

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ
УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

АВИАЦИОННЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

На правах рукописи

Раимов Сардор Ахматович

**ДИССЕРТАЦИЯ
НА СОИСКАНИЕ АКАДЕМИЧЕСКОЙ СТЕПЕНИ МАГИСТРА**

на тему: **“Модернизация технической эксплуатации авиационного
оборудования самолетов малой авиации”**

Специальность: 5А310403 – «Техническая эксплуатация авиационных
электросистем и пилотажно-навигационных комплексов»

Научный руководитель:

проф. М.И. Ибадуллаев

Ташкент-2013

АННОТАЦИЯ

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы.

Во введении приведена актуальность темы, научная новизна и практическая ценность выполненной работы. Также определена цель диссертации и задачи исследования.

В первой главе рассмотрены вопросы технической эксплуатации авиационного оборудования. Описаны основные требования к современным методам ТО и произведен обзор достоинств и недостатков технической эксплуатации.

Во второй главе предложено рациональное усовершенствование процессов технического обслуживания, произведен анализ применяемых при этом инструментов и оборудования.

В третьей главе рассмотрены вопросы внедрения модернизированного процесса технической эксплуатации самолетов малой авиации в республике, описаны возможные выгоды и положительные стороны.

В заключении приведены основные результаты магистерской диссертации, также описаны итоги поставленных задач исследования.

Приведен список использованной литературы, состоящей из 32 источника.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	4
Глава 1. Техническая эксплуатация авиационного оборудования самолетов малой авиации	9
1. Обзор применяемых методов технического обслуживания и эксплуатационного ремонта авиационного оборудования.....	9
2. Техническое обслуживание бортовых электросистем и пилотажно-навигационного оборудования.....	16
Глава 2. Модернизация технической эксплуатации авиационного оборудования самолетов малой авиации	24
1. Усовершенствование процессов технического обслуживания.....	24
2. Модернизация оборудования и инструментов, применяемых при технической эксплуатации.....	36
Глава 3. Внедрение модернизации технической эксплуатации авиационного оборудования самолетов малой авиации в республике	55
1. Внедрение усовершенствованных процессов технической эксплуатации.....	55
2. Анализ достоинств внедрения улучшенных процессов технической эксплуатации.....	63
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	76
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	78

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в Республике Узбекистан проводятся определенные мероприятия по модернизации существующего парка воздушных судов. Парк самолётов гражданской авиации, а также авиационная техника, применяемая в технологическом процессе обслуживания воздушных судов, обновляется в соответствии с требованиями ИКАО.

Известно, что основная часть экономики республики приходится на сельское хозяйство. Разработка и внедрение различной техники в эту отрасль позволяет повышать её эффективность и экономичность. Сегодня авиация находит широкое применение в сельском хозяйстве. С помощью самолетов выполняют дефолиацию хлопчатника, проводят работы по подкормке озимых и ведут борьбу с саранчой, вносят различные удобрения и т.п. [1]

На воздушном транспорте важная роль в повышении фондоотдачи принадлежит увеличению налета часов на списочный самолет, что, в свою очередь, позволит решить такие задачи, как увеличение объема перевозок и повышение эффективности использования самолето - вертолетного парка.

Одним из основных направлений повышения эффективности работы авиакомпаний является увеличение налета часов и снижение себестоимости единицы транспортной продукции, что возможно при сокращении простоев и затрат на техническое обслуживание (ТО) и ремонт летательных аппаратов.

Практика работы многих авиакомпаний свидетельствует о том, что снижение расходов на техническое обслуживание летательных аппаратов является весьма актуальной и настоятельной проблемой современной гражданской авиации и одним из резервов повышения ее рентабельности.

Решение этой проблемы предусмотрено комплексной системой организации работ инженерно-авиационной службы гражданской авиации по обеспечению безопасности полетов и повышению эффективности использования авиационной техники.

Большое значение в "комплексной системе" придается совершенствованию системы технического обслуживания и ремонта авиационной техники.

В соответствии с основными направлениями развития народного хозяйства гражданской авиации Республики Узбекистан предстоит дальнейшее увеличение объемов перевозок пассажиров и грузов преимущественно на малые расстояния и в труднодоступные районы. Одновременно к воздушному транспорту повышаются требования в части экономичности, регулярности, комфорта и полного обеспечения безопасности полетов. В этих условиях необходимо расширение и углубление научных исследований и опытно-конструкторских разработок для решения сложных научно-технических проблем. [1]

Безотказность работы авиационной техники является первым и обязательным условием безопасности и регулярности полетов. При этом следует обеспечить всемерное улучшение использования парка летательных аппаратов, т. е. оборачиваемости транспортных средств.

Для этого необходимо, чтобы время, в течение которого ВС находится в ремонте, на техническом и коммерческом обслуживании было минимальным при минимальных затратах на производимые при этом работы.

Распространено мнение, что производство дополнительных, в частности ремонтных работ, призвано поддерживать и только поддерживать необходимый уровень надежности работы техники. Более того, формальные подсчеты надежности отремонтированных объектов могут привести к выводу, что в силу принудительного "вмешательства" в сложный механизм, каким является авиатехника, могут даже появиться неисправности, являющиеся следствием этого "вмешательства", т. е. надежность работы может несколько снизиться. [2]

За последнее десятилетие организациями и предприятиями гражданской авиации Узбекистана проведен комплекс исследований по

совершенствованию системы технического обслуживания и ремонта авиационной техники. Порядок проведения этих исследований и внедрение их результатов определяются рядом действующих руководящих документов, в том числе:

- по разработке методов технического обслуживания и ремонта по техническому состоянию;
- по повышению уровня эксплуатационной технологичности авиационной техники.

Целесообразность внедрения результатов указанных работ должна определяться в зависимости от влияния их на повышение эффективности технического обслуживания и ремонта авиационной техники.

Критический анализ работ показывает, что они не охватывают технических проблем «малой авиации» и в меньшей степени рассматривают вопросы экономики, а именно не рассматривается экономическое обоснование внедрения в эксплуатацию прогрессивных методов технического обслуживания и ремонта.

В данной магистерской диссертации осуществлено исследование методов и оборудования, применяемого при технической эксплуатации самолетов малой авиации. Рассмотрены вопросы внедрения прогрессивных методов технического обслуживания и оборудования.

Актуальность работы. Современные технико-экономические требования к самолетам «малой авиации» определяют внедрение прогрессивных современных методов и оборудования технического обслуживания, повышая тем самым безопасность полетов. Поэтому исследование, разработка и модернизация процессов и оборудования является актуальной задачей.

Целью диссертации является разработка методических основ и положений по повышению технической эффективности системы

технического обслуживания и эксплуатации и направлениям ее использования в управлении эффективности авиакомпании.

Задачами исследований являются:

- исследование авиационного оборудования самолетов «малой авиации»;
- обзор применяемых методов технического обслуживания бортовых систем электрооборудования и пилотажно-навигационного оборудования;
- исследование и обоснование выбора критерия оценки технической эффективности методов ТО;
- разработка и внедрение на основе выбранного критерия усовершенствованных процессов технической эксплуатации, проведение анализа достоинств и недостатков.

Научная новизна работы заключается в том, что впервые исследованы и предлагаются к внедрению: технической эксплуатации авиационного оборудования самолетов «малой авиации»; методика технической эксплуатации авиационного оборудования по техническому состоянию; проведена глубокая модернизация оборудования и инструмента, используемого при технической эксплуатации авиационного оборудования.

Объектом исследования являются прогрессивные методы и инструменты технической эксплуатации авиационного оборудования.

Практическая ценность работы состоит в том, что предложенная методика, модели, методы и технологии позволяют:

- формировать режимы технической эксплуатации «малой авиации» в целом, обеспечивающие минимальные затраты труда, времени и средств при заданных уровнях безопасности и регулярности полётов;
- проводить выбор и корректировку эффективного состава работ по технической эксплуатации АО и периодичности их выполнения в различных условиях эксплуатации ВС;

- организовывать и проводить сбор и обработку информации о техническом состоянии АТ в эксплуатации для оценки эффективности режимов технической эксплуатации;
- внедрить перспективные методы и оборудования для технической эксплуатации авиационного оборудования;
- применение результатов дает возможность выбрать наиболее оптимальный вариант организации работы авиационной технической базы, направленной на сокращение простоев и уменьшение затрат на техническом обслуживании авиационного оборудования.

Глава 1. Техническая эксплуатация авиационного оборудования самолетов малой авиации

1. Обзор применяемых методов технического обслуживания и эксплуатационного ремонта авиационного оборудования

Методы технической эксплуатации и стратегии ТО

Эффективность процесса технической эксплуатации АТ в значительной мере определяется совершенством применяемых методов технической эксплуатации и стратегий ее технического обслуживания. Это особенно становится заметным и ощутимым в современных условиях, когда авиационная техника усложняется и оснащается цифровыми вычислительными машинами, микропроцессорами, увеличиваются объемы авиационных перевозок и работ, выполняемых авиацией в народном хозяйстве. Опыт показывает, что при оптимизации применяемых методов технической эксплуатации и стратегий технического обслуживания повышаются эксплуатационная надежность техники, регулярность и безопасность полетов, сокращаются расходы на техническое обслуживание и ремонт.

Метод технической эксплуатации изделия представляет собой принцип (правило) назначения предельного состояния, при котором прекращается или прерывается его использование по назначению. В зависимости от вида предельного состояния изделия различают методы технической эксплуатации изделия по ресурсу (ТЭР) и по состоянию (ТЭС). [2, 4]

При методе ТЭР предусматривается эксплуатация изделия до выработки им заданного ресурса (межремонтного, назначенного), после чего оно подлежит восстановлению путем ремонта или списанию.

Техническая эксплуатация по состоянию (ТЭС) делится на два метода: технической эксплуатации до предотказового состояния (ТЭП) и технической эксплуатации до отказа (ТЭО). В первом случае в момент

достижения предотказового состояния изделие восстанавливается или совсем снимается из эксплуатации (списывается). Во втором случае изделие эксплуатируется до отказа или до минимально допустимого уровня его надежности, после чего подлежит восстановлению или списанию.

При методах ТЭС изделия эксплуатируются без установления для них ресурсов и сроков службы (до первого ремонта, межремонтных, назначенных). В случае метода ТЭП осуществляется плановый контроль параметров изделия и в зависимости от результатов этого контроля могут выполняться восстановительные работы. В случае метода ТЭО осуществляется только плановый контроль работоспособности изделия (без выполнения восстановительных работ вплоть до его отказа).

Стратегия технического обслуживания определяет принцип (правило) назначения сроков и объемов технического обслуживания изделия. В настоящее время различают стратегии технического обслуживания по наработке (ТОН) и по состоянию (ТОС).

В случае ТОН перечень и периодичность выполнения операций обслуживания определяются значением наработки изделия с начала эксплуатации или после капитального (или среднего) ремонта.

В случае ТОС перечень и периодичность выполнения операций определяются фактическим техническим состоянием изделия в момент начала технического обслуживания. При этом учету подлежат и результаты прогнозирования и предыдущего контроля технического состояния изделия.

Техническое обслуживание изделий АТ включает в себя контроль их параметров, работоспособности, выполнение профилактических и восстановительных работ. Плановость, объемы и стационарность этих работ определяются принятыми методами технической эксплуатации и стратегиями технического обслуживания. Взаимосвязи этих методов и стратегий показаны в табл. № 1.

Таблица № 1

Метод ТЭ		Стратегия ТО		Регламентированные работы	
				независимо от технического состояния изделия	Контроль параметров, работоспособности изделия
ТЭР		ТОН ТОС	const —	const var	
ТЭС	ТЭП	ТОН ТОС	— —	const var	
	ТЭО	ТОН	—	const	

При методе ТЭР и стратегии ТОН объем профилактических и контрольных работ регламентирован в зависимости от наработки изделия. При методе ТЭР в пределах ресурса возможно применение стратегии ТОС, при которой подлежат контролю характеристики работоспособности изделия, объем которых зависит от технического состояния изделия; регламентированных профилактических (восстановительных) работ не проводится. При методе ТЭП возможно использование стратегий ТОН и ТОС. В случае стратегии ТОН регламентирован объем контроля, зависящий от наработки изделия. В случае ТОС объем этих контрольных работ определяется не только наработкой, но и результатами прогнозирования, предыдущего и текущего контроля. [2, 5]

При любых стратегиях ТО имеют место внеплановые восстановительные работы (ввиду отказов изделий или соответствующих результатов контроля параметров), объемы которых случайны. Примерами применения стратегии ТОН при методе эксплуатации ТЭО могут служить контакторы, реле, электропривод заслонок системы кондиционирования воздуха, резервированные блоки ряда бортовых систем и т. д.

Режимы технического обслуживания ВС, его бортового оборудования определяют периодичность и перечень работ, выполняемых при техническом

обслуживании. Для каждого типа ВС задаются режимы периодических, оперативных и особых видов ТО. Документом, в котором изложены режимы ТО, является регламент технического обслуживания, который служит составной частью программы ТОиР ВС.

Программа технического обслуживания и ремонта представляет собой документ, устанавливающий методы технической эксплуатации, стратегии, количественные характеристики видов ТОиР, порядок их корректировки на протяжении срока службы с начала эксплуатации до списания изделия. Эта программа формируется разработчиком самолета на основе Общих требований к программе ТОиР самолетов гражданской авиации.

В программе ТОиР отражаются: заданные условия эксплуатации; характеристика самолета как объекта ТОиР; план ТОиР; организация ТОиР; оснащенность АТБ и авиационных ремонтных заводов (АРЗ), средства ТОиР; показатели системы ТОиР.

В плане ТОиР излагаются основные принципы построения, организации, объемов и периодичности ТОиР, методы эксплуатации. Этот план служит основой для разработки эксплуатационной, ремонтной и другой производственной документации.

Метод технической эксплуатации по ресурсу (ТЭР) со стратегией технического обслуживания по наработке является традиционным и до сих пор применяется в гражданской авиации. При этом оперативные, периодические технические обслуживания и ремонт образуют комплекс плано-предупредительных мероприятий, с помощью которых обеспечивается исправность парка ВС, безопасность и регулярность полетов.

Оперативное ТО. Выполнение оперативных видов ТО осуществляется цехом оперативных регламентов АТБ. Бригады цеха размещают вблизи перрона, обеспечивают производственными и бытовыми помещениями, эксплуатационной документацией, необходимыми средствами наземного обслуживания (СНО) и связи.

Работы по встрече и обеспечению стоянки ВС. Ответственный за обслуживание перед посадкой назначенного ВС проверяет состояние выделенной стоянки и готовит к использованию необходимые СНО, а после посадки лично руководит заруливанием ВС на стоянку.

Работы по осмотру и обслуживанию и обеспечению вылета. Эти работы выполняются перед полетом, после периодического и особых видов ТО, замены двигателей, после окончания хранения, после перерыва в полетах на срок, установленный регламентом. Работы проводят в соответствии с технологическим графиком подготовки ВС к полету.

Метод технической эксплуатации изделий до отказа.

Метод ТЭР со стратегией ТОиР по наработке не всегда обеспечивает возрастающие требования к системе технической эксплуатации в отношении безопасности и регулярности полетов, к экономической эффективности эксплуатации АТ. Поэтому в настоящее время все более широкое применение находят методы технической эксплуатации по состоянию изделий ТЭП и ТЭО.

Метод технической эксплуатации до предотказового состояния.

В случае применения метода технической эксплуатации до предотказового состояния (ТЭП) задача технического обслуживания сводится к управлению техническим состоянием каждого конкретного объекта. При этом осуществляется непрерывный или периодический контроль параметров, определяющих техническое состояние объекта. По результатам контроля принимается решение о продолжении эксплуатации до момента следующего контроля, или о проведении восстановительных профилактических работ, или о замене объекта и отправке его в ремонт.

Контроль состояния авиационного оборудования и качества его технического обслуживания

Целью контроля является определение исправности АТ, работоспособности и правильности функционирования систем и изделий,

предупреждение отказов и неисправностей, причиной которых являются конструктивные и производственные недостатки техники или некачественное ее ТО инженерно-техническим составом. [4, 9]

Техническое состояние АТ и качество ее ТО определяют:

- визуально и по органолептическим признакам (шумы, запахи и т.п.);
- проверкой в действии (функциональный контроль);
- средствами инструментального контроля;
- проверкой полноты выполнения регламентных работ.

