

## **анализ отказов авиационного оборудования и методы устранения выявленных недостатков**

Каримов Алексей Валериевич, старший преподаватель;

Чориев Улугбек Дамин угли, магистрант;

Ташкентского государственного технического университета  
имени Ислама Каримова (г. Ташкент)

Повышение требований к безопасности полета и эффективности работы авиатранспорта требует повышения уровня надежности авиационного оборудования. Регион Центральной Азии имеет характерные условия эксплуатации, обусловленные высокими температурами (свыше  $+55^{\circ}\text{C}$ ) в сочетании с низкой влажностью, интенсивным солнечным излучением (до  $1500 \text{ Вт/м}^2$ ) и высоким содержанием пыли и песка в атмосфере. Последнее способствует отрицательному абразивному и химическому воздействию на радиоаппаратуру. Не менее важным фактором является концентрация пыли.

Пыль и песок, содержащиеся в атмосфере, оседая на поверхности деталей аппаратуры, могут стать причиной возникновения в ней неисправностей различного характера. Пыль содержит углекислые и сернокислые соли, хлориды, которые, взаимодействуя с влагой, ускоряют процессы коррозии [1]. Кроме того, находящаяся в воздухе пыль способствует утечке зарядов, в том числе может вызвать пробой промежутка, находящегося между контактами с высокой разностью потенциалов. Повышение и понижение температуры, в том числе суточное изменение температуры окружающей среды, во многом влияет на место установки аппаратуры. Так как электрические параметры аппаратуры во многом зависят от температурных условий то необходимо, чтобы температура нагрева наиболее чувствительных к окружающей температуре элементов находилась в допустимых для этих элементов пределах. Кроме того, многие конструктивные материалы при высоких температурах претерпевают структурные изменения, что приводит к изменению их электрических характеристик.

Конечным результатом воздействия указанных негативных факторов на радиоэлектронное оборудование является, как правило, его отказ. Под отказом понимается при этом событие, заключающееся в нарушении работоспособности объекта – иными словами переход объекта из работоспособного в неработоспособное состояние.

Причины возникновения отказа и их классификация весьма многообразны [2].

В частности это могут быть дефекты, допущенные при конструировании, производстве или же появившееся из-за нарушения правил технической эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры, в том числе случайные повреждения, а также неисправности, обусловленные естественными процессами изнашивания и старения. По характеру проявлений отказа выделяют явные и неявные (скрытые) отказы.

Явные отказы имеют характерные для них внешние проявления. Скрытые же отказы можно выявить только с помощью проведения соответствующих измерений. По возможности восстановления работоспособного состояния оборудования после возникновения в нем отказа выделяют устранимые и неустраиваемые отказы.

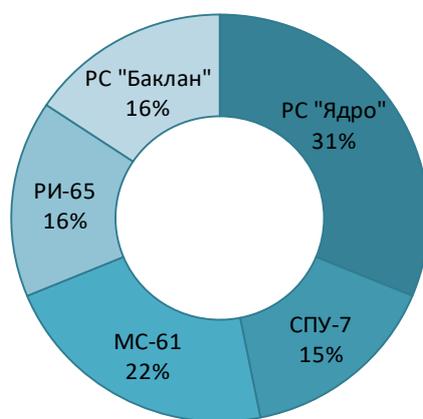
Кроме того, различают искусственные и естественные отказы. Естественные отказы возникают случайным образом, искусственные же отказы вызываются намеренно.

Естественные отказы на стадии эксплуатации могут быть обусловлены процессами старения радиоэлектронных компонентов (а также процессами износа механических частей), нарушения их режимов работы или неправильного использования оборудования. Искусственные отказы может потребоваться вызывать при проведении проверки правильности работы системы технической диагностики, а также в ряде других случаев.

Особую проблему представляют многократно повторяющиеся самоустраиваемые отказы (сбои) в работе оборудования – перемежающиеся отказы.

