Materiais

Problemas

José Carlos Pereira
Carlos.pereira@ist.utl.pt
Tel. 3938
Sala 5-1.5A (5º Piso Torre Química)

Lisboa, 2019

Problemas Difusão

Problema 1

Um compósito unidireccional de fibras aramídicas (Kevlar 49) numa matriz de policarbonato contém 45% em volume de fibras. A densidade das fibras aramídicas é 1.4 g/cm^3 e a do policarbonato é 1.2 g/cm^3. Os módulos de elasticidade em tracção da matriz e das fibras são, respectivamente, 2300 MPa e 124 GPa.

$\rho_f = 1.4\ g/cm^3 \quad \rho_m = 1.2\ g/cm^3$

$v_f = 0.45 \quad v_m = 0.55$

$E_f = 124\ GPa \quad E_m = 2300\ MPa$

(a) Atendendo ao tipo de matriz trata-se de um:

1	CMP
2	CMM
3	CMC

O policarbonato é um polímero ⇒ Compósito de Matriz Polimérica

(b) A percentagem ponderal de fibras no compósito é:

1	49%
2	54%
3	45%

Problemas Difusão

Problema 1
(cont.)

em 1 cm^3: fibras: 0.45 $cm^3 \Rightarrow 0.45 \times 1.4 = 0.63$ g
matriz: 0.55 $cm^3 \Rightarrow 0.55 \times 1.2 = 0.66$ g

$$m_f = \frac{0.63}{0.63+0.66} = 0.488 \Rightarrow 49\%$$

(c) A densidade média do compósito é:

1	1.30 g/cm^3
2	1.31 g/cm^3
3	1.29 g/cm^3

$$\rho_c = \frac{0.63+0.66\ g}{1cm^3} = 1.29\ g/cm^3 = \frac{0.45\times1.4+0.55\times1.2}{1} = v_f \times \rho_f + v_m \times \rho_m$$

(d) Quando traccionado, em condições de isodeformação, o módulo de elasticidade do compósito seria:

1	1321 MPa
2	57065 MPa
3	4119 MPa

$$E_c = v_f E_f + v_m E_m = 0.45 \times 124 \times 10^9 + 0.55 \times 2300 \times 10^6 = 57065 \times 10^6 = 57065\ MPa$$

Problemas Difusão

Problema 1 (cont.)

(e) Considere que se aplicava ao compósito uma força de 53400 N segundo a direcção das fibras. Admitindo que a deformação provocada no compósito era elástica, a carga suportada pelas fibras seria:

1	24030 N
2	52216 N
3	28754 N

$$\frac{F_f}{F_c} = \frac{v_f E_f}{v_f E_f + v_m E_m} = \frac{0.45 \times 124 \times 10^9}{0.45 \times 124 \times 10^9 + 0.55 \times 2300 \times 10^6} = 0.9778$$

$$F_f = 0.9778 \times 53400 = 52216\ N$$

(f) Para que o compósito apresentasse, em condições de isotensão, um módulo de elasticidade de 57065 MPa, a fracção volúmica de fibras teria de ser:

1	0.978
2	0.45
3	0.40

$$\frac{1}{E_c} = \frac{v_f}{E_f} + \frac{v_m}{E_m} \Rightarrow \frac{1}{57065 \times 10^6} = \frac{v_f}{124 \times 10^9} + \frac{(1 - v_f)}{2300 \times 10^6}$$

$$\Leftrightarrow \left(\frac{1}{57065} - \frac{1}{2300}\right) = \left(\frac{1}{124 \times 10^3} - \frac{1}{2300}\right) v_f \Rightarrow v_f = 0.9778$$

Problemas Difusão

Problema 1
(cont.)