Номенклатура методов и средств контроля определяется эксплуатационной документацией.

Визуально контролируют объекты АТ, исправность, работоспособность и правильность функционирования которых может быть определена без применения инструментальных средств контроля.

По органолептическим признакам определяют только внешние проявления отказа или неисправности авиационной техники. Проверкой в действии определяют работоспособность и правильность функционирования объектов авиационной техники.

Инструментальный контроль состояния АТ осуществляют с применением переносных, передвижных, встроенных и стационарных средств. [2]

Организация контроля.

Контроль состояния АТ производится в соответствии с требованиями ЭТД. Ответственность за его осуществление возлагается на ИАС, экипажи ВС (в объеме РЛЭ), на других участников ТЭ авиационной техники, в пределах обеспечиваемых ими задач и функций.

Ответственность за полноту и качество ТОиР (при оперативном и периодическом ТО, а также при производстве ремонта АТ), за обеспечение в процессе их выполнения контроля состояния АТ – несут непосредственные исполнители работ. Контроль полноты и качества оперативного и

периодического ТО, а также ремонта организуется в соответствии с требованиями ЭРД и внутренней документации авиапредприятия, регламентирующей вопросы обеспечения качества ТОиР авиационной техники.

Функции контроля качества являются частью служебных обязанностей специалистов, ответственных за организацию и производство работ в подразделениях ИАС, и составляют основу деятельности отдела технического контроля (ОТК, QCD) и его производственно-функциональных аналогов.

Руководитель ИАС, инженерно-технический персонал и руководители подразделений ИАС обязаны анализировать результаты контроля состояния АТ и качества ТОиР, принимать эффективные меры по устранению недостатков, в срочном порядке информировать вышестоящее руководство о неисправностях АТ и проблемах, угрожающих безопасности полетов, обеспечивая тем самым возможность своевременных и правильных решений.

Контроль при использовании и обслуживании воздушных судов.

Контроль состояния АТ в полете осуществляет экипаж в соответствии с требованиями руководства по летной эксплуатации. О неисправностях, выявленных в полете, экипаж записывает в бортовом журнале.

При оперативном, периодическом и особых видах ТОиР, демонтажно-монтажных, регулировочных и всех других работах ТОиР, выполняемых на АТ инженерно-техническим персоналом в условиях базового или временного аэродромов, одиночного или группового базирования ВС, контроль состояния АТ производят исполнители работ и специалисты, осуществляющие контроль качества обслуживания. [2]

2. Техническое обслуживание бортовых систем электрооборудования и пилотажно-навигационного оборудования

Системы электроснабжения

Генераторы постоянного тока. На ВС применяются генераторы постоянного тока типов: ГСН-3000; ГСК-1500, ГСР-3000М, стартер-генераторы СТГ-12ТМ, СТГ-18ТМО, СТГ-СТ-12000.

Характерными неисправностями генераторов являются: сколы и разрушения щеток, искрение щеток, обрывы токоподводящих проводов, поломка гибкого валика, разрушения подшипников, подгары и неравномерная выработка коллектора, ослабление щеточных пружин.

При периодическом техническом обслуживании генераторов проверяют их внешнее состояние, крепление генератора на двигателе, удаляют грязь, проверяют состояние и отбортовку подходящих к нему электрических проводов, затяжку клеммных гаек; при снятии защитной ленты проверяют состояние щеточно-коллекторного узла (щеток, их канатиков, щеточных пружин). Высоту щеток измеряют по наибольшей грани (плоскости) с помощью линейки или штангенциркуля.

В процессе оперативных ТО бортинженер (борттехник, пилот) осуществляет контроль работоспособности системы электроснабжения при запуске авиадвигателей. При этом он контролирует работоспособность генераторов совместно с регулирующей и защитной аппаратурой. Если напряжение генератора не соответствует норме, то его регулируют с помощью выносного сопротивления. [2, 17]

Генераторы переменного тока

Устанавливаемые на ВС генераторы переменного тока можно разделить на две группы. Первая группа — бесконтактные генераторы трехфазного переменного тока типа ГТ (ГТ-40ПЧ6, ГТ-60МЧ8У, ГТ-16ПЧ8, ГТ-30НЖЧ1). Они обеспечивают потребители электрической энергии нормальным напряжением 200/115 В, частотой 400 Гц. Ко второй группе относятся

генераторы однофазного и трехфазного переменного тока, имеющие контактные кольца и электрические щетки. К генераторам этой группы относятся СГО-12, ГО-16ПЧ8, СГО-30У, СГС-90/300 и др.

К характерным неисправностям генераторов относятся разрушение подшипников, вентилятора, обрывы в электрических обмотках. В бесконтактных генераторах имеют случаи отказов выпрямительных блоков возбuditеля. Для генераторов с контактными щетками характерными являются сколы электрических щеток, загрязнения и подгары контактных колец и т. п. При периодическом обслуживании проверяют состояние контактных колец возбuditеля и в случае загрязнения или незначительного подгара их очищают технической салфеткой; проверяют состояние щеток, измеряют их высоту. [2, 24]

Аккумуляторные батареи.

На борту ВС они используются как аварийные источники при отказе основных, а также для запуска авиадвигателей при работе на необорудованных аэродромах. На ВС устанавливают кислотные или щелочные аккумуляторные батареи. Из кислотных наиболее часто применяют 12САМ-23 12САМ-55, 12САМ-28.

Из щелочных аккумуляторных батарей широко применяется 20 НКБН-25-УЗ. Применяются также батареи 20НКБН-40-УЗ и др. В некоторых случаях могут применяться серебряно-цинковые аккумуляторные батареи.

Щелочные аккумуляторы по сравнению с кислотными имеют существенные эксплуатационные преимущества. Они не боятся глубоких разрядов, более устойчивы к большим токам, имеют большую удельную мощность, большую механическую прочность, большой срок службы. Вместе с тем у щелочных батарей необходимо периодически менять электролит. В кислотные батареи для корректировки плотности электролита следует добавлять дистиллированную воду. С понижением температуры емкость батареи уменьшается, так как меняется вязкость электролита,

ухудшается диффузия при химической реакции, увеличивается удельное сопротивление электролита.

Бортовые электрические сети

К бортовой электрической сети относятся элементы, соединяющие источники и потребители электрической энергии — защитная и коммутационная аппаратура, монтажные изделия, электрические провода, вспомогательные устройства.

Аппараты защиты сети. Они предназначены для предотвращения пожара и других нежелательных последствий на борту ВС вследствие коротких замыканий, перегрузок в электрической сети. На ВС применяются плавкие предохранители (одноразового пользования) и автоматы защиты сети (многократного использования). Характерными неисправностями автоматов защиты являются подгар, окисление контактов, разрушение пружин и других элементов конструкции.

Автоматы не подлежат ремонту и в случае их отказа они заменяются на новые. При периодическом обслуживании параметры автоматов не проверяют. [23]

Коммутационная аппаратура.

Она подразделяется на три группы: выключатели, переключатели, кнопки, кнопочные переключатели; концевые выключатели; контакторы и реле.

Характерными неисправностями контакторов и реле являются подгар, спекание контактов, их окисление, коррозия металлических частей вследствие попадания влаги, поломка возвратных пружин и т. п.

В условиях эксплуатационного предприятия параметры реле и контакторов, как правило, не проверяют. Контроль работоспособности осуществляется при проверках. При замене контакторов особое внимание следует обращать на надежное болтовое соединение, в противном случае это может привести к обгоранию контактов.

Электрические провода. При эксплуатации встречаются следующие характерные неисправности в электрической проводке: обрывы и короткие замыкания в местах заделки проводов в штепсельные разъемы, наконечники, коммутационные аппараты и т. д.; перетираание изоляции, обрывы и короткие замыкания в местах касания проводов подвижных частей ВС; внутренние обрывы токопроводящих жил в результате многократных перегибов проводов и жгутов в местах откидывающихся приборных досок, пультов, а также на стойках шасси, в штурвальных колонках, у входных дверей, люков.

Светотехническое оборудование.

К светотехническому оборудованию ВС относятся наружное и внутреннее освещение, светосигнальные устройства. Наружное освещение включает в себя посадочно-рулежные фары, рулежные фары.

Все неполадки, встречающиеся при эксплуатации и проверке светотехнического оборудования, связаны с перегоранием нитей накала ламп, выходом из строя светильников, плохой установкой ламп в патронодержатель, неисправностями в цепях питания, разрушением и потерей прозрачности обтекателей, светофильтров и т. п.

Электрооборудование

В процессе эксплуатации систем электроснабжения особое внимание уделяется состоянию щеточно-коллекторных узлов генераторов постоянного тока и электромашинных преобразователей, состоянию подшипников.

Вследствие быстрого износа щеток, особенно при высотных полетах, периодически замеряется их высота со стороны наибольшей плоскости. Щетки, высота которых менее допустимой для данной электрической машины, а также щетки, имеющие сколы рабочей поверхности, заменяются новыми. Новые щетки должны быть притерты к коллектору мелкой стеклянной бумагой. Коллекторы электрических машин подвергаются контролю вместе со щетками. В процессе работы на поверхности коллектора образуется легкое потемнение синеватого цвета.

Контроль регуляторов напряжения, частоты тока, аппаратуры защиты и управления в процессе эксплуатации сводится к внешнему осмотру и проверке работоспособности в составе системы. Проверка выполняется по показаниям бортовых приборов и по данным бортовых или наземных автоматизированных систем контроля (АСК). По мере необходимости регулируют напряжение и частоту тока, изменяя установку подстроечных резисторов соответствующих регуляторов. [5, 16]

Авиационные приборы и системы.

Наиболее сложными в эксплуатации являются барометрические высотомеры — в основном из-за трудоемкости их проверок.

Инструментальные погрешности высотомеров определяют при давлениях, соответствующих установленным эшелонам. Давления находят по таблицам для геопотенциальных высот и контролируют по измерителям повышенной точности в составе установки контроля анероидно-мембранных приборов (УКАМП). По результатам проверок составляют таблицы поправок на инструментальные погрешности. Поправки суммируют с поправками на аэродинамические погрешности ПВД для составления бортовых таблиц, где указывают требуемые показания высотомеров, соответствующие установленным эшелонам. Тем самым обеспечивается повышенная точность выдерживания заданных эшелонов.

В системах воздушных сигналов предусмотрен встроенный контроль их работоспособности. При нажатии кнопки контроля датчики давлений и приемник температуры отключаются. Выходные сигналы СВС при этом должны с требуемой точностью соответствовать их контрольным значениям.

Процесс выставки ИНС можно разделить на этапы:

- ускоренная выставка платформы в горизонт и в азимуте по сигналам датчиков углов; на этом этапе гироскопическая стабилизация еще не работает, происходит раскрутка гиromоторов;

- грубая выставка платформы в горизонт по сигналам акселерометров и в азимуте по сигналам датчиков курса при работающей гироскопической стабилизации;
- точная выставка платформы по сигналам акселерометров и датчиков курса с одновременным использованием интегралов от этих сигналов.

Аэрометрические приборы

К аэрометрическим приборам относятся высотомеры, вариометры, указатели скорости, указатели числа М, указатели высоты и перепада давлений. К аэрометрическим системам относятся системы воздушных сигналов (СВС), информационные комплексы воздушно-скоростных параметров (ИКВСП), Кроме этих приборов и систем, на ВС применяются высотный сигнализатор ВС-46, датчики высоты и скорости в бортовых самописцах, корректоры высоты (например, КВ-16), корректоры-задатчики приборной скорости КЗСП, сигнализаторы скорости типа ССА, измерительные комплексы давления типа ИКДРД и др. К аэрометрическим приборам относятся также указатели углов атаки и температуры наружного воздуха. [13]

Характерными неисправностями систем воздушного питания аэрометрических приборов являются; перегорание нагревательных элементов в приемниках полного давления (ППД), что может привести к закупорке входного отверстия; коррозия штепсельных разъемов; закупорка отверстий льдом из-за малой эффективности обогрева в условиях интенсивного обледенения; трещины, сколы на влагоотстойниках, что может привести к негерметичности системы; могут быть разрушения дюритовых соединений.

Гироскопические устройства.

На ВС применяются гироскопические устройства - авиагоризонты, гировертикали, инерциальные курсовертикали, указатели поворота,

выключатели коррекции, датчики угловых скоростей, а также гироскопы курсовых систем.

Авиагоризонты

Все авиагоризонты можно разделить на четыре группы:

- авиагоризонты, используемые как самостоятельные приборы;
- авиагоризонты дистанционные, представляющие собой сочетание датчика и указатели;
- гировертикали, например ЦГВ-4, ЦГВ-10П, МГВ-1СУ-8 и др.;

Указатели поворота

Для определения угловой скорости ВС устанавливаются электрические указатели поворота и скольжения ЭУП-53, ЭУП-53МК-500, ЭУП-53МП-500. ЭУП может использоваться как резервный авиагоризонт.

Для контроля работоспособности указателя поворота через 2...3 мин после включения питания нажимают на край приборной доски для создания некоторого перемещения вокруг вертикальной оси. При этом стрелка ЭУП должна правильно реагировать на направление движения приборной доски.

Пилотажно-навигационные комплексы

Для достижения максимальной эффективности использования авиационной техники, повышения безопасности полетов и уменьшения нагрузки экипажа на современных самолетах автоматические навигационные системы и бортовые системы автоматического управления полетом образуют единые пилотажно-навигационные комплексы (ПНК).

Техническая эксплуатация систем, входящих в ПНК, в основном является такой же, как и для отдельных, рассмотренных выше систем. Однако появляются и некоторые особенности, обусловленные взаимосвязью между системами ПНК. Нередко имеют место случаи, когда по результатам контроля каждой отдельной системы последние оказываются работоспособными, их выходные характеристики соответствуют НТП. Однако качество работы всего комплекса при этом может оказаться

неудовлетворительным (из-за колебаний траектории и линии маршрута, увеличенных погрешностей в реализации программы полета и др.). Такое положение объясняется сложностью согласования статических и динамических характеристик всех систем комплекса. [2, 19]

Бортовые системы автоматического управления и навигационные вычислительные устройства.

На ВС устанавливаются бортовые системы автоматического управления (БСАУ), автопилоты (АП-28, АП-34, АП-40 и др.), автоматические бортовые системы управления, системы автоматического управления САУ-1Т различных модификаций.

При подготовке к полету включают и проверяют системы, которые являются датчиками для БСАУ, и сами БСАУ. Контроль работоспособности осуществляется перед полетом и во время полета. При этом глубина контроля различных типов БСАУ бывает разной.

В современных БСАУ предусмотрены элементы и системы встроенного контроля, в том числе пульты поиска неисправностей. В АБСУ-154, например, система встроенного контроля (СВК) обеспечивает контроль ее работоспособности на земле и в полете. СВК обрабатывает информацию о работоспособности устройств и блоков системы, выдает экипажу сигнал интегральной исправности.

Характерные неисправности БСАУ: чаще отказывают пульты управления и пульты контроля в них выходят из строя кнопки, переключатели, потенциометрические элементы, в других блоках системы отказывают элементы электронных схем - усилители постоянного тока, фазочувствительные выпрямители, ограничители тока в кворум-элементах, блоки питания и т. п..

Основной метод устранения неисправностей на борту - замена отказавшего блока на исправный с последующей проверкой, а возможно и регулировкой параметров, в том числе проверкой работы БСАУ в полете. [5]

Глава 2. Модернизация технической эксплуатации авиационного оборудования самолетов малой авиации

1. Усовершенствование процессов технического обслуживания

Методы технической эксплуатации и техническое обслуживание изделий по их техническому состоянию.

Метод технической эксплуатации изделий до отказа.

