

Лекция № 6. Обеспечение безотказного функционирования технических объектов

Вопросы лекции:

Введение

Методика расчёта одиночного комплекта деталей

Заключение





Основные понятия и определения

Запасная часть (элемент) – составляющая часть механизма, предназначенная для замены аналогичных частей в работающем механизме

Одиночный комплект запасных частей – определённое количество элементов и сборочных единиц, предназначенных для поддержания работоспособности объекта между плановыми ремонтами

Ремонтный комплект запасных частей – элементы (детали) и сборочные единицы для, необходимые для проведения планового ремонта

ГОСТ 28001-83 Система технического обслуживания и ремонта техники.
Основные положения. Постановление Госстандарта СССР
от 25.02.83 N 944





Методика расчёта одиночного комплекта деталей

а) экспоненциальный закон надёжности

Исходная информация:

N – количество однотипных деталей; γ – вероятность безотказной работы объекта;
 t_{cp} – средняя наработка до отказа, ч; работы объекта;
 τ – планируемая наработка объекта, ч;

Основное уравнение расчёта

$$\gamma = \sum_{k=0}^{z_{\gamma}} \frac{n_{cp}^k}{k!} \exp\left(-\frac{n_{cp}}{\tau}\right),$$

$$n_{cp} = \frac{N \cdot \tau}{t_{cp}}$$





Пример №1

расчёта одиночного комплекта деталей
(экспоненциальный закон надёжности)

Дано:

$$N = 20;$$

$$t_{\text{ср}} = 1600 \text{ ч};$$

$$\tau = 2000 \text{ ч};$$

$$\gamma = 0.99;$$

$$n_{\text{ср}} = 20 \cdot 2000 / 1600 = 25;$$

$$\rho = z_{\gamma} / n_{\text{ср}} = 1.47;$$

$$z_{\gamma} = \rho \cdot n_{\text{ср}} = 25 \cdot 1.47 = 37;$$

Ответ: Для обеспечения безотказной работы объекта с вероятностью $\gamma = 0.99$ требуется 37 запасных элементов

Пример №2

расчёта одиночного комплекта деталей
(экспоненциальный закон надёжности)

Дано:

$$N = 20;$$

$$t_{\text{ср}} = 1600 \text{ ч};$$

$$\tau = 2000 \text{ ч};$$

$$\gamma = 0.999;$$

$$n_{\text{ср}} = 20 \cdot 2000 / 1600 = 25;$$

$$\rho = z_{\gamma} / n_{\text{ср}} = 1.66;$$

$$z_{\gamma} = \rho \cdot n_{\text{ср}} = 25 \cdot 1.66 = 42;$$

Ответ: Для обеспечения безотказной работы объекта с вероятностью $\gamma = 0.999$ требуется 42 запасных элемента





б) нормальный закон надёжности

Исходная информация:

t_{cp} – средняя наработка до отказа;

σ – среднеквадратическое отклонение наработки до отказа;

γ – вероятность безотказной работы объекта;

τ – планируемая наработка объекта;

U_γ – квантиль уровня γ стандартного нормального распределения;

Расчётная зависимость:

$$z_\gamma = n_{cp} \cdot r - 1, \text{ где } r = 1 + s + 0.5s^2;$$

$$s = U_\gamma \cdot v / \sqrt{n_{cp}};$$

$$n_{cp} = \tau / t_{cp}; v = t_{cp} / \sigma;$$



Пример №3

расчёта одиночного комплекта деталей (нормальный закон надёжности)

Дано:

$$t_{\text{ср}} = 660 \text{ ч}; \sigma = 210 \text{ ч};$$

$$\tau = 2640 \text{ ч};$$

$$\gamma = 0.995;$$

$$n_{\text{ср}} = \tau / t_{\text{ср}} = 2640 / 660 = 4;$$

$$v = \sigma / t_{\text{ср}} = 210 / 660 = 0.32;$$

$$U_{\gamma=0.995} = 2.576; \text{ (см. Приложение №6)}$$

$$s = U_{\gamma} \cdot v / \sqrt{n_{\text{ср}}} = 2.576 \cdot 0.32 / 2 = 0.409;$$

$$r = 1.492; \text{ (см. табл. П6.3)}$$

$$z_{\gamma=0.995} = n_{\text{ср}} \cdot r - 1 = 4 \cdot 1.492 - 1 \cong 5;$$

Ответ: Для обеспечения безотказной работы объекта с вероятностью $\gamma = 0.995$ в течение запланированной наработки 2640 ч требуется 5 запасных элементов



Пример №4

расчёта одиночного комплекта деталей

(нормальный закон надёжности)

$$n_{cp} = \tau / t_{cp} = 2640 / 660 = 4;$$

$$v = \sigma / t_{cp} = 210 / 660 = 0,32;$$

$$r = \frac{(n_{\gamma} + 1)}{n_{cp}} = \frac{(4 + 1)}{4} = 1,25;$$

$$z(r) = 0,225; \text{ (см. Приложение №6 Учебного пособия)}$$

$$U_{\gamma} = z \cdot \sqrt{n_{cp}} = 0,225 \frac{2}{0.318} = 1,415;$$

$$\gamma = 0,92 \text{ (см. Приложение №6 Учебного пособия)}$$

Дано:

$$t_{cp} = 660 \text{ ч};$$

$$\sigma = 210 \text{ ч};$$

$$\tau = 2640 \text{ ч};$$

$$n_{\gamma} = 4;$$

Ответ: При наличии 4-х запасных элементов может быть обеспечена безотказная работа объекта в течение запланированной наработки 2640 ч с вероятностью $\gamma = 0.92$



Заключение

- Для обеспечения безотказной работы энергетических объектов необходимо иметь комплект запасных элементов.
- Расчёт потребного количества запасных элементов следует выполнять на основе заранее установленных законов надёжности объектов.
- При расчёте потребного количества ЗИП необходимо задаваться вероятностью безотказного функционирования и интервалом планируемой наработки объекта.



Благодарим за внимание!



THE END