Контрольная работа по дисциплине

Надежность устройств автоматики и телемеханики

Тема: Методы теории надёжности

## Введение

Теория надёжности отражает общие закономерности, свойственные элементам и системам автоматики и телемеханики, которые необходимо учитывать при проектировании, изготовлении, испытаниях, приёмке и эксплуатации, чтобы достигнуть максимальной эффективности их использования. Повышение надёжности работы устройств автоматики и телемеханики является одной из важных задач обеспечения высокого качества технологического процесса и повышения безопасности движения поездов.

Методы теории надёжности позволяют:

1. выяснить характер действия окружающей среды и режимов работы на качество функционирования элементов и устройств,
2. разрабатывать способы анализа надёжности, необходимые для конструирования, проектирования и изготовления элементов, систем, прогнозирования неисправностей, их устранения, определения количества запасных деталей, приборов, механизмов и т.д.,
3. организовывать сбор, учет и анализ статистических сведений о работе элементов и эксплуатации,
4. определять наилучшие показатели надёжности,
5. определять способы лабораторных испытаний на надёжность и долговечность,
6. устанавливать наилучшие режимы профилактических работ и способы контроля качества работы элементов.

Формулировка понятий

Надёжность элементов (систем) – совокупность их свойств, определяющих степень возможности этих элементов (систем) работать по назначению в течение заданного времени.

Безотказность в работе – способность элемента (системы) сохранять работоспособность (не иметь отказов) в течение заданного времени в определённых условиях эксплуатации.

Долговечность элементов (систем) – способность к длительной эксплуатации в заданных условиях (при необходимом техническом обслуживании) вплоть до полного разрушения или другого предельного состояния.

Ремонтопригодность – свойство приспособленности к предупреждению, обнаружению и устранению неисправностей или к восстановлению после появления отказа.

Сохраняемость - свойство объекта сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих способности объекта выполнять заданные функции, в течение и после хранения и (или) транспортирования.

Отказ – событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта.

Ресурсный отказ – отказ, в результате которого объект достигает предельного состояния.

Независимый отказ - отказ, не обусловленный другими отказами.

Зависимый отказ – Отказ, обусловленный другими отказами (ГОСТ 27.002 – 89). Зависимый отказ наступает при отказе других элементов, входящих в данную систему или влияющих на отказавший элемент, или отказе собственных составных частей изделия.

Срок службы – календарная продолжительность эксплуатации от начала эксплуатации объекта или её возобновления после ремонта до перехода в предельное состояние.

Наработка до отказа – наработка объекта от начала эксплуатации до возникновения первого отказа.

Показатели надёжности

### Вероятность безотказной работы – отношение числа элементов, оставшихся исправными в конце рассматриваемого интервала времени, к начальному числу элементов, поставленных на испытание:

;



где:

N0 – число изделий до начала эксплуатации

n(t) – число изделий, отказавших за промежуток времени

Физический смысл этой величины – способность элемента или системы выполнять заданные функции, сохранять параметры в определённых пределах в течение заданного промежутка времени и при определённых условиях эксплуатации.

Вероятность отказа – обратное событие, то есть вероятность того, что при определённых условиях и в заданном интервале времени наступит хотя бы один отказ:



Частота отказов – отношение числа изделий, отказавших за определённый промежуток времени, к общему числу элементов системы:



Интенсивность отказов - отношение числа изделий, отказавших за определённый промежуток времени, к среднему числу изделий, работающих исправно в данный промежуток времени:

;



где:

Ncр – число исправно работающих изделий за время Δt

;



надежность автоматика микросхема

где:

Ni , Ni+1 – число изделий, исправно работающих в начале и в конце интервала времени Δt

Наработка на отказ – среднее число часов работы между двумя соседними отказами:

;



Тр – суммарное время работы за определённый календарный срок.

;



где: ti – время исправной работы между и отказами



Среднее время восстановления – отношение времени, затраченного на обнаружение и устранение отказов, к числу восстановлений (оно же число отказов).

;



где: τi – время от обнаружения до устранения отказа (время восстановления).

Коэффициент готовности – вероятность того, что восстанавливаемое изделие будет работоспособно в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, например, профилактика.

или ;



где: числитель – время исправной работы между отказами,

знаменатель – время исправной работы между отказами и время восстановления.

Коэффициент технического использования характеризует долю времени нахождения объекта в работоспособном состоянии относительно общей продолжительности эксплуатации.

;



Коэффициент простоя характеризует долю времени нахождения объекта в неисправном состоянии относительно общей продолжительности эксплуатации.

;



Коэффициент ремонтопригодности – доля времени восстановления относительно общей продолжительности эксплуатации.

;



Коэффициент стоимости эксплуатации определяется как отношение среднего суммарного эффекта за время эксплуатации к средним суммарным затратам.