Метод ТЭР со стратегией ТОиР по наработке не всегда обеспечивает возрастающие требования к системе технической эксплуатации в отношении безопасности и регулярности полетов, к экономической эффективности эксплуатации АТ. Поэтому в настоящее время все более широкое применение находят методы технической эксплуатации по состоянию изделий ТЭП и ТЭО. [12, 14]

Особенности применения метода ТЭО. При ТЭО изделие эксплуатируется до отказа, после чего оно ремонтируется в АТБ или снимается с эксплуатации для заводского ремонта или списания. В процессе эксплуатации контролируется только работоспособность изделия и ликвидируются устранимые в условиях АТБ отказы. В структурной схеме управления техническим состоянием объекта эксплуатации при методе ТЭО (рис. 1), как и при методе ТЭР, отсутствует жесткая отрицательная обратная связь параметра каждого изделия с процессом ТОиР. Статистическая обратная связь осуществляется здесь лишь по уровню надежности изделия.

Характеристика надежности $\omega(t)$ изделий сравнивается с заданной нормой $\omega_3(t)$. В результате вырабатывается управляющее воздействие $\varepsilon_\omega(t)$ на процесс ТОиР, что в свою очередь определяет корректирующее воздействие $R(t)$ на объект эксплуатации.

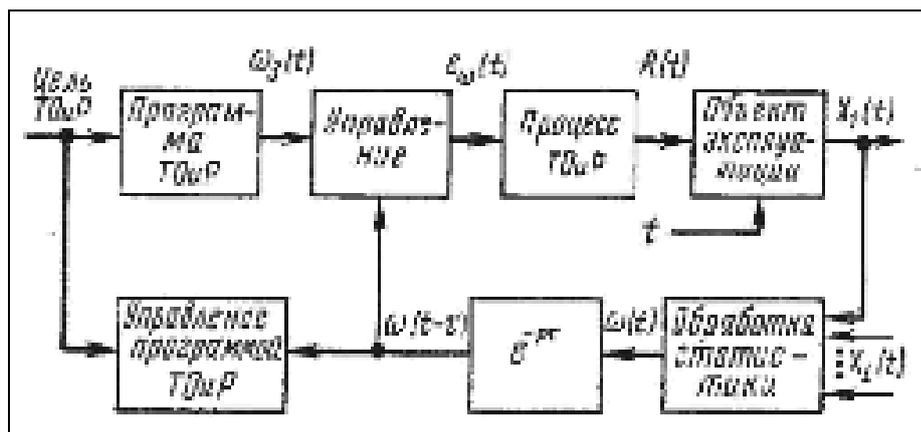


Рис. 1 Схема управления техническим состоянием объекта при методе ТЭО

Запаздывание τ в действии обратной связи определяется временем сбора и обработки статистики, а также тем, что все изделия парка имеют неодинаковые наработки и для получения более достоверной статистики необходимо определенное календарное время эксплуатации этого парка.

При методе ТЭО исключаются стандартные работы ТО. В результате уменьшаются стоимость технического обслуживания и эксплуатации в целом. Однако это является справедливым, если при данном методе не снижается безопасность и регулярность полетов.

Таким образом, условиями применения метода ТЭО являются: отсутствие уменьшения безопасности и регулярности полетов при отказах объекта; четкая организация оперативного сбора и машинной обработки информации о надежности объектов; установление нижнего допустимого уровня надежности; наличие индикации отказов и высокая эксплуатационная технологичность объекта. [12, 14]

Контроль уровня надежности.

Под уровнем надежности объекта понимается значение той или иной характеристики надежности как функции времени t от его наработки. Такими характеристиками могут быть интенсивность отказов $\lambda(t)$, параметр потока отказов $\omega(t)$, среднее время наработки на отказ $T_c(t)$, вероятность безотказной

работы $p(t)$, вероятность отказа $q(t)$ и др. Существуют также характеристики, определяющие общий уровень надежности всего парка объектов данного типа независимо от их наработки. Однако последние не могут использоваться для решения задач, определяемых стратегиями ТО по состоянию.

Для контроля уровня надежности, а также оценки экономической целесообразности применения метода ТЭО необходимо систематически получать и обрабатывать следующую информацию: число эксплуатируемых изделий данного типа; значения наработки каждого изделия; наработки, при которых произошли отказы изделия; последствия отказов; стоимость замены и ремонта отказавшего изделия.

В процессе эксплуатации парка изделий осуществляется дискретная оценка характеристик надежности. Интервал дискретности наработки изделий должен включать не менее 3...4 отказов в парке наблюдаемых изделий (с увеличением контролируемого парка изделий интервал дискретности наработки уменьшается).

Статистическое значение параметра потока отказов определяется:

$$\omega^*(t, \Delta t) = \frac{n(t, \Delta t)}{\sum_{j=1}^N t_j(t, \Delta t)}, \quad (1)$$

где t - расчетный момент времени наработки; Δt - интервал наработки, примыкающий к моменту t ; $n(t, \Delta t)$ - число отказов в парке изделий на интервале наработки $t, \Delta t$; $t_j(t, \Delta t)$ - наработка j -го изделия на интервале $(t, \Delta t)$, N — число изделий в контролируемом парке.

На основе выражения (1), можно построить зависимости $\omega(t)$ (рис. 2).

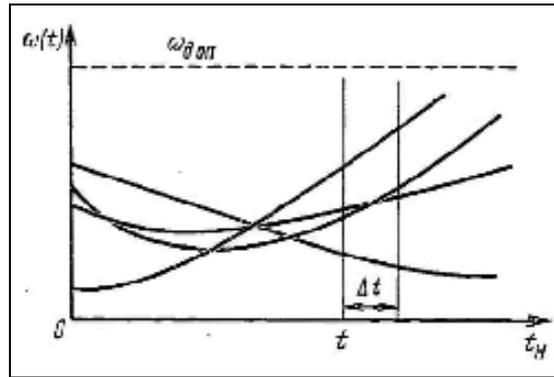


Рис. 2 Статистические зависимости параметра потока отказов

Линией $\omega_{\text{доп}}$ здесь показан допустимый минимальный уровень надежности изделия. По характеру графиков возможно прогнозирование надежности изделий. [14, 17]

Для невосстанавливаемых изделий определяются значения интенсивности отказов $\lambda(t)$, зависимость для которой подобна (1).

Среднее число отказов, приходящееся на одно изделие за время t

$$\bar{n}(t) = \frac{\sum_{j=1}^{N(t)} n_j(t)}{N(t)}, \quad (2)$$

где $N(t)$ — число изделий с наработкой не менее t .

Для оценки надежности каждого конкретного i -го объекта можно использовать зависимость

$$\bar{n}_i(t) = \frac{n_i(t)}{\sum_{j=1}^N n_j(t)}, \quad (3)$$

где $i = 1, 2, \dots, N$; $n_i(t)$ - число отказов i -го объекта за время его наработки t .

Данная формула определяет долю отказов i -го объекта в массе отказов всего парка таких объектов. При достижении определенного уровня $n_i(t)$ следует рассмотреть вопрос о замене данного i -го объекта.

Значение средней наработки на отказ получается из (1):

$$T_{\Sigma}(t, \Delta t) = [\omega^*(t, \Delta t)]^{-1}. \quad (4)$$

Принимая параметр потока $\omega(t_i)$ отказов (интенсивность отказов) на интервале наработки Δt_i постоянным, можно определить вероятность безотказной работы изделия за время t_n типового полета:

$$P(t_n / \Delta t_i) = e^{-\omega(\Delta t_i)t_n} \quad (5)$$

Выбор допустимого уровня надежности изделия, эксплуатируемого до безопасного отказа.

Вопрос о назначении нижних границ надежности изделий очень сложный и пока не имеет однозначного решения. При этом необходимо учитывать влияние отказов на безопасность и регулярность полетов, а также затраты на повышение уровня надежности изделий.

Можно установить статистическую связь между параметром (интенсивностью) потока отказов изделия и коэффициентом задержек рейсов на 1000 полетов:

$$K_{1000зр} = n_{зр} / 1000,$$

где $n_{зр}$ - число задержек рейсов по вине рассматриваемого изделия за 1000 полетов.

Этот коэффициент в свою очередь непосредственно связан со стоимостью $\Delta C(\Delta t_i)$ коммерческих потерь за интервал налета Δt_i :

$$K_{1000зр}(\Delta t_i) = f_1[\omega(\Delta t_i)] = f_2[\Delta C(\Delta t_i)]. \quad (6)$$

Установив допустимые значения ΔC или $K_{1000зр}$, из этой зависимости можно найти максимально допустимое значение параметра (интенсивности) потока отказов.

Многие наиболее важные изделия, от работы которых зависит безопасность полетов, имеют трехкратное и четырехкратное резервирование. При трехкратном резервировании безопасным является отказ одного изделия из трех. Отказ двух из трех таких изделий можно принять за событие

достижения границы безопасности, являющейся предпосылкой к летному происшествию (ЛП). Вероятность такого события за время t_n одного полета.

$$Q_1(\Delta t_i, t_n) = \lambda e^{-\omega(\Delta t_i)t_n} (1 - e^{-\omega(\Delta t_i)t_n})^2. \quad (7)$$

Установив допустимое значение вероятности Q_1 предпосылки к ЛП по вине рассматриваемого изделия, можно определить из выражения (7) максимально допустимое значение параметра (интенсивности) потока отказов изделия при условии $Q_1(\Delta t_i, t_n) \leq Q_1$. Для установления допустимого значения Q_1 могут быть использованы нормы ИКАО для предпосылок к летным происшествиям (ПЛП) или установившиеся в нашей стране уровни ПЛП по техническим причинам. [14, 17]

Метод технической эксплуатации до предотказового состояния.

В случае применения метода технической эксплуатации до предотказового состояния (ТЭП) задача технического обслуживания сводится к управлению техническим состоянием каждого конкретного объекта. При этом осуществляется непрерывный или периодический контроль параметров, определяющих техническое состояние объекта. По результатам контроля принимается решение о продолжении эксплуатации до момента следующего контроля, или о проведении восстановительных профилактических работ, или о замене объекта и отправке его в ремонт.

Структурная схема взаимосвязи ТОиР с выходными характеристиками $X(t)$ при методе ТЭП приведена на рис. 3. Здесь основным контуром обратной связи является жесткая отрицательная обратная связь между выходным определяющим параметром $X(t)$ и управлением процессом ТОиР. Она обеспечивает немедленную коррекцию управления при появлении отклонения $\varepsilon_y(t)$ выходного параметра $X(t)$ от его заданного значения $X_0(t)$. Под параметром $X(t)$ может пониматься и совокупность нескольких определяющих параметров. [6]

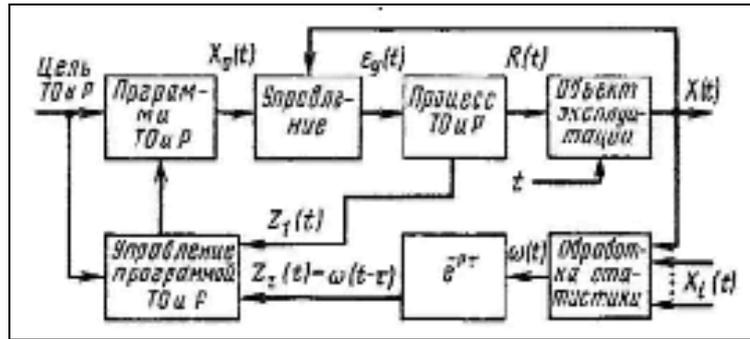


Рис. 3 Схема управления техническим состоянием объекта при методе ТЭП

Из условий обеспечения безотказности работы авиационного оборудования контроль его параметров желательно проводить непрерывно в процессе полета. Однако в настоящее время для многих агрегатов и систем оборудования это осуществить невозможно, и в полете приходится ограничиваться только контролем работоспособности этих изделий.

Выполнять контроль параметров объекта оборудования в процессе оперативного ТО экономически нецелесообразно, поскольку нет достаточно приспособленных для этих целей средств контроля недемонтированного оборудования. Отсюда следует необходимость назначения периодического контроля параметров изделий. Для каждого изделия существует своя оптимальная периодичность контроля. [6]

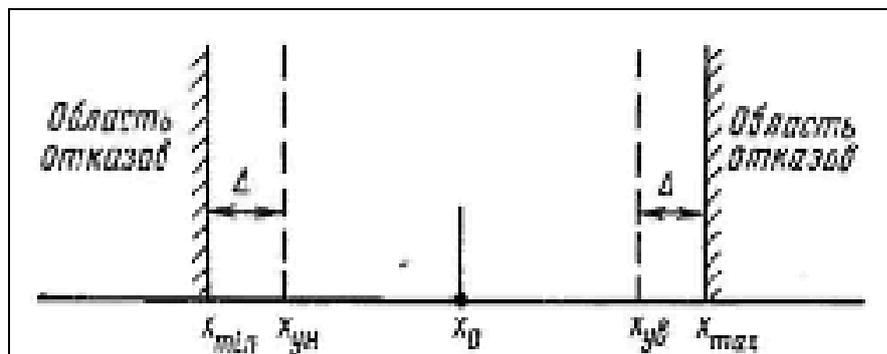


Рис. 4 Схема упреждающих допусков

Таким образом, при методе ТЭП стратегии ТО являются планово-предупредительными. При этом планируются периодичность и объем работ по техническому диагностированию. Предупредительный характер стратегий обеспечивается регулярным наблюдением за техническим состоянием объекта с целью своевременного выявления его предотказового состояния. Это состояние характеризуется тем, что определяющий параметр приблизился к границе поля допусков, а скорость его изменения такова, что за время до момента очередного контроля вероятность выхода параметра за границу поля допусков недопустимо велика. Для выявления предотказового состояния объекта используется принцип назначения упреждающих допусков на определяющие (диагностические) параметры (рис. 4).

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

Контроль параметров авиационного оборудования производится с помощью наземных средств диагностирования (контрольно-измерительной аппаратуры) или на борту ВС, или же в лаборатории АиРЭО АТБ.

В последнем случае объект контроля демонтируется с борта ВС и после контроля и выполнения необходимых восстановительных работ снова устанавливается на борт. Если по результатам контроля нет необходимости в проведении восстановительных работ (регулировки, настройки, чистки, изолирования, пайки и т. д.), то трудоемкость монтажно-демонтажных работ по контролируемому объекту добавляется к трудоемкости контроля.

Характерной особенностью применения метода ТЭП является отсутствие определенного межремонтного ресурса для объекта. Устанавливаются только гарантийный и назначенный ресурсы.

Особое значение для прогнозирования технического состояния изделий имеет получение характеристик определяющих диагностических параметров как функций времени.

Таким образом, условиями применения метода ТЭП являются: знание состава определяющихся диагностических параметров объектов; возможность обнаружения неисправностей на ранних стадиях их развития; приспособленность объектов к глубокому контролю и прогнозированию их технического состояния; установление упреждающих допусков на определяющие диагностические параметры; тщательные сбор и обработка на ЭВМ данных об изменениях определяющих диагностических параметров, о надежности объектов; развитие и широкое использование прогрессивных методов и средств технического диагностирования.

Как следует из структурных схем трех методов ТЭ, всем им присущ контур статистической обратной связи (по надежности). Это значит, что контроль уровня надежности всегда осуществляется при любом методе технической эксплуатации. Однако для метода ТЭО контроль уровня надежности имеет наиболее существенное значение. [6, 14]

Методика выбора метода ТЭ для объектов авиационного оборудования

Особенности выбора метода ТЭ.

Выбор этого метода для объектов авиационного оборудования представляет собой довольно сложную и, часто, неоднозначную задачу. При этом необходимо учитывать целый ряд взаимосвязанных факторов: надежность объектов, их влияние на безопасность и регулярность полетов, на экономическую эффективность их эксплуатации, характеристики

эксплуатационной технологичности, наличие и уровень развития средств контроля и ТОиР объектов и т. д.

Для ВС в целом невозможно и нецелесообразно назначить какую-то одну стратегию ТОиР и один метод ТЭ. Например, нельзя будет утверждать, что данный самолет эксплуатируется по методу ТЭП. В зависимости от вида, типа и характеристик изделия авиационного оборудования устанавливаются определенные метод ТЭ и стратегия ТОиР.

Таким образом, при назначении метода ТЭ и стратегии ТОиР объекты должны рассматриваться до отдельных узлов, обслуживание которых возможно и целесообразно в процессе эксплуатации, т. е. алгоритм назначения метода ТЭ и стратегии ТОиР строится для обслуживания узла изделия, а не изделия в целом. [14, 15]

Учет характеристик надежности.

