

УДК 621.01

ОЦЕНКА РЕСУРСНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СУДОВОЙ ТЕХНИКИ ЧЕРЕЗ ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ

Капустин В.В., Литошенко В.Н.

Предлагается метод оценки ресурса непрерывной работы судового оборудования по математическому ожиданию наработки на отказ.

Как известно, заводы-изготовители судового оборудования (ЭО), в соответствии с ГОСТом [1, 2], оценивают ресурсные показатели агрегатов по назначенному ресурсу: непрерывной работы R_n ; ресурсу до 1 переборки $R_{п1}$; ресурсу до среднего ремонта $R_{ср}$; ресурсу до капитального ремонта $R_{кр}$; полному ресурсу до списания R_n , которые связываются со сроком службы судна 20...25 лет и должны быть кратны ему.

Кроме R_n все ресурсы связаны с восстановлением технического состояния (ТС) ЭО с помощью технического обслуживания (ТО) и ремонта (Р), а R_n должен превышать продолжительность рейса, которая для транспортных судов не превышает одного месяца (720 часов), а при большей продолжительности непрерывной эксплуатации, например, для рыбопромысловых судов, морских буровых установок и др. определяется необходимостью проведения ТО (замена топливных форсунок, масла и проч.). Для многих судов этот вопрос решается за счет установки нескольких главных двигателей, когда за счет поочередного вывода их в резерв возникает возможность проведения ТО.

Разумеется, R_n назначается для периода нормальной эксплуатации, когда постепенные (износные) отказы еще не проявляются, а интенсивность внезапных отказов постоянна [3]

$$\lambda = \frac{1}{T_0} = \frac{\Delta n}{N_p \Delta t},$$

где T_0 - математическое ожидание наработки на отказ; Δn - число отказавших элементов за время Δt ; N_p - число элементов, оставшихся работоспособными

Судовая энергетическая техника достаточно надежна. При произведении $\lambda \cdot t \leq 0,1$ с достаточной точностью можно записать [3], что вероятность безотказной работы в результате разложения в степенной ряд и отбрасывании малых членов

$$P(t) = 1 - \lambda t + \frac{(\lambda t)^2}{2!} - \frac{(\lambda t)^3}{3!} + \dots \cong 1 - \lambda t. \quad (1)$$

На основании этого можно построить таблицу 1.

Таблица 1 - Зависимость вероятности безотказной работы от $\lambda \cdot t$

	Область использования уравнения (1)					
$\lambda t = \frac{t}{T_0}$	1	0,1	0,05	0,01	0,001	0,0001
$P(t)$	0,368	0,9	0,95	0,99	0,999	0,9999

Таким образом, около 63 % отказов происходит за время $t < T_0$ и только 37 % отказов при $t > T_0$.

Из приведенных значений следует, что для обеспечения вероятности безотказной работы 0,9 или 0,99 можно использовать только малую долю средней наработки на отказ $\frac{t}{T_0}$: 0,1; 0,01. Это понятие близко к понятию

«гамма-процентного ресурса» $T_{R\gamma}$ [4] - наработка, в течение которой объект не достигает предельного состояния с заданной вероятностью γ , выраженной в процентах.

Из выражения (1) $P(t) = 1 - \lambda t = 1 - \frac{t}{T_0}$ после преобразований: $\frac{t}{T_0} = 1 - P(t) = Q(t)$ и $t = T_0[1 - P(t)] = T_0Q(t)$, где $Q(t)$ - вероятность отказа элемента за время t .

Если принять $t = R_{н\gamma}$, а в соответствии с понятием «гамма-процентного ресурса» [4] $R_{н\gamma}$ - это ресурс непрерывной работы с заданной вероятностью безотказной работы γ , то получаем:

$$R_{н\gamma} = T_0[1 - P(R_{н\gamma})] = T_0Q(R_{н\gamma}).$$

Таблица 2 - Зависимость ресурса непрерывной работы от математического ожидания наработки на отказ

$R_{н\gamma}/T_0$	0,1	0,05	0,01	0,001	0,0001	0,00001
$P(R_{н\gamma})$	0,9	0,95	0,99	0,999	0,9999	0,99999

Таким образом, предлагается связать назначенный ресурс непрерывной работы с математическим ожиданием наработки на отказ.

Библиографический список

1. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Термины и определения; Введ. 01.07.90. — М.: Изд-во стандартов, 1990. — 34 с.
2. ГОСТ 18322-78. Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения; Введ. 01.01.90. — М.: Изд-во стандартов, 1991. — 15 с.
3. Решетов Д.М. Надежность машин/ Д.М. Решетов, А.С. Иванов, В.З. Фадеев; Под ред. Д.М. Решетова — М.: Высш.шк., 1988. — 238 с.
4. Ефремов Л.В. Практика инженерного анализа надежности в судовой технике/ Л.В. Ефремов. — Л.: Судостроение 1980. — 176 с.

Поступила в редакцию 02.04.2001 г.