Средний суммарный эффект Э складывается из эффекта от эксплуатации устройства, умноженного на показатель надёжности устройства и время эксплуатации.

Средние суммарные затраты определяются как функция от суммарных затрат на техническое обслуживание, функция от суммарного ущерба вследствие отказа устройства и функция от произведения показателя надёжности на время эксплуатации.

Задача № 1 Расчёт критериев надёжности

Определить критерии надёжности P(t), Θ(t), λ(t), a(t), среднее время работы Тср работающего устройства, содержащего 1600 элементов (трансформаторы, реле, резисторы, конденсаторы и т.д.), если фиксировались отказы через каждые Δt = 100 часов работы. Построить соответствующие графики. Данные по варианту № 08 об отказах сведены в таблицу №1

#### Таблица №1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Δti , ч | 0 100 | 100 200 | 200 300 | 300 400 | 400 500 | 500 600 | 600 700 | 700 800 |
| N(Δti) | 53 | 48 | 43 | 40 | 36 | 33 | 28 | 25 |
| Δti , ч | 800 900 | 900 1000 | 1000 1100 | 1100 1200 | 1200 1300 | 1300 1400 | 1400 1500 | 1500 1600 |
| N(Δti) | 24 | 24 | 23 | 22 | 23 | 21 | 22 | 21 |

Заполнение таблицы :

Первые два столбца заполняются на основании Таблицы № 2 из литературы «Надёжность устройств автоматики и телемеханики Учебное пособие и методические указания ». Вносим в исходные данные в строку Последняя цифра шифра № 8, в строку Число изделий до начала испытаний № 1600.

Третий столбец n(t) – число всех отказавших элементов за рассматриваемый промежуток времени, рассчитывается по формуле :

;



Например, за 1100 часов от начала работы число отказавших элементов составит: n(t) = n(1100) = n(100) + n(200) +n(300) + n(400) + n(500) + n(600) + n(700) + n(800) + n(900) + n(1000) + n(1100) = 53+48+43+40+36+33+28+25+24+24+23+22 = 399

Четвертый столбец Р(t) – вероятность безотказной работы системы

;



где: N0 – первоначальное число элементов, N0 =1600

### Например: через 1100 часов после начала работы определим вероятность безотказной работы системы:

;



Пятый столбец Θ(t) – вероятность отказа, рассчитывается по формуле:

;



Для времени t=1100 часов получаем: ; , если провести округление до четвёртого знака после запятой получаем .



Шестой столбец : Nср- среднее число изделий, исправно работающих в данный промежуток времени, находим по формуле:

;



где: Ni – число элементов, исправно работающих в начале заданного интервала времени.

Ni+1 – число элементов, исправно работающих в конце заданного интервала времени.

Например: , ,



, , .



Седьмой столбец : λ(t) – интенсивность отказа, определяемая по формуле:

;



Например: ,



Восьмой столбец : a(t) – параметр потока отказов, определяемый по формуле:

;



где: N – первоначальное число элементов,

n(Δt) – число отказавших элементов в интервале времени Δt (100ч).

Например: n(Δt)=53; N=1600; Δt=100

;



n(Δt)=22; N=1600; Δt=100

.



Проверка:

;



Среднее время безотказной работы . Статистическая оценка для среднего времени наработки до отказа даётся формулой:



:



τi – наработка до первого отказа каждого из объектов.

где: N –число работоспособных объектов при t = 0;



Вывод: В процессе эксплуатации интенсивность отказов λ(t) снижалась и в конце установленного периода времени изменялась незначительно. Это говорит о том, что система приработалась и в данный момент находится в периоде нормальной эксплуатации. Система обладает достаточно высокой эксплуатационной надёжностью, среднее время безотказной работы составило 1298,9 ч,

Задача № 2 Расчёт количественных характеристик надёжности ИМС

Определить количественные характеристики надёжности Р(t), λ(t), a(t), Tср элементов системы (интегральных микросхем – ИМС), для времени их работы t = 500, 1000, 1500, 2000, 2500 часов, если время работы ИМС до отказа подчиняется закону распределения Релея. Данные о величине дисперсии σ выбираем из таблицы №4 литературы «Надёжность устройств автоматики и телемеханики Учебное пособие и методические указания ».В строку σ = вводим 1200 часов.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | P (t) | Θ(t) | λ (t) | a(t) |
| 500 | 0.916855 | 0.083145 | 0.000347 | 0.000318 |
| 100 | 0.706648 | 0.293352 | 0.000694 | 0.000491 |
| 1500 | 0.457833 | 0.542167 | 0.001042 | 0.000477 |
| 2000 | 0.249352 | 0.0750648 | 0.001389 | 0.000346 |
| 2500 | 0.114162 | 0.885838 | 0.001736 | 0.000198 |

