

Цель расчета:

1. Изучить показатели надежности восстанавливаемых (ремонтн-руемых) изделий.
2. Освоить методы расчета численных значений показателей надежности для восстанавливаемых изделий.

Пояснения к расчетам

Параметры вероятности безотказной работы $P(t)$ и вероятность отказа $Q(t)$, интенсивность отказа $\lambda(t)$ распространяются на восстанавливаемые изделия только до первого отказа. Восстанавливаемые изделия характеризуются специфическими параметрами. Если установить, что испытания на надежность заканчиваются при числе отказов, достаточном для оценки надежности, то не учитывая времени на восстановление работоспособности восстанавливаемых изделий могут применяться параметр потока отказов и средняя наработка на отказ.

Параметр потока отказов:

$$a(t) = \frac{N(\Delta t)}{N(0)} \quad (2.1),$$

где $N(0)$ – число испытываемых изделий, $N(\Delta t)$ – число отказавших изделий.

Средняя наработка на отказ одного изделия

$$T_{cp} = T_{cp}^{cl} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n} \quad (2.2.),$$

где t_i – время исправной работы изделий между отказами, n – число отказов за время t .

Для N испытываемых изделий

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^n t_{ij}}{\sum_{j=1}^n n_j} \quad (2.3),$$

где t_{ij} – время работы j -го изделия между $(i-1)$ -м и i -м отказами;
 n_j – число отказов за время t_j -го изделия.

Поскольку для восстановления отказавшего изделия требуется время, то вводится понятие коэффициента готовности

$$K_{\Gamma} = \frac{t_{\Gamma}}{t_{\Gamma} + t_n} \quad (2.4),$$

где t_{Γ} – суммарное время исправной работы изделия;
 t_n – сумма суммарных времен вынужденного простоя.

В вероятностной форме оценки результатов испытаний

$$K_{\Gamma} = \frac{T_{cp}}{T_{cp} + T_B} \quad (2.5),$$

где T_B – среднее время восстановления отказавших изделий, подчиняемых законам распределения по времени.

При нормальном законе распределения вероятность отказов равна:

$$Q(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_0^{\infty} e^{-\frac{(t-\mu_x)^2}{2\sigma^2}} dt \quad (2.6),$$

где σ – среднеквадратическое отклонение;

μ_x – математическое ожидание, которое может быть принятым как средняя наработка до отказа $T_0 = \mu_x$.

Вычисления $Q(t)$ проводят, используя табличные значения интеграла Лапласа $\Phi(U)$ по формуле:

$$Q(t) = 0,5 + \Phi(U) \quad (2.7),$$

где $U = \frac{t + T_0}{\sigma}$ (2.8) из табл. 2.4.

Плотность вероятности отказов при нормальном законе распределения равна

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{U^2}{2}} \quad (2.9),$$

а интенсивность отказов $\lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)}$ (2.10).

Таблица 2.1
 Численные значения количества испытываемых изделий и времени их наработки до отказа

№ варианта	1	2	3	4	5	6
n_1 , шт.	6	3	2	0	1	2
n_2 , шт.	10	5	1	5	7	1
n_3 , шт.	11	6	3	7	4	2
$4n_4$, шт.	4	2	4	4	2	4
t_1 , ч	980	2 000	1 500	1 800	2 200	3 000
t_2 , ч	1 020	2 100	1 600	1 700	2 500	3 100
t_3 , ч	1 060	2 200	1 400	1 300	2 300	2 400
t_4 , ч	1 100	2 150	1 200	1 400	2 000	2 400

Таблица 2.2
 Численные значения средней наработки до отказа и среднего времени восстановления отказа

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9
T_{cp} , ч	1 000	1 050	1 100	1 050	1 150	1 200	1 250	1 300	1 350
T_B , ч	50	60	70	80	90	100	110	120	55

Таблица 2.3
 Численные значения средней наработки до отказа и среднего квадратического отклонения

№ варианта	1	2	3	4	5	6
T_0	8 100	8 000	8 200	8 300	8 400	8 500
σ	1 000	2 000	3 000	4 000	3 500	4 500

Таблица 2.4
Значения интеграла Лапласа и функции $Q(t)$

$\Phi(U)$	$Q(t)$	$\Phi(U)$	$Q(t)$	$\Phi(U)$	$Q(t)$
0	0,5	-1,6	0,066	0,8	0,788
-0,1	0,46	-1,7	0,044	0,9	0,816
-0,2	0,42	-1,8	0,036	1,0	0,841
-0,3	0,382	-2,0	0,023	1,2	0,886
-0,4	0,344	-2,2	0,014	1,3	0,903
-0,5	0,308	-2,4	0,008	1,4	0,919
-0,6	0,274	-2,6	0,006	1,5	0,933
-0,7	0,242	-2,8	0,003	1,6	0,945
-0,8	0,212	-3,0	0,001	1,7	0,955
-0,9	0,184	0,1	0,54	1,8	0,964
-1,0	0,159	0,2	0,579	2,0	0,977
-1,1	0,136	0,3	0,618	2,2	0,986
-1,2	0,115	0,4	0,655	2,4	0,992
-1,3	0,097	0,5	0,691	2,6	0,995
-1,4	0,080	0,6	0,726	2,8	0,997
-1,5	0,067	0,7	0,758	3,0	0,999

Порядок выполнения расчетов

1. По пункту 1 задания вычисления делают по формуле 2.3.
2. По пункту 2 – коэффициент готовности определяют по формуле 2.5
3. По пункту 3 задания – расчет U ведут по формуле 2.8, затем по таблице 2.4 по величине U определяют значения $\Phi(U)$ и по формуле 2.7 – $Q(t)$. $P(t)$ определяют по формуле 1.1 работы №1. $\lambda(t)$ рассчитывают по формуле 2.10, а $f(t)$ – по формуле 2.9.
4. Отчет содержит численные значения показателей надежности.

Контрольные вопросы 2 РАБОТЫ

1. Как определяют параметр потока отказов?
2. Как определяют среднюю наработку на отказ восстанавливаемых изделий?
3. Что характеризует коэффициент готовности?
4. Как определяют вероятность безотказной работы и интенсивность отказов восстанавливаемых изделий при нормальном законе распределения отказов?