

Сухинин В.П., Пугачева Т.Н.

ОЦЕНКА КОЭФФИЦИЕНТОВ КОНЦЕНТРАЦИИ НАПРЯЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ В ТЕРМОРАЗГРУЗОЧНЫХ КАНАВКАХ

При упругопластическом деформировании даже при невысокой номинальной напряженности конструкции при стационарном температурном поле и номинальных параметрах пара в зонах концентраторов напряжения могут превосходить предел текучести и при циклическом нагружении в этих зонах будет происходить поцикловое изменение напряженно-деформированного состояния, обусловленное пластическим деформированием материала. Даже при практически стационарном нагружении процессы упругопластического деформирования материала в окрестностях концентратора, как правило, являются нестационарными и характеризуются непрерывной трансформацией полей деформаций и напряжений в пределах цикла нагружения и от цикла к циклу. При этом поля напряжений и деформаций являются неоднородными и отличаются высокими градиентами. В зависимости от режимов нагружения, циклических свойств материала, характера концентратора и уровня напряжений разрушение в таких локальных зонах может иметь квазистатический (соответствующий постоянной нагрузке) или усталостный характер. Определение НДС элементов конструкций в зонах концентрации сопряжено с существенными методическими трудностями и требует использования специальных методов исследования.

В связи с тем, что точных аналитических решений в нелинейной постановке соответствующих задач нет, процессы трансформации полей напряжений и деформаций в локальных областях возле концентраторов при упругопластическом деформировании исследуются в каждом конкретном случае приближенными методами теории пластичности, численными и экспериментальными методами. Приближенные методы позволяют с достаточной, в большинстве случаев, точностью определять значения коэффициентов концентрации и описывать кинетику напряжений и деформаций, как при однократном, так и при переменноповторном нагружениях. При этом основной гипотезой, позволяющей оценить изменение местных напряжений в зоне концентрации, является гипотеза о соответствии значений коэффициента концентрации деформации K_ϵ значениям теоретического коэффициента концентрации напряжений α_σ . Базируясь на этой гипотезе, можно получить систему уравнений для определения местных напряжений $\bar{\sigma}_{\max_k}$, местных деформаций $\bar{\epsilon}_{\max_k}$ и коэффициентов концентрации

напряжений $K_\sigma = \frac{\bar{\sigma}_{\max}}{\bar{\sigma}_H}$ и деформаций $K_\varepsilon = \frac{\bar{\varepsilon}_{\max}}{\bar{\varepsilon}_H}$.

Для определения расчетных значений максимальных напряжений и деформаций в наиболее опасной точке конструкции при известной диаграмме статического деформирования материала $\sigma = f(\varepsilon)$ и номинальных характеристиках σ_H и ε_H предложен ряд соотношений, из которых наибольшее распространение получили зависимости Нейбера, Махутова, ВТИ:

$$K_z(\infty) = 1 + 2 \cdot \varphi \cdot \sqrt{\frac{h}{\rho}} \qquad K_z(\infty) = \sigma_z \cdot \sqrt{2 \cdot \pi \cdot \rho}$$
$$K_z(\infty) = 1 + 2 \cdot \varphi \cdot \sqrt{\frac{h}{\rho}} \cdot \frac{0,42 \cdot \sigma_{zH}(0,0) + 0,58 \cdot \sigma_{zH}(1,0)}{\sigma_{zH}(1,0)}$$