В качестве характеристики надежности изделия (узла) авиационного оборудования для решения задачи целесообразно использовать параметр потока отказов $\omega(t)$ для восстанавливаемых объектов и интенсивность отказов для невосстанавливаемых объектов при ТО.

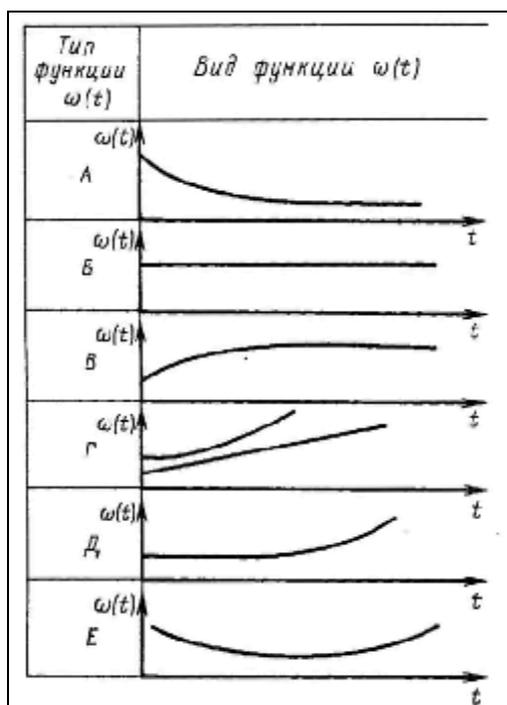


Рис. 5 Типы функций $\omega(t)$

Изделия авиационного оборудования в зависимости от вида функций $\omega(t)$ или $\lambda(t)$ можно разделить на шесть групп (рис. 5).

Для изделий с постоянным значением параметра потока (интенсивности) отказов на интервале $0 \leq t \leq \infty$ нецелесообразно устанавливать какой-либо ресурс (исключая гарантийный). Следовательно, для объектов с параметром потока отказов типа А, Б, В не следует назначать межрегламентный и максимальный ресурсы. Регламентные работы нецелесообразны, если они не дают снижения интенсивности отказов. [4]

Методика выбора метода ТЭ авиационного оборудования.

Для получения перечисленных характеристик требуется провести специальные исследования изделий как объектов технической эксплуатации. Они должны проводиться уже в процессе разработки и испытаний опытных образцов.

Для выбора рационального метода ТЭ объектов АО целесообразно использовать методику альтернатив. В общем виде (без детализации) эта методика представляется схемой альтернатив (рис. 6). На схеме стрелки путей принятия решений обозначены буквами А, Б, В, Г, Д, Е, которые соответствуют типам зависимости параметра потока отказов (см. рис. 5).

За исходный пункт движения (см. рис. 6) берется объект эксплуатации (агрегат, узел, блок). Если доступными профилактическими работами снизить параметр потока отказов не удастся, то для данного объекта назначается метод эксплуатации до отказа.

Любое другое решение приведет к повышению затрат на ТО, которые не могут быть оправданы. Надежность же обслуживаемых объектов может уменьшиться за счет возможности внесения неисправностей в процессе ТО. Решение задач обеспечения безопасности полета при методе ТЭО осуществляется резервированием объекта. [4, 17]

При высокой степени резервирования объекту можно назначить эксплуатацию до отказа независимо от того, к какой группе надежности относится объект и как влияют профилактические работы на надежность.

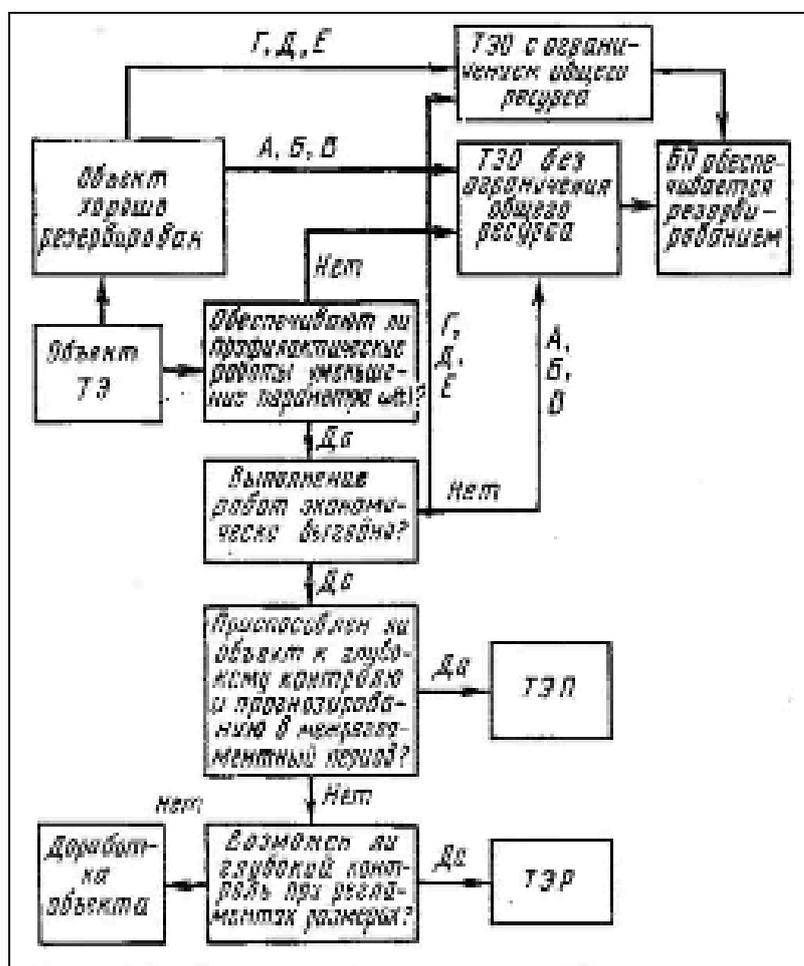


Рис. 6 Схема выбора метода ТЭ

Этот случай показан в верхней части рис. 6. Данный вариант решения привлекателен малой стоимостью ТО объекта. Однако возрастание массы и габаритных размеров резервированной системы может снизить коммерческую эффективность эксплуатации ВС.

Как уже отмечалось, схема, представленная на рис. 6, определяет общий подход к выбору стратегии ТО объектов АО. В каждом же конкретном случае в схеме должны ставиться и конкретные вопросы, относящиеся к видам отказов, наименованиям профилактических работ и т. д. [5, 14]

В этом случае сами наименования методов ТЭ и стратегий ТОиР не являются существенными. Они могут быть присвоены тому или иному узлу, агрегату, блоку по результатам назначения перечня указанных работ.

2. Модернизация оборудования и инструментов, применяемых при технической эксплуатации

Контрольно-измерительная аппаратура

Для контроля состояния авиационного оборудования при различных видах подготовок, профилактических и ремонтных работах широко используется разнообразная неавтоматическая контрольно-измерительная аппаратура (КИА). В зависимости от назначения и конструктивного исполнения КИА подразделяется на аппаратуру общего, группового, индивидуального и комплексного применения. [18]

Аппаратура общего применения предназначена для непосредственного измерения определенных физических величин, например напряжения, силы тока, мощности. Наибольшую часть такой аппаратуры составляют контрольно-измерительные приборы (КИП) - вольтметры, амперметры, ваттметры и др.

Аппаратура группового применения предназначена для инструментального контроля групп устройств и приборов, основанных на одном и том же принципе действия или предназначенных для измерений одной и той же физической величины. Например, КИА для проверки аэрометрических приборов - УКАМП, термометров - УПТ.

Аппаратура индивидуального применения используется для контроля состояния только одного типа или даже одной модификации авиационного оборудования.

Аппаратура комплексного применения предназначена для инструментального контроля нескольких приборов, систем или даже всего комплекса оборудования самолета. [20]

В настоящее время в связи с усложнением авиационной техники осуществление инструментального контроля с помощью неавтоматической КИА требует наличия большого количества приборов и значительных затрат времени. Кроме того, может быть недостаточная достоверность и объективность контроля состояния авиационной техники. В целях устранения указанных недостатков необходима автоматизация бортового контроля авиационной техники.

Техническая эксплуатация БЦВМ

Аналогично другим элементам авиационного оборудования эксплуатация БЦВМ в качестве основных мероприятий включает в себя контроль работоспособности машины и профилактические работы. Контроль БЦВМ осуществляется с помощью системы контроля, которая представляет собой совокупность аппаратных и программных средств, предназначенных для обнаружения ошибок в работе машины и для поиска неисправностей. Структура системы контроля современной БЦВМ изображена на рис. 7.

Различают аппаратный контроль, программный контроль и контроль с помощью контрольно-проверочной аппаратуры (КПА). В первом случае контролируемые возможности достигаются за счет включения в состав БЦВМ дополнительной аппаратуры - аппаратуры контроля.

Основным видом контроля БЦВМ является программный, а именно, его разновидность - тестовый контроль. Тестовый контроль - это контроль работы с помощью специальных испытательных программ (тестов).

В настоящее время целесообразно применять универсальные измерительные системы (УИС), предназначенные для измерения широкого спектра электрических параметров, так и контрольно-проверочные комплексы (КПК), предназначенные для диагностирования и испытаний авиационного и радиоэлектронного оборудования летательных аппаратов, а также другого оборудования, используемого в различных отраслях машиностроения. [12]

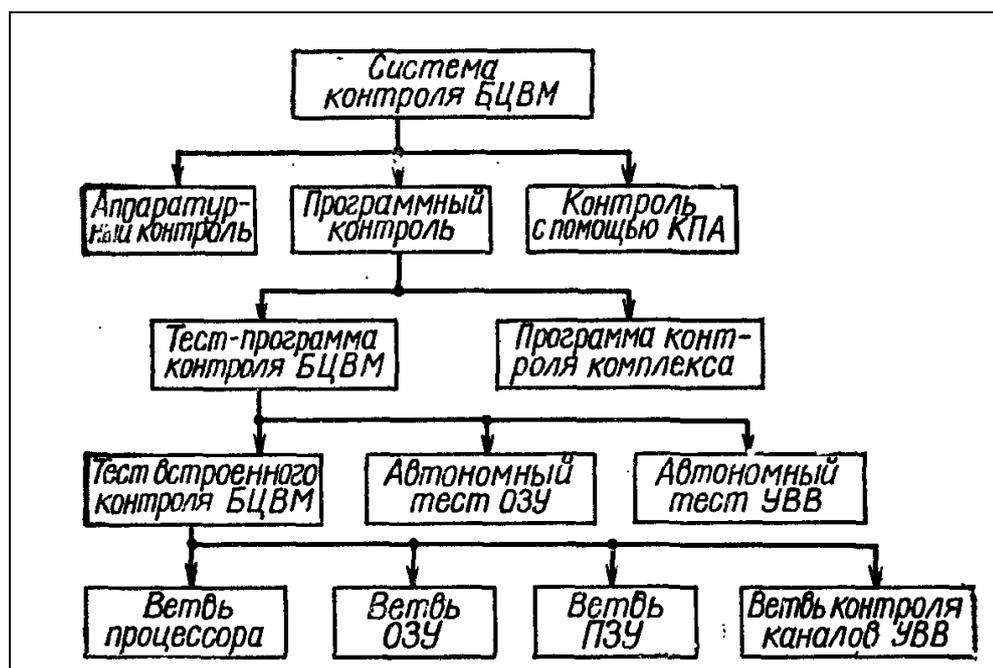


Рис. 7 Структурная схема системы контроля БЦВМ

Контрольно-проверочные комплексы

Контрольно-проверочные комплексы КПК предназначены для оснащения лабораторий АТБ авиакомпаний и ТЭЧ государственной авиации.

КПК используются для диагностирования авиационного и радиоэлектронного оборудования (АиРЭО) самолетов «малой авиации» при выполнении их технического обслуживания (ТО).

Принцип работы КПК основан на применении цифровых технологий и устройств высокой точности измерений. Агрегаты и оборудование вертолетов, диагностируемые на одном КПК, подобраны по своей функциональной принадлежности.

КПК проводят диагностирование агрегатов и оборудования вертолетов в полном соответствии с технологией проверки и на основе используемой действующей эксплуатационной документации. [18]

Каждый агрегат удобно и просто подключается к КПК. Оператор вводит всю информацию об агрегате (обозначение, номер вертолета, данные о

наработке) и запускает программу тестирования. КПК в автоматическом режиме выполняет полный цикл проверок и выдает заключение. Интерфейс монитора КПК позволяет оперативно и наглядно контролировать ход тестирования. Данные о проведении тестирования автоматически заносятся в базу данных КПК. В случае, если при диагностировании обнаружен дефект агрегата или оборудования, то КПК не только сообщает об этом, но и выдает рекомендацию оператору о необходимых действиях по устранению данной неисправности. Каждый КПК подключается к стандартному сетевому электропитанию 220 В 50 Гц.

Описание и конструкция

Проверяемое авиационное оборудование подключается к комплексу с помощью соединительных жгутов.

Управление процессом проверки оборудования осуществляется с помощью программного обеспечения комплекса, на основе которого оператору представляется пользовательский интерфейс и осуществляется управление аппаратной частью комплекса.

Пользовательский интерфейс позволяет:

1. вводить паспортные данные АиРЭО;
2. управлять процессом проверки;
3. наглядно представлять измеренные параметры оборудования;
4. предлагать оператору возможные варианты устранения неисправности по признаку проявления дефекта;
5. по завершению проверки оператору предоставляется возможность распечатать результаты проверки на бланке;
6. сохранять результаты проверки и данные оборудования.

Аппаратная часть комплекса осуществляет измерение электрических параметров проверяемого оборудования, формирование управляющих воздействий, необходимых для проверки оборудования. [18]

Состав аппаратной части:

1. промышленный компьютер;
2. платы сбора данных;
3. модули ввода/вывода;
4. управляемые источники питания;
5. релейные платы;
6. дополнительные устройства.

В ходе выполнения проверки оператор может выполнять регулировку и настройку АиРЭО в соответствии с руководством по эксплуатации.

Реализация пользовательского интерфейса и использование промышленного компьютера позволяет упростить работу оператора, ускорить процесс проверки и тестирования оборудования, ускорить процесс обучения и ввода в строй новых специалистов, увеличить производительность труда, уменьшить влияние человеческого фактора, сохранять «историю» проверяемого оборудования. [18]

В конструктивном плане комплекс выполнен по модульному принципу. Из отдельных частей комплекса сформировано рабочее место оператора.

В состав комплекса КПК входит:

1. стол для размещения тестируемого оборудования;
2. модуль управления;
3. измерительные платы;
4. сенсорный монитор оператора;
5. клавиатура;
6. манипулятор типа «Мышь»;
7. вспомогательный модуль;
8. комплект соединительных жгутов для подключения оборудования.

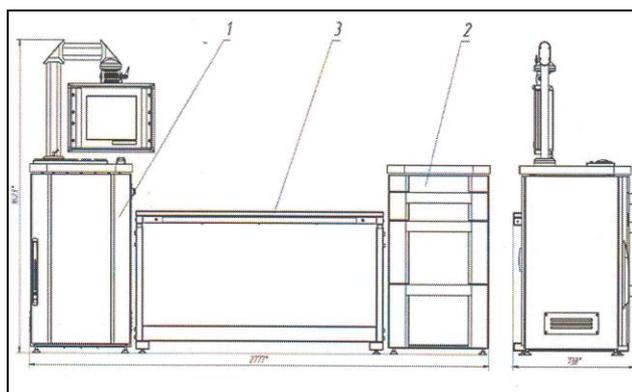


Рис. 8 Общий вид комплекса КПК

Общий вид комплекса КПК:

1. Модуль управления
2. Вспомогательный модуль
3. Рабочий стол

Конструкция корпуса КПК обеспечивает лёгкий доступ через переднюю и заднюю дверцы к электромонтажу и компонентам комплекса. Принтер служит для распечатки результатов проверки оборудования.

Масса рабочего места составляет 270 кг.

Комплекс КПК-1

Контрольно-проверочный комплекс КПК-1 является автоматизированной системой контроля и измерения электрических параметров радиооборудования вертолетов.

