фильтроэлемента  
(таблица в сокращенном виде)

№ п/п	Содержание операций и технических требований	Кол-во исполнителей	Время выполнения работ, чел.-ч	Трудоемкость	Коэффициент
I	2	3	4	5	6
1.	Откройте боковую крышку капота двигателя и подкрепите ее подкосами.	I	0,0333	0,0333	0,85
2.	Убедитесь, что закрыт перекивной кран.	I	0,0167	0,0167	0,85

1	2	3	4	5	6
4.	Расконтрите и отверните гайки крепления траверсы фильтра, снимите траверсу, откройте крышку, потянув ее за ручку.	I	0,0833	0,0833	0,85

Примечание: все работы производятся в положении стоя, руки горизонтально, с использованием стремянки (см. раздел 7.3).

Дополнительные операции № I, 2, 3, II.

Основные операции № 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10.

$$T_{\text{доп}} = 0,033 + 0,0167 + 0,0333 + 0,0167 = 0,100 \text{ чел.-ч.}$$

$$T_{\text{осн}} = 0,0833 + 0,0167 + 0,167 + 0,00833 + 0,00833 + 0,100 + 2 \cdot 0,167 = 0,718 \text{ чел.-ч.}$$

$$K_{\text{д}} = 1 - \frac{0,100}{0,100 + 0,718} = 0,878$$

### 7.2. Легкосъемность

Это свойство конструкции отражает пригодность узла, агрегата к замене с минимальными затратами времени и с наименьшей трудоемкостью. Легкосъемность зависит от применяемой системы крепления агрегатов и узлов, заменяемых в эксплуатации; конструкции разъемов; веса и габаритов съемных элементов и определяется коэффициентом легкосъемности  $K_{\text{д}}$ :

а) в случаях, когда  $(T_{\text{доп}} + T_{\text{осн}}) > 0$

$$K_{\text{д}} = I - \frac{T_{\text{дм}}}{T_{\text{дм}} + T_{\text{доп}} + T_{\text{осн}}} \quad (5)$$

б) в случаях, когда  $(T_{\text{доп}} + T_{\text{осн}}) = 0$

$$K_{\text{д}} = I. \quad (6)$$

где  $T_{\text{дм}}$  - трудоемкость демонтажно-монтажных работ на рассматриваемой системе, чел.-ч.

Пример:

Исходные данные в разделе 7.1, таблица 2.

Демонтажно-монтажные операции № 4,9 (случай а):

$$T_{\text{доп}} + T_{\text{осн}} = 0,0833 + 0,1 = 0,1833$$

$$K_{\text{д}} = I - \frac{0,1833}{0,1833 + 0,100 + 0,718} = 0,817$$

### 7.3. Удобство работ

В зависимости от вынужденной позы, принимаемой исполнителем, требуется различное время для выполнения одной и той же работы, т.е. производительность труда в этих случаях будет различной. Эта особенность выполняемых работ оценивается коэффициентом удобства работ  $K_{\text{ур}}$ :

$$K_{\text{ур}} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{\text{ур}i} T_i}{\sum_{i=1}^n T_i} \quad (7)$$

- где  $T_i$  - средняя трудоемкость  $i$ -ой работы (операции) в рассматриваемом виде  $T_0$ , чел.-ч (столбец 3 в таблице 2);
- $K_{пт}$  - коэффициент изменения производительности труда (таблица 3);
- $n$  - количество работ (операций), составляющих рассматриваемый вид  $T_0$ .

Таблица 3

Значения коэффициента изменения  
производительности труда

Поза исполнителя	$K_{пт}$
1	2
Стоя, руки горизонтально.	1,00
Полусогнутая, руки вниз. <i>с арчадо</i>	0,95
Стоя, руки вверх.	0,75
На корточках, руки на уровне головы.	0,67
На коленях, руки горизонтально или вниз.	0,65
Лежа на спине, руки вверх.	0,62
Полулежа на спине, руки вперед.	0,52
На четвереньках, руки вниз (одна в упоре).	0,45
На корточках, руки горизонтально.	0,36
Лежа на животе, руки вперед.	0,35

В таблице приведены значения коэффициента  $K_{пт}$  для работ с земли. Для работ с использованием стремянок и других средств наземного оборудования, а также при работах на крыле, фюзеляже и

и т.п. величина  $K_{\text{ПТ}}$  уменьшается на 20...30%.

