



Візуальне супроводження лекцій з дисципліни “ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА ОБСЛУГОВУВАННЯ МАШИН”

Змістовний модуль 2.

Теорія надійності. Основні положення.

Лекція 6

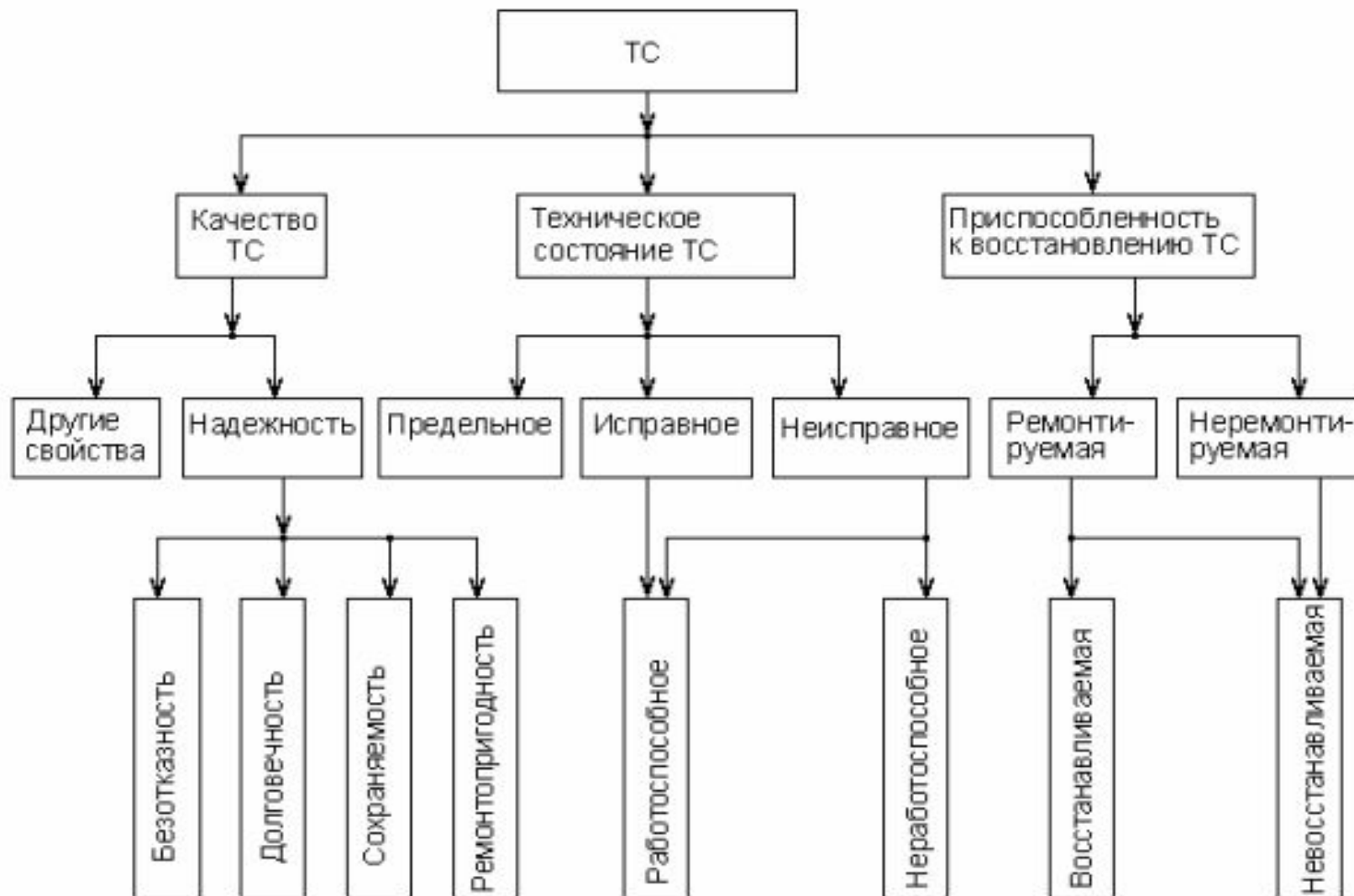
ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ТЕОРІЇ НАДІЙНОСТІ

План лекції:

- 1. Основні положення теорії надійності.*
- 2. Класифікація та характеристики відмов.*
- 3. Складові надійності.*
- 4. Основні показники надійності.*



1. Основные положения теории надежности



1. Основные положения теории надежности

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

Теория надежности – это наука, которая изучает процессы возникновения отказов в технических объектах с целью определения причин их возникновения и разработки соответствующих способов их устранения.

Техническими объектами могут быть изделия, системы и их элементы, в частности сооружения, установки, устройства, машины, аппараты, приборы и их части, агрегаты и отдельные детали.

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

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 следующими основными **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:

- при неустранимом нарушении безопасности;
- при неустранимом отклонении величин заданных параметров;
- при недопустимом увеличении эксплуатационных расходов.

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, холодильник, автомобиль, электронная аппаратура, являются восстанавливаемыми, поскольку их отказы связаны с повреждениями одного или немногих элементов.

2. 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).

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 отказов:

- внезапный отказ – отказ, проявляющийся в резком (мгновенном) изменении характеристик объекта;
- постепенный отказ – отказ, происходящий в результате медленного, постепенного ухудшения качества объекта.

Внезапные отказы обычно проявляются в виде механических повреждений элементов (трещины – хрупкое разрушение, пробой изоляции, обрывы и т. п.) и не сопровождаются предварительными видимыми признаками их приближения. Внезапный отказ характеризуется независимостью момента наступления от времени предыдущей работы.

Постепенные отказы - связаны с износом деталей и старением материалов

Основные признаки классификации отказов

Причина возникновения отказов:

- 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 отказов:

- устойчивый отказ;
- перемежающийся отказ (возникающий/исчезающий).

Последствия отказа:

- легкий отказ (легкоустраняемый);
- средний отказ (не вызывающий отказы смежных узлов – вторичные отказы);
- тяжелый отказ (вызывающий вторичные отказы или приводящий к угрозе жизни и здоровью человека).

Основные признаки классификации отказов

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.

3. Составляющие надежности

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

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

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.).

3. Составляющие надежности

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.

4. Основные показатели надежности

Показатель надежности количественно характеризует, в какой степени данному объекту присущи определенные свойства, обуславливающие надежность.

Одни показатели надежности (например, **технический ресурс, срок службы**) могут иметь размерность, ряд других (например, **вероятность безотказной работы, коэффициент готовности**) являются безразмерными.

Технический ресурс может быть регламентирован следующим образом: до среднего, капитального, от капитального до ближайшего среднего ремонта и т. п.

Если регламентация отсутствует, то имеется в виду ресурс от начала эксплуатации до достижения предельного состояния после всех видов ремонтов.

Для невосстанавливаемых объектов понятия технического ресурса и наработки до отказа совпадают.

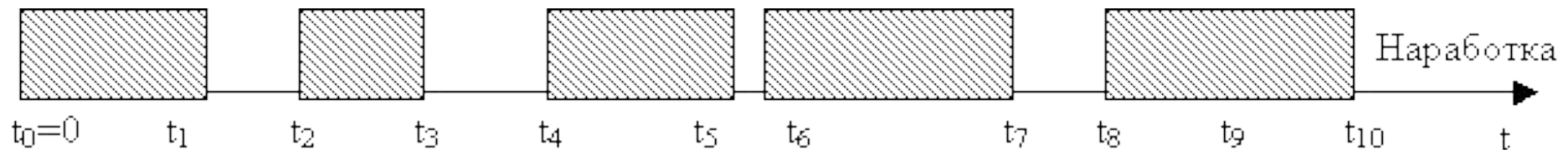
4. Основные показатели надежности

Для невосстанавливаемых объектов понятия технического ресурса и наработки до отказа совпадают.

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

Срок службы – календарная продолжительность эксплуатации (в том числе, хранение, ремонт и т. п.) от ее начала до наступления предельного состояния.

Графическая интерпретация основных показателей надежности



$t_0 = 0$ — начало эксплуатации;

t_1, t_5 — моменты отключения по технологическим причинам;

t_2, t_4, t_6, t_8 — моменты включения объекта;

t_3, t_7 — моменты вывода объекта в ремонт, соответственно, средний и капитальный;

t_9 — момент прекращения эксплуатации;

t_{10} — момент отказа объекта.

Технический ресурс (наработка до отказа)

$$TR = t_1 + (t_3 - t_2) + (t_5 - t_4) + (t_7 - t_6) + (t_{10} - t_8).$$

Назначенный ресурс

$$TN = t_1 + (t_3 - t_2) + (t_5 - t_4) + (t_7 - t_6) + (t_9 - t_8).$$

Срок службы объекта

$$ТС = t_{10}.$$