

О.П.Гнатишин, Э.В.Москв"як
ОПТИМІЗАЦІЯ СТРУКТУРИ РЕМОНТУ
З УРАХУВАННЯМ РІВНЯ НАПРУЖЕННЯ

Нехай напрацювання деякої технічної системи до відмови τ має функцію розподілу Вейбула з урахуванням напруження [2]

$$P(\tau \leq t) = F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{x^a t}{\theta}\right)^\nu}, t > 0, (a > 0, x > 0, \theta > 0, \nu > 1). \quad /1/$$

Тоді інтенсивність відмов системи

$$h(t) = \nu \left(\frac{x^a}{\theta}\right)^\nu t^{\nu-1}, t > 0, (a > 0, x > 0, \theta > 0, \nu > 1). \quad /2/$$

Планові заміни чи ремонти системи проводять з моменти часу $T, 2T, 3T, \dots$. Щоб оптимізувати структуру ремонту, необхідно визначити T , яке мінімізувало б функцію витрат:

$$C(t) = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{C_1 E N_1(t) + C_2 E N_2(t)}{t}, \quad /3/$$

де C_1 - вартість мінімального ремонту; C_2 - вартість попереджувальної заміни; $N_1(t)$ - кількість відмов на інтервалі $[0, t]$; $N_2(t)$ - кількість попереджувальних замін на інтервалі $[0, t]$; E - оператор математичного сподівання.

В [1] показано, що T , яке мінімізує функцію /3/, з розв'язком рівняння

$$\int_0^T [h(T) - h(t)] dt = \frac{C_2}{C_1}. \quad /4/$$

За умови, що $h(t)$ - строго зростаюча і диференційована функція, якщо розв'язок рівняння /4/ існує, то він єдиний.

У випадку розподілу /1/ оптимальне значення

$$T_0 = \frac{\theta}{x^a} \left(\frac{1}{\nu-1} \frac{C_2}{C_1} \right)^{\frac{1}{\nu}}. \quad /5/$$

Проілюструємо залежність оптимального періоду планових замін від рівня напруження x і відношення вартостей $\frac{C_2}{C_1}$ на числовому прикладі.

Нехай $\sigma = 1,72 \cdot 10^{20}$; $a = 12$; $x = 20$ /2/ 32;
 $\nu = 1,5$ /0,5/ 4; $\frac{C_2}{C_1} = 10$; 2; 1; 0,5; 0,25; 0,125; 0,1;
 1/16; 1/32; 1/64. Тоді при фіксованому значенні параметра форми ν оптимальний період планових заміни чи ремонтів зменшується зі зростанням рівня напруження x та зниженням відношення вартостей $\frac{C_2}{C_1}$. Однак при фіксованих напруженнях x і відношеннях вартостей $\frac{C_2}{C_1}$ зі збільшенням параметра форми ν оптимальний період планових заміни чи ремонтів може:

1/ лише зменшуватися; наприклад, при $x = 20$ і $\frac{C_2}{C_1} = 10$ маємо

ν :	1,5	2	2,5	3	3,5	4
T_0 :	309401	132791	89688	71806	62400	56740

2/ спочатку зменшуватися, а потім збільшуватися; наприклад, при $x = 26$ і $\frac{C_2}{C_1} = 0,25$

ν :	1,5	2	2,5	3	3,5	4
T_0 :	1135	901	880	901	934	968

3/ тільки збільшуватись; наприклад, при $x = 32$ і $\frac{C_2}{C_1} = 1/64$

ν :	1,5	2	2,5	3	3,5	4
T_0 :	15	19	24	30	35	40

Використовуючи формулу $\frac{1}{\nu} \frac{1}{a}$

$$x = \left[\frac{\sigma}{T_0} \left(\frac{1}{\nu-1} \frac{C_2}{C_1} \right)^{\frac{1}{\nu}} \right]^{\frac{1}{a}},$$

/6/

аналогічним чином можна проілюструвати, як доцільно змінювати рівень напруження x для того, щоб при заданих значеннях параметра форми та відношення вартостей зберегти оптимальний період T_0 планових заміни сталим.

1. Е а р л о у Р., П р о ш а н Ф. Математическая теория надежности. М., 1969. 2. К в і т І.Д., М о с к в " я к С.В. Залежний від рівня напруження розподіл відмови технічної одиниці // У цьому ж Віснику.

Стаття надійшла до редакції 13.07.87