

Кроме рассмотренных прочностных характеристик материала определяются также характеристики пластичности.

Способность материала получать большие остаточные деформации без разрушения носит названия *пластичность*.

Относительное остаточное удлинение после разрыва определяется как отношение остаточного удлинения расчетной длины образца к его первоначальной длине.

Относительное остаточное сужение после разрыва определяется как отношение уменьшения величины площади поперечного сечения образца в месте разрыва к его первоначальной площади поперечного сечения.

Свойство противоположное пластичности, называется *хрупкостью*. Хрупкость это способность материала разрушаться при незначительных остаточных деформациях.

Литература

1. Подскребко М.Д. Сопротивление материалов: учебник / М. Д. Подскребко. – Минск: Выш. шк., 2007.

УДК 539.3

КРИТЕРИИ ПРЕДЕЛЬНЫХ НАПРЯЖЕННЫХ СОСТОЯНИЙ ДЛЯ МАТЕРИАЛОВ

студент гр. 10303113 Рутковский Е.О.

Научный руководитель – профессор Василевич Ю. В.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Инженерный расчет предусматривает оценку прочности готовой детали или должен указать ее безопасные размеры в процессе проектирования с учетом свойств и напряженного состояния материала. Принципиальная трудность решения поставленной задачи состоит в том, что механическое состояние материала меняется в зависимости от его напряженного состояния. Напряженное состояние в точке является главным фактором, изменяющим механическое состояние материала в этой точке. Следовательно, необходимо установить меру, числовую величину напряженного состояния, при достижении которой наступит предельное состояние, определяю-

шее переход материала из упругого состояния в пластическое. Под предельным напряженным состоянием будем понимать напряженное состояние, характеризующееся появлением у пластичных материалов заметных остаточных деформаций, а у хрупких - образованием местных трещин, свидетельствующих о начале разрушения.

Установление критерия прочности (критерия предельного напряженного состояния) составляет задачу теории предельных напряженных состояний, обычно называемой теорией прочности.

Под критерием прочности следует понимать аналитическое представление в пространстве главных напряжений границы предельного напряженного состояния, в пределах которых материал может работать при заданных условиях без разрушения.

Поэтому в поисках решения проблемы было предложено, напряжение при одноосном растяжении принять в качестве эталона прочности, с помощью которого затем оценивать прочность при любом напряженном состоянии.

Под эквивалентным напряженным состоянием будем понимать одноосное напряженное состояние при растяжении, равноопасное с заданным напряженным состоянием.

Эквивалентное напряжение $\sigma_{\text{эkv}}$ - это напряжение, действующее в эквивалентном напряженном состоянии.

Для определения эквивалентного напряжения через главные напряжения $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$, определяющие заданное напряженное состояние, на основе принятых гипотез были разработаны критерии прочности, называемые в технической литературе классическими. Таким образом, под критериями прочности понимаются гипотезы, определяющие условия перехода материала в опасное состояние.

Первая теория прочности, или критерий наибольших нормальных напряжений. Согласно этой теории в качестве критерия прочности принимается наибольшее по абсолютной величине главное напряжение. При расчетах величина наибольшего по абсолютной величине главного напряжения при любом напряженном состоянии не должна превышать допустимого нормального напряжения $[\sigma]$, устанавливаемого при простом растяжении или сжатии образцов из данного материала. Тогда условие прочности запишется в виде

$$\sigma_{\text{эkv}} = \sigma_1 \leq [\sigma]_p; \quad \sigma_{\text{эkv}} = |\sigma_3| \leq [\sigma]_c, \quad (1)$$