Объем выполняемых проверок и регулировок

Контрольно-проверочный комплекс КПК-1 является автоматизированной системой контроля и измерения электрических параметров радиооборудования вертолетов:

1. Радиостанция Баклан-20:
2. Радиовысотомер А-037:
3. Радиостанция Орлан-85СТ:
4. Радиостанция Ядро-1
5. Бортовая аппаратура речевого оповещения Алмаз-УП

6. Проверка блока РИ-65-20. Магнитофон бортовой П-503
7. Самолетное переговорное устройство СПУ-7
8. Бортовая аппаратура речевого оповещения Алмаз-УПМ
9. Бортовая аппаратура речевого оповещения РИ-65Б
10. Магнитофон МС-61

Комплекс КПК-2

Контрольно-проверочный комплекс КПК-2 является автоматизированной системой контроля и измерения электрических параметров доплеровского измерителя скорости и угла сноса ДИСС-32.

Комплекс КПК-3

Контрольно-проверочный комплекс КПК-3 является автоматизированной системой контроля и измерения электрических параметров радиоконпасов вертолётов.

Комплекс КПК-4

Контрольно проверочный комплекс КПК-4 является автоматизированной системой контроля и измерения электрических параметров автопилота АП-34Б.

Комплекс КПК-5

Контрольно-проверочный комплекс КПК-5 является автоматизированной системой проверки в лабораторных условиях погрешностей выходных параметров анероидно - мембранных приборов.

Комплекс КПК-6

Контрольно-проверочный комплекс КПК-6 является автоматизированной системой контроля и измерения электрических параметров приборного оборудования.

Комплекс КПК-7

Контрольно-проверочный комплекс КПК-7 является автоматизированной системой контроля и измерения электрических параметров приборов контроля работы двигателя и систем. [21, 18]

КПК отличается высокой степенью энергосбережения, позволяют максимально эффективно использовать имеющиеся площади на предприятии, в значительной степени снижают требования к квалификации рабочего персонала. Автоматизация проверок позволяет максимально увеличить производительность, уровень точности проверок и качество выполняемых регламентных работ.

Преимущества комплексов КПК перед контрольно-проверочной аппаратурой старых образцов:

1. Высокие производительность и эффективность труда.
2. Высокое качество и объективность контроля параметров узлов и агрегатов.
3. Высокие производительность и эффективность труда.
4. Многократное сокращение площадей для размещения стендового оборудования.
5. Возможность автоматизированного ведения электронных баз.
6. Автоматизированное накопление статистической информации.
7. Значительное сокращение энергопотребления.
8. Высокая культура производства.
9. Высокое качество настройки параметров тестируемых узлов и агрегатов.

Универсальная измерительная система (УИС-АТ) предназначена для выполнения технического обслуживания самолетов «малой авиации».

УИС является универсальным средством измерения электрических параметров и предназначена для замены целую гамму измерительных средств таких как: мультиметры, генераторы НЧ и ВЧ, анализаторы НЧ и ВЧ, осциллографы, частотомеры, измерители мощности, измерители нелинейных искажений и др. [21]

Модификация УИС-АТ разработана для авиационной отрасли и применяется для измерения электрических параметров авиационного и радиоэлектронного оборудования летательных аппаратов всех типов.

УИС-АТ заменяет 42 типа существующих средств измерений, выпуск большинства которых в настоящее время прекращен.

УИС-АТ прошла ведомственные испытания, внесена в Перечень специальных средств измерений, применяемых в ГА, и рекомендована для оснащения предприятий ГА.

КПК предназначены для оснащения лабораторий АТБ авиакомпаний и ТЭЧ государственной авиации. КПК используются для диагностирования авиационного и радиоэлектронного оборудования (АиРЭО) самолетов Ан-2 и вертолетов МИ-8, МИ-8МТ, МИ-8МТВ при выполнении их технического обслуживания (ТО). [18]

Технические характеристики универсальной измерительной системы УИС-АТ.

Универсальная измерительная система УИС-АТ (далее – система) предназначена для измерений силы и напряжения постоянного и переменного тока, сопротивления постоянному току, частоты и периода следования периодических сигналов; исследования формы и измерений амплитудных и временных параметров электрических сигналов, параметров спектра периодических сигналов; формирования сигналов низкочастотных и высокочастотных колебаний с различными видами модуляции, а также для регистрации и отображения результатов измерений и расчетных величин.

Описание

Система представляет собой многоканальную измерительную систему, построенную по модульному принципу на основе стандарта РХІ.

Функционально система включает в себя следующие модули:

1. модуль цифрового мультиметра;
2. модуль генератора НЧ сигналов;

3. модуль генератора ВЧ сигналов;
4. модуль анализатора ВЧ сигналов;
5. модуль цифрового осциллографа;
6. модуль частотомера.

Конструктивно система представляет собой базовый блок РХІ с установленным в нём контроллером (управляющим компьютером) и модулями стандарта РХІ.

Модуль цифрового мультиметра

Принцип действия цифрового мультиметра основан на преобразовании входных сигналов в цифровую форму быстродействующим АЦП.

Модуль генератора НЧ сигналов

Принцип действия генератора основан на использовании метода прямого цифрового синтеза и позволяет воспроизводить любой сигнал, описанный и занесенный в память прибора.

Сигнал с установленными характеристиками снимается с основного выхода с программно выбираемым сопротивлением 50 или 75 Ом. К выходу программно может быть подключен один из двух выходных трактов – основной или прямой. Прямой выходной тракт оптимизирован для синусоидального сигнала.

Модуль цифрового осциллографа

Принцип действия осциллографа основан на аналогово-цифровом преобразовании входного сигнала с последующей его цифровой обработкой и индикацией выборки сигнала с результатами измерений.

Модуль генератора ВЧ сигналов

Принцип действия генератора основан на использовании метода косвенного синтеза, который заключается в применении фазовой автоподстройки частоты по опорному высокостабильному маломощному сигналу встроенного кварцевого генератора частотой 10 МГц.

Модуль анализатора ВЧ сигналов

Принцип действия анализатора основан на методе последовательного анализа спектра сигнала в частотной области. Анализатор является супергетеродинным приемником, частота настройки которого перестраивается при перестройке частоты гетеродина. При перестройке частоты гетеродина спектральные составляющие сигнала последовательно преобразуются на промежуточную частоту. Сигнал промежуточной частоты усиливается, фильтруется, детектируется, преобразуется в цифровой код и передается на ПЭВМ для дальнейшей обработки и отображения результатов измерений в виде, удобном для пользователя.

Конструктивно анализатор состоит из двух модулей стандарта PXI: модуля понижения частоты и модуля осциллографа. Входной сигнал поступает на основной вход с сопротивлением 50 Ом.

Модуль частотомера

Принцип действия частотомера основан на счетно-импульсном принципе, заключающемся в том, что счетный блок считает количество поступающих на его вход импульсов в течение определенного интервала времени. При измерении частоты счетный блок считает количество импульсов, сформированных из входного (измеряемого) сигнала, за время длительности стробимпульса.

Основные технические характеристики.

Модуль мультиметра цифрового

Количество входных каналов: 1.

Основные характеристики мультиметра приведены в таблицах 2 - 8.

Таблица 2. Характеристики при измерении напряжения постоянного тока в диапазоне от 10 мкВ до 1000В

Пределы измерений	Входное сопротивление	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений
100 мкВ	более 10 ГОм, 10 МОм	± 1 мкВ
100 мВ	более 10 ГОм, 10 МОм	± 10 мкВ
1 В	более 10 ГОм, 10 МОм	± 100 мкВ
10 В	более 10 ГОм, 10 МОм	± 1 мВ
100 В	10 МОм	± 10 мВ
1000 В	10 МОм	± 100 мВ

Таблица 3. Характеристики при измерении силы постоянного тока в диапазоне от 10 мкА до 3 А

Пределы измерений	Падение напряжения	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений
100 мкА	не более 60 мВ	± 100 нА
1 мА	не более 60 мВ	± 500 нА
10 мА	не более 60 мВ	± 5 мкА
100 мА	не более 100 мВ	± 55 мкА
1 А	не более 250 мВ	± 600 мкА
3 А	не более 700 мВ	± 2,2 мА

**Таблица 4. Характеристики при измерениях сопротивления
постоянному току в двухпроводном и четырёхпроводном режимах в
диапазоне от 10 мОм до 1 ГОм**

Пределы измерений	Тестовый ток	Максимальное тестовое напряжение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений
100 мОм	1 мА	100 мВ	± 1 мОм
1 кОм	1 мА	1 В	± 100 мОм
10 кОм	100 мкА	1 В	± 1 Ом
1 МОм	10 мкА	10 В	± 100 Ом
10 МОм	1 мкА	10 В	± 10 кОм
30 МОм	1 мкА	10 В	± 70 кОм
1 ГОм*	1 мкА	10 В	± 55 МОм

**Таблица 5. Характеристики при измерениях силы переменного тока в
диапазоне от 10 мкА до 3А в диапазоне рабочих частот от 40 Гц до 20 кГц**

Пределы измерений	Пиковое значение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений
1 мА	± 2 мА	± 550 нА
10 мА	± 20 мА	± 10 мкА
1 А	± 2 А	± 1,1 мА
3 А	± 4,2 А**	± 5 мА

Таблица 6. Характеристики при измерениях напряжения переменного тока в диапазоне от 1 мВ до 700 В

Пределы измерений (среднеквадратичное значение)	Пиковое значение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений	
		В диапазоне частот от 40 Гц до 20 кГц	В диапазоне частот от 20 кГц до 100 кГц
50 мВ	± 105 мВ	± 50 мкВ	± 182 мкВ
500 мВ	± 1,05 В	± 410 мкВ	± 1,3 мВ
5 В	± 10,5 В	± 4,1 мВ	± 13 мВ
50 В	± 105 В	± 71 мВ	± 700 мВ
700 В	± 1000 В	± 1 В	± 9,5 В

Таблица 7. Характеристики при измерении частоты переменного тока

Диапазон входных напряжений	Диапазон измерений частоты	Диапазон измерений периода	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений, %
50 мВ ÷ 700 В	1 Гц ÷ 500 кГц	2 мкс ÷ 1 с	± 0,01

Таблица 8. Верхние пределы воспроизводимой частоты, МГц:

Форма сигнала	Тракт		
	Прямой тракт	Основной тракт с низким усилением	Основной тракт с высоким усилением
Синусоидальная	43	43	43
Прямоугольная*	-	25	12,5
Пилообразная*	-	5	5
Треугольная*	-	5	5

Диапазон установки смещения постоянной составляющей выходного сигнала $U_{см}$ относительно диапазона амплитуд выходного напряжения, $\% \pm 25$.

Поверка

Поверка систем проводится в соответствии с документом «Система универсальная измерительная УИС-АТ. Методика поверки», и входящим в комплект поставки.

Средства поверки:

- калибратор универсальный Н4-12;
- вольтметр универсальный В7-54/2;
- установка измерительная К2С-62;
- анализатор спектра С4-85;
- ваттметр поглощаемой мощности МЗ-108;
- частотомер электронно-счетный ЧЗ-66;
- магазин сопротивлений Р4831;
- магазин электрического сопротивления Р40108;
- генератор сигналов прецизионный ГЗ-110;
- генератор сигналов высокочастотный Г4-218/1;
- генератор сигналов высокочастотный Г4-193;
- измеритель модуляции вычислительный СКЗ-45.

Межповерочный интервал – 1 год.

Контрольно-проверочные стенды (КПС) служат для диагностирования состояния агрегатов и оборудования вертолетов в большем, чем при техническом обслуживании, объеме - согласно технологиям испытаний при входном контроле и после выполнения капитального ремонта.

КПС-1 служит для проверки:

- аппаратуры ИВ-500;
- системы пожаротушения ССП-ФК;
- термометров ТУЭ-48, ТВ-19;
- приборов контроля системы электроснабжения А-1, А-2, В-1, АФ-150;

- аппаратуры 2ИА-6;
- индикаторов ЭМИ-ЗРИ, ЭМИ-ЗРВИ;
- манометров УИ-1-3, УИ-1-100.

КПС-2 служит для проверки следующего оборудования: ПМК-21ТВ, ПМК-14, ПСГ-15М, АПД-9В, АПД-78А, АЗП, ДМР, КОЧ.

КПС-3 служит для проверки ДИСС-15.

КПС-27 служит для испытаний гидродемпферов втулки несущего винта.

Измерительный пульт ИП-1

Измерительный пульт ИП-1(ИР-1) предназначен для диагностики и проверки комплекта сдвоенной измерительной аппаратуры 2ИА-6.



Рис. 9 Измерительный пульт ИП-1

Состав 2ИА-6:

Сдвоенный указатель температуры 2УТ-6К;

Сдвоенный усилитель электронный 2УЭ-6Б;

Переходные колодки ПК-6.

Измерительный пульт ИП-2

Пульт предназначен для диагностики и проверки комплекта измерителя режимов ИР-117 в составе:

- датчик высотной коррекции;

- два приемника давления ПМ-10МР;
- указатель УР-117.



Рис. 10 Измерительный пульт ИП-2

Проверка параметров измерителя режимов ИР-117 осуществляется в соответствии с руководством по технической эксплуатации. Использование пульта позволяет сократить затраты времени на проведение регламентных проверок ИР-117 и повысить их качество.

Установка для проверки и испытания гироскопических приборов УПГ-8

Установка предназначена для проверки и испытаний гироскопического оборудования. УПГ-8 позволяет заменить устаревшие установки проверки гироскопических приборов УПГ-48, УПГ-56, МПУ-1. Установка обеспечивает продольные и поперечные углы наклона, вращение и качание.



Рис. 11 Установка УПГ-8

Может использоваться как автономно, с собственным пультом управления, так и в составе контрольно-проверочных комплексов. [30, 32]

Табл. 9 Основные технические характеристики

Наименование показателя	Значение
Диаметр испытательной платформы, мм	320
Полезная нагрузка, кг	до 18
Диапазоны установки углов наклона платформы: - крен - тангаж - абсолютная погрешность установки углов - разрешающая способность	$\pm 18^\circ$ $\pm 18^\circ$ $0,3^\circ (0,05^\circ)$ $0,01^\circ$
Диапазон скоростей качания, градус/с - относительная погрешность, %	0-30 5(0,01)
Точность установки платформы в горизонтальное положение	$0,05^\circ$
Диапазон установки угла поворота платформы - абсолютная погрешность установки угла, %	0-360 $^\circ$ $0,3^\circ (0,005^\circ)$
Диапазон угловых скоростей вращения платформы, градус/с: - относительная погрешность, %	0,02-439 2(0,001)
Цепь подключения гироскопических приборов: - суммарный ток всех шин, А - максимальное напряжение относительно корпуса, В - сопротивление шины, Ом	не более 30 100 не более 1,5

Потребляемая мощность, Вт	не более 600
Рабочие условия эксплуатации: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность воздуха, % - атмосферное давление, кПа	20 ± 10; 30-80 84-106
Масса, кг	не более 25

Глава 3. Внедрение модернизации технической эксплуатации авиационного оборудования самолетов малой авиации в республике

1. Внедрение усовершенствованных процессов технической эксплуатации

Зарубежный опыт и перспективы развития технического обслуживания и ремонта (ТОиР)

Системы ТОиР авиатехники, принятые в авиакомпаниях даже одной страны, например США, несколько отличаются друг от друга. Рассмотрим, например, организацию ТОиР самолета Боинг-747. Программой ТОиР для самолета предусмотрено четыре формы периодических работ - А, В, С, D. Авиакомпаниям предоставлено право в границах указанных фирмой интервалов наработки устанавливать приемлемые для них сроки выполнения этих работ. Форма А выполняется через 100 ч налета, форма В — через 300...400 ч, форма С — через 1000 ч, форма D — через 16 000 ч. При этом объемы работ по ТО соответственно возрастают от формы А к форме D.

