

ОСНОВЫ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ



ТЕМА: ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ОТКАЗОВ

Термины и определения, используемые в теории надежности, регламентированы ГОСТ 27.002-89 «Надежность в технике. Термины и определения».

Надежность – свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя во времени и в заданных пределах значения установленных эксплуатационных показателей.

Надёжность можно разделить:

- теоретическая надёжности;
- техническая надёжность;
- эксплуатационная надёжность.

Факторы, влияющие на надёжность, классифицируются:

- ✓ Эксплуатационные:
 - ❖ Субъективные;
 - ❖ Объективные;
- ✓ Конструкторские;
- ✓ Производственно-технические.

Основные понятия

○ **Объект** – техническое изделие определенного целевого назначения, рассматриваемое в периоды проектирования, производства, испытаний и эксплуатации.

Объектами могут быть различные системы и их элементы.

○ **Элемент** – простейшая составная часть изделия, в задачах надежности может состоять из многих деталей.

○ **Система** – совокупность совместно действующих элементов, предназначенная для самостоятельного выполнения заданных функций.

Надежность объекта характеризуется *состояниями и событиями*

- **Исправность** – состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям, установленным нормативно-технической документацией (НТД).
- **Работоспособность** – состояние объекта, при котором он способен выполнять заданные функции, сохраняя значения основных параметров, установленных НТД.
- **Предельное состояние** – состояние объекта, при котором его применение по назначению недопустимо или нецелесообразно.

Применение (использование) объекта по назначению прекращается в следующих случаях:

```
graph TD; A[Применение (использование) объекта по назначению прекращается в следующих случаях:] --> B[при неустранимом нарушении безопасности;]; A --> C[при недопустимом увеличении эксплуатационных расходов.]; A --> D[при неустранимом отклонении величин заданных параметров;];
```

при неустранимом
нарушении
безопасности;

при недопустимом
увеличении
эксплуатационных
расходов.

при неустранимом
отклонении величин
заданных параметров;

```
graph TD; A[объекты могут быть:] --> B[невосстанавливаемые, для которых работоспособность в случае возникновения отказа, не подлежит восстановлению;]; A --> C[восстанавливаемые, работоспособность которых может быть восстановлена, в том числе и путем замены.]; B --> D[например: подшипники качения, полупроводниковые изделия, зубчатые колеса и т.п.]; C --> E[Объекты, состоящие из многих элементов, например, станок, автомобиль, электронная аппаратура, являются восстанавливаемыми, поскольку их отказы связаны с повреждениями одного или немногих элементов, которые могут быть заменены.];
```

объекты могут быть:

невосстанавливаемые, для которых работоспособность в случае возникновения отказа, не подлежит восстановлению;

например: подшипники качения, полупроводниковые изделия, зубчатые колеса и т.п.

восстанавливаемые, работоспособность которых может быть восстановлена, в том числе и путем замены.

Объекты, состоящие из многих элементов, например, станок, автомобиль, электронная аппаратура, являются восстанавливаемыми, поскольку их отказы связаны с повреждениями одного или немногих элементов, которые могут быть заменены.

Классификация и характеристики отказов

Отказ – событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта.

Критерий отказа – отличительный признак или совокупность признаков, согласно которым устанавливается факт возникновения отказа.

По *типу* отказы подразделяются на:

отказы функционирования (выполнение основных функций объектом прекращается, например, поломка зубьев шестерни);

отказы параметрические (некоторые параметры объекта изменяются в недопустимых пределах, например, потеря точности станка).

