

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ДИАГРАММЫ ДЕФОРМИРОВАНИЯ МАТЕРИАЛА В РАСЧЁТАХ НА ПРОЧНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ

© 2012 Савельев Л.М.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва

AN ANALYTICAL DESCRIPTION OF STRESS–STRAIN DIAGRAM IN STRESS AND STABILITY ANALYSIS

© 2012 Saveljev L.M.

A simple approximation of stress–strain diagram in direct form is proposed. The dependence permit to obtain bars and plates critical stresses beyond proportional limit as finite formula.

Расчёты элементов конструкций за пределом пропорциональности требуют знания диаграмм деформирования соответствующих материалов. Так как экспериментальные диаграммы, как правило, отсутствуют, возникает необходимость их приближённого аналитического описания. В качестве такой аппроксимации диаграммы при напряжениях, превышающих предел пропорциональности $\sigma_{\text{мц}}$, может быть использовано выражение

$$\bar{\sigma} = a_1 - \frac{a_2}{\bar{\varepsilon} - a_3} + a_4 \bar{\varepsilon},$$

где

$$\bar{\sigma} = \frac{\sigma}{\sigma_{\text{мц}}}; \quad \bar{\varepsilon} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_{\text{мц}}}; \quad \varepsilon_{\text{мц}} = \frac{\sigma_{\text{мц}}}{E}.$$

Здесь σ – напряжение; ε – деформация; E – модуль упругости материала.

Параметры аппроксимации $a_1 \dots a_4$ определяется так, чтобы кривая проходила через точку, в которой $\sigma = \sigma_{0,2}$, $\varepsilon = \varepsilon_{0,2} = 0,002 + \sigma_{0,2}/E$ ($\sigma_{0,2}$ – условный предел текучести материала), а также через ещё одну точку, для которой известны экспериментальные значения σ и ε (например, через точку, соответствующую временному пределу сопротивления материала). Кроме того, обеспечивается

гладкое сопряжение этой кривой с прямолинейным участком, соответствующим закону Гука.

Если деформации, возникающие в конструкции, не слишком велики, можно воспользоваться более простым представлением диаграммы, в котором отсутствует слагаемое $a_4 \bar{\varepsilon}$. В этом случае соотношение $\sigma - \varepsilon$ может быть представлено на участке упрочнения в виде формулы

$$\sigma = \sigma^* - \frac{(\sigma^* - \sigma_{\text{мц}})^2}{E\varepsilon + \sigma^* - 2\sigma_{\text{мц}}},$$

где

$$\sigma^* = \sigma_{0,2} + \frac{(\sigma_{0,2} - \sigma_{\text{мц}})^2}{0,002E}.$$

В предлагаемой аппроксимации участок упрочнения представляется единым выражением, что удобно при практических расчётах. Другим её достоинством является явный вид зависимости $\sigma = \sigma(\varepsilon)$ в отличие от тех работ, где она строится в неявной форме $\varepsilon = \varepsilon(\sigma)$. Применение данной аппроксимации в расчётах на устойчивость позволяют во многих случаях находить критические напряжения для стержней и пластин в замкнутой форме при работе за пределом пропорциональности.