

## Теории прочности

В общем случае опасное напряженное состояние элемента конструкции зависит от соотношения между тремя главными напряжениями ( $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ ). Т.е., строго говоря, для каждого соотношения нужно экспериментально определять величину предельного напряжения, что нереально. Поэтому были приняты такие методы расчета прочности, которые позволяли бы оценить степень опасности любого напряженного состояния по напряжению растяжения – сжатия. Они называются теориями прочности (теории предельных напряженных состояний).

1-ая теория прочности (теория наибольших нормальных напряжений): причиной наступления предельного напряженного состояния являются наибольшие нормальные напряжения.  $\sigma_{\max} = \sigma_1 \leq [\sigma]$ . Главный недостаток: не учитываются два других главных напряжения. Подтверждается опытом только при растяжении весьма хрупких материалов (стекло, гипс). В настоящее время практически не применяется.

2-ая теория прочности (теория наибольших относительных деформаций): причиной наступления предельного напряженного состояния являются наибольшие удлинения.  $\varepsilon_{\max} = \varepsilon_1 \leq [\varepsilon]$ . Учитывая, что  $\varepsilon_1 = \frac{1}{E}[\sigma_1 - \mu(\sigma_2 + \sigma_3)]$ ,  $\mu$  — коэффициент

Пуассона, получаем условие прочности  $\sigma_{\text{эквII}} = \sigma_1 - \mu(\sigma_2 + \sigma_3) \leq [\sigma]$ .  $\sigma_{\text{экв}}$  — эквивалентное (расчетное) напряжение. В настоящее время теория используется редко, только для хрупких материалов (бетон, камень).

3-я теория прочности (теория наибольших касательных напряжений): причиной наступления предельного напряженного состояния являются наибольшие касательные напряжения  $\tau_{\max} \leq [\tau]$ ,  $\tau_{\max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$ , условие прочности:  $\sigma_{\text{эквIII}} = \sigma_1 -$

$\sigma_3 \leq [\sigma]$ . Основной недостаток — не учитывает влияние  $\sigma_2$ . При плоском напряженном состоянии:  $\sigma_{\text{эквIII}} = \sqrt{(\sigma_z - \sigma_y)^2 + 4\tau_{zy}^2} \leq [\sigma]$ . При  $\sigma_y = 0$  получаем

$\sigma_{\text{эквIII}} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \leq [\sigma]$  Широко используется для пластичных материалов.

4-я теория прочности (энергетическая теория): причиной наступления предельного напряженного состояния являются величина удельной потенциальной энергии

изменения формы.  $u_{\phi} \leq [u_{\phi}]$ .  $\sigma_{\text{эквIV}} = \sqrt{0,5 \cdot [(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2]} \leq [\sigma]$ .

Учитывает, все три главных напряжения. При плоском напряженном состоянии:

$\sigma_{\text{эквIV}} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_z + \sigma_y}{2}\right)^2 + 3\left(\frac{\sigma_z - \sigma_y}{2}\right)^2 + 3\tau_{zy}^2} \leq [\sigma]$ . При  $\sigma_y = 0$ ,  $\sigma_{\text{эквIV}} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq [\sigma]$

Широко используется для пластичных материалов.

Теория прочности Мора Получена на основе кругов напряжений Мора.

$\sigma_{\text{эквM}} = \sigma_1 - \frac{[\sigma_p]}{[\sigma_c]} \cdot \sigma_3$ . Используется при расчетах хрупких материалов, у которых

допускаемые напряжения на растяжение  $[\sigma_p]$  и сжатие  $[\sigma_c]$  не одинаковы (чугун).

Для пластичных материалов  $[\sigma_p] = [\sigma_c]$  теория Мора превращается в 3-ю теорию.