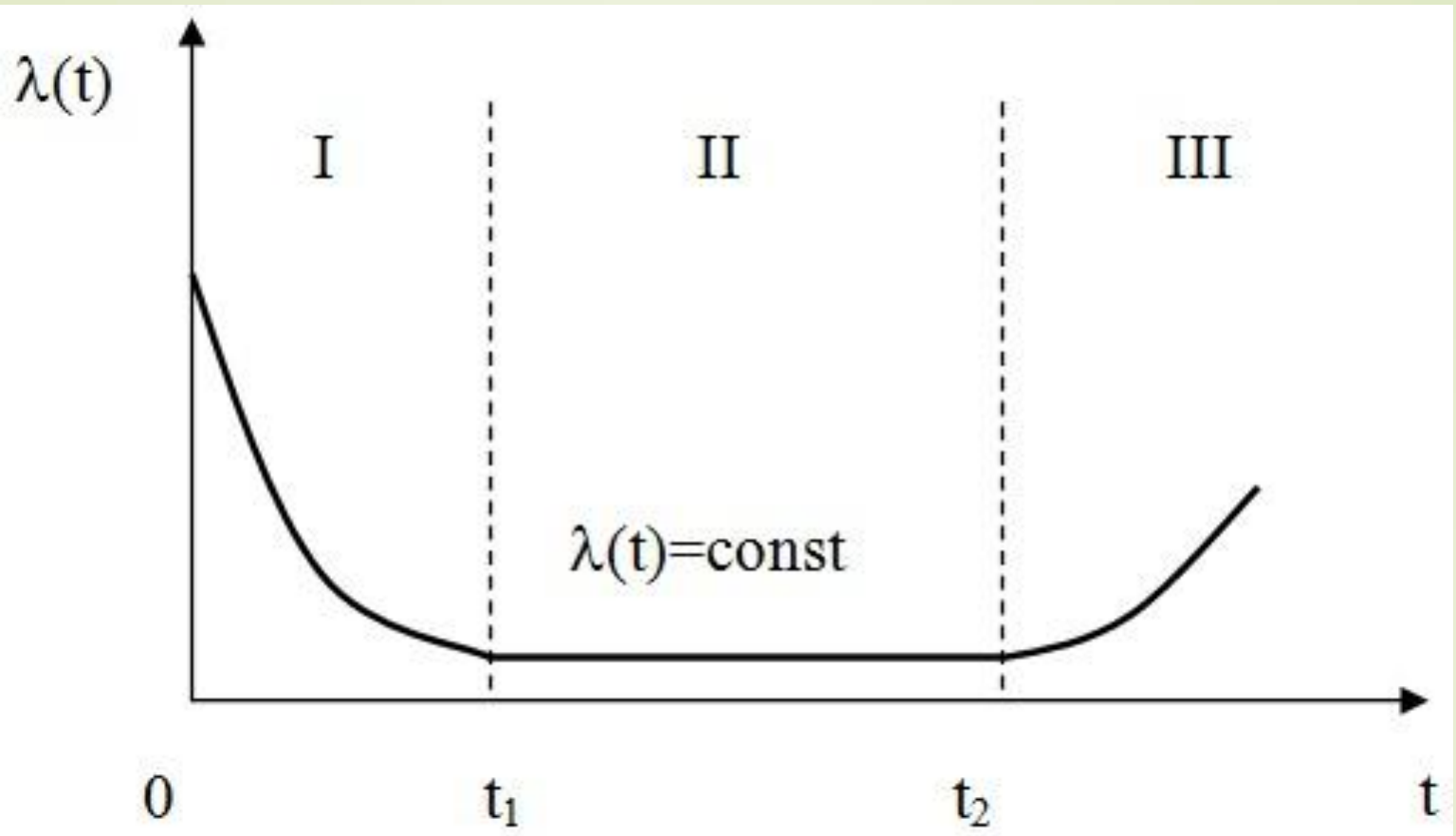


РИСУНОК 1 – КРИВАЯ ИЗМЕНЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ОТКАЗОВ ОБЪЕКТА

I — й период – приработка

II — й период – нормальная эксплуатация

III – й период – износ

По своей *природе* отказы могут быть:

случайные, обусловленные непредусмотренными перегрузками, дефектами материала, ошибками персонала или сбоями системы управления и т. п.;

систематические, обусловленные закономерными и неизбежными явлениями, вызывающими постепенное накопление повреждений: усталость, износ, старение, коррозия и т. п.

Основные признаки классификации отказов:

- характер возникновения;
- причина возникновения;
- характер устранения;
- последствия отказов;
- дальнейшее использование объекта;
- легкость обнаружения;
- время возникновения.

характер возникновения:

внезапный отказ – отказ, проявляющийся в резком (мгновенном) изменении характеристик объекта;

постепенный отказ – отказ, происходящий в результате медленного, постепенного ухудшения качества объекта.

причина возникновения:

конструкционный отказ, вызванный недостатками и неудачной конструкцией объекта;

производственный отказ, связанный с ошибками при изготовлении объекта по причине несовершенства или нарушения технологии;

эксплуатационный отказ, вызванный нарушением правил эксплуатации.

характер устранения:

устойчивый отказ;

перемежающийся отказ (возникающий/исчезающий).

последствия отказа: легкий отказ (легкоустранимый);

средний отказ (не вызывающий отказы смежных узлов – вторичные отказы);

тяжелый отказ (вызывающий вторичные отказы или приводящий к угрозе жизни и здоровью человека).

дальнейшее использование объекта:

полные отказы, исключающие возможность работы объекта до их устранения;

частичные отказы, при которых объект может частично использоваться.



легкость обнаружения:

очевидные (явные) отказы;
скрытые (неявные) отказы.

время возникновения:

прирабочные отказы, возникающие в начальный период эксплуатации;
отказы при нормальной эксплуатации;
износосовые отказы, вызванные необратимыми процессами износа деталей, старения материалов и пр.

Составляющие надежности

Надежность является *комплексным* свойством, включающим в себя в зависимости от назначения объекта или условий его эксплуатации *ряд простых свойств*:

Безотказность — свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторой наработки или в течение некоторого времени.

Наработка — продолжительность или объем работы объекта, измеряемая в любых неубывающих величинах (единица времени, число циклов нагружения, километры пробега и т. п.).

Долговечность — свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов.

Ремонтопригодность – свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, поддержанию и восстановлению работоспособности путем проведения ремонтов и технического обслуживания.

Сохраняемость – свойство объекта непрерывно сохранять требуемые эксплуатационные показатели в течение (и после) срока хранения и транспортирования.

В зависимости от объекта надежность может определяться всеми перечисленными свойствами или частью их.

Например, надежность колеса зубчатой передачи, подшипников определяется их долговечностью, а станка – долговечностью, безотказностью и ремонтопригодностью.

КРИТЕРИЙ УСТАНОВЛЕНИЯ ПРЕДЕЛЬНЫХ ИЗНОСОВ ДЕТАЛЕЙ И СОПРЯЖЕНИЙ

При нормальной эксплуатации предельное состояние изделий наступает вследствие морального и физического износа.


Моральный износ – это потеря стоимости изделия, когда появляется изделие того же назначения, но более совершенное в техническом отношении, или когда аналогичное изделие выпускается с более низкой стоимостью.

Под физическим износом понимается потеря изделиями работоспособности вследствие изменения размеров, формы и механических свойств деталей.

➤ Под физическим износом понимается потеря изделиями работоспособности вследствие изменения размеров, формы и механических свойств деталей.

➤ Технический критерий используется в тех случаях, когда износы деталей и сопряжений приводят к нарушению технических характеристик их работы, например, в сопряжениях «шейки коленчатого вала – вкладыши», при которых начинает нарушаться жидкостное трение, являются величинами предельными.

➤ Технологический критерий применяется к деталям, для которых приводят к снижению качества работы, например фрикционные диски муфт сцепления.



➤ Экономический критерий применяется к деталям и сопряжениям, износы которых приводят к снижению экономических характеристик изделия.

Пример: зазоры в сопряжении цилиндра-поршневой группы двигателя.

➤ Критерий безопасности используется для деталей, износ которых может привести к аварийным ситуациям машины (изделия).

Пример: детали рулевого управления автомобиля, детали тормозных систем.