

## АНАЛИЗ ОТКАЗОВ И ПОВРЕЖДЕНИЙ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ, ВЛИЯЮЩИХ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ПОЛЕТОВ

Чекрыжев Н.В.

В последние годы в решении проблемы обеспечения безопасности полетов (БП) наметился переход от накопления и анализа многочисленных и разрозненных данных о причинах авиационных происшествий (АП) к созданию общей теории БП [1].

Для количественной оценки уровня БП используют статистические и вероятностные показатели. Статистические показатели позволяют учесть все факторы и причины АП, т.к. они отражают уровень совершенства авиационной техники, организацию и обеспечение полетов, степень подготовки наземного и летного состава.

На вероятностные показатели БП, характеризующие полет как событие, которое будет завершено без АП, влияют следующие факторы: отказы авиационной техники, ошибки персонала и внешние условия [2].

В процессе эксплуатации изделие АТ может находиться в одном из следующих состояний (рис.1), при этом переход из состояния в состояние осуществляется через определенное событие [3].

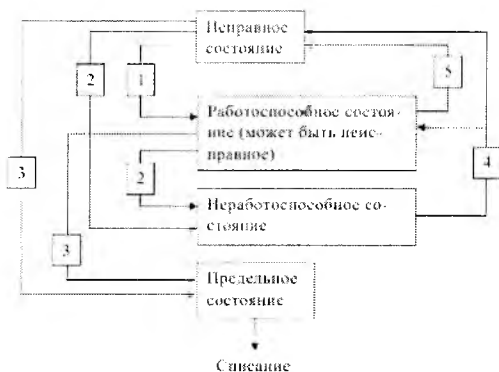


Рисунок 1 – Схема основных состояний объекта эксплуатации авиационной техники

1 – повреждение; 2 – отказ; 3 – переход изделия АТ в предельное состояние из-за неустраняемого разрушения конструкции; 4 – восстановление (ремонт); 5 – восстановление

Согласно [4], исправное состояние – это состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской документации.

Неисправное состояние – состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) конструкторской документации.

Работоспособное состояние – состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствует требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской документации.

Неработоспособное состояние – состояние объекта, при котором значение хотя бы одного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской документации.

Предельное состояние – состояние объекта, при котором его дальнейшее применение по назначению недопустимо или нецеле-

сообразно, либо восстановление его исправного или работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно.

Восстанавливаемый (невосстанавливаемый) объект – объект, для которого в рассматриваемой ситуации проведение восстановления работоспособного состояния предусмотрено (не предусмотрено) в нормативно-технической и (или) конструкторской документации.

Отказ – событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта.

Повреждение – событие, заключающееся в нарушении исправного состояния объекта при сохранении работоспособного состояния.

Анализ исследований причин появления отказов и повреждений элементов сложных систем, проведенный различными авторами в работах [3, 5, 6, 7, 8, 9, 10], позволяет классификацию повреждений и отказов изделий АТ представить в следующем виде (рис. 2).



Рисунок 2 – Виды повреждений и отказов авиационной техники

При эксплуатации АТ приходится сталкиваться с большим многообразием причин отказов и неисправностей ФС ВС и не все-

гда удастся однозначно классифицировать физическую природу отказа.

Однако успешному решению проблемы безопасности полетов способствует то обстоятельство, что в конструкцию ЛА и его систем преобладают элементы и агрегаты механического типа, для которых свойственны процессы усталости, износа, старения (силовые элементы планера, гидронасосы, бустеры, золотниковые распределители, различные уплотнения гидрогазовых систем и т.д.), т.е. изделия, характеристики надежности которых существенно зависят от их наработки.

По данным авиакомпании «American Airlines» в зависимости от интенсивности отказов  $\lambda$ , все изделия АТ можно разбить на две группы: к группе А относятся изделия, характеризующиеся тем, что начиная с некоторой наработки  $T_1$  интенсивность их отказов остаётся практически постоянной, т.е. она перестаёт быть функцией наработки. Изделия относящиеся к группе Б наоборот, интенсивность отказов существенно возрастает с увеличением наработки больше  $T_2$ .

Следовательно, для изделий группы Б целесообразно использовать метод технической эксплуатации до выработки ресурса (ТЭР). Как видно из рис. 3, такие агрегаты составляют всего 11% от общего числа изделий ФС.

