

Надежность технологической системы

Надежность – комплексное свойство технического объекта, которое состоит в его способности выполнять заданные функции, сохраняя свои основные характеристики в установленных пределах.

Понятие надежности включает в себя безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохранность.

Различают общую теорию надежности и прикладные теории надежности.

Общая теория надежности

Математическая
теория
надежности

Статистическая
теория
надежности

Физическая
теория
надежности

Объектом исследования надежности
является то или иное техническое средство:

-отдельная деталь,

-узел машины,

-агрегат,

-машина в целом,

-изделие

и др.

Работоспособный объект –

объект, который может выполнять возложенные на него функции в условиях эксплуатации, определенных для данного объекта.

Работоспособное состояние –

состояние объекта, при котором значение всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

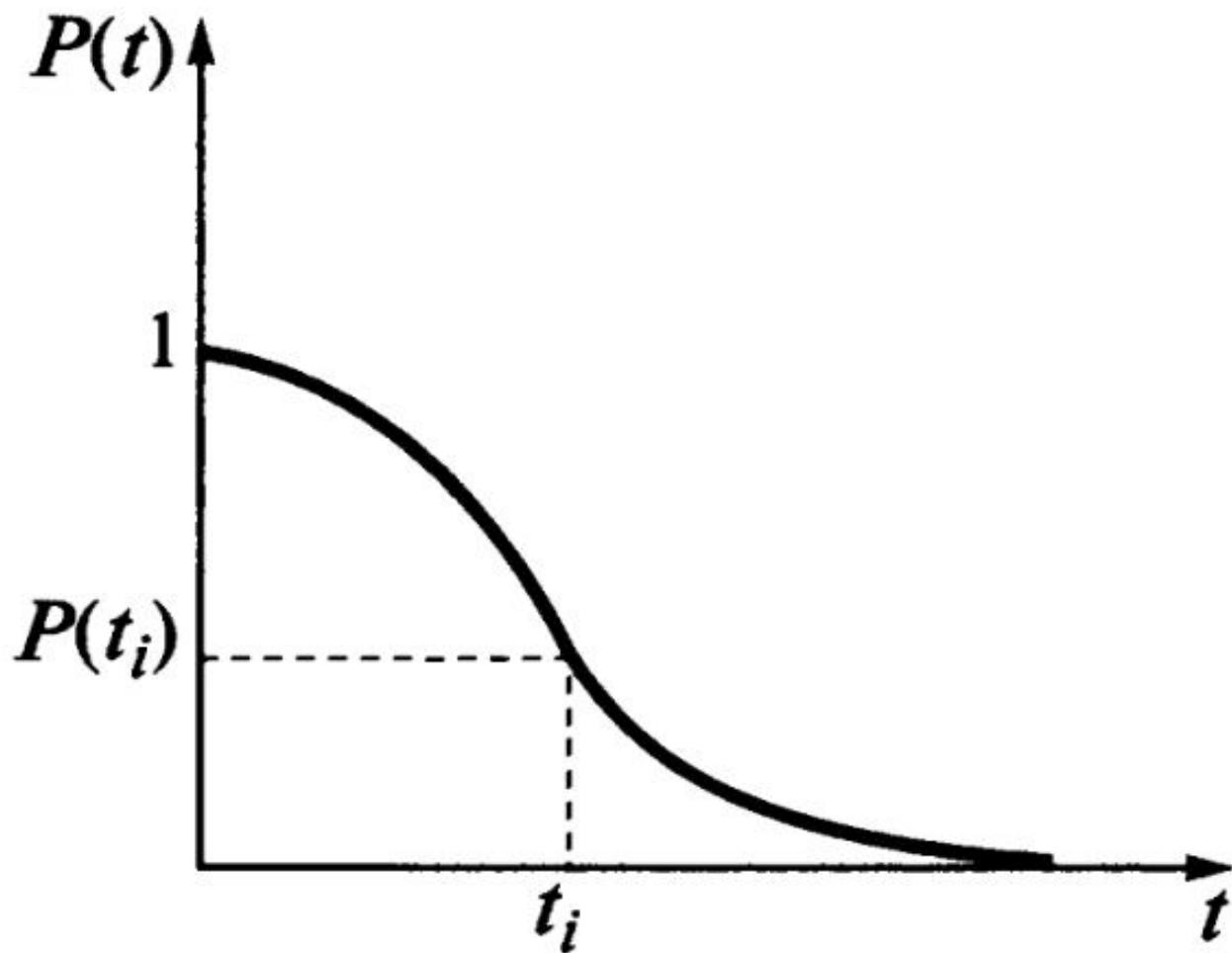
Неработоспособное состояние –
это состояние объекта, при котором
значение хотя бы одного параметра,
характеризующего его способность
выполнять заданные функции, не
соответствует нормативно-технической
и (или) конструкторской (проектной)
документации.

