

ОБОБЩЕННОЕ ПРЕДЕЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СИЛОВЫХ СИСТЕМ

Л.А. Сосновский¹, С.С. Щербаков²

¹ Белорусский государственный университет транспорта

Кирова 34, 246653, Гомель, Беларусь

tribo-fatigue@mail.ru

² Белгосуниверситет, механико-математический факультет

Независимости 4, 220050 Минск, Беларусь

sersher@tut.by

К настоящему времени разработано более 30 теорий предельных (напряженных) состояний деформируемого твердого тела, называемых также теориями прочности ([1] и др).

Рассмотрим более общую задачу разработки теории предельных состояний не деформируемого твердого тела, а силовой системы, которая находится в коррозионной среде (Ch) под воздействием контактной, повторно-переменной (внеконтактной) и тепловой нагрузок. Для решения такой сложной задачи применен наиболее общий — энергетический подход. Данная теория основывается на ряде положений, одним из которых являются то, что предельное состояние определяется не всей подводимой к силовой системе энергией U , а лишь ее эффективной (опасной) частью $U^{\text{eff}} \ll U$, которая затрачивается на повреждение. Критерием предельного состояния служит условие достижения эффективной энергией U^{eff} критической величины U_0 в некоторой области ограниченных размеров элемента силовой системы — в его опасном объеме [2]. Энергия U_0 считается фундаментальной для данного вещества константой; она не должна зависеть от условий испытания, видов подводимой энергии, механизмов повреждения [2].

Обобщенный критерий предельного состояния силовой системы, таким образом, имеет вид

$$U_{\Sigma}^{\text{eff}} T^{(V,W)}, E^{(V,W)}, T_{\Sigma}, Ch, \Lambda(V), m_k = U_0. \quad (1)$$

где T и E — тензоры напряжений и деформаций, T_Σ — температура от всех источников тепла, m_k , $k = 1, 2, \dots$, — некоторые характеристики свойств контактирующих материалов, $\Lambda_{i \setminus j}$ — параметры (функции) взаимодействия необратимых повреждений, обусловленных нагрузками разной природы. Тензоры T и E с индексом V обусловлены действием объемных нагрузок (общие случаи трехмерного изгиба, кручения, растяжения — сжатия), а с индексом W обусловлены контактным взаимодействием элементов системы.

Из общей энергии выделяется ее эффективная часть. Для этого вводятся коэффициенты $A_\sigma(V)$, $A_\tau(V)$ и $A_T(V)$ соответствующей размерности, которые определяют долю поглощенной энергии

$$dU_\Sigma^{\text{eff}} = \Lambda_{M \setminus T}(V) \{ \Lambda_{\tau \setminus \sigma}(V) [A_\sigma(V) T_\sigma \cdot \cdot dE + A_\tau(V) T_\tau \cdot \cdot dE] + A_T(V) k dT_\Sigma \} \quad (2)$$

T_τ — тензор фрикционно-сдвиговых напряжений (тензор сдвига), и T_σ — тензор нормальных напряжений (растяжения-сжатия) (тензор отрыва).

Проверка упрощенного варианта критерия (2) для случая упругого деформирования выполнена для материалов разных классов по результатам соответствующих экспериментальных исследований многих авторов (более 300 результатов испытаний) [2]. Коэффициент корреляции очень высок — не менее $r = 0,722$, но в большинстве случаев он превышает $r = 0,9$.

Литература

1. Троценко В.Т., Красовский А.Я., Покровский В.В. и др. Сопротивление материалов деформированию и разрушению. К.: Наукова думка, 1993.
2. Сосновский Л.А. Механика износоусталостного повреждения. Гомель: БелГУТ, 2007.