

Тема № 23. Надежность авиационной техники и безопасность полетов.

Занятие № 1. Основные положения теории надежности.

Вопрос № 1. Основные положения теории надежности

Надёжность

– это свойство АТ сохранять во времени в установленных пределах все параметры, обеспечивающие выполнение требуемых функций в заданных условиях эксплуатации, ремонта, хранения и транспортирования.

Способы повышения надежности:

- формирование у специалистов-эксплуатационников глубоких знаний по вопросам надёжности АТ и путям её поддержания на высоком уровне в эксплуатации;
- обеспечение грамотной эксплуатации АТ;
- проведение достоверного и своевременного диагностирования АТ;
- прогнозирование технического состояния АТ;
- массовый сбор и систематизация данных о надёжности АТ в интересах выполнения своевременных корректировок конструкции и правил эксплуатации АТ.

Надёжность

Это комплексное свойство, включает в себя частные свойства:

- **ремонтпригодность;**
- **безотказность;**
- **долговечность;**
- **сохраняемость.**

Ремонтопригодность

Это свойство, заключающееся в приспособленности АТ:

- к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов и повреждений,
- к поддержанию, восстановлению работоспособности путем проведения технического обслуживания и ремонтов.

Безотказность

Это свойство АТ непрерывно сохранять работоспособность в течение заданного времени или наработки, то есть в течение определённого ресурса.

Безотказность наиболее полно проявляется при применении АТ (в полёте), а также при подготовках к применению.

Долговечность

Это свойство АТ длительно сохранять работоспособность до предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта.

Долговечность определяет длительность эксплуатационной стадии, поэтому это свойство проявляется в течение всей стадии эксплуатации.

Сохраняемость

Это свойство сохранять неизменными все надежность свойства АТ (ремонтпригодность, безотказность, долговечность) в течение и после хранения и транспортирования.

Сохраняемость наиболее полно проявляется после хранения и транспортирования АТ.

Состояния АТ:

- состояние готовности к применению (боеготовое состояние);
- не боеготовое состояние;
- исправное состояние;
- неисправное состояние;
- работоспособное состояние;
- неработоспособное состояние;
- предельное состояние.

Состоянию готовности к применению (боеготовому состоянию)

применительно к ЛА соответствует исправный ЛА, подготовленный к полету и снаряженный в соответствии с заданием на полет с оформленной установленной документацией.

Состоянию исправности

соответствует комплексный ЛА, имеющий остаток ресурса и срока службы.

На нем выполнены установленные операции технического обслуживания, устранены последствия повреждений и отказов в соответствии с требованиями эксплуатационной документации.

Работоспособному состоянию

соответствует АТ, у которой значение всех параметров, характеризующих способность выполнять задание для АТ функции, соответствуют требованиям эксплуатационной документации на всех режимах работы АТ.

Предельному состоянию

соответствует такая АТ, дальнейшее применение которой по назначению недопустимо или не целесообразно, либо восстановление исправного или работоспособного состояния – невозможно или не целесообразно.

Небоеготовному, неисправному или неработоспособному состоянию

соответствует такая АТ, для которой не выполняется хотя бы одно из требований, предъявляемых, соответственно, к боеготовой, исправной или работоспособной АТ.

Повреждение

– это событие, заключающееся в нарушении исправного состояния АТ при сохранении её работоспособности.

Отказ

– это событие, заключающееся в нарушении работоспособности АТ.

Восстанавливаемая АТ

- такая АТ, для которой при потере ее работоспособности в эксплуатационной документации предусматривается восстановление (ремонт, регулировка и т.д., осуществляемые в условиях эксплуатирующей части).

Невосстанавливаемая АТ

- такая АТ, для которой при потере ее работоспособности в эксплуатационной документации не предусматривается восстановление.

Вопрос № 2. Показатели надежности.

Свойство объекта	Показатель надёжности
Безотказность	<ul style="list-style-type: none">- Вероятность безотказной работы- Интенсивность отказов- Средняя наработка на отказ- Параметр потока отказов- Средняя наработка на отказ
Ремонтопригодность	<ul style="list-style-type: none">- Вероятность восстановления- Интенсивность восстановления- Среднее время восстановления
Долговечность	<ul style="list-style-type: none">- Назначенный ресурс- Материальный ресурс
Сохраняемость	<ul style="list-style-type: none">- Средний срок службы- Средний срок сохраняемости
Безотказность и ремонтпригодность	<ul style="list-style-type: none">- Коэффициент готовности- Коэффициент простоя- Коэффициент техиспользования- Коэффициент оперативной готовности

Единичный показатель надежности

– это такой ее показатель, который относится к одному из свойств, составляющих надежность объекта (безотказность, ремонтпригодность и т.д.).