Вторая теория прочности, или критерий наибольших относительных удлинений. В данной теории в качестве критерия прочности принимается наибольшее относительное удлинение. При расчетах величина наибольшего относительного удлинения при любом напряженном состоянии не должна превышать допускаемого значения $[\varepsilon]$, устанавливаемого при простом растяжении образцов из данного материала. Условие прочности по второму критерию прочности запишется в виде

$$\varepsilon_{\text{эКВ}} = \varepsilon_1 \leq [\varepsilon], \quad (2)$$

Используя обобщенный закон Гука, выразим условия прочности через главные напряжения и, поставив их в условия прочности (2), получим

$$\sigma_{\text{эКВ}} = \sigma_1 - \mu(\sigma_2 + \sigma_3) \leq [\sigma]_p. \quad (3)$$

Третья теория прочности, или критерий наибольших касательных напряжений. Согласно этому критерию при расчетах величина наибольшего касательного напряжения при любом напряженном состоянии не должна превышать допускаемого значения $[\tau]$, устанавливаемого при простом растяжении образцов из данного материала. Условие прочности по третьему критерию запишется в виде:

$$\tau_{\text{эКВ}} = \tau_{\text{max}} \leq [\tau]. \quad (4)$$

Используя теорию напряженного состояния, выразим условия прочности через главные напряжения и подставив их в (4), получим

$$\sigma_{\text{эКВ}} = \sigma_1 - \sigma_3 \leq [\sigma] \quad (5)$$

Четвертая теория прочности, или критерий удельной потенциальной энергии формоизменения. В этой теории в качестве критериев прочности принимается наибольшая величина удельной потенциальной энергии формоизменения. При расчетах величина наибольшей удельной потенциальной энергии формоизменения при любом напряженном состоянии не должна превышать допускаемого значения $[u_{of}]$, определяемого при простом растяжении образцов из данного материала. Условие прочности по четвертому критерию запишется в виде

$$u_{of \text{ эКВ}} = u_{of \text{ max}} \leq [u_{of}]; \quad (6)$$

Выразим условие (6) через главные напряжения и подставляя полученные выражения, получим:

$$\sigma_{\text{эКВ}} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - (\sigma_1\sigma_2 + \sigma_2\sigma_3 + \sigma_3\sigma_1)} \leq [\sigma]. \quad (7)$$

Критерий прочности Мора. Особенностью критерия прочности Мора является то, что он не содержит никаких критериальных гипотез, а полностью основывается на обобщении результатов экспериментов.

Условие прочности по критерию Мора можно получить с помощью кругов напряжений (кругов Мора), устанавливающих графическую связь напряжений σ_α , τ_α с углами α наклона площадки к оси x . Для плоского напряженного состояния уравнения, определяющие нормальные и касательные напряжения на наклонной площадке, имеют следующий вид

$$\begin{aligned}\sigma_\alpha - \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} &= \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \cos 2\alpha - \tau_{xy} \sin 2\alpha \\ \tau_\alpha &= \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \sin 2\alpha + \tau_{xy} \cos 2\alpha.\end{aligned}\quad (8)$$

Литература

1. Подскребко, М.Д. Сопротивление материалов: учебник Подскребко, М.Д. — Минск.: Выш. шк., 2007. — 153-166 с.
2. Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. Справочник по сопротивлению материалов — Киев: Наук. думка, 1988. — 196-207 с.

УДК 539.3

ИСПЫТАНИЕ МАТЕРИАЛОВ НА СЖАТИЕ

студент гр. 10303113 Солоненко Р.С.

Научный руководитель – Василевич Ю. В.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

На практике испытанию на сжатие подвергаются в основном хрупкие материалы и сплавы (чугун, бетон, керамика, фарфор, дерево, и т.д.), которые лучше сопротивляются сжатию, чем растяжению, и применяются для изготовления деталей, работающих на сжатие. Для пластичных материалов испытание на сжатие обычно является дополнением к испытанию на растяжение и проводится по необходимости. Это объясняется тем, что для таких материалов предел пропорциональности и предел текучести при сжатии одинаков с их значениями при растяжении. Характеристики, аналогичные пределу прочности, остаточному относительному удлинению и