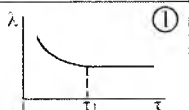
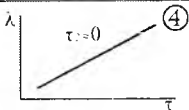
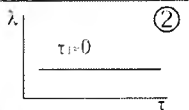
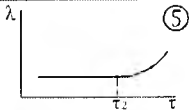
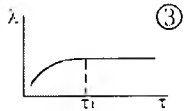
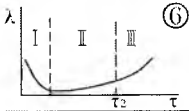
Группа А		Группа Б	
Вид зависимости $\lambda = f(\tau)$	Доля агрегатов %	Вид зависимости $\lambda = f(\tau)$	Доля агрегатов %
 <p>①</p>	68	 <p>④</p>	5
 <p>②</p>	14	 <p>⑤</p>	2
 <p>③</p>	7	 <p>⑥</p>	4
Всего	89	Всего	11

Рисунок 3 – Зависимость интенсивности отказов изделий АТ от наработки: группа А – при  $\tau > \tau_1$   $\lambda = \text{const}$ ; группа Б – при  $\tau > \tau_2$   $\lambda$  возрастает с увеличением наработки

При ТЭР момент начала работ по ТО и ремонту устанавливается единым для всего парка однотипных элементов и регламентируется по наработке. Такие изделия имеют установленные ресурсы до первого ремонта, межремонтный и до списания.

Для изделий группы А установление ресурсов не имеет смысла, т.к. оно не может повлиять на характеристики безотказности ФС. Способом защиты таких изделий является их резервирование. В этих условиях целесообразно применять метод эксплуатации изделия до отказа (ТЭО), т.е. сняв с этих элементов ресурсные ограничения, эксплуатировать его до отказа, после чего проводить восстановление. Показатели надежности ФС, а, следовательно, уровень безопасности полетов при этом не меняются, т.к. отказавший агрегат резервирован. Исследования показывают, что таких изделий ФС АТ большинство (89% рис. 3).

Область применения ТЭО [11] ограничивается изделиями:

- отказы которых не влияют на безопасность полета,

- имеет место экспоненциальное распределение вероятности безотказной работы,
- надежность которых обеспечивает требование регулярности полетов,
- имеющими индикацию отказов бортовыми средствами контроля [12,13]

Метод ТЭО в настоящее время широко применяется для ФС ВС с кодовым индексом 21, 30, 28, 29, 71 [14].

Интенсивность изменения фактического ресурса (старение, изнашивание и т.п.) в виде отказов и повреждений ФС ВС носит случайный характер и меняется в широких пределах в зависимости от условий эксплуатации, климатических условий, режимов работы, продолжительности рейсов, организации и качества технического обслуживания, условий хранения и т.д. [11]. Современные средства технического диагностирования и автоматизированного бортового контроля позволяют применять метод эксплуатации до предельного состояния (ТЭП).

Основой данного метода является получение необходимой и достоверной информации о техническом состоянии изделия. На основе информации о его фактическом состоянии, принимается решение о необходимости обслуживания, замены или ремонта, то есть, изделие и ФС ВС эксплуатируются до предотказового состояния. Для выявления предотказового состояния изделия используется принцип упреждающего допуска значений параметров, заключенных между предельным и предотказовым уровнями параметров. Выход параметра за предельный уровень означает отказ, а достижение предотказового уровня – необходимость выполнения профилактических работ или замены изделия [12].

Применения метода ТЭП характерно для систем и изделий, которые по соображениям безопасности полетов не могут быть допущены к эксплуатации до отказа, а по экономическим соображениям – к эксплуатации до выработки установленного межремонтного ресурса. Это дорогостоящие системы и изделия с высокой

функциональной значимостью, но имеющие недостаточную степень резервирования.

Выбор метода ТЭ производится на основании функциональной значимости (ФЗ) элемента системы, под которой понимают степень влияния его отказа и характера развития отказа на безопасность и регулярность полета. Общие принципы выбора метода ТЭ представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Общие принципы выбора метода ТЭ

Характеристики надежности элементов	Функциональная значимость	Метод технической эксплуатации	Контроль технического состояния	План замен элемента
Зависимость надежности от нарабатки	1	ТЭО	Выявление работоспособности при ПТО	При ОТО отказавших
	2	ТЭР, ТЭО	Контроль работоспособности резерва	При ПТО отказавших или выработавших ресурсе При ПТО выработавших ресурсе или отказавших
Зависимость надежности от времени от обнуления	3	ТЭП	Наземный при ПТО	При ПТО достигших ПС
	4	ТЭП, ТЭР	Автоматическими бортовыми СК	При ПТО выработавших ресурсе, при ОТО достигших ПС
Зависимость надежности от	4.1	ТЭР	-	При ПТО выработавших ресурсе
	4.2	(ТЭРсам.)		Замена не предусмотрена