Основное содержание работ — различная глубина осмотров состояния авиатехники и связанные с ними демонтажно-монтажные работы. При выявлении признаков неисправностей производится текущий ремонт соответствующих элементов техники. Авиакомпании стремятся максимальное число изделий АТ перевести на техническую эксплуатацию по их состоянию. С этой целью разработчики проводят специальный анализ каждого изделия, оценивая влияние его отказов на безопасность полета, методом альтернатив определяют целесообразность, периодичность и объемы работ по ТОиР для узлов изделия. [15, 32]

В авиакомпаниях не установлены капитальные ремонты авиатехники, определяемые наработкой. Ремонт выполняется одновременно с трудоемкими формами ТО. Для самолета устанавливается не межремонтный ресурс, а ремонтный период (цикл), в течение которого объем ремонтных

работ выполняется поэтапно. Все большее применение получает непрерывный метод ремонта, при котором узлы, агрегаты и оборудование самолета контролируются и восстанавливаются не только при выполнении трудоемких форм ТО, но и при менее трудоемких формах, выполняемых с периодичностью до 1500 ч налета.

Техническое обслуживание самолетов по трудоемким формам осуществляется на инженерно-технических базах с четким разделением труда. Дефектацию, контроль и приемку работ проводят высококвалифицированные специалисты — инспекторы. Непосредственно выполняют работы по ТО механики и рабочие, специализированные по видам оборудования и объединенные в бригады по 7... 10 чел.

В крупных авиакомпаниях созданы Центры технического обслуживания и ремонта, обеспеченные ангарами для проведения трудоемких работ, лабораториями, стендами, контрольно-измерительной аппаратурой, эксплуатационно-технической документацией, ЭВМ, средствами управления производством. Широкое распространение получила кооперация баз ТОиР, при которой за ТОиР авиадвигателей отвечает одна компания, планера — вторая, а систем АиРЭО — третья.

Для повышения экономичности системы ТОиР при сохранении высокого уровня безопасности полетов в зарубежных авиакомпаниях наблюдается тенденция к сокращению объема ремонтных работ в заводских условиях за счет:

- замены традиционного планового (по наработке) капитального ремонта периодическими формами ТО В, С, D с определенными объемами ремонтных работ;
- отказа от обязательного капитального ремонта вышедших из строя комплектующих изделий при восстановлении отказавших узлов, деталей в условиях инженерно-технических баз;

- внедрения методов технической эксплуатации по состоянию без ограничения ресурса, что обеспечивает сокращение трудоемкости ТОиР на 25...30 % и значительное сокращение потребных запасов авиатехники;
- использования заводского ремонта только в тех случаях, когда невозможно или экономически нецелесообразно выполнить работу методами текущего ремонта;
- использования модульных конструкций авиадвигателей, что резко снижает затраты на ремонт;
- внедрения наземных и бортовых автоматизированных средств контроля, диагностирования состояния авиатехники.

Перспективы развития и совершенствования организации и осуществления ТОиР в гражданской авиации определяются грандиозными задачами, которые связаны с перестройкой хозяйственного механизма страны, а также появлением в ближайшее время на наших воздушных линиях самолетов нового поколения — Ил-96, Ту-204 и др. [32]

На смену традиционных аналоговых приборов, систем управления и регулирования приходят комплексные системы, основанные на цифровых ЭВМ, микропроцессорах, где вместо обычных стрелочных приборов используются дисплеи с цветным изображением информационных «картин». Однако число таких самолетов пока еще относительно мало. Будет продолжаться эксплуатация самолетов Ту-154, Ил-62М, Як-42, Ан-24 и других современных типов. Поэтому подготовка специалистов ИТС и организация технической эксплуатации авиатехники должны быть ориентированы на наличие в НАКе самолетов разных поколений.

Техническое обслуживание и ремонт новых самолетов (типов Boeing-757/767, Airbus-310/320, Ил-96-300, Ту-204 и т. п.) предполагается осуществлять на основе специализированных, хорошо оснащенных АТБ.

Небольшое число таких АТБ обеспечат ТОиР всего парка новых самолетов Аэрофлота.

Для сокращения стоимости ТОиР эксплуатационные предприятия и конструкторские организации продолжают работу по внедрению методов технической эксплуатации изделий по их состоянию. Исследования показывают, что в ряде случаев наилучший экономический эффект обеспечивается сочетанием методов ТЭР и ТЭС. Однако в будущем представляется целесообразным отказаться от стремления разделять все оборудование самолета по названиям этих методов. Такое разделение вызывает определенные неудобства у специалистов, отвлекает их от основной задачи — разработки программы необходимых работ по ТОиР, обеспечивающих заданный уровень безопасности полетов и экономической эффективности ТОиР.

Совершенствование методов ТОиР может быть обеспечено также комплексным подходом к распределению объемов ТОиР между АТБ и авиаремонтными заводами (АРЗ). Наиболее трудоемкие формы ТОиР могут выполняться специализированными АРЗ, а остальные работы ТОиР — в АТБ. Однако установление объемов работ для АРЗ и АТБ должно в каждом конкретном случае обосновываться экономическим анализом, оценкой всех видов затрат, входящих в суммарные эксплуатационные затраты. [2, 8]

Эффективность ТОиР современных и перспективных самолетов определяется системой информационного обеспечения процессов ТОиР. Оно должно базироваться на максимально достоверной информации о состоянии систем в полете и во время ТОиР. Для цифровых изделий информация должна дифференцироваться по отказам и сбоям аппаратуры и программного обеспечения. В соответствии с этим труд инженера по авиационному оборудованию все в большей степени будет базироваться на компьютеризации АТБ с использованием информационно-вычислительных сетей и высокоразвитых банков эксплуатационных данных.

Информационное обеспечение должно предусматривать: возможность сбора и обработки статистических данных по отказам аппаратуры, сбоям аппаратуры, по ошибкам и сбоям программного обеспечения; учет наработки каждого конкретного контролируемого изделия (блоков, систем); учет движения каждого изделия в процессе эксплуатации и т. д.

Расширение функциональных возможностей бортовых и наземных автоматизированных средств контроля, а также необходимость комплексного использования информации об отказах и сбоях бортовых цифровых систем требуют нового подхода к организации процессов контроля на базе комплекса средств диагностирования с повышенными характеристиками быстродействия, достоверности, глубины контроля. Эти средства контроля строятся на базе комплекса информационно-связанных ЭВМ.

Эффективность такого контроля значительно возрастает при обмене информацией по радиоканалам борт-земля-борт.

Требования к характеристикам составных частей комплекса должны определяться на основе системного подхода по критерию минимума эксплуатационных затрат при ограничениях, связанных с безопасностью полетов. Важно обеспечить возможность сопряжения различных источников информации, оптимальную обработку информации и выдачу ее инженерно-техническому составу в удобном для использования виде.

Отсюда следует, что инженер по авиационному оборудованию перспективных самолетов должен иметь глубокие знания и хорошую подготовку по вычислительной технике и бортовым информационным системам, которые представляют собой существенную и неотъемлемую часть авиационного оборудования. [2, 32]

Уровень надежности самолета, запланированный при проектировании, в процессе эксплуатации можно обеспечить за счет наземного обслуживания двумя принципиально различными методами технического обслуживания и ремонта (ТОиР):

- по наработке (по ресурсу);
- по фактическому состоянию.

Стратегии ТОиР по наработке (стратегии по наработке или по ресурсу) существенно отличаются от стратегий ТОиР по состоянию.

Эти отличия заключаются не только в самом характере технологических процессов ТОиР, но и в распределении ресурсов, потребных на развитие производственно-технической базы, соответствующей требованиям той или иной стратегии.

При техническом обслуживании по наработке (по ресурсу) перечень и периодичность выполнения операций ТО определяются значением наработки изделия с начала эксплуатации или после капитального (среднего) ремонта.

Техническое обслуживание авиационной техники по состоянию

Техническое обслуживание авиационной техники в НАК осуществляют по наработке и по состоянию. Техническое обслуживание по состоянию выполняют с контролем параметров и с контролем уровня надежности.

При обслуживании АТ по состоянию периодичность и объем работ на ВС определяется значениями диагностических параметров или показателей надежности однотипных изделий (изделия авиационной техники – ВС в целом, его составные части, двигатель, их комплектующие изделия). Под диагностическим параметром понимают количественную характеристику свойства конкретного изделия, определяющую его техническое состояние. Момент перехода изделия из исправного состояния в неисправное характеризуется предельным предотказовым значением его параметра, при достижении которого требуется проведение операций по восстановлению исправности изделия. [12, 32]

Целью применения ТОиР авиационной техники по состоянию является повышение качества и достоверности контроля технического состояния ВС, снижение (по сравнению с обслуживанием по наработке) эксплуатационных расходов при обеспечении безопасности и регулярности полетов.

Организация и порядок оперативного, периодического, сезонного и других видов ТОиР воздушных судов (систем, изделий), которые обслуживают по состоянию, остаются такими же, как и при обслуживании по наработке. При этом в ЭД на воздушные суда вносят необходимые изменения.

Подготовка АК САР к обслуживанию АТ по состоянию производится на основании документов разработчика ВС, согласованного с Госавианадзором РУз, определяющих необходимые условия готовности производственной базы, в соответствии с которыми АК САР должно осуществить комплекс организационно-технических мероприятий по подготовке АТ, производства, ЭД и специалистов, а также определить:

- дополнительные функции и особенности взаимодействия ИАС, летных подразделений, других служб предприятия;
- дополнительные обязанности специалистов ИАС;
- особенности документального сопровождения ТЭ авиационной техники;
- условия и особенности использования новых средств диагностирования авиационной техники.

Авиационная техника признается пригодной к ТОиР по состоянию, если исчерпывающе задан практически необходимый комплекс ее диагностических параметров, существуют штатные контрольно-измерительные средства и технология достоверного определения прочностных и функциональных характеристик АТ, запасов ее работоспособности на всех этапах ТЭ, обеспечен достаточный уровень эксплуатационной технологичности, позволяющий в экономически приемлемые сроки восстанавливать исправность и работоспособность АТ в условиях регулярной эксплуатации. [12, 17]

НАК считается подготовленными к обслуживанию АТ по состоянию, если практически соблюдаются установленные Госавианадзором РУз и ЭД условия готовности производственной базы, АТ и специалистов.

Возможность обслуживания конкретной АТ по состоянию устанавливается совместным решением Госавианадзора РУз и изготовителя АТ, а соответствующая готовность НАК – комиссией Госавианадзора РУз.

Обслуживание с контролем параметров

Техническое обслуживание с контролем параметров применяют для изделий, отказы которых влияют на безопасность полетов.

Контроль параметров может быть непрерывным или периодическим. Режим контроля, его объем и периодичность устанавливаются ЭД для изделий конкретного типа.

Восстановление или замена изделий, эксплуатируемых с параметрическим контролем исправности, работоспособности и пригодности, производится в случае его отказа и предотказного состояния, в последнем случае – при выходе одного или нескольких диагностических параметров за предельно допустимый.

Эксплуатационная документация на ТОиР по состоянию должна определять состав контролируемых параметров изделий, предельно допустимые значения контролируемых параметров, периодичность и технологию их контроля, необходимые технические средства, а также правила принятия решений по результатам контроля. [12, 32]

Обслуживание с контролем уровня надежности

Техническое обслуживание с контролем уровня надежности применимо для изделий, отказы которых не оказывают прямого влияния на безопасность полетов. Такие изделия могут использоваться без ограничения ресурса (срока службы). Порядок, технология контроля уровня надежности и правила принятия решений о режимах ТОиР изделий, эксплуатируемых с контролем уровня надежности, определяется ЭД для изделий конкретного типа.

Анализ уровня надежности изделий АТ производится подразделениями НАК на которых возложены функции. На специалистов указанных подразделений возлагают функции ведения учетно-аналитической документации по надежности изделий, систематизации статистической информации, ее обработки, анализа и интерпретации. Они несут ответственность за своевременное выявление тенденций в изменении уровня надежности соответствующих изделий и формирование эффективных мер профилактики на основе установленных ЭД правил принятия решений.

2. Анализ достоинств внедрения улучшенных процессов технической эксплуатации

Автоматизированные (автоматические) средства контроля

Назначение и классификация

В процессе быстрого развития авиационной техники происходит непрерывное возрастание числа и сложности различных видов оборудования, систем, устройств и элементов. Несмотря на повышение надежности элементной базы систем, в целом надежность всего комплекса бортового оборудования в результате получается недостаточно высокая. Возрастают потребные трудозатраты на поддержание АТ в исправном состоянии, на подготовку ее к полетам. Это служит причиной непрерывного возрастания числа инженерно-технического состава (ИТС), появления новых специальностей, повышения квалификации всего личного состава инженерно-авиационной службы. [17, 32]

Эффективным средством сокращения времени и трудозатрат является всемерная автоматизация процессов контроля и подготовки к полетам. При этом наибольший эффект получается, когда автоматические системы контроля (АСК) осуществляют контроль всего комплекса бортового оборудования; необходимость в ручной проверке одной или нескольких систем могут значительно уменьшить выигрыш во времени, полученный с

помощью АСК. Преимущества использования АСК становятся все более ощутимыми с возрастанием числа устройств, которые требуют контроля.

Высокая степень насыщения самолета сложными комплексами оборудования затрудняет возможность контроля за их работой со стороны членов экипажа.

Результаты автоматического контроля в полете, как правило, регистрируются бортовыми системами регистрации параметров полета (БСРПП). Активные БСРПП также являются системами автоматического контроля, поскольку они осуществляют обработку поступающей информации с последующей сигнализацией экипажу и записью опасных режимов полета и работы систем.

В зависимости от места размещения АСК делятся на бортовые, наземно-бортовые и наземные (рис. 8). [2, 20]

В бортовых АСК все элементы расположены на борту ВС. Эти АСК могут быть предназначены для контроля состояния авиатехники или только при подготовках к полетам, или при подготовках к полетам и в полете.

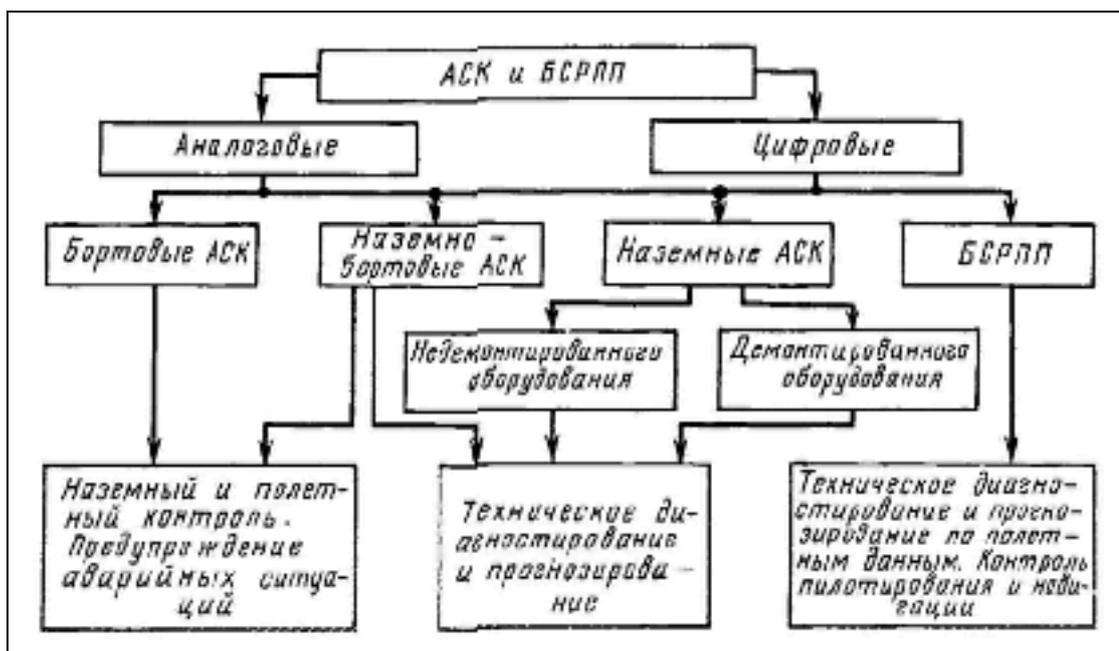


Рис. 12 Классификация АСК

В наземно-бортовых АСК часть оборудования АСК располагается на борту ВС, а часть на земле. Бортовая часть АСК может обеспечивать контроль определенного числа параметров авиатехники в полете для более углубленного контроля при проведении оперативных и периодических работ к бортовым устройствам АСК могут подключаться дополнительные наземные средства АСК.