(g) Considere um compósito com a mesma matriz (policarbonato) e a mesma percentagem volúmica (45%) do mesmo reforço (Kevlar49), mas em que este se encontra sob a forma de partículas. Em relação ao valor referido na alínea (d), o módulo de elasticidade do compósito seria:

1	inferior
2	superior
3	igual

Quando traccionado em condições de isodeformação, as fibras estão alinhadas com a força aplicada e a sua substituição por partículas vai diminuir substancialmente a resistência mecânica do compósito

Problemas Difusão

Problema 2

Um compósito de matriz metálica é constitudo por uma matriz da liga de Aumínio 2024 e por fibras contínuas de Boro (B). As fibras de B são fabricadas a partir de um filamento de Tungsténio (W) com 10 μm de diâmetro, que forma o seu núcleo central, revestido com B até se obter uma fibra com 100 μm de diâmetro final. O compósito é do tipo unidireccional (isto é, as fibras contínuas de B estão todas dispostas numa única direcção) e contém 50% (em volume) de fibras de Boro. Usando a regra das misturas, calcule o módulo de elasticidade (E) do compósito quando traccionado em condições de isotensão. 121.7 GPa

Dados: $E_B = 379\ GPa$; $E_W = 410\ GPa$; $E_{Al} = 72.4\ GPa$

$$v_W + v_B = 0.5 \qquad v_{Al} = 0.5$$

$$d_W = 10\ \mu m \qquad d_{W+B} = 100\ \mu m$$

$$v_W = \frac{V_W}{V_{W+B+Al}} = \frac{V_{W+B}}{V_{W+B+Al}}\ \frac{V_W}{V_{W+B}} = 0.5\frac{V_W}{V_{W+B}}$$

$$= 0.5\ \frac{A_W \times l}{A_{W+B} \times l} = 0.5\frac{\pi 5^2}{\pi 50^2} = \frac{0.5}{100} = 0.005$$

$$v_B = 0.5 - 0.005 = 0.495$$

$$\frac{1}{E_c} = \frac{v_B}{E_B} + \frac{v_W}{E_W} + \frac{v_{Al}}{E_{Al}} \Rightarrow \frac{1}{E_c} = \frac{0.495}{379} + \frac{0.005}{410} + \frac{0.5}{72.4} \Rightarrow E_c = 121.66\ GPa$$

Problemas Difusão

Problema 3

Considere um compósito unidireccional de fibras de Kevlar 49 numa matriz de resina epoxídica contendo 64% em volume de fibras, que é solicitado em condições de isodeformação. Os módulos de elasticidade das fibras e do compósito são, respectivamente, 175 GPa e 123 GPa.

(a) Calcule o módulo de elasticidade da resina epoxídica. 30.56 GPa

$$E_c = v_f E_f + v_m E_m \Rightarrow 123 = 0.64 \times 175 + (1 - 0.64) \times E_m \Rightarrow E_m = 30.56\ GPa$$

(b) Qual a percentagem em volume de fibras que conduziria a um módulo de elasticidade do compósito de 150 GPa? 82.69%

$$150 = v_f \times 175 + (1 - v_f) \times 30.56 \Leftrightarrow v_f = \frac{150-30.56}{175-30.56} = 0.8269 \Rightarrow 82.69\%$$

(c) Sabendo que as tensões de ruptura das fibras de Kevlar 49 e da resina epoxídica são, respectivamente, 4135 MPa e 72 MPa, calcule a tensão de ruptura do compósito referido na alínea (a). Neste caso qual é a fracção da carga que é suportada pelas fibras de Kevlar?
2672.32 MPa 0.99

$$\sigma_c^r = v_f \sigma_f^r + v_m \sigma_m^r = 0.64 \times 4135 + 0.36 \times 72 = 2672.32\ MPa$$

$$\frac{F_f^r}{F_c^r} = \frac{\sigma_f^r A_f}{\sigma_c^r A_c} = \frac{\sigma_f^r}{\sigma_c^r}\ v_f = \frac{4135}{2672.32} \times 0.64 = 0.99$$