

**Н. Н. Попов** (Самара, СамГТУ). **Оценка надежности стохастически неоднородных элементов конструкций по критерию длительной прочности.**

Разработана методика расчета вероятности безотказной работы и назначения по ней ресурса стохастически неоднородных стержневых элементов конструкций, работающих в условиях ползучести. Предложен метод определения остаточного ресурса конкретного изделия по условной вероятности безотказной работы.

Для описания процесса ползучести материала элемента конструкции за основу приняты детерминированные кинетические уравнения Ю. Н. Работнова [1]

$$\dot{\varepsilon} = \frac{a\sigma^n}{(1-\omega)^n}, \quad \dot{\omega} = \frac{b\sigma^k}{(1-\omega)^k}, \quad (1)$$

где  $\varepsilon$  — деформация ползучести;  $\sigma$  — напряжение;  $\omega$  — структурный параметр, характеризующий меру поврежденности материала, причем  $\omega = 0$  соответствует неповрежденному материалу, а  $\omega = 1$  — наличию макроскопической трещины. При помощи статистического анализа опытных данных было получено, что в определяющих соотношениях (1) величины  $a$  и  $b$  являются случайными, распределенными по нормальному закону, а показатели  $n$  и  $k$  можно считать постоянными.

Условие безотказной работы элемента конструкции было взято в виде  $\varepsilon(t)/\varepsilon^* < 1$  ( $\varepsilon^*$  — деформация ползучести в момент разрушения), которое при помощи (1) было приведено к виду  $0 < c(t) = b(k+1)\sigma^k t < 1$ . Вероятность безотказной работы элемента конструкции на заданном участке времени  $[0, t]$ , когда его работоспособность определяется монотонной функцией  $c(t)$ , может быть вычислена исходя из [2]:

$$P(t) = P\{\varepsilon(t)/\varepsilon^* < 1\} = P\{0 < c(t) < 1\} = \int_0^1 f(x, t) dx, \quad (2)$$

где  $f(x, t)$  — плотность распределения нормально распределенного случайного процесса  $c(t)$  в момент времени  $t$ . Был определен назначенный ресурс  $T_*$  по заданному значению вероятности безотказной работы  $P = p_*$  как решение уравнения (2) относительно  $t$ .

Для увеличения коэффициента использования элемента конструкции предложена методика определения условной вероятности безотказной работы по измеренному значению деформации ползучести в момент выработки назначенного ресурса  $\varepsilon(T_*) = \varepsilon_1$ :

$$P(t|\varepsilon_1) = P\{0 < c(t) < 1 | \varepsilon(T_*) = \varepsilon_1\} = \int_0^1 f(x_2, t | x_1 = \varepsilon_1) dx_2.$$

Для нормального случайного процесса  $c(t)$  условная плотность  $f(x_2, t | x_1)$  также определяет нормальное распределение. Для определения параметров этого распределения случайная функция  $\varepsilon(t)$  была приближенно заменена линейной, а для расчета коэффициента корреляции между деформацией в заданной в точке и временем до разрушения пришлось учитывать и квадратичные члены.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Закономерности ползучести и длительной прочности. Справочник под ред. С. А. Шестерикова. М.: Машиностроение, 1983, 101 с.
2. *Болотин В. В.* Прогнозирование ресурса машин и конструкций. М.: Машиностроение, 1984, 312 с.