Пример:

Исходные данные в разделе 7.1, таблица 2.

$$K_{\text{УР}} = \frac{0,0333 \cdot 0,85 + 0,0167 \cdot 0,85 + \dots + 0,0833 \cdot 0,85 + \dots}{0,0333 + 0,0167 + \dots + 0,0833 + \dots} =$$

$$= \frac{0,721411}{0,8093} \approx 0,9$$

В приложении к методическим указаниям приведены ориентировочные нормы времени выполнения основных работ при ТО и Р.

### 8. ОЦЕНКА РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ ЗАДАННОЙ СИСТЕМЫ

Ремонтопригодность может быть оценена рассмотренными коэффициентами доступности  $K_{\text{Д}}$  и легкосъемности  $K_{\text{Л}}$  и дополнительно коэффициентами:

1) относительного количества изношенных деталей, заменяемых при капитальном ремонте  $K_{\text{РЗ}}$  или восстанавливаемых  $K_{\text{РВ}}$  и коэффициентом блочности  $K_{\text{Б}}$ :

$$K_{\text{РЗ}} = \frac{N_{\text{РЗ}}}{N}; \quad K_{\text{РВ}} = \frac{N_{\text{РВ}}}{N}; \quad K_{\text{Б}} = \frac{K_{\text{а}}}{K_{\text{б}}}, \quad (8)$$

где  $N$  - общее количество (кроме крепежных и покупных) деталей;

$N_{\text{РЗ}}, N_{\text{РВ}}$  - соответственно количество новых заменяемых и восстанавливаемых в процессе ремонта деталей;

$K_{\text{а}}$  - количество узлов (агрегатов) автономных и конструктивно законченных;

$K_0$  - общее количество узлов (агрегатов) в изделии.

2) коэффициентом производственной взаимозаменяемости (уровень взаимозаменяемости):

$$K_{пв} = T_{св} / T_{\Sigma}, \quad (9)$$

отражающим уровень совершенства технологичности процессов сборки и оснастки при агрегатно-сборочных работах. Этот коэффициент определяется методом контрольных (повторных) сборок с хронометрированием времени  $T_{сб}$ ,  $T_{под}$  и  $T_{дс}$  или расчетным путем по нормативам времени.

Чем больше  $K_{пв}$ , тем выше уровень взаимозаменяемости при ремонте.

Ремонт регламентируется взаимозаменяемостью.

Здесь  $T_{сб}$  - время, затрачиваемое на установку агрегата в сборочное положение, выполнение соединительных операций, регулирование для установки в требуемое положение агрегата;

$T_{под}$  - время, затрачиваемое на все виды операций, связанных с подгонкой стыковых поверхностей и узлов агрегатов, а также различных элементов систем, подходящих к этим узлам;

$T_{дс}$  - время, затрачиваемое на выполнение дополнительных операций по разборке и сборке стыковых узлов (или элементов систем), например, при невозможности соединения по стыку таких элементов без предварительного их демонтажа.

$$T_{\Sigma} = T_{сб} + T_{под} + T_{дс}. \quad (10)$$

Время замены агрегатов при ТО и Р

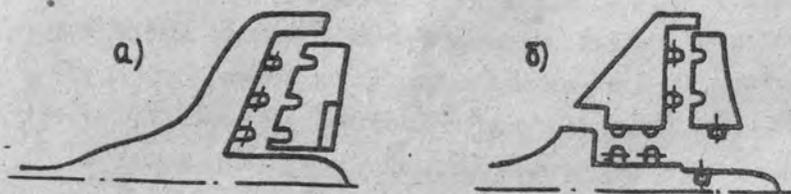
$$T_{\Sigma \text{эк}} = T_p + T_{\text{рп}} + T_{\text{сб эк}} + T_{\text{дс эк}} + T_{\text{под эк}}, \quad (11)$$

- где  $T_p$  - время на разборку стыка (отсоединение снимаемого агрегата);
- $T_{\text{рп}}$  - время на снятие (механической обработкой) с элементов стыков ремонтных допусков;
- $T_{\text{сб эк}}$  - время, затрачиваемое на установку агрегата в сборочное положение и выполнение соединительных и регулировочных операций;
- $T_{\text{дс эк}}$  - время, затрачиваемое на выполнение дополнительных операций по разборке и сборке стыковых узлов (или элементов систем);
- $T_{\text{под эк}}$  - время, затрачиваемое на все виды операций, связанных с подгонкой стыковых поверхностей, узлов агрегатов и элементов систем.