Наземные АСК делятся на АСК без демонтажа агрегатов АТ и на АСК демонтированных агрегатов АТ.

По форме обработки информации АСК и БСРПП могут быть аналоговыми и цифровыми. В аналоговых АСК и БСРПП информация о параметрах получается и обрабатывается в аналоговой, т. е. непрерывной, форме. В цифровых АСК и БСРПП непрерывная информация от датчиков сигналов преобразуется в цифровую форму, в которой и ведется ее обработка. [2, 20]

Аналоговые АСК

На ВС уже широко применяются автоматические устройства и системы контроля работоспособности бортовых систем, критических параметров и режимов полета, которые могут быть встроенными или устанавливаться на борт как специальные системы. Примерами встроенных устройств контроля (УВК) могут быть АБСУ-154, сигнализатор работоспособности автомата центровки топлива в топливомере типа СПУТ и др. Примером специализированной АСК может служить автомат сигнализации углов атаки, скольжения и перегрузок (АУАСП). [18, 32]

Аналоговая наземная АСК (НАСК) предназначена для наземного контроля недемонтированного оборудования ВС. Элементы, установленные на борту ВС на функциональной схеме НАСК (рис. 13), обведены линией со штриховкой. Схема бортовой АСК отличается от приведенной отсутствием коммутатора 2 и тем, что все элементы АСК располагаются на ВС.

Элементы НАСК предназначены:

- генераторы входных сигналов (ГВС) - для подачи на входы объектов контроля заданных возбуждающих сигналов;
- датчики сигналов — для съема и преобразования контролируемого параметра в пропорциональную электрическую величину;
- нормализаторы — для приведения электрических величин, получаемых с датчиков сигналов, к определенному уровню путем масштабного преобразования, обеспечения согласования выходов датчиков с входами приемников;
- генераторы эталонных сигналов - для получения заданных значений сигналов, с которыми сравниваются в компараторе значения рабочих сигналов, получаемых с нормализаторов;
- анализатор — для оценки знака и значения результата сравнения в компараторе параметров и выдачи его на регистратор и световой индикатор;
- программное устройство — для управления работой АСК и объектов контроля по определенной программе, согласования во времени включений и выключений всех соответствующих элементов и каналов связи;
- коммутаторы — для управления и передачи информации в АСК по малому числу линий связи.

Пульт управления - для управления включением и выбором режима работы АСК.

Работа НАСК (см. рис. 13). При включении заданного режима контроля начинает работать программное устройство. Из него подаются сигналы на выбор и включение соответствующих генераторов сигналов, каналов коммутаторов. Через коммутатор включается выбранный объект контроля на заданный режим работы. [18, 32]

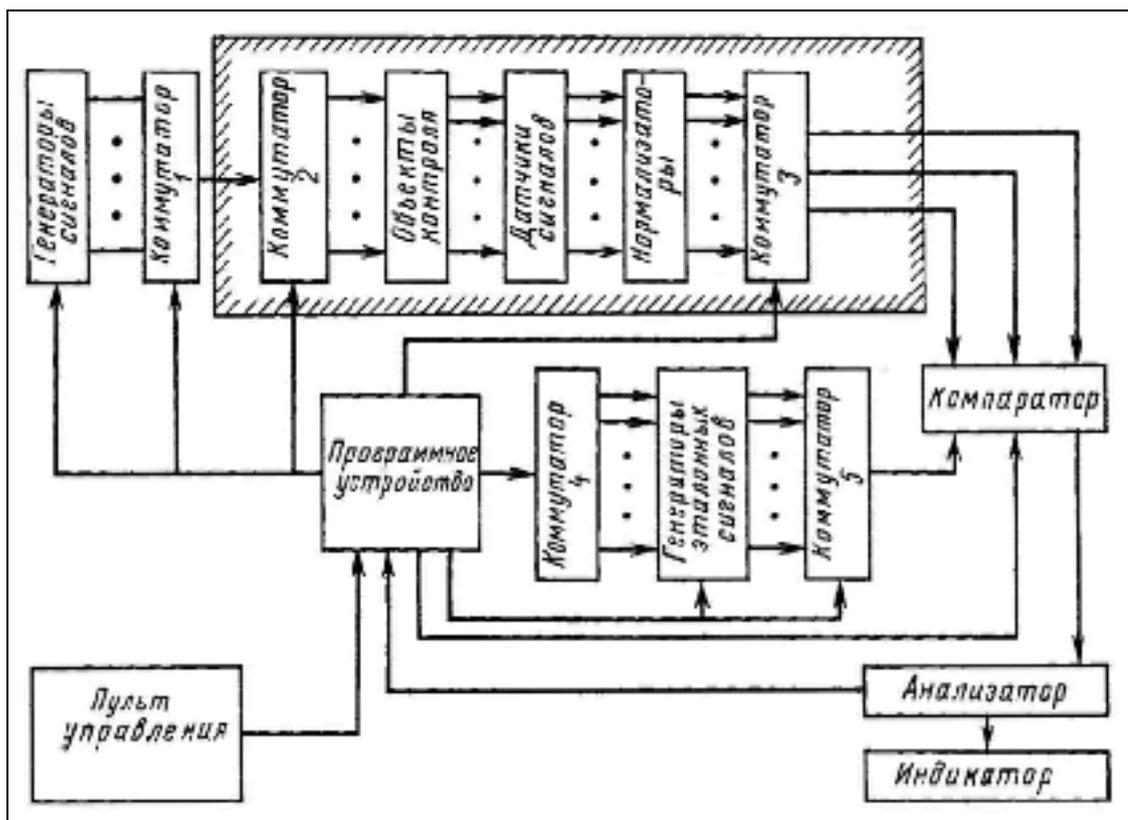


Рис. 13 Функциональная схема аналоговой АСК

Рабочие значения контролируемых параметров с датчиков сигналов через нормализаторы и выходной коммутатор 3 подводятся к компаратору. Сюда же с генераторов эталонных сигналов подводятся номинальные значения контролируемых параметров и их допусков. После сравнения в компараторе анализатор выдает результат контроля параметра на индикацию и одновременно сигнал на программное устройство для перехода к следующему шагу программы контроля.

Принципы устройства элементов АСК

Генераторы входных сигналов (ГВС). В качестве них могут использоваться: реле и контакторы, подающие напряжение в объекты контроля (ОК); источники напряжений с диапазоном дискретного регулирования напряжения 0... 100 В и ценой деления 0,1 В, с диапазоном дискретного регулирования напряжения 0...10 В и ценой деления 0,01 В; источник частоты, имеющий диапазон частот от 10 Гц до 10 МГц и 1000

ступеней переключения их значений, диапазон амплитуд от 0,1 В до 10 В с десятью ступенями переключений; генераторы временных интервалов (служат для задания времени срабатывания различных механизмов); генераторы давлений и разрежений воздуха для имитации скоростного напора и высоты полета, которые представляют собой электрические насосы и вакуум-помпы с регулируемыми параметрами на выходах. Во многих случаях в качестве ГВС могут использоваться встроенные в ОК элементы. Например, для создания прецессии гироскопа используются имеющиеся в гиروزле моментные электродвигатели.

Датчики сигналов

Они представляют собой устройства, аналогичные датчикам различных авиационных приборов и автоматов, имеющие электрический выход (потенциометрические, емкостные, индуктивные, пьезоэлектрические, термоэлектрические и т. д.).

Нормализаторы

Параметры, которые получаются на выходе нормализаторов, называются приведенными, или нормализованными. Если значение измеряемого параметра равно i , то нормализованное. Нормализация измеряемых параметров может производиться и с преобразованием вида первоначального электрического сигнала.

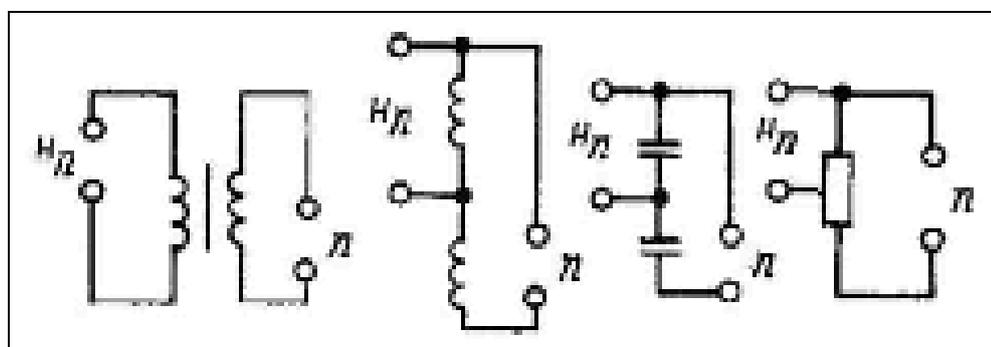


Рис. 14 Схема нормализаторов

Генераторы эталонных сигналов.

Они могут выполняться в виде делителей напряжения с большим числом дискретно переключаемых уровней, датчиков импульсов напряжений с большим числом дискретно переключаемых значений временных интервалов между ними, схем стабилитронов.

Компаратор и анализатор.

В компараторах, т. е. сравнивающих устройствах, используются электронные реле с дифференциальными входами с малыми коэффициентами возврата, триггеры. В аналоговых АСК компаратор обычно объединяется с анализатором в одной схеме. Схема эта может быть построена на опорных диодах и логических элементах И, НЕ, ИЛИ. Возможная схема компаратора и анализатора обеспечивает оценку результатов контроля в виде «норма - меньше (больше) - не годен» (рис. 15).

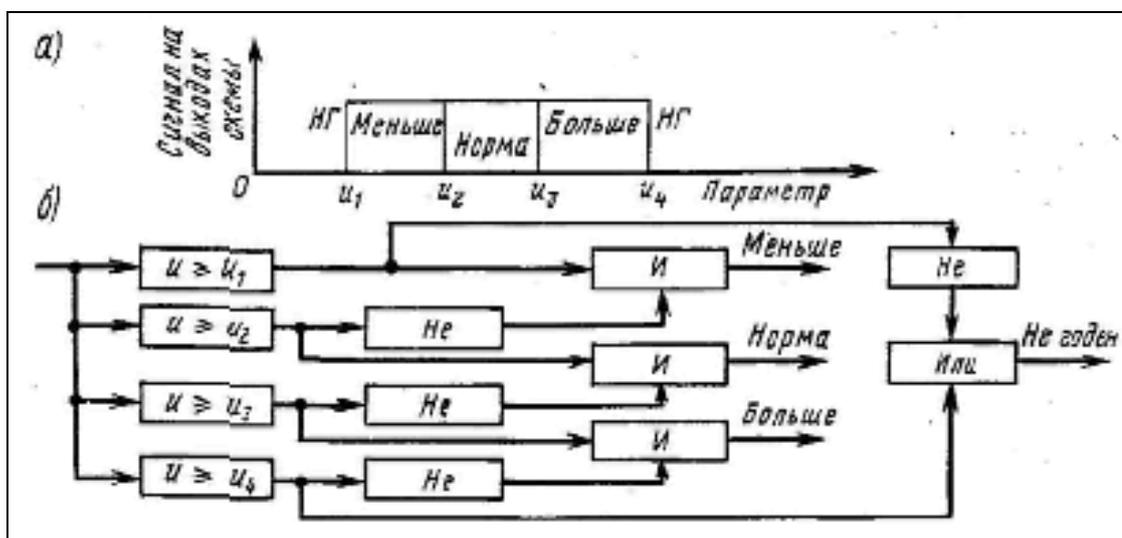


Рис. 15 Компаратор с анализатором:

а – связь параметра с выходным сигналом; б - схема

Программное устройство

В простейших АСК с небольшим числом операций контроля в качестве программного устройства используются шаговые искатели, коммутаторы с

электроприводом постоянного тока. При всей их простоте эти устройства имеют малые быстродействие и надежность. Если число операций контроля находится в пределах десяти, то могут применяться электронные реле времени. В сложных АСК нашли применение программные устройства с перфолентами, магнитными лентами, магнитными барабанами. При этом считывание информации осуществляется с помощью фотодиодов, магнитных головок, которые управляют коммутирующими матрицами. [18, 32]

Коммутаторы

Одно из основных требований к коммутаторам - высокая точность коммутации, т. е. минимальные потери сигнала в коммутирующих элементах, которые оцениваются коэффициентом потерь.

Вторая основная характеристика коммутатора - скорость коммутации, которую можно оценить максимальным числом переключений в единицу времени.

В качестве коммутаторов используются электромагнитные контактные устройства и электронные (бесконтактные) коммутаторы. К первым относятся шаговые искатели и релейные коммутаторы, где коммутация сигналов осуществляется с помощью подвижных контактов.

Недостатком коммутаторов типа диодной матрицы является наличие обратной проводимости диодов, что ведет к появлению на выходе определенной части напряжений от «закрытых» датчиков сигналов. Поэтому в настоящее время достаточно надежно и четко работают подобные коммутаторы не более чем на 64 коммутируемых сигнала.

Цифровые АСК

Функциональная схема цифровой АСК (рис. 16) имеет много общего с аналоговой. Такие ее элементы, как коммутаторы, генераторы и датчики сигналов, нормализаторы, программное устройство, индикаторы результатов контроля, имеют то же назначение и устройство. Однако в цифровой АСК все операции сравнения и анализа выполняет специализированная или

универсальная ЭЦВМ, которая, наряду с программным устройством, управляет процессом контроля. Связь объекта контроля с ЭЦВМ осуществляется через аналогово-цифровые преобразователи (АЦП), которые преобразуют измеряемое значение аналогового параметра в цифровой код. Имеются АЦП для преобразования в код напряжений, временных интервалов, частоты. [2, 32]

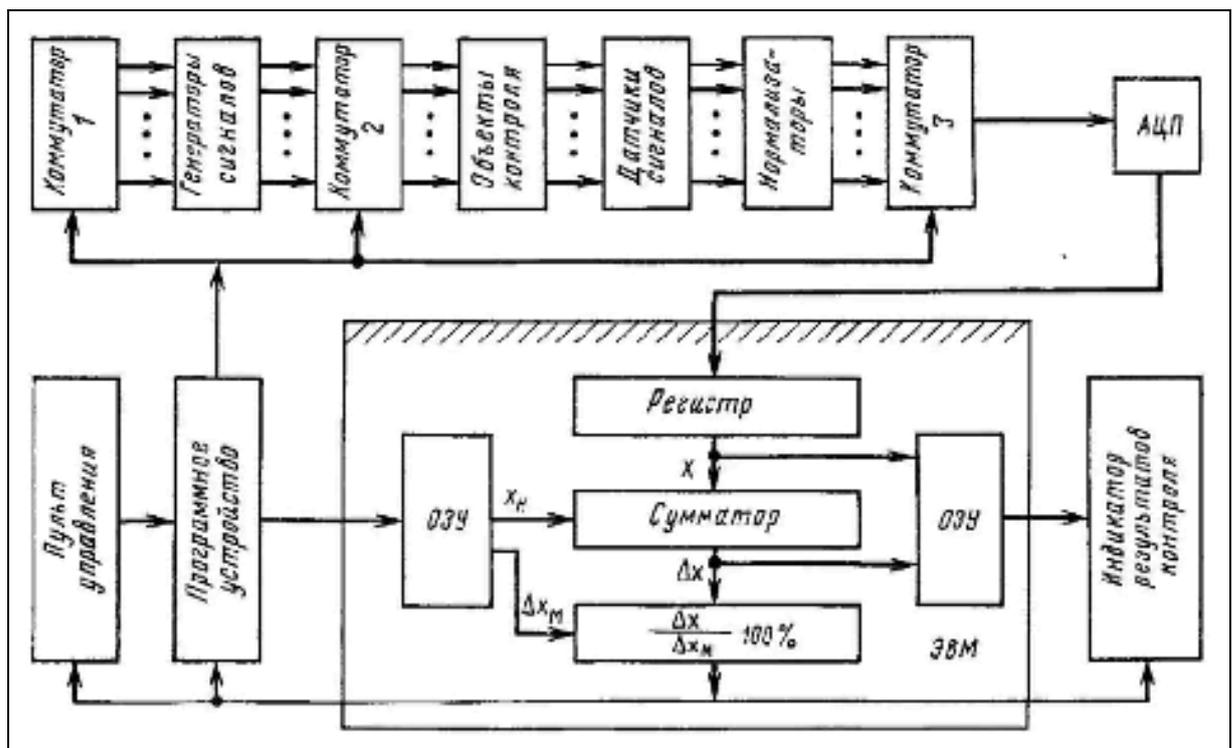


Рис. 16 Функциональная схема БАСК

По окончании операций расчета ЭЦВМ выдает команду в программное устройство о переходе к следующему шагу контроля. Программное устройство выдает соответствующие команды и коды в коммутаторы и ЭЦВМ.