Перебегающие отказы, а также одиночные сбои наиболее часто происходят по причине плохих контактов, или загрязнения промежутка между токоведущими проводниками. Причиной таких отказов очень часто бывает пыль, вызывающая замыкание между проводниками. Высокое содержание пыли для региона Центральной Азия, как уже было указано выше, является весьма характерным. Бортовое радиосвязное оборудование (РСО) наряду с радионавигационным и радиолокационным оборудованием предназначено для решения задач пилотирования летательных аппаратов [3]. При этом РСО играет не последнюю роль на всех этапах полета, и особенно при взлете и заходе на посадку. Обеспечение связи экипажа летательного аппарата со службами управления воздушным движением на этих этапах полета имеет первостепенное значение, вследствие чего уровень надежности РСО и разработка методов ее повышения имеет особую значимость. В ходе проведенных исследований на базе авиационного ремонтного предприятия (АРП) была выявлена статистика отказов радиосвязного оборудования, применяемого на вертолётах Ми-8МТ, за последние 10 лет.

После детального анализа отказов были выявлены основные характерные закономерности, что в свою очередь позволило выявить изделия, которые наиболее часто выходят из строя, т.е. имеют пониженную надежность. В частности, проведенные исследования показывают, что самым ненадежным изделием является КВ радиостанция «Ядро-1А».



**Рис. 1. Результаты анализа отказов РСО Ми-8МТ**

Как видно из диаграммы на рис. 1, 31% всех отказов авиационного оборудования приходится на долю КВ радиостанции «Ядро». Количество отказов 31%, что говорит о том, что из 100 отказов на судне, при технической эксплуатации, 31% происходит именно изделия «Ядро».

Есть несколько путей повышения уровня надёжности РСО:

1. Замена элементной базы на аналогичную по электрическим характеристикам, но более устойчивую к климатическим особенностям Средней Азии;

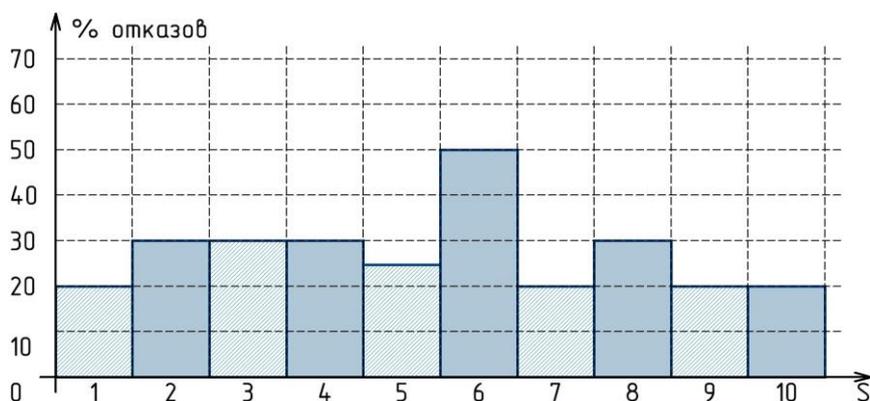
2. Изменение расположения оборудования, однако, для перемещения изделия на другое посадочное место требуется согласование с заводом изготовителем, который в случае с Ми-8МТ находится в другой стране;

3. Доработка оборудования, т.е. конструктивное изменение всего блока (в частности улучшение герметизации или отвода тепла) или изделия в целом;

4. Замена всего оборудования на аналогичное, но более современное, обладающего повышенной надёжностью, и соответствующим современным нормам. [4]

Экономически наиболее выгоден первый вариант, не требующий особенных изменений в конструкции изделия, а также переобучения персонала АРП.

Для уточнения характера отказов были проведены расширенные исследования, в частности проанализирован характер отказов элементов радиостанции «Ядро-1А» (рис. 2).



**Рис.2. Процентное содержание отказов элементов радиостанции «Ядро-1А»**

1 – конденсатор С35 К152-1В (16В×75мкФ); 2 – конденсаторы С79, С77 К152-1 (35В×100мкФ); 3 – преобразователь У22 ПС 28; 4 – преобразователь У42 ПС 27; 5 – коммутатор У4 ЛМ2; 6 – конденсаторы С4, С5, С6 К152-7А (63В×750мкФ); 7 – конденсатор С3 К152-5 (90В×68мкФ); 8 – конденсатор С45 К152-1 (50В×33мкФ); 9 – конденсаторы С1, С12 К152-5 (90В×68мкФ); 10 – конденсатор С9 К152-2(90В×100мкФ).