Коэффициент эксплуатационной взаимозаменяемости:

$$K_{\text{экв}} = (T_p + T_{\text{рп}} + T_{\text{сб эк}}) / (T_p + T_{\text{рп}} + T_{\text{сб эк}} + T_{\text{под эк}} + T_{\text{дс эк}}). \quad (12)$$

Пример:



Разъем по а)  $T_{\Sigma \text{эк}} = 25$  нормо-часов ,  
по б)  $T'_{\Sigma \text{эк}} = 75$  нормо-часов .

Разница по времени обусловлена тем, что для снятия руля по второй схеме сначала необходимо размонтировать киль. Конструкция б) менее технологичная. В этом случае

$$T_{ДС \text{ эк}} = T'_{\Sigma \text{ эк}} - T_{\Sigma \text{ эк}} = 75 - 25 = 50 \text{ н.з}$$

и вполне естественно  $(K_{\text{экв}})_a \gg (K_{\text{экв}})_б$ .

Приложение

Ориентировочные нормы времени  
выполнения основных работ при ТО иР

-----		-----
Наименование операций		: Время выполнения : работы, ч-мин
-----		-----
I	:	2
-----		-----
Планер	До 50 т	: Св 50 т
Проверка затяжки стыковочных болтов частей фюзеляжа (одного стыка)	0-50	I-00
Осмотр узлов крепления фюзеляжа с центро- планом	0-15	0-20
Проверка затяжки болтов крепления кила с фюзеляжем	0-30	I-00
Проверка затяжки болтов крепления стабили- затора с фюзеляжем	0-30	I-00
Проверка затяжки болтов крепления ОЧК с центропланом	0-50	I-00
Замена зализа крыла и хвостового оперения	I-30	2-00
Замена закрылка	I-15	I-30
Замена механизма управления закрылками	0-50	I-00



I	2
Переоборудование двигателя на право- или левостороннее положение	0-30
Замена самолетного топливного насоса	I-00
Снятие и установка самолетного топливного фильтра	0-10
Замена масляного бака	0-30
Замена масляного радиатора	0-45
Снятие и установка масляного фильтра	0-10
Замена генератора	0-30
Замена терморпар (комплект на один двигатель)	I-20
Замена пускового блока	0-30
Замена воздушного винта (без облета самолета)	0-40
Замена флюгернасоса	0-30
<b>Управление самолетом и двигателем</b>	
Замена одной из тяг управления элеронами, рулем высоты и рулем направления	0-20
Замена вала трансмиссии закрылка	I-00
Замена подшипника кронштейна навески триммера, сервокомпенсатора	3-00
Замена гермовывода тяг управления	I-30
Смазка всех подшипников кронштейнов навески руля высоты, руля направления, элерона, триммера, сервокомпенсатора	0-40
Смазка подвижных соединений гермовыводов	0-10
Смазка одного шарнирного соединения звеньев системы управления	0-02

-----	
I	2
-----	
Заполнение смазкой всех шарнирных соединений системы управления	I-00
Демонтаж и монтаж рулевой машинки (элеронов, руля высоты и руля направления)	0-30
Регулировка рулевой машинки (элеронов, руля высоты и руля направления)	0-20
Замена элемента тросовой проводки на участке между узлами заделки тросов	0-20
Замер натяжения одного элемента тросовой проводки	0-02
Замер натяжения тросовых проводок систем управления самолетом, двигателем и шасси	I-00
Замена направляющих роликов в одном узле	0-35
Открытие и закрытие крышек люков для доступа к элементам системы управления	0-05

#### Шасси и гидросистема

Замена передней ноги шасси	4-00
Замена главной ноги шасси	5-00
Замена колеса передней ноги шасси	0-15
Замена колеса главной ноги шасси	0-20
Замена цилиндра уборки и выпуска передней ноги шасси	0-30
Замена цилиндра уборки и выпуска главной ноги шасси	0-40
Замена цилиндра-демпфера тележки шасси (стабилизирующего амортизатора)	0-30