Программа контроля, цифровые значения номиналов и допусков всех контролируемых величин хранятся в запоминающем устройстве (ЗУ) программного устройства АСК. В качестве ЗУ (внешней памяти) используются перфоленты, перфокарты, магнитные ленты, магнитные

барабаны и диски. Необходимое ЗУ подключается в ЦВМ через коммутатор (на схеме не показан). Ручное управление процессом контроля осуществляется с пульта управления АСК.

АСК состоит из универсальной и специализированной частей. Универсальная часть является основой для АСК любых объектов контроля, а состав и схемы специализированной части определяются объектами контроля. Основа универсальной части АСК представляет собой управляющую ЭВМ с внутрисистемным интерфейсом (рис. 17). [16, 32]

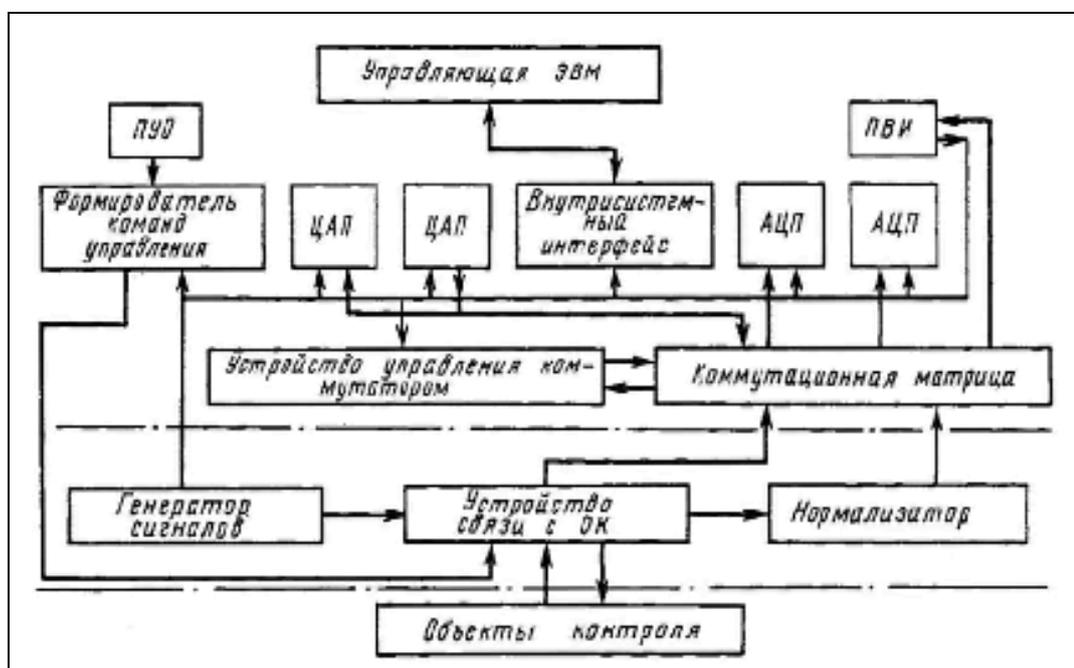


Рис. 17 Обобщенная структурная схема цифровой АСК

В соответствии со структурной схемой управляющей ЭВМ АСК (рис. 18) результаты контроля могут выводиться на цифropечатающее устройство (ЦПУ), аналого-цифровое печатающее устройство (АЦПУ), дисплей, перфоратор. Таймер обеспечивает синхронизацию работы блоков АСК. Частью АСК является интерфейс внутрисистемный. С его помощью решаются задачи связи во времени соответствующих входов и выходов

блоков АСК, сопряжения приборов с различной структурой кодов информации.

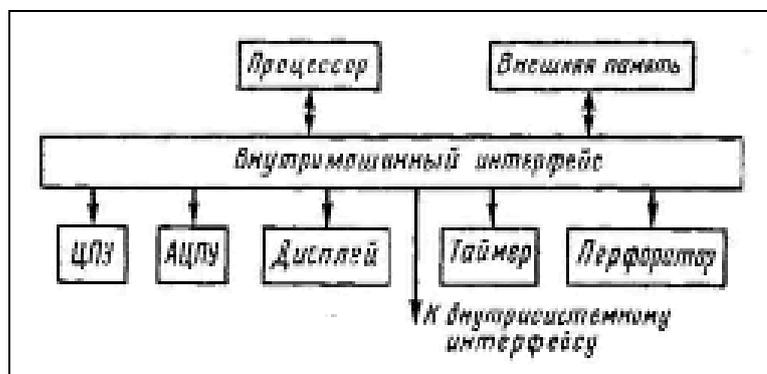


Рис. 18 Структура управляющей ЭВМ АСК

На рис. 19 приведена структурная схема НАСК демонтированных блоков авиационного оборудования, которая разработана в Московском институте инженеров гражданской авиации. Основу этой НАСК составляет управляющий вычислительный комплекс (УВК), состоящий из ЦВМ, внешней памяти, устройства ввода-вывода информации (УВВИ) и устройства отображения текущей информации (УОТИ). Этот комплекс управляет работой всех систем НАСК, обрабатывает, документирует и хранит результаты контроля. [17]

Для формирования стимулирующих сигналов на входах ОК служат; преобразователь код аналог многоканальной (ПКАМ), преобразующий поступающие из ЭВМ коды в аналоговый сигнал напряжения постоянного тока; генераторы стандартных сигналов; источники мощных напряжений и токов постоянного тока, источники опорных напряжений.

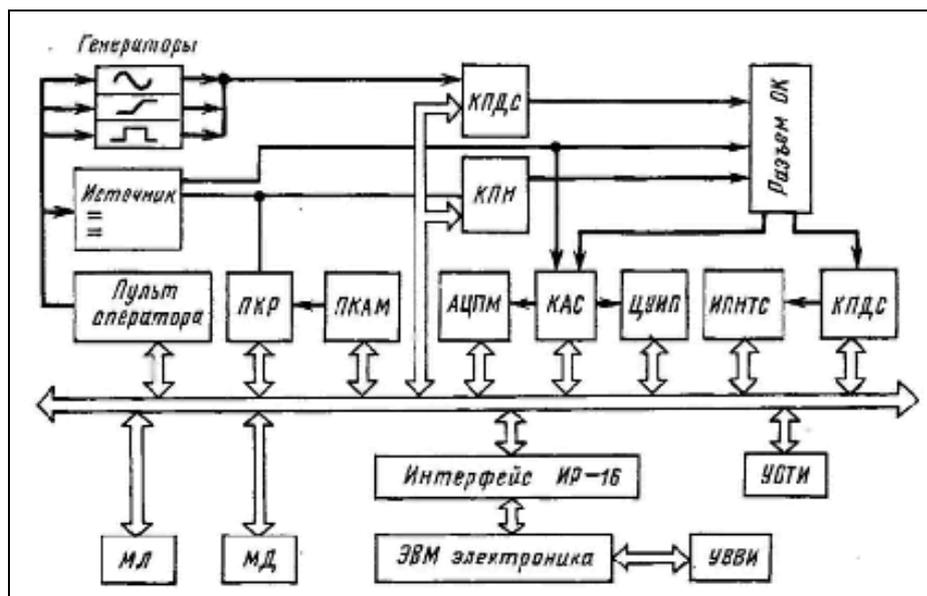


Рис. 19 Структурная схема НАСК демонтированных блоков

Сбор, измерение и преобразование в цифровой код аналоговой информации, поступающей из ОК, выполняются системой аналогового ввода, включающей в себя: аналогово-цифровой преобразователь АЦПМ; цифровой универсальный измерительный прибор ЦУИП; измерители-преобразователи нетиповых сигналов ИПНТС.

Система коммутации НАСК содержит несколько коммутаторов, управляемых от ЭВМ; программируемый коммутатор-распределитель (ПКР); коммутаторы постоянных напряжений (КПН), переменных и дискретных сигналов (КПДС), аналоговых сигналов (из ОК) КАС.

Все элементы АСК и УВК объединяются через интерфейс ИР-16. Он обеспечивает управление периферийными устройствами УВК, сопряжение всех элементов системы. [6]

Работа средства контроля начинается с включения всех устройств, входящих в НАСК АО. Следующий этап - загрузка программы интерпретатора языка ФОКАЛ и программы контроля блока, контроль которого должен проводиться.

Для документирования процесса контроля работа программы начинается с диалога оператора с ЭВМ, в ходе которого на дисплее или на печатающем устройстве Consul (или на АЦПУ) печатаются вопросы, на которые оператор дает ответ с клавиатуры выбранного устройства.

По каждому контролируемому параметру по завершении контроля выводится на печать строка, содержащая следующую информацию: номер проверки, код параметра, текущее значение, верхний предел, нижний предел, процент отклонения, вывод («в норме», «не годен»).

По окончании контроля всех параметров анализируется результат контроля и дается интегральная оценка о блоке: «годен», «не годен». После завершения контроля НАСК авиационного оборудования переходит в режим ожидания команд оператора и готово к контролю очередного блока.

В процессе контроля ЭВМ выполняет тестовый контроль работоспособности отдельных подсистем и блоков НАСК авиационного оборудования. Она также может решать не относящиеся к процессу контроля задачи. [12]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования в диссертационной работе позволяют сделать следующие выводы:

1. На основе анализа авиационного оборудования самолетов малой авиации восточного и западного производства установлено, что современные системы и приборы, применяемые на ВС западного производства обеспечивают большую надежность и работоспособность, чем авиационное оборудование западного производства. Сделан вывод, что такое оборудование имеет обязательный встроенный контроль и многофункциональную защиту, что позволяет улучшать его техническое состояние, обеспечивая таким образом высокую эффективность комплексного применения авиационного оборудования.

2. Проведен обзор применяемых методов технического обслуживания и эксплуатационного ремонта авиационного оборудования. Показано, что сегодня существуют два основных метода технического обслуживания: по техническому ресурсу и по техническому состоянию. Обозначено, что обслуживание авиационной техники западного производства в основном выполняется по техническому состоянию.

3. Разработаны и синтезированы усовершенствованные процессы технического обслуживания авиационного оборудования самолетов «малой авиации», обеспечивающего диагностирование систем и поддержание их в работоспособном виде, применив метод обслуживания по техническому состоянию.

4. Рассмотрена модернизация оборудования и инструментов, применяемых при техническом обслуживании авиационного оборудования. Вместо устаревших аналоговых стендов, предложены компактные многофункциональные цифровые стенды для проверки параметров и настройки авиационного оборудования.

5. Разработана методика внедрения предложенных усовершенствованных процессов технической эксплуатации в «малой авиации» Республики Узбекистан. Рассмотрены достоинства и недостатки от внедрения подобных процессов для планируемой корректировки в процессе апробации.

6. Полученные результаты направлены на сокращение времени технической эксплуатации, повышения достоверности контроля состояния оборудования на всех стадиях его жизненного цикла и, как следствие, на повышение качества процесса навигации и критериев эффективности комплексного применения авиационного оборудования.

7. Предложен метод технической эксплуатации по состоянию изделий самолетов «малой авиации» с учетом их эксплуатационной надежности. Показано, что модернизация технической эксплуатации авиационного оборудования самолетов в республике позволит существенно повысить качество ТО, снизить себестоимость летного часа, улучшить показатели эффективности применения авиационного оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. И. А. Каримов “Узбекистан свой путь обновления и прогресса”, Ташкент. Узбекистан, 1992 г.
2. В.Г. Воробьев, В.Д. Константинов «Техническая эксплуатация авиационного оборудования», М., «Транспорт», 1990г.
3. Б.А. Асс, Н.М. Жукова “Детали авиационных приборов и их расчет”, М.: “Машиностроение”, 1986 г.
4. И.Н. Антипенко, В.И. Кузнецов “Эксплуатационная надежность авиационного оборудования”, М.: “Транспорт”, 2000 г.
5. Н.Н. Смирнов, А.А. Ицкович «Обслуживание и ремонт авиационной техники по состоянию», М.: «Транспорт», 1980.
6. Е.Ю. Барзилович, М.В. Савинков «Статистические методы оценки состояния авиационной техники», М.: «Транспорт», 1987.
7. Радченко И.В., Крамчанинов В.П. «Техническое описание самолета Ан-2», Москва, «Транспорт», 1995г.
8. «Система «АБРИС» и Система раннего предупреждения столкновения с землей». Техническое описание и руководство по эксплуатации, Москва, 2010г.
9. С.А. Решетов «Электрооборудование воздушных судов», М., Транспорт», 1991 г.
10. Д.А. Браславский «Авиационные приборы», М.: Машиностроение, 1991 г.
11. Руководство по технической эксплуатации и ремонту авиационной техники в НАК «Узбекистон хаво йуллари» (РТЭРАТ НАК - 2012), Ташкент, 2012г.
12. Н.В. Аникин, Ю.В. Назаров «Техническая эксплуатация самолетов», М.: «Транспорт», 1984г.
13. М.А. Доброленский «Авиационное оборудование», 1989 г.

14. В.Д. Константинов, В.В Глухов «Методы контроля технического состояния авиационного оборудования», М.: МИИГА, 1986.
15. В.Д. Константинов, Г.А. Куликов «Средства контроля технического состояния авиационного оборудования», М.: МИИГА, 1987.
16. Г.Н. Клейменов, И.С. Курбатов «Электрооборудование ЛА», М., «Транспорт», 1972 г.
17. В.Т. Бородин “Пилотажные комплексы и системы управления самолетов и вертолетов”, М.: “Машиностроение”, 1978 г.
18. «Универсальная измерительная система УИС-АТ». Техническое описание и руководство по эксплуатации, Москва, 2011г.
19. Регламент технического обслуживания самолетов Ан-2, вертолета Ми-8МТВ-1, Москва, «Транспорт», 2002г.
20. «Описание лабораторного оборудования для контроля электрических параметров», Москва, «Транспорт», 1982г.
21. «Контрольно-проверочный комплекс КПК». Техническое описание и руководство по эксплуатации, Москва, 2012г.
22. И.Е. Бондарчук, В.И. Харин “Авиационное и радиоэлектронное оборудование самолета”, М.: “Транспорт”, 1975 г.
23. В.Г. Денисов, В.В. Козарук и др. “Эксплуатация авиационного оборудования и безопасность полетов”, М.: ”Транспорт”, 1979 г.
24. Ю.П. Доброленский “Авиационное оборудование”, М.: ”Транспорт”, 1986.
25. Руководство по технической эксплуатации самолета Ан-2.
26. Руководство по технической эксплуатации самолета Як-52.
27. В.И. Харин ”Авиационные приборы”, М.: “Транспорт”, 1978 г.
28. Эксплуатация авиационного оборудования и безопасность полетов/В. Г. Денисов, В. В. Козарук, А, С, Кураев и др. М.: Транспорт, 1979.
29. С.А. Раимов, М.И. Ибадуллаев, «Модернизация авиационного

оборудования самолетов типа Ан-2», Тезисы докладов республиканской научно-практической конференции, ТГТУ, Ташкент, 2012 г.

30. С.А. Раимов, М.И. Ибадуллаев, «Модернизация систем технического контроля авиационного оборудования», Тезисы докладов республиканской научно-практической конференции, ТГТУ, Ташкент, 2012 г.

31. С.А. Раимов, М.И. Ибадуллаев, «Внедрение усовершенствованных средств технического контроля», Тезисы докладов республиканской научно-практической конференции, ТГТУ, Ташкент, 2013 г.

32. Материалы Интернета:

www.aviation.ru

www.teknol.ru

www.aviadocs.ru

www.avionics.com

www.ziyonet.uz

www.civilavia.info/documents

www.aireo.ucoz.ru