Как видно из приведенной диаграммы, элементами, которые наиболее часто отказывают в процессе эксплуатации, являются электролитические конденсаторы, особенно это касается конденсаторов марки К52-7А, которые в свою очередь являются дорогостоящими и дефицитными элементами. Так как все конденсаторы этой марки поставляются из другой страны, то это влечёт за собой ряд последствий, одним из которых является задержка при ремонте.

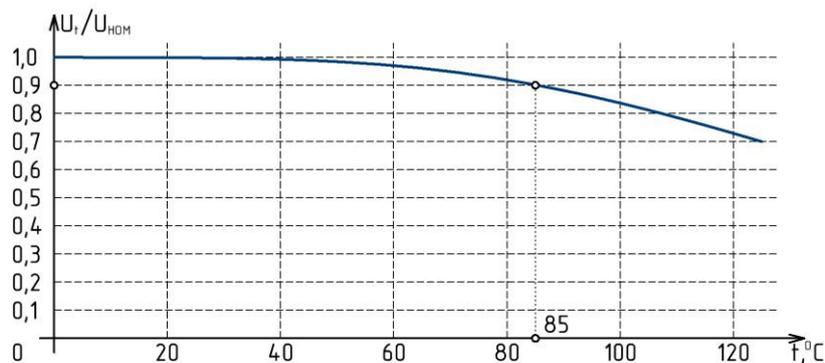
Выявлено, что причинами отказов данных элементов является в основном:

- перегрев;
- перенапряжение.

Рассмотрев характеристики данных конденсаторов, были выявлены и другие особенности. В частности на графике (рис.3) приведена зависимость номинального рабочего напряжения от температуры нагрева конденсатора К52-7А-1. Исходя из данного графика можно заметить, что конденсатор выдержива-

ет температурный режим  $+85^{\circ}\text{C}$  (по уровню – 1дБ), после чего его номинальное напряжение резко падает.

К тому же конденсатор марки К52-7А-1 может выдерживать кратковременное перенапряжение  $1,15 \cdot U_{\text{НОМ}}$  в течение не более 10 сек.



**Рис. 3. Зависимость допустимого напряжения на конденсаторе от температуры**

Исходя из рассмотренных фактов, следует, что перегрев приводит к перенапряжению конденсатора, следствием чего является отказ авиационного оборудования.

Таким образом, проведя анализ отказов авиационного оборудования вертолета Ми-8МТ, было установлено процентное распределение отказов по типам оборудования, в частности выявлено, что 31% приходится на долю радиостанции «Ядро-1А», 22% для речевого самописца «МС-61», на долю остального оборудования приходится по 15% отказов на каждый вид оборудования (РИ-65, СПУ-7, радиостанция «Баклан»). Детальный анализ отказов радиостанции показал, что выход элементов радиостанции «Ядро-1А» из строя происходит в основном по причине перегрева или перенапряжения, как выяснилось в ходе дальнейших исследований, эти два фактора имеют в данном случае сильную взаимосвязь. В частности было выявлено, что наиболее подверженные выходу из строя конденсаторы марки К52-7А-1 имеют пониженное до-

пустимое напряжение при тех температурах, при которых происходит их эксплуатация, что влечет выход их из строя. Исходя из температурных данных, было предложена замена данных конденсаторов на другую марку, более приспособленную для эксплуатации в условиях центрально-азиатского региона. Данное решение не является единственным вариантом решения проблем повышения надежности авиационного оборудования в условиях Центральной Азии, однако вследствие ограниченности объема данной статьи детально рассмотрено именно оно. По данному направлению, являющемуся актуальным в настоящее время, авторами ведутся дальнейшие исследования.

### **Литература**

1. Билибин К.И., Власов А.И. «Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры». Под ред. Проф. В.А. Шахнова. – М.: МГТУ им. Н.Э Баумана, 2002г.
2. Давыдов П.С., Иванов П.А. «Эксплуатация авиационного радиоэлектронного оборудования». Справочник. – М.: «Транспорт», 2009г. – 240с.
3. Силяков В.А., Красюк В.Н. «Системы авиационной радиосвязи»: Учеб. пособие/ Под ред. В.А. Силякова. СПб.: СПбГУАП, 2004г. – 160с.
4. «Авиационная электросвязь». Том III: Системы связи. Приложение 10 к Конвенции о международной гражданской авиации. Изд. 2-е. – ИКАО, 2007г.