Отказ – переход объекта из работоспособного состояния в неработоспособное.

Восстановление – возвращение объекту работоспособного состояния.

Восстановление осуществляется путем ремонта объекта.

Численная оценка надежности –
это вероятность P нахождения
объекта в работоспособном
состоянии в данный момент
времени t .



Вероятность работоспособного состояния
Р объекта связана с вероятностью
отказа Q зависимостью:

$$P = 1 - Q$$

Величину $P(t)$ можно определить статистически по результатам испытаний:

$$P(t) = \frac{N(t)}{N_0} = 1 - \frac{n(t)}{N_0}$$

где N_0 – общее число изделий, поставленных на испытание;

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

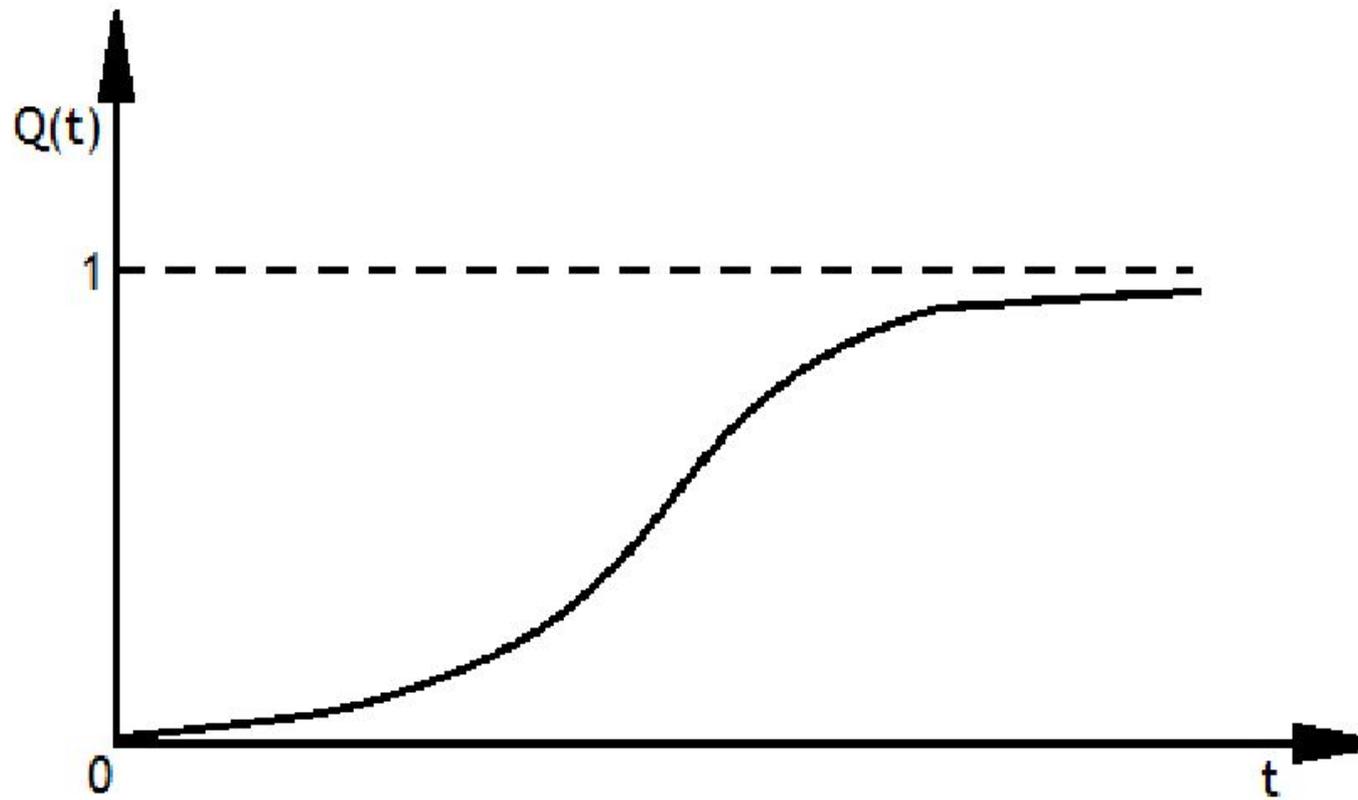
$n(t)$ – число отказавших устройств на интервале $[0;t]$.

Вероятность отказа $Q(t)$ –
это вероятность того, что в заданном
интервале $[0;t]$ изделие откажет.