I	2
Возобновление смазки в шарнирных соединениях (узлах) шасси	0-30
Возобновление смазки в шарнирных соединениях и механизмах створок шасси	0-10
Замена бака гидросистемы	0-50
Замена дренажного бака	0-25
Замена гидронасоса	0-30
Замена электрической насосной станции	1-00
Замена гидроаккумулятора	0-30
Изъятие и установка фильтра	0-20
Изъятие и установка гидропанели с 8-12 агрегатами	1-00
Замена автомата давления	0-30
Замена тормозного клапана	1-00
Замена распределительно-демпфирующего механизма	1-30
Замена рулевого механизма	0-30
 Высотное оборудование	
Замена ВВР	1-30
Замена ТКУ	0-45
Замена регулятора давления	0-30
Замена предохранительного клапана	0-25
Замена ограничителя абсолютного давления	0-30
Замена дроссельной заслонки	0-20
Замена блока обводной заслонки	0-30
Замена обратного клапана	0-30
Замена короба индивидуальной общекабинной вентиляции или отопительной магистрали	0-40

ЛИТЕРАТУРА

Ремонтпригодность машин. Под ред. проф. Волкова П.Н. - М.: Машиностроение, 1975. - 250 с.

Смирнов Н.Н., Мулжидзанов И.Е. Эксплуатационная технологичность транспортных самолетов. - М.: Транспорт, 1972. - 268 с.

Углов Б.А. Анализ эксплуатационной технологичности самолета. Методические указания. - Куйбышев: КуАИ, 1974. - 40 с.

Углов Б.А. Анализ эксплуатационной технологичности летательных аппаратов. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию. - Куйбышев: КуАИ, 1962. - 33 с.

СО Д Е Р Ж А Н И Е

	стр.
1. Введение.....	I
2. Содержание и порядок выполнения работы.....	I
3. Основные понятия ЭТ и РП ЛА.....	2
4. Качественный анализ.....	4
4.1. Общие требования, предъявляемые к ЛА.....	4
4.2. Требования к компоновке и конструкции планера....	7
4.3. Требования к системам управления ЛА и двигателя - лями.....	9
4.4. Требования к гидравлическим и пневматическим системам.....	10
4.5. Требования к взлетно-посадочным устройствам.....	11
4.6. Требования к системе высотного оборудования.....	12
4.7. Требования к системе нейтрального газа и проти- вопожарному оборудованию.....	13
4.8. Требования к установке двигателя на ЛА.....	14
4.9. Требования к топливной системе.....	16
4.10. Требования к масляной системе.....	18
4.11. Требования к несущей системе и трансмиссии вер- толетов.....	18
4.12. Требования к конструкции по обеспечению выпол- нения регламентных работ общего назначения.....	20
4.12.1. Обеспечение выполнения смазочных работ.....	20
4.12.2. Требования к контрольно-крепежным ра- ботам.....	20
4.12.3. Требования к контрольно-регулирующим работам.....	21

5. Количественная характеристика качественной оценки ЭТ системы.....	21
6. Расчет оперативных показателей ЭТ и РП.....	23
6.1. Среднее время и интенсивность устранения отказа	23
6.2. Вероятность устранения отказа за заданное время	24
7. Расчет дополнительных показателей.....	25
7.1. Доступность.....	25
7.2. Легкость.....	27
7.3. Удобство работ.....	28
8. Оценка ремонтпригодности заданной системы.....	30
ПРИЛОЖЕНИЕ (ориентировочные нормы времени выполнения основных работ при ТО и Р.....)	33

Подписано в печать 20.09.93 Формат 60x84 1/16.  
Бумага офсетная. Печать оперативная.  
Уч.изд.л. 275 . Усл.печ.л. 275 .  
Тираж 50. . Заказ # 97/103 .

Самарский государственный аэрокосмический университет  
имени академика С.П.Королева 443086, г. Самара,  
Московское шоссе, 34

Участок оперативной полиграфии ИПО СГАУ 443001, г. Самара,  
ул. Ульяновская, 18