

Н. Н. Попов (Самара, СамГТУ). **Оценка надежности стохастически неоднородной толстостенной трубы на основе параметрических критериев отказа.**

Оценка надежности элементов конструкций в условиях ползучести с учетом стохастических неоднородностей материала состоит из двух этапов. На первом этапе исследуется напряженно-деформированное состояние элемента конструкции путем решения стохастической краевой задачи. На втором этапе определяются показатели надежности.

В работе, представленной данным сообщением, построено аналитическое решение стохастической краевой задачи установившейся ползучести для толстостенной трубы, находящейся под действием внутреннего давления. Задача рассматривается в цилиндрических координатах в предположении, что стохастические свойства материала трубы описываются при помощи случайной функции одной переменной (радиуса). Определяющие соотношения ползучести принимаются в соответствии с нелинейной теорией вязкого течения в стохастической форме [1]:

$$\dot{\varepsilon}_\varphi = -\dot{\varepsilon}_r = \frac{1}{2}c \left(\frac{\sqrt{3}}{2} \right)^{n-1} (\sigma_\varphi - \sigma_r)^n (1 + \alpha H(r)),$$

где σ_φ и σ_r — компоненты тензора напряжений, ε_φ и ε_r — компоненты тензора деформаций, c и n — постоянные материала. С помощью случайной однородной функции $H(r)$ описываются флуктуации реологических свойств материала, а число α ($0 \leq \alpha < 1$) играет роль коэффициента вариации этих свойств. Точка означает дифференцирование по времени. Решение задачи производится путем разложения радиального напряжения в ряд по степеням малого параметра α . Получен рекуррентный вид системы линейных стохастических дифференциальных уравнений, из которой можно вычислить случайные поля напряжений, скоростей деформаций и перемещений $u(r, t)$ при ползучести с учетом членов любого порядка малости.

Произведена вероятностная оценка надежности толстостенной трубы по деформационному критерию отказа. Если во всех точках элемента конструкции выполнено соотношение $u(r, t) < u^*$, то условие работоспособности выполнено. При выполнении условия $u(r, t) \geq u^*$ хотя бы в одной точке происходит локальное разрушение, что приводит к отказу всего элемента конструкции. Здесь u^* — предельно допустимое (детерминированное) значение перемещения.

Разработана методика оценки надежности толстостенной трубы по критерию длительной прочности. Для описания процесса разрушения был введен параметр поврежденности материала ($0 \leq \omega(t) \leq 1$) и была принята степенная зависимость скорости изменения $\omega(t)$ от эквивалентного напряжения σ_e [2]:

$$\frac{d\omega}{dt} = B \left(\frac{\sigma_e}{1 - \omega} \right)^m, \quad \sigma_e = \frac{\sigma_1 + s}{2},$$

где σ_1 — наибольшее нормальное напряжение, s — интенсивность напряжений. Решая приведенное дифференциальное уравнение и считая, что момент разрушения $\omega = 1$, было найдено время t_p до разрушения. Оценка долговечности производилась по плотности распределения случайной величины t_p .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Должковой А. А., Попов Н. Н., Радченко В. П. Решение стохастической краевой задачи установившейся ползучести для толстостенной трубы методом малого параметра. — ПМТФ, 2006, № 1, с. 161–171.
2. Работнов Ю. Н. Ползучесть элементов конструкций. М.: Наука, 1966.