Первый столбец : t – время работы элементов системы;

Второй столбец: Р(t) – вероятность безотказной работы, рассчитывается по формуле:

;



при t=500 P(t) =e-0.086805=0.916855355

при t=2000 P(t) =e-1.388888=0.249352208

Третий столбец : Θ(t) – вероятность отказа, рассчитывается по формуле:

;



при t=500 Θ(t)=1 – 0,916855355 = 0,083144645

при t=2000 Θ(t)=1 – 0,249352208 = 0,750647792

Четвёртый столбец : λ(t) – интенсивность отказа, рассчитывается по формуле :

;



при t=500 λ(t) = 0.00034722222

при t=2000 λ(t) = 0.00138888888

Пятый столбец : а(t)- плотность распределения отказов или параметр потока отказов, рассчитывается по формуле :

;



при t=500 а(t) = 0.916855355×0.00034722222=0.00031835255

при t=2000 а(t)= 0.249352208×0.00138888888=0.0003463225089

Вывод: Интенсивность отказов λ(t) линейно увеличивается с увеличением времени эксплуатации. Вероятность безотказной работы значительно уменьшается с увеличением срока эксплуатации. Среднее время безотказной работы составляет 1503,976965 ч. Система требует комплекса мер для повышения эксплуатационной надёжности.

Задача № 3 Расчёт среднего времени восстановления и коэффициента готовности системы автоматики

Определить среднее время восстановления и коэффициент готовности системы автоматики, для которой было зафиксировано 20 отказов в течение 350 +ΣNш часов. Распределение отказов отдельных элементов системы и время на их устранение (время восстановления) взяты из таблицы №3 литературы «Надёжность устройств автоматики и телемеханики Учебное пособие и методические указания » cтр.8. Вносим в исходные данные в строку Последняя цифра шифра № 8, в строку Время эксплуатации Тэ вводим 358 .

Тэ =350+4+8=362 часа

Таблица №1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Элементы | ni | m | tB | ti |
| Полупроводники | 53 | 0,25 | 318 | 1378 |
| 212 |
| 214 |
| 210 |
| 209 |
| 215 |
| Реле | 50 | 0,235849 | 106 | 214 |
| 108 |
| R, C | 58 | 0.273585 | 407 | 4070 |
| Пайка | 51 | 0,2400566 | 426 | 426 |
| Всего | 212 | 1 |  | 6088 |

N



ni –количество отказов,

m – вес отказов по группе,

tB – время восстановления в минутах,

ti – суммарное время восстановления

Заполнение таблицы :

1. третий столбец , для полупроводников: ; для реле: ; для R, C ; для пайки:.



1. пятый столбец – суммируется время tB каждого элемента по группам :

для полупроводников: ti =318+212+214+210+209+215=1378;

для реле: ti =106+108=214; для пайки: ti= tB\*10 = 407\*10 = 4070.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Группы | Среднее время восстановления группы tB | |
| Полупроводники |  | 26 |
| Реле | 4,28 |
| R, C | 70,17241379 |
| Пайка | 8,352941176 |
| Среднее время восстановления системы tBС(мин) |  | 28,71698 |
| Наработка на отказ То(мин) |  | 73,73585 |
| Коэффициент готовности Кг |  | 0,719705 |

Заполнение таблицы :

1. Среднее время восстановления : tBI(мин), ;



Для полупроводников: ; для реле:; для R,C: ; для пайки: .



1. Среднее время восстановления системы (мин), рассчитываемое по формуле:

;



1. Наработка на отказ (мин), рассчитываемая по формуле:

;



где: N = 212;

6088мин.=101,466666 часов(101 час 28минут)



ТЭ=362 часа

Таким образом, получаем: ч =73,73585 минут



1. Коэффициент готовности рассчитываем по формуле:

;



Подставив числовые значения, получаем:

.



Вывод: В предлагаемой системе автоматики среднее время восстановления tвс= 28,71698 минут, коэффициент готовности КГ=0,719705. Таким образом, система обладает высокой надежностью, но есть резервы повышения надёжности, в частности, сокращение времени восстановления системы. Производится это за счёт сокращения среднего времени восстановления составных частей системы или групп элементов, входящих в заданную систему.

Литература

1. Ягудин Р.Ш. Надёжность устройств железнодорожной автоматики. М:.Транспорт, 1989
2. Голинкевич Т.А. Прикладная теория надежности. М., Высшая Школа, 1985
3. Надежность в технике. Основные понятия, термины и определения ГОСТ 27.002 – 89 М., Издательство стандартов, 1990
4. Надежность устройств автоматики и телемеханики. Учебное пособие и методические указания. Челябинск, 2003