Функция $Q(t)$ обладает следующими свойствами:

$$P(t) + Q(t) = 1$$

$$Q(t) = \frac{n(t)}{N_0}$$



Плотность распределения наработки до отказа (частота отказа):

$$\varphi(t) = \frac{dQ(t)}{dt} = -\frac{dP(t)}{dt}$$

$\varphi(t)$ – это скорость снижения безотказности

Частота отказов по статистическим данным об отказах

определяется выражением:

$$\overline{\varphi(t)} = \frac{\Delta n(t)}{N_0 \cdot \Delta t}$$

где $\Delta n(t)$ – число отказавших изделий на участке времени
 $(t; t + \Delta t)$;

$\overline{\varphi(t)}$ – статистическая оценка частоты отказов изделия;

Δt – интервал времени.

Гамма - процентная наработка до первого отказа T_γ

—

это наработка, в течение которой отказ не возникает с вероятностью γ
(измеряется в %):

$$P_\gamma = 1 - \int_0^{T_\gamma} \varphi(t) dt$$

или

$$\overline{P(T_\gamma)} = P_\gamma = \frac{N(T_\gamma)}{N_0}$$

где $N(T_\gamma)$ – количество изделий, исправных на момент T_γ ;
 N_0 – общее число изделий.

Интенсивность отказа $\lambda(t)$

– это условная плотность

вероятности отказа изделия в некоторый момент t
наработки, с

условием того, что отказов до этого момента t не было:

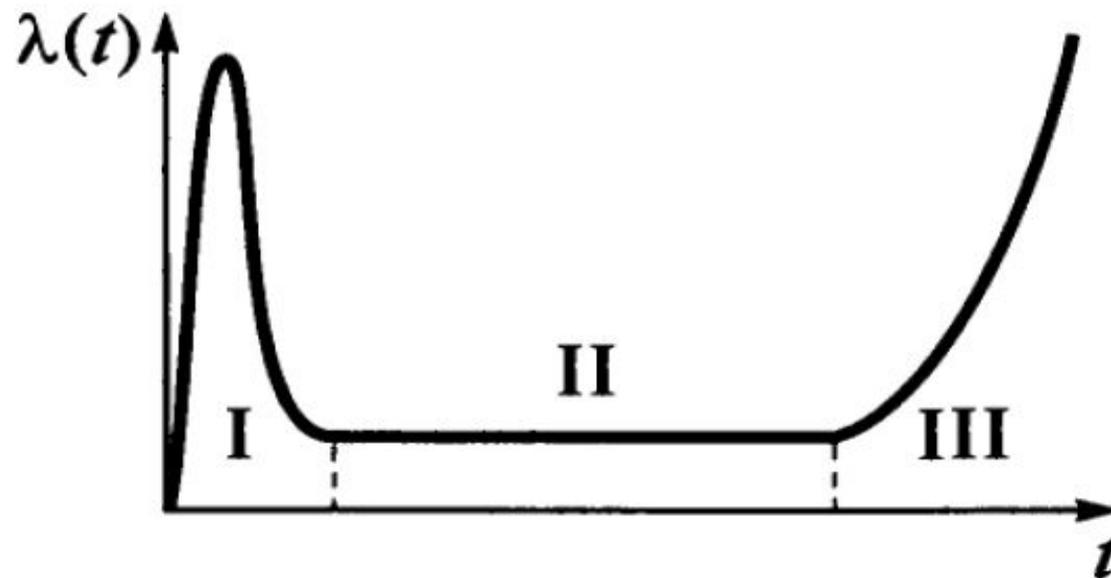
$$\lambda(t) = \frac{dQ}{dt} \cdot \frac{1}{(1 - Q(t))} = \frac{\varphi(t)}{P(t)}$$

Интенсивность отказа определяется статистически как доля изделий, которая отказала в единицу времени после момента времени t , эта доля относится к числу изделий, исправных в момент времени t :

$$\bar{\lambda}(t) = \frac{n(t + \Delta t) - n(t)}{N(t)\Delta t} = \frac{\Delta n}{N(t)\Delta t}$$

где Δn – количество отказавших изделий.

Кривая жизни технологической системы



Средняя наработка до первого отказа:

$$T_{\text{ср}} = \int_0^{\infty} t \cdot \varphi(t) dt$$

Конкретный вид функции частоты отказа $\varphi(t)$ определяется законом распределения случайной величины t

Статистически средняя наработка до первого отказа определяется по формуле:

$$\overline{T}_{\text{ср}} = \sum_{i=0}^{N_0} \frac{t_i}{N_0}$$

где t_i – время наработки i -го изделия до первого отказа;
 N_0 – число изделий, поставленных на испытание.