

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ СОЗДАНИЯ ОБРАЗЦА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ПРОЧНОСТИ МАТЕРИАЛОВ

Cherepanov A.P.

SETTING THE TASK OF DEVELOPING A TEST SAMPLE STRENGTH OF MATERIALS

Аннотация. Рассмотрена задача, которую необходимо решить при создании образца с концентраторами механических напряжений, например, для испытания прочности материалов в условиях хрупкого, циклического и усталостного разрушения.

Ключевые слова: напряжение, напряженно-деформированное состояние, испытание, образец, концентратор, прочность.

Abstract. The problem that needs to be solved when creating a sample with mechanical stress concentrators, for example, for testing the strength of materials under conditions of brittle, cyclic and fatigue failure, is considered.

Keywords: concentrator, sample, strength, stress, stress-strain state, test.

Работа материала при различных видах нагружения сопровождается комбинацией сжатия - растяжения, кручения или сдвига, следовательно, критерии оценки прочности материала в очаге возможного разрушения могут существенно отличаться от нормативных. Напряжения в зоне концентраторов механических напряжений соответствуют определенному виду напряженно-деформированного состояния (НДС) [1], который характеризуется коэффициентом вида НДС. Тензометрия, а также численное моделирование полей напряжений образцов показало, что коэффициент вида НДС находится в пределах от -2 до +2.

Известно, что в условиях сжатия, одноосного растяжения, сдвига, а также при сложных видах НДС, которые являются их комбинацией, критерии прочности материала могут существенно различаться. По этой причине, вид НДС в рабочей зоне образцов, испытываемых до разрушения, должен совпадать с видом НДС в очаге его разрушения. Указанный вид НДС характеризуется коэффициентом вида НДС, определяемого отношением [2]:

$$k = \sqrt{2} \frac{(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3)}{\sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}}, \quad (1)$$

где $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ - главные напряжения в очаге разрушения образца.

Тензометрия, а также численное моделирование полей напряжений нагруженных элементов показало, что значения величины коэффициента k в очагах разрушения конструкции лежит в диапазоне значений:

$$-2 \leq k \leq -1; 2 \leq k \leq 1. \quad (2)$$

Численное моделирование значения (1) выражается коэффициентом концентрации напряжений определяется формулой:

$$K_{\sigma} = \frac{\sigma_i^{max}}{\sigma_i^{nom}} \leq 4, \quad (3)$$

где σ_i^{max} – интенсивность напряжений в точке наблюдения рабочей зоны образца; σ_i^{nom} – номинальные эквивалентные напряжения.

Образцы [3] изготавливаются в форме пластин с U- или V-образными надрезами. Недостаток их состоит в том, что они не позволяют осуществлять расчетно-экспериментальную оценку прочности материала во всем диапазоне измерения (2). Дисковый образец для оценки конструкционной прочности материала при сложном НДС [4] испытывают приложением нагрузки, направленной перпендикулярно к его плоской поверхности в центре. Поэтому контактное воздействие влияет на характер распределения напряжений в зоне концентратора, искажающие результаты испытания, а отсутствие в образце концентраторов механических напряжений различной формы и конфигурации снижает возможности его применения. Было бы предпочтительным использование образцов, испытываемых комплексом нагрузок с повышенным уровнем напряжений, возникающих вблизи конструктивных неоднородностей (отверстий, выступов, пазов и т. п.), которые создают сложное НС.

Поставлена задача создания образца для оценки прочности материалов при нагружении статическими и знакопеременными нагрузками и их сочетанием: растяжения-сжатия; изгиба; кручения; устойчивости при сжатии и др., то есть образца, который позволил бы расширить диапазон измерения коэффициента вида НДС без изменения положения образца в испытательной машине в процессе испытания. Методы испытания таких образцов следовало бы выбирать в зависимости от конфигурации, размеров, ориентации, количества, геометрического места точек расположения концентраторов на образце для достижения определенного вида НДС, которое характеризовалось бы значениями коэффициента жесткости в диапазоне $0,2 < k < 0,8$ и значениями коэффициента вида НДС в интервале от -2 до +2.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Когаев В.П., Махутов Н.А., Гусенков А.П.** Расчеты деталей машин и конструкций на прочность и долговечность. - М.: Машиностроение, 1985. - 224 с.
2. **Смирнов-Аляев Г.А.** Механические основы пластической обработки металлов. Инженерные методы. - Л.: Машиностроение, 1968. - 272 с.
3. **ГОСТ 25.506-85.** Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний металлов. Определения характеристик трещиностойкости при статическом нагружении. Сб. стандартов. - М.: Стандартинформ, 2005.
4. **Патент № 2734276 Российская Федерация, МПК G01N 1/28, G01N 3/02 (2006.01).** Дисковый образец для оценки конструкционной прочности материала: № 2019133638: заявл. 22.10.2019: опубл. 14.10.2020 / Цвик Л.Б., Зеньков Е.В., Бочаров И.С. и др.: заявитель ФГБОУ ВО ИРГУПС. – 10 с.