Последствия отказа ЗОВ	Отказ не влияет на безопасность полета и (или) выполнение задания	Отказ влияет на безопасность полета и (или) выполнение задания	Отказ влияет на безопасность полета и (или) выполнение задания	Существуют методы и средства обнаружения ПС. ПС не обнаружено
	Резервирован	Резервирован	Существуют методы и средства обнаружения ПС.	ПС не обнаружено

### Библиографический список

1. Воробьев, В.Г. Технические средства и методы обеспечения полетов [Текст] / В. Г. Воробьев, Б. В. Зубков, Б. Д. Уриновский. – М.: Транспорт, 1989. – 151с.
2. Аралов, Г.Д. Состояние и перспективы решения задач повышения надежности, долговечности и ресурсов конструкции самолетов ГА [Текст] / Г. Д. Аралов, Б. С. Мокшанцев. – М.: Воздушный транспорт, 1984. – 47с.
3. Ицкович, А.А. Надежность летательных аппаратов и двигателей [Текст] / А.А. Ицкович. – М.: МГТУ ГА, 1990. – 104с.
4. ГОСТ 27.002-89 «Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения». – М.: Стандартиздат, 1989. – 32с.
5. Александров, В.Г. Техническая эксплуатация авиационной техники [Текст] / В.Г. Александров и др. – М.: Военное издательство, 1967. – 416с.
6. Когге, Ю.К. Основы надежности авиационной техники [Текст] / Ю.К. Когге, Р.А. Майский. – М.: машиностроение. 1993. – 175с.
7. Герцбах, И.Б. Модели отказов [Текст] / И.Б. Герцбах, Х.Б. Кордонский. // под ред. Б.В. Гнеденко. – М.: Советское радио. 1966. – 168с.
8. Сырицын, Т.А. Эксплуатация и надежность гидро- и пневмоприводов [Текст]: учебник. / Т.А. Сырицын. М.: Машиностроение. 1990. – 248с.
9. Анцелиович, Л.Л. Надежность, безопасность и живучесть самолета [Текст]: учебник. / Л.Л. Анцелиович. – М.: Машиностроение. 1985. – 296с.
10. Ширман, А.Р. Практическая вибродиагностика и моторинг состояния механического оборудования [Текст] / А.Р. Ширман, А.Б. Соловьев. – М.: 1996. – 276с.
11. Смирнов, Н.Н. Обслуживание и ремонт авиационной техники по состоянию [Текст] / Н.Н. Смирнов, А.А. Ицкович. – М.: Транспорт. 1987. – 272с.



12. Смирнов, Н.Н. Обслуживание и ремонт авиационной техники по состоянию [Текст] / Н.Н. Смирнов, А.А. Ицкович. – М.: Транспорт. 1980. – 232с.

13. Титов Ю.В., Литвиненко А.Н. Техническое обслуживание самолетов и вертолетов // Техническое обслуживание машин, оборудования и приборов зарубежными фирмами. Кн. 1. М.: Внешторгреклама. 1978. с. 31-71.

## **УПАКОВКА И ЭКОЛОГИЯ**

**Игнатов А. П., Рыпало В. Н**

Упаковочная индустрия в Российской Федерации формируется всего около 20 лет и за этот небольшой промежуток времени достигла значительных успехов. Это производство и поставка упаковочных материалов, тары и упаковки, упаковочных технологий и оборудования, комплектующих, комплекса услуг и многого другого, так или иначе связанного с этими процессами.

В упаковочной индустрии РФ работают сотни предприятий, где заняты тысячи работающих. По экспертным данным в Центральном (ЦФО), Приволжском (ПФО), Уральском (УФО), Сибирском (СФО), Северо-Западном (СЗФО), Южном (ЮФО) федеральных округах для потребляющих отраслей промышленности производят или поставляют тару, упаковочные материалы и упаковку свыше 2250 предприятий. А упаковочное оборудование производят и поставляют более 870 предприятий (в том числе филиалы и представительства зарубежных компаний). Следует добавить, что количество предприятий, работающих в данной сфере, постоянно растет.

Основные принципы науки о товарах - безопасность, эффективность, совместимость, систематизация, взаимозаменяемость в полной мере относятся к упаковке. Упаковка - не только процесс, средство, фактор сохранения качества и количества товаров, но она давно стала однородной группой непродовольственных товаров, объединенная показателем функционального назначения.