Комплексный показатель надежности

- это такой ее показатель, который относится к нескольким свойствам, составляющим надежность объекта

Основные показатели надежности для восстанавливаемых изделий:

1. Вероятность безотказной работы $P(t)$

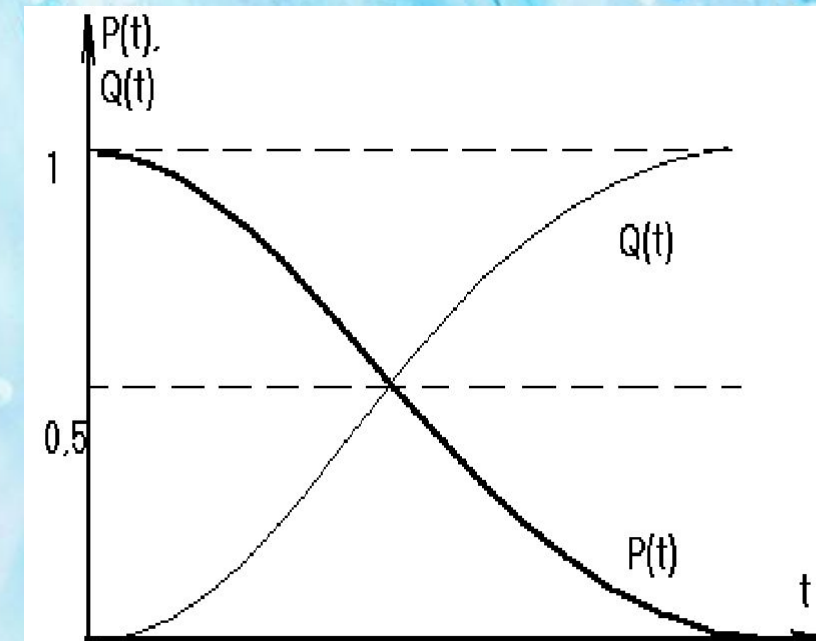
– это вероятность того, что в пределах заданной наработки t отказ изделия не произойдет:

$$P(t) = \frac{N(t)}{N(0)} = 1 - \frac{n(t)}{N(0)}$$

где $N(0)$ – число исправных объектов в начальный момент времени $t=0$;

$N(t)$ – число исправных объектов в момент времени t ;

$n(t)$ – число отказавших объектов за время t .



Исходя из того, что отказ и не отказ одного изделия образуют полную группу событий, вероятность отказов восстанавливаемых объектов можно определить по формуле:

$$\Theta(\tau) = 1 - \Pi(\tau) = \frac{v(\tau)}{N(0)}$$

2. Интенсивность отказов $\lambda(t)$.

Определяется на основании статистических данных как отношение числа отказавших изделий за некоторый интервал времени к числу работоспособных изделий в начале этого интервала:

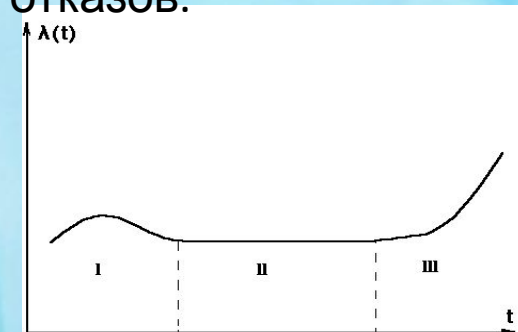
$$\lambda(t) = \frac{\Delta n_i}{N_{t_i} \times \Delta t_i}$$

Где:

- Δt_i – интервал времени;
- Δn_i – число изделий, отказавших за время Δt_i ;
- N_{t_i} – число изделий, исправно работающих к началу интервала времени Δt_i .

На этом графике можно выделить три характерных участка, характеризующих этапы работы изделий: приработки, нормальной эксплуатации и отказов вследствие старения элементной базы.

График интенсивности отказов.



3. Параметр потока отказов $w(t)$.

Это отношение среднего количества отказов восстанавливаемого объекта за произвольно малую его наработку к значению этой наработки.

4. Нарботка на отказ (среднее время безотказной работы).

Это отношение наработки восстанавливаемого объекта к значению числа отказов в течение этой наработки.

5. Вероятность восстановления.

Вероятностью восстановления работоспособного состояния в заданное время называется вероятность того, что время восстановления работоспособного объекта не превысит заданного.

6. Интенсивность восстановления.

Это условная плотность вероятности восстановления объекта к времени t , отсчитываемого от момента начала восстановления, при условии, что до момента времени t восстановления объекта не произошло.

7. Среднее время восстановления.

Среднее время восстановления представляет собой математическое ожидание времени восстановления работоспособного состояния объекта:

$$T_B = \frac{\sum_{i=1}^n T_{B_i}}{n}$$

где: T_{B_i} - случайное время восстановления объекта после i -го отказа
 n – число восстановлений за время испытаний.

8. Назначенный ресурс.

Назначенный ресурс определяется как суммарная наработка объекта, при достижении которой эксплуатация должна быть прекращена независимо от его состояния.

9. Коэффициент готовности K_G

Это вероятность того, что объект окажется работоспособным в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых использование объекта по назначению не предусматривается:

где T_0 – среднее время безотказной работы;

T_B – среднее время восстановления.

$$K_G = \frac{T_0}{T_0 + T_B}$$

10. Коэффициент простоя K_{Π}

Это вероятность нахождения объекта в состоянии отказа в произвольный момент времени, кроме периодов планового обслуживания:

$$K_{\Pi} = 1 - K_G = \frac{T_B}{T_B + T_0}$$

11. Коэффициент технического использования $K_{ТИ}$

Это отношение математического ожидания времени пребывания объекта в работоспособном состоянии к времени простоев, обусловленных техническим обслуживанием и временем ремонтов за тот же период эксплуатации:

где $t_{раб}$ – суммарная наработка всех объектов;
 $t_{рем}$ – суммарное время простоев из-за плановых и ремонтов всех объектов;
 $t_{обсл}$ – суммарное время простоев из-за планового и внепланового технического обслуживания всех объектов.

$$K_{ТИ} = \frac{t_{раб}}{t_{раб} + t_{рем} + t_{обсл}}$$

12. Коэффициент оперативной готовности $K_{ОГ}$

Это вероятность того, что объект находясь в режиме ожидания, окажется работоспособным в произвольный момент времени и, начиная с этого момента, будет работать безотказно в течении заданного интервала времени:

$$K_{ОГ} = K_{Г} \times P(t)$$

Вопрос № 3. Учет неисправностей и профилактика отказов авиационной техники.

Учет неисправностей АТ осуществляется в подразделениях, частях, соединениях и объединениях.

Первичный учет ведётся в журналах подготовки самолётов (ЖПС) к полётам, старшего инженера полётов (дежурного инженера) и руководителя полётов.

Записи об отказах и повреждениях в указанных журналах осуществляются должностными лицами, их обнаружившими или получившими о них информацию.

На каждую неисправность, подлежащую учету и анализу, оформляются карточка и талон учета неисправностей АТ.

Учету подлежат

Все отказы новой АТ, а также отказы остальной АТ, если:

- они проявились в полете, привели к невылету или задержке вылета, невыполнению полетного задания или ЧП,
- устранены путем замены станции (блока),

а также, если отказы произошли из-за ошибок личного состава или некачественного ремонта в АРЗ.

КУН оформляются в двух экземплярах по отказам, произошедшим по причине КРН и некачественного ремонта на АРЗ, и в одном экземпляре – по всем остальным причинам.

Талоны учета заполняются в одном экземпляре и хранятся в части.

Карточки учета инцидентов из-за отказов АТ и ошибок личного состава

Оформляются на бланках КУН, но с нанесением на них красной полосы по диагонали от левого нижнего к правому верхнему углу.

Их обрабатывает инженер части по специальности.

Срочные сообщения

Представляются по команде не позже 24 часов с момента выявления отказов, непосредственно угрожающих безопасности полетов и требующих безотлагательного проведения предупредительных мероприятий в масштабе соединения, объединения или ВВС.

Текущий анализ надежности

Проводится в частях инженерами для установления причин возникновения каждого отказа и принятия оперативных мер по предупреждению подобных случаев.

Для этого инженеры изучают с ИТС характер и причины отказов, методику их выявления, устранения и предупреждения.

Периодический анализ надежности

Проводится в частях и соединениях не реже одного раза в квартал и включает в себя:

- определение показателей безотказности АТ, тенденций их изменения и причин, обуславливающих эти изменения;
- оценку результативности проводимых промышленностью мероприятий по поддержанию надежности АТ и безопасности полетов;
- анализ отказов, приводящих к различным последствиям и угрожающих безопасности полетов;
- оценку эффективности различных видов подготовок к полетам, регламентных работ и других профилактических мероприятий;
- оценку эксплуатационной документации и выработку предложений по её совершенствованию.

Содержание донесения о результатах периодического анализа из частей:

- перечень и анализ причин, отказов, угрожающих безопасности полетов, приведших к невыполнению полетного задания, принятые меры и оценку их эффективности;
- перечень профилактических мероприятий по обеспечению безотказности АТ, оценку их эффективности и эффективности проведенных работ по бюллетеням;
- оценка качества работы ИТС, АРЗ и подразделений тыла по обеспечению безотказности и безопасности полетов, эффективности средств и способов контроля состояния АТ по видам подготовок;
- оценка изменения параметров, условий работы и нагрузок АТ, а также качества эксплуатационной документации;
- предложения, требующие решения вышестоящими начальниками.

По результатам анализа выявленных отказов и повреждений АТ должностные лица ИТС обязаны:

- изучить с личным составом характер и причины отказов и повреждений, а также методику их выявления, устранения и предупреждения;
- провести дополнительные работы по предупреждению отказов и повреждений техники с учетом условий эксплуатации, хранения и ремонта.

Задание на самоподготовку:

Литература:

1. Ковалев М.А. «Техническая эксплуатация и ремонт авиационной техники», СГАУ, С. 2002 г., стр. 117...129;