

ENG 1007 – INTRODUÇÃO À MECÂNICA DOS SÓLIDOS

Segunda prova – turma B

24/04/2014

1ª Questão (2,5 pontos)

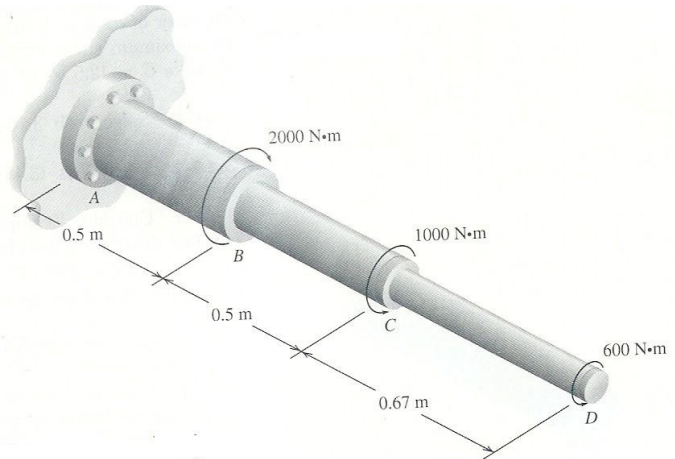
O eixo conjugado ABCD está carregado como mostra a figura abaixo. Os diâmetros dos segmