

НАДЕЖНОСТЬ ДСМ

ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ

Секция Эксплуатации
и сервиса ДСМ

-

Надёжность



— свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования (ГОСТ 27.002—

**2009 надёжность в технике.
Термины и определения)**

- Безотказность;
- Долговечность
- Ремонтпригодность
- Сохраняемость.

Комплексное свойство



КОМПЛЕКСНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ

Коэффициент готовности характеризует вероятность того, что объект окажется работоспособным в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых использование объекта по назначению не предусматривается, т. е.

$$K_{Г} = \frac{t}{t + t_{в}},$$

где t – наработка на отказ;

$t_{в}$ – среднее время восстановления.



Для парка машин коэффициент готовности определяется отношением числа исправных машин $M_{и}$ к общему числу машин в данном хозяйстве

$$K_T = M_{и} / M.$$



Коэффициент технического использования представляет собой отношение математического ожидания времени пребывания объекта в работоспособном состоянии за некоторый период эксплуатации к сумме математических ожиданий пребывания объекта в работоспособном состоянии, времени простоев, обусловленных техническим обслуживанием, и времени ремонтов за тот же период эксплуатации.

$$K_{ТИ} = \frac{t_c}{t_c + t_p + t_{Т.О}},$$

где t_c – суммарная наработка изделия, ч;
 $t_p, t_{Т.О}$ – суммарная продолжительность простоев машины в ремонте и техническом обслуживании.

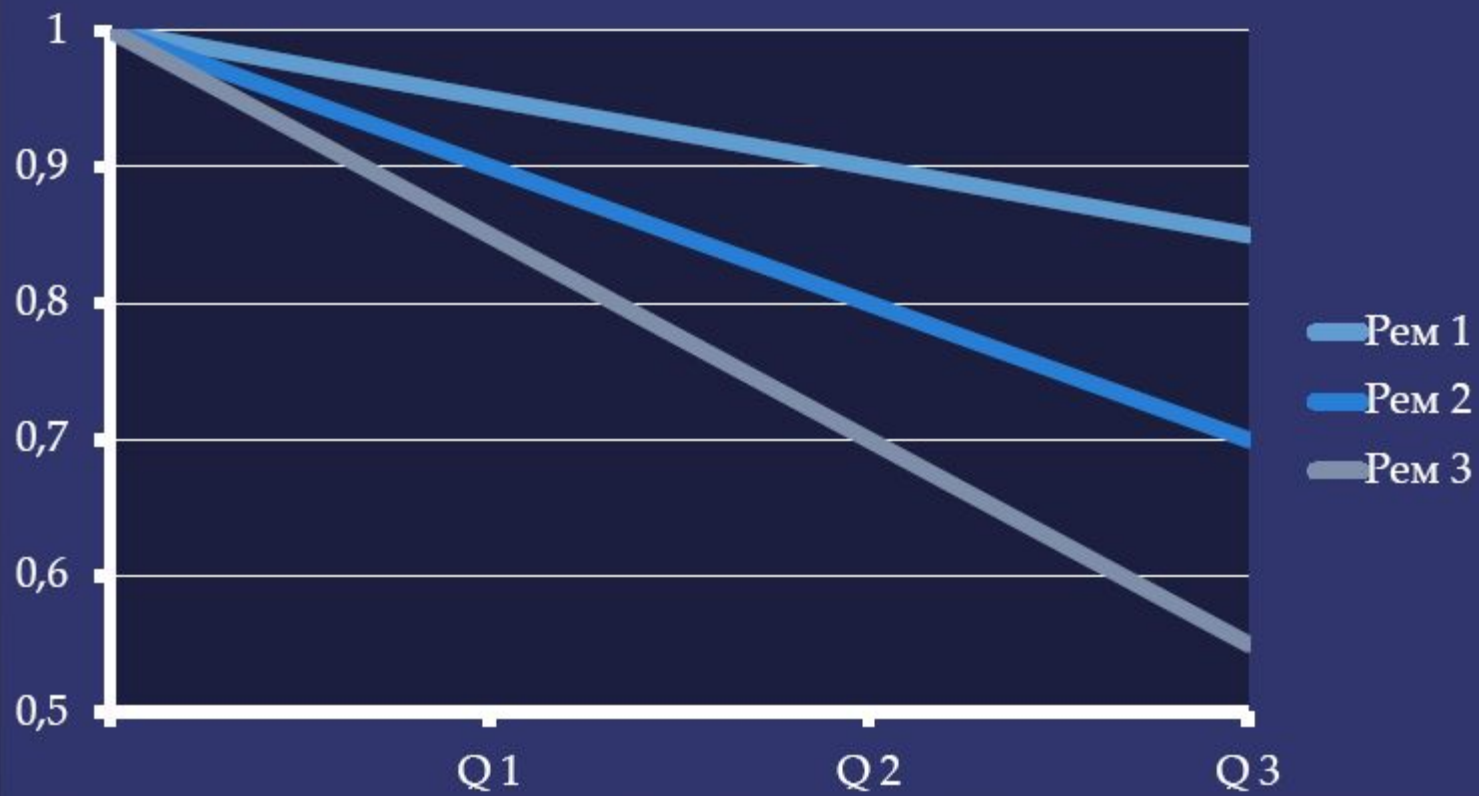
Коэффициент технического использования парка одноименных машин определяется из соотношения количества фактически отработанных машино-смен за рассматриваемый период $n_{ф}$ к календарному количеству машино-смен за тот же период $n_{к}$.

В совокупности K_T и $K_{ТИ}$ характеризуют уровень организации технической эксплуатации машин на предприятии.

Следует учесть, что чем меньше среднее время восстановления и суммарные простои, связанные с техническим обслуживанием и ремонтом, тем выше коэффициенты готовности и технического использования.



K_{TI}



Показатели надежности

Важнейшей технической характеристикой качества является надежность. Слово **НАДЕЖНОСТЬ** в русском языке связано с понятием надежды — надежды на длительную и безотказную пригодность к эксплуатации или, в широком смысле, к потреблению. В самом понятии надежности заключается элемент некоторой неуверенности и неопределенности. И по-видимому, не случайно **надежность как свойство изделий оценивается вероятностными характеристиками, основанными на статистической обработке экспериментальных данных.**

Вероятностные методы определения показателей надежности позволяют вполне определенно и достаточно хорошо оценивать надежность работы машин и других технических изделий.

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК НАДЕЖНОСТИ

Основные понятия, термины и их определения, характеризующие надежность техники и, в частности, изделий машиностроения, даны в ГОСТ 27.002-2009

ОБЪЕКТЫ НАДЕЖНОСТИ

- **ИЗДЕЛИЕ** — единица промышленной продукции, количество которой может исчисляться в штуках (экземплярах). К изделиям допускается относить завершенные и незавершенные предметы производства, в том числе заготовки (ГОСТ 15895-77 заменен на ГОСТ Р 50779.10-2000 Статистические методы. Вероятность и основы статистики. Термины и определения);
- **ЭЛЕМЕНТ** - составная часть изделия;
- **СИСТЕМА** совокупность совместно действующих элементов, предназначенная для самостоятельного выполнения заданных функций.

НАДЕЖНОСТЬ ИЗДЕЛИЯ - это комплексное свойство, которое в зависимости от назначения и условий эксплуатации может включать:

***БЕЗОТКАЗНОСТЬ, ДОЛГОВЕЧНОСТЬ,
РЕМОНТОПРИГОДНОСТЬ,
СОХРАНЯЕМОСТЬ,
УСТОЙЧИВОСТЬ РАБОТЫ,
РЕЖИМНУЮ УПРАВЛЯЕМОСТЬ,
ЖИВУЧЕСТЬ,
ТРАНСПОРТАБЕЛЬНОСТЬ*** и т.п.

Чаще всего при оценке качества технических изделий определяют значения таких показателей свойств, как

- БЕЗОТКАЗНОСТЬ;**
- ДОЛГОВЕЧНОСТЬ;**
- РЕМОНТОПРИГОДНОСТЬ;**
- СОХРАНЯЕМОСТЬ;**
- ТРАНПОРТАБЕЛЬНОСТЬ.**

Дополнительные свойства надежности (ГОСТ 27.003-90

Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности)

- **РАБОТОСПОСОБНОЕ СОСТОЯНИЕ** - состояние изделия, при котором оно способно выполнять заданные функции, сохраняя при этом допустимые значения всех основных параметров, установленных нормативно-технической документацией (НТД) и/или проектно-конструкторской документацией.

• **ИСПРАВНОЕ СОСТОЯНИЕ** — состояние, при котором изделие соответствует всем требованиям нормативно-технической и/или проектно-конструкторской документации.

• **ДОЛГОВЕЧНОСТЬ** — свойство изделия сохранять во времени работоспособность с необходимыми перерывами для технического обслуживания и ремонта до его предельного состояния, оговоренного технической документацией.

Долговечность обусловлена наступлением таких событий, как **повреждение или отказ**.

• **ПОВРЕЖДЕНИЕ** - событие, заключающееся в нарушении исправности изделия.

• **НЕИСПРАВНОЕ СОСТОЯНИЕ** - состояние, при котором изделие не удовлетворяет хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) проектно-конструкторской документации.

Неисправное изделие может быть работоспособным.

Схема состояний изделия



СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ ИЗДЕЛИЙ

- ❑ **Расчетные, экспериментальные,** определяемые по данным испытаний;
- ❑ **Эксплуатационные,** получаемые при эксплуатации;
- ❑ **Расчетно - экспериментальные,** найденные на основании расчетов, испытаний и/или эксплуатационных данных путем экстраполирования на другую продолжительность эксплуатации или другие условия эксплуатации;
- ❑ **Экспертные.**

□ Расчетный способ

основан на вычислении показателей надежности изделия по справочным данным о надежности его составных частей с учетом функциональной структуры изделия и видов нагружения и разрушения, по данным о надежности изделий-аналогов, по результатам экспертной оценки надежности, по данным о свойствах материалов, элементов изделий и нагрузок на них, механизме отказа и по другой информации, имеющейся к моменту расчета надежности.

□ Экспериментальные способы

основаны на использовании статистических данных, получаемых при испытаниях изделий на надежность, или данных опытной или подконтрольной эксплуатации.

□ Расчетно-экспериментальные способы

основаны на вычислении показателей надежности по исходным данным, определяемым экспериментальными методами.

Исходные данные для расчетно-экспериментального способа

1. информация о надежности изделия, полученная в ходе предшествующих испытаний или эксплуатации;
2. экспериментальные значения единичных показателей надежности, определяющих контролируемый комплексный показатель надежности;

Исходные данные для расчетно- экспериментального способа (продолжение)

3. экспериментальные значения показателей надежности составных частей изделия, полученные при их автономных (поэлементных) испытаниях, а также в составе другого изделия;

Исходные данные для расчетно-экспериментального способа (окончание)

4. экспериментальные значения параметров нагрузки, износостойкости и прочности изделия и его составных частей;
5. экспериментальные данные об изменении параметров, характеризующих работоспособное состояние изделий.

□ Экспертные оценки

Экспертные оценки показателей надежности получают одним из известных способов, принимаемых для проведения экспертизы.

Метод определения численных значений показателей надежности изделий выбирают с учетом:

1. видов работ на стадиях жизненного цикла изделия;
2. заданной номенклатуры и норм показателей надежности;
3. требований к достоверности контроля показателей надежности;
4. особенностей конструкций и функционирования изделия;

5. характеристики условий и режимов эксплуатации;
6. предполагаемого вида законов распределения наработки до отказа (между отказами) и /или до предельного состояния, продолжительности восстановления и т.п.;

7. возможности выделения необходимого числа образцов для испытаний на надежность;
8. технических возможностей и оснащенности испытательной базы;
9. ограничений по продолжительности и стоимости испытаний на надежность.

ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ (ГОСТ 27.003-90).

1. БЕЗОТКАЗНОСТЬ

БЕЗОТКАЗНОСТЬ — свойство изделия непрерывно сохранять работоспособность в течение заданного времени или наработки в определенных условиях эксплуатации.

Номенклатура показателей безотказности

□ БЕЗОТКАЗНОСТЬ :

- Вероятность безотказной работы - $P(t)$
- Средняя наработка до отказа - $T_{ср}$
- Средняя наработка на отказ - T_0
- Средняя наработка между отказами - T
- Интенсивность отказов - $I(t)$
- Поток отказов восстанавливаемого изделия - $I_1(t)$
- Средняя частота отказов - $\omega(t)$
- Вероятность отказов - $p(t)$

1.1. Вероятность безотказной работы отдельного изделия

оценивается как

$$P(t) = P(T \geq t),$$

T - время от начала работы до отказа;

t — время, для которого определяется вероятность безотказной работы.

Величина T может быть больше, меньше или равна t . Следовательно, $0 \leq P(t) \leq 1$.

1.2. ВЕРОЯТНОСТЬ БЕЗОТКАЗНОЙ РАБОТЫ

серийного изделия

оценивается как

$$P(t) = (N - N_0) / N = N_p / N = 1 - N_0(t) / N$$

N - число наблюдаемых изделий (или элементов);

N_0 - число отказавших изделий за время t ,

N_p - число работоспособных изделий к концу времени t испытаний или эксплуатации.

1.3. ВЕРОЯТНОСТЬ ОТКАЗА

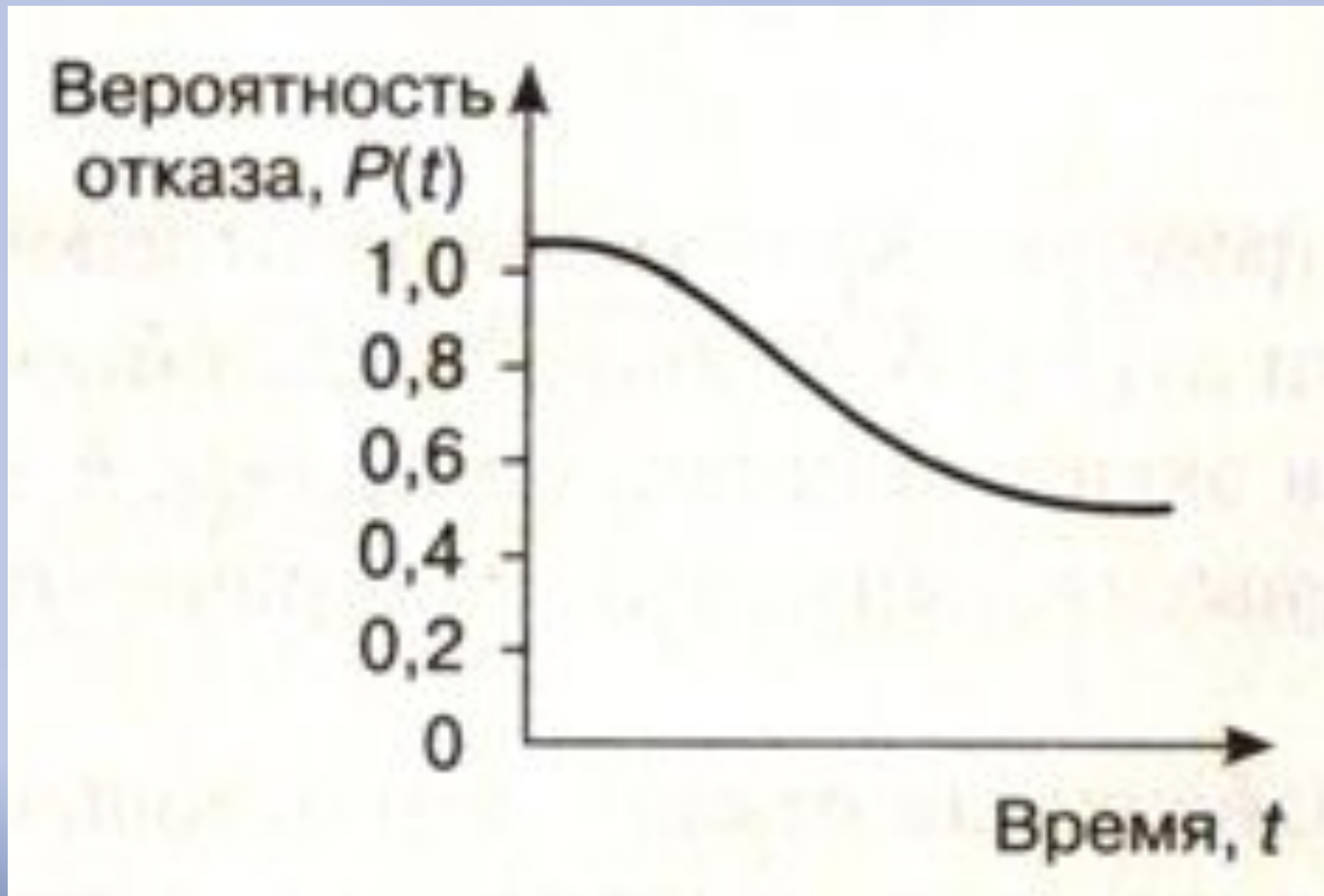
$$p(t) = 1 - P(t) = N_0(t) / N$$

Распределение отказов во времени характеризуется **функцией плотности распределения $f(t)$** наработки до отказа.

$$f(t) = \Delta N_0(t) / N_0 \Delta(t)$$

$\Delta N_0(t)$ - приращение числа отказавших изделий за время $\Delta(t)$

Типичная зависимость $P(t)$ от t



Среднестатистическое время наработки до отказа (или среднее время безотказной работы) по результатам наблюдений

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^{N_0} N_i}{N_0},$$

N - число элементов или изделий, подвергнутых наблюдениям или испытаниям;
 t - время безотказной работы i -го элемента (изделия).

1.4. СРЕДНЯЯ НАРАБОТКА НА ОТКАЗ T_0

- это отношение наработки восстанавливаемого изделия к математическому ожиданию числа его отказов в течение этой наработки.

1.5. СРЕДНЯЯ НАРАБОТКА МЕЖДУ

ОТКАЗАМИ - это математическое ожидание наработки изделия от окончания восстановления его работоспособного состояния после отказа до возникновения следующего отказа.

Общая модель экономически обоснованных норм показателя надежности T_0



На графике

- Z_0 -затраты на повышение времени наработки на отказ;
- $Z_э$ - эксплуатационные затраты;
- $Z_с$ - суммарные затраты.

1.6. ИНТЕНСИВНОСТЬ ОТКАЗОВ $I(t)$

характеризует условную плотность вероятности возникновения отказов невосстанавливаемого изделия за рассматриваемый период времени в случае, если до этого их не наблюдалось

$$\lambda(t) = \lambda_c(t) = \frac{N_0(\Delta t)}{N_{cp} \Delta t}$$

$N_0(\Delta t)$ - число отказавших изделий в интервал времени Δt ;

N_{cp} - среднее число исправно работавших изделий в интервале Δt ;

$\lambda_c(t)$ - статистическое значение интенсивности отказов

Изменение интенсивности отказов во времени эксплуатации



1.7. ПАРАМЕТР ПОТОКА ОТКАЗОВ $I_1(t)$

Параметр потока отказов $I_1(t)$ для восстанавливаемого изделия характеризует плотность вероятности появления отказа ремонтпригодного объекта для определенного момента времени

$$\lambda_1(t) = \frac{df(t)}{dt}$$

$f(t)$ - плотность распределения потока отказов за период времени t

1.8. СРЕДНЯЯ ЧАСТОТА ОТКАЗОВ $\omega(t)$

Средняя частота отказов $\omega(t)$ показывает отношение числа отказавших изделий в единицу времени к числу испытываемых или наблюдаемых при условии, что отказавшие элементы изделий заменяются исправными или восстанавливаются

$$\omega(t) = \frac{N(t)}{N_0 \Delta t}$$

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОТКАЗНОСТИ

Безотказность работы машин и другой техники обеспечивается специальными методами на всех этапах жизненного цикла изделия. Существует значительное количество разнообразных способов повышения безотказности техники.

Методы и показатели обеспечения безотказности на этапе проектирования и конструирования

Для определения характеристик безотказности работы элементов машины, т.е. ее деталей, все детали машин разделяют на три группы:

- детали тяжело нагруженные и изнашивающиеся (группа А);**
- детали основные (группа Б);**
- детали вспомогательные (группа В).**

к **ДЕТАЛЯМ ГРУППЫ А** относятся те детали, рабочая функция которых состоит в передаче мощностей или в том, чтобы служить опорами для движущихся нагруженных деталей. Их называют также активными. Эти детали в процессе работы машин подвергаются износу. Вследствие износа происходит изменение размеров и формы, качества рабочих поверхностей. К деталям этой группы можно отнести различные подшипники, детали зубчатых, червячных и фрикционных передач, валы, оси, детали механизмов движения и т.п.

ДЕТАЛИ ГРУППЫ Б обеспечивают правильное расположение деталей первой группы и их взаимодействие. Эти детали могут быть названы также основными или опорными К деталям этой группы относятся станины, фундаментальные рамы, блоки цилиндров, кронштейны, стойки и т.д.

к ***ДЕТАЛЯМ ГРУППЫ В*** относятся различные детали вспомогательного назначения, служащие для управления машиной и обеспечения нормальной работы деталей первых двух групп.

Обеспечение безотказности в процессе производства технических изделий

Требования, обеспечивающие эксплуатационную надежность деталей при производстве их заготовок:

1. обеспечение качества материала заготовки и соответствие его заданному конструктором по химическому составу и физико-механическим свойствам;

2. обеспечение отсутствия внутренних напряжений.
3. обеспечение качества заготовок - отливок, поковок, штамповок, заготовок из проката - в отношении достижения однородности материала и отсутствия поверхностных и внутренних дефектов (рыхлости, включений, раковин, трещин и др.);

Реализация безотказности машин и другой техники в процессе их эксплуатации

Очевидно, что качество машин и, в частности, их безотказность работы закладываются еще в процессе проектирования, исследований и конструирования, а обеспечиваются эти свойства при изготовлении.

Однако реализуются надежность свойства машин в процессе их эксплуатации. Поэтому роль соблюдения правил эксплуатации техники в деле более полного проявления ее положительных функций чрезвычайно велика.

2. ПОКАЗАТЕЛИ ДОЛГОВЕЧНОСТИ

Показатели долговечности

характеризуют свойство технического изделия сохранять во времени работоспособность до наступления предельного состояния, когда оно теряет работоспособность при установленной системе технического обслуживания и ремонтов.

Номенклатура показателей долговечности

□ ДОЛГОВЕЧНОСТЬ

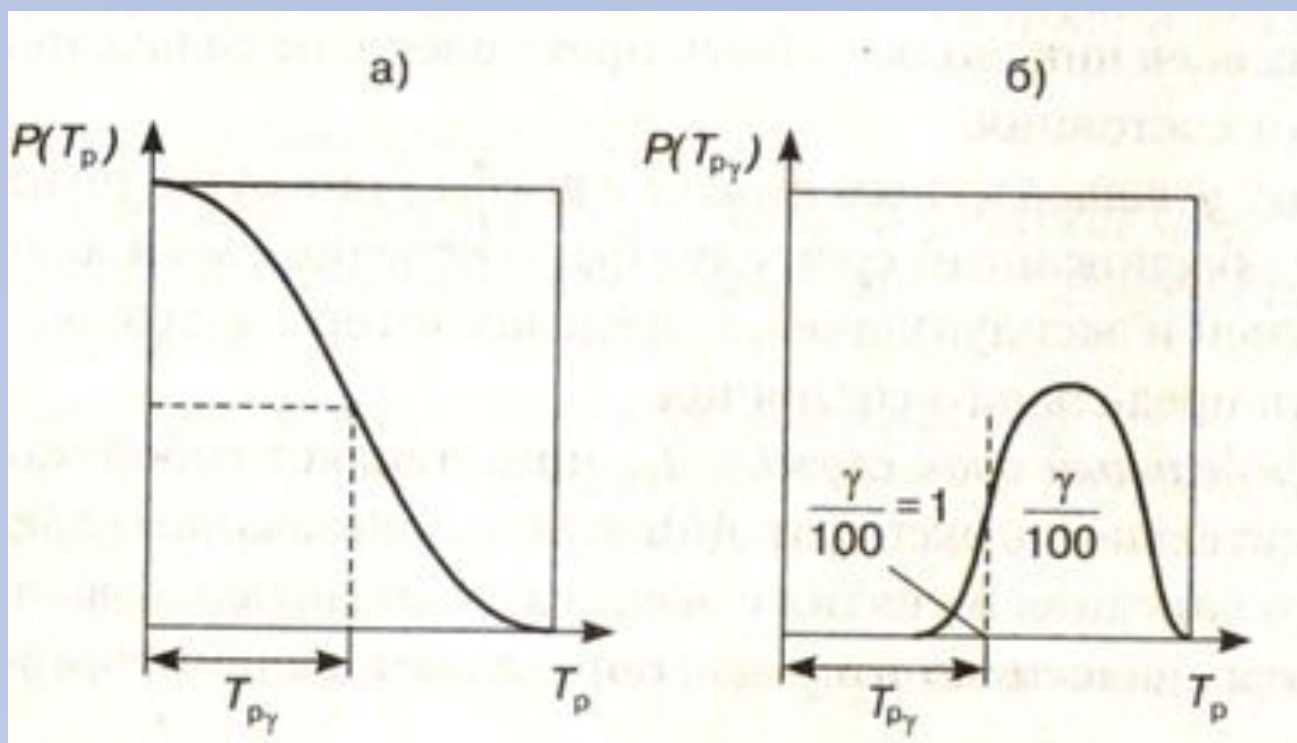
- Средний ресурс - Тр
- Гамма-процентный ресурс
Тр_γ -
- Назначенный ресурс -Тр.н
- Установленный ресурс
Тру -
- Средний срок службы - Тсл
- Гамма-процентный срок службы
Тсл_γ -

2.1. Средний ресурс изделия - это математическое ожидание его ресурса. Статистическая оценка среднего ресурса такова;

2.2. Гамма-процентный ресурс выражает наработку, в течение которой изделие с заданной вероятностью γ процентов не достигает предельного состояния.

Гамма-процентный ресурс является основным расчетным показателем, например, для подшипников и других изделий. Существенное достоинство этого показателя в возможности его определения до завершения испытаний всех образцов. В большинстве случаев для различных изделий используют критерий 90%-ного ресурса. Значение гамма-процентного ресурса определяют с помощью кривых распределения ресурсов.

Определение значения гамма-процентного ресурса



а и б- кривые соответственно убыви и
распределения ресурсов

2.3. НАЗНАЧЕННЫЙ РЕСУРС - суммарная наработка, при достижении которой применение изделия по назначению должно быть прекращено, независимо от его технического состояния.

2.4. УСТАНОВЛЕННЫЙ РЕСУРС- под ним понимается технически обоснованная или заданная величина ресурса, обеспечиваемая конструкцией, технологией и условиями эксплуатации, в пределах которой изделие не должно достигать предельного состояния.

2.5. СРЕДНИЙ СРОК СЛУЖБЫ -

математически ожидание срока службы.

2.6. ГАММА-ПРОЦЕНТНЫЙ СРОК

СЛУЖБЫ представляет собой календарную продолжительность эксплуатации, в течение которой изделие не достигает предельного состояния с вероятностью γ , выраженной в процентах.

2.7. НАЗНАЧЕННЫЙ СРОК СЛУЖБЫ -

суммарная календарная продолжительность эксплуатации, при достижении которой применение изделия по назначению должно быть прекращено, независимо от его технического состояния.

2.8. УСТАНОВЛЕННЫЙ СРОК СЛУЖБЫ -

под ним понимают технико-экономически обоснованный срок службы, обеспечиваемый конструкцией, технологией и эксплуатацией, в пределах которого изделие не должно достигать предельного состояния

2.9. ПРЕДЕЛЬНЫЙ СРОК СЛУЖБЫ $T_{сп}$

представляет собой календарную продолжительность эксплуатации или использования изделия до момента его списания и снятия с эксплуатации (использования). Он определяется аналогично тому, как определяют, например, средний срок службы.

ОСНОВНОЙ ПРИЧИНОЙ СНИЖЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ИЗДЕЛИЯ ЯВЛЯЕТСЯ ИЗНОС ЕГО ДЕТАЛЕЙ.

Изнашиванием называется процесс постепенного поверхностного разрушения материала деталей машин в результате трения о них других деталей, твердых тел или частиц.

Типичная кривая износа поверхности изделия



Износ характеризуется тремя периодами:

1. Период начального износа или период приработки, когда происходит переход от исходного состояния поверхности трения к состоянию относительно устойчивому. В течение периода приработки темп износа со временем уменьшается, приближаясь к некоторой постоянной величине, характерной для периода установившегося износа.

2. Период установившегося износа, при неизменных условиях работы трущейся поверхности, характеризуется постоянным темпом износа.

3. Период ускоренного износа.

Три группы факторов, влияющих на вид и интенсивность износа поверхности деталей машин

- 1) факторы, связанные со свойствами трущихся тел;
- 2) характеристики внешней среды;
- 3) факторы, обуславливающие внешние механические воздействия на поверхность трения

Конкретные факторы по группам

- Для **первой группы** факторами являются:
 - а) род трения (качение, скольжение);
 - б) скорость относительного перемещения трущихся поверхностей;
 - в) величина и характер давления при трении.

Конкретные факторы по группам

- Основные факторы **второй группы**, связанные с внешней средой, таковы:
 - а) смазка;
 - б) газовая среда (воздушная, агрессивная или защитная атмосферы);
 - в) наличие абразивных (твердых) частиц на поверхности трения.

Конкретные факторы по группам

- Факторами **третьей группы** являются:
 - а) механические свойства трущихся материалов (предел текучести и упругости, модуль упругости, предел прочности, твердость, ударная вязкость, пластичность, усталостная прочность);
 - б) теплоустойчивость материала детали;

Конкретные факторы по группам

- в) степень химического сродства металла к кислороду и природа образующихся при трении химических соединений;
- г) склонность металла к контактному схватыванию при нормальных и повышенных температурах;
- д) способность металлического материала взаимодействовать со смазкой и т.п.

3. ПОКАЗАТЕЛИ РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ

Номенклатура показателей РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ

□ РЕМОНТОПРИГОДНОСТЬ

- Среднее время восстановления - T_v
- Вероятность восстановления - $P_v(t)$
- Коэффициент ремонтосложности - R

3.1. ВЕРОЯТНОСТЬ ВОССТАНОВЛЕНИЯ

$P_v(t_v)$ представляет собой вероятность того, что случайное время восстановления изделия t_v будет не более заданного.

3.2. СРЕДНЕЕ ВРЕМЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ

— математическое ожидание времени восстановления изделия.

3.3. ИНТЕНСИВНОСТЬ

ВОССТАНОВЛЕНИЯ $m(t)$ представляет собой число восстановлений в единицу времени.

**3.4. КОЭФФИЦИЕНТ АВАРИЙНОГО
ПРОСТОЯ K_a** является показателем,
характеризующим вероятность
восстановления изделия в любой момент
времени.

3.5. КОЭФФИЦИЕНТ РЕМОНТОСЛОЖНОСТИ R

оценивает объем ремонтных работ за год в физических единицах ремонтосложности.

3.6. КОЭФФИЦИЕНТ РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ ДЕТАЛИ, УЗЛА, ИЗДЕЛИЯ $K_{РЕМ.ПР}$

применяется для характеристики изделия при устранении неисправности отдельных узлов и деталей.

Испытания на ремонтпригодность

Цели испытаний на ремонтпригодность:

1. определение значений количественных показателей ремонтпригодности;
2. контроль соответствия требованиям по ремонтпригодности, заданным в нормативно-технической документации (НТД) на изделия;

3. выявление конструктивных недостатков, снижающих ремонтпригодность, и разработка мероприятий по их устранению;
4. оценка полноты и качества эксплуатационной и ремонтной документации;
5. выявление схемно-конструктивных недостатков, снижающих уровень ремонтпригодности и разработка рекомендаций по их устранению.

Методы испытания на ремонтопригодность

- Испытания С ВОЗНИКАЮЩЕЙ НЕОБХОДИМОСТЬЮ ВОССТАНОВЛЕНИЯ;**
- Испытания С МОДЕЛИРОВАНИЕМ ОТКАЗОВ;**
- КОМБИНИРОВАННЫЕ Испытания.**

•Метод испытания на ремонтпригодность с возникающей необходимостью восстановления
заключается в том, что изделия подвергают нормальным или ускоренным испытаниям на безотказность и долговечность в условиях и объеме, установленных программой испытаний;

•Метод испытания на ремонтпригодность с моделированием отказов заключается в том, что отказы изделия имитируют или преднамеренно создают в соответствии с программой испытаний;

•Метод комбинированных испытаний на ремонтпригодность заключается в использовании перечисленных выше методов в любом их сочетании, установленном в методиках испытаний.

Источники информации при контроле ремонтпригодности

1. данные хронометрических наблюдений за выполнением всех операций по ремонту изделий;
2. данные о затратах времени, труда и средств, установленные при проведении подобных операций на аналогах и прототипах;
3. результаты анализа выявленных конструктивных недостатков, ухудшающих ремонтпригодность, и принятых по ним мероприятий.

4. ПОКАЗАТЕЛИ СОХРАНЯЕМОСТИ

Показатели сохраняемости характеризуют свойство технического изделия сохранять исправное и работоспособное состояние в течение и после хранения и/или транспортирования.

Номенклатура показателей СОХРАНЯЕМОСТИ

□ СОХРАНЯЕМОСТЬ

- Средний срок сохраняемости - T_c
- Гамма-процентный срок сохраняемости - $T_{c\gamma}$
- Назначенный срок хранения - T_{cn}
- Установленный срок сохраняемости - T_{cu}

4.1. СРОК СОХРАНЯЕМОСТИ

Это календарная продолжительность хранения и/или транспортирования изделия в заданных условиях, в течение и после которой значения показателей качества остаются в установленных пределах.

4.2. СРЕДНИЙ СРОК СОХРАНЯЕМОСТИ

технического изделия - это математическое ожидание его срока сохраняемости.

4.3. ГАММА-ПРОЦЕНТНЫЙ СРОК СОХРАНЯЕМОСТИ - календарная продолжительность хранения и/или транспортирования изделия, в течение и после которой показатели безотказности, долговечности и ремонтпригодности изделия не выйдут за установленные пределы с вероятностью γ , выраженной в процентах.

4.4. НАЗНАЧЕННЫЙ СРОК ХРАНЕНИЯ

--- это календарная продолжительность хранения в заданных условиях, по истечении которой применение изделия по назначению не допускается, независимо от его технического состояния.

4.5. УСТАНОВЛЕННЫЙ СРОК СОХРАНЯЕМОСТИ - это технико-экономически обоснованный (или заданный) срок хранения, обеспечиваемый конструкцией и эксплуатацией, в пределах которого показатели безотказности, долговечности и ремонтпригодности остаются теми же, какими они были у изделия до начала его хранения и/или транспортирования.

5. ПОКАЗАТЕЛИ ТРАНСПОРТАБЕЛЬНОСТИ

Показатели транспортабельности характеризуют способность продукции сохранять свою пригодность (надежность) в процессе транспортирования, а также приспособленность к перемещению, не сопровождающемуся эксплуатацией или использованием.

5.1. КОЭФФИЦИЕНТ K_d ,

характеризующий долю транспортируемых изделий, сохраняющих в заданных пределах свои первоначальные свойства за время транспортирования.

5.2. КОЭФФИЦИЕНТ K_n максимально возможного использования объема транспортного средства или тары для транспортирования изделий.

5.3. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТРАНСПОРТАБЕЛЬНОСТИ это те показатели, которые характеризуют затраты, обусловленные выполнением операций подготовки к транспортированию, самого транспортирования, а также заключительных работ после транспортирования.

5.4. ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТРАНСПОРТАБЕЛЬНОСТИ изделий

относятся к одному изделию или к определенной группе изделий, транспортируемых совместно.

Кроме того, показатели транспортабельности могут определяться по отношению к единице пути транспортирования или к одной перевозке и т.п.

5.5. К ПОКАЗАТЕЛЯМ ТРАНСПОРТАБЕЛЬНОСТИ ТАКЖЕ ОТНОСЯТСЯ:

- 1.средняя стоимость подготовительных к транспортированию операций;**
- 2.средняя стоимость перевозки одного изделия на расстояние 1 км определенным видом транспорта или определенным транспортным средством;**

- 3.средняя трудоемкость или стоимость разгрузки и других заключительных операций транспортирования;**
- 4.средняя продолжительность погрузки и разгрузки партии продукции конкретного количества из, например, железнодорож-ного вагона определенного типа и др.**

6. ОБОБЩЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ

6.1. КОЭФФИЦИЕНТ ГОТОВНОСТИ K_r

характеризует вероятность того, что изделие окажется работоспособным в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение изделия по назначению не предусматривается.

Коэффициент готовности характеризует надежность изделия на определенном временном интервале эксплуатации.

6.2. КОЭФФИЦИЕНТ ТЕХНИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ $K_{ти}$ — отношение математического ожидания наработки изделия за некоторый период эксплуатации к сумме математических ожиданий наработки, продолжительности технических обслуживаний, плановых ремонтов и неплановых восстановлений за тот же период эксплуатации.

6.3. КОЭФФИЦИЕНТ ОПЕРАТИВНОЙ ГОТОВНОСТИ $Ko.g$, — это вероятность того, что изделие окажется работоспособным в произвольный момент времени (кроме планируемых периодов, в течение которых применение изделия по назначению не предусматривается) и, начиная с этого момента, будет работать безотказно в течение заданного интервала времени.

7. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ

Экономическими показателями надежности являются поэлементные и обобщенные затраты на обеспечение безотказной и долгосрочной работы изделия. Чем меньше такие затраты, тем, следовательно, больше надежность.

7.1. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ПОКАЗАТЕЛЬ НАДЕЖНОСТИ K_n

это относительная характеристика надежности, измеряемая отношением затрат потребителя при эксплуатации, обусловленных факторами ненадежности, к стоимости машины (изделия).

7.2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БЕЗОТКАЗНОСТИ Эб

Это составная часть экономического показателя надежности, измеряемая отношением затрат на восстановление изделия после отказов к стоимости изделия (машины).

7.3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ

зависит от сложности изделия и его конструктивного исполнения. Чем сложнее изделие, тем большее значение имеет экономическая характеристика ремонтпригодности. Чем легче и доступнее для ремонта отдельные узлы и детали изделия, тем меньше значение экономической характеристики ремонтпригодности. На практике это достигается блочностью конструктивного исполнения изделия и другими приемами.

