

Exemplo 2.01:

Uma barra laminada com a secção transversal da *figura 2.04* tem 500 mm de comprimento e é constituída por uma matriz de epoxy reforçada com filamentos de carbono com módulos elásticos de 5000 N/mm^2 e 200000 N/mm^2 , respetivamente. Os valores correspondentes do coeficiente de Poisson são 0,2 e 0,3. Se a barra estiver sujeita a uma força axial de tração com 100 kN, determine o alongamento da barra e a redução da espessura. Calcule, também, as tensões na resina epoxy e nos filamentos de carbono.

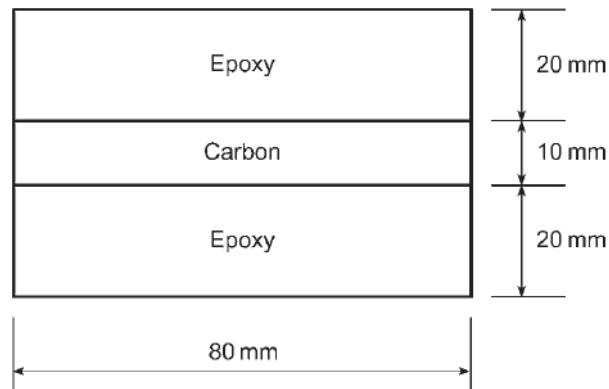


Figura 2.04 Secção transversal da barra do *exemplo 2.01*.

Da *equação (2.14)*, o módulo elástico da barra é

$$E_1 = E_f \frac{A_f}{A} + E_m \frac{A_m}{A} = 200000 \times \frac{80 \times 10}{80 \times 50} + 5000 \times \frac{80 \times 40}{80 \times 50} = 44000 \text{ N/mm}^2$$

onde E_f é o módulo elástico longitudinal da fibra (carbono), E_m é o módulo elástico longitudinal da resina (epoxy), A_f é área transversal da fibra, A_m é área transversal da resina e A é área transversal total da barra.

A tensão direta, σ_1 , na direção longitudinal é dada por

$$\sigma_1 = \frac{F}{A} = \frac{100000}{80 \times 50} = 25 \text{ N/mm}^2$$

onde F é a força longitudinal aplicada na barra.

Então, da *equação (2.11)*, a extensão longitudinal, ε_1 , na barra é

$$\varepsilon_1 = \frac{\sigma_1}{E_1} = \frac{25}{44000} = 5.68 \times 10^{-4}$$

O alongamento longitudinal, Δ_l , da barra é, da *equação (2.10)*,

$$\Delta_l = \varepsilon_1 l = 5.68 \times 10^{-4} \times 500 = 0.284 \text{ mm}$$

onde l é o comprimento da barra.

O coeficiente de Poisson maior da barra é dado pela *equação (2.24)*. Assim,

$$\nu_{12} = \nu_f V_f + \nu_m V_m = \nu_f \frac{A_f}{A} + \nu_m \frac{A_m}{A} = 0.3 \times \frac{80 \times 10}{80 \times 50} + 0.2 \times \frac{80 \times 40}{80 \times 50} = 0.22$$

onde V_f é a fração volúmica da fibra e V_m é a fração volúmica da resina.

A extensão da barra na direção da espessura é, assim, dada pela *equação (2.22)*

$$\varepsilon_2 = -\nu_{12} \varepsilon_1 = -0.22 \times 5.68 \times 10^{-4} = -1.25 \times 10^{-4}$$

A redução da espessura, Δ_t , da barra é

$$\Delta_t = \varepsilon_2 t = 1.25 \times 10^{-4} \times 50 = 0.006 \text{ mm}$$

onde t é a espessura da barra.

As tensões na epoxy e no carbono são calculadas usando a *equação (2.12)*. Logo

$$\sigma_m = E_m \varepsilon_1 = 5000 \times 5.68 \times 10^{-4} = 2.84 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_f = E_f \varepsilon_1 = 200000 \times 5.68 \times 10^{-4} = 113.6 \text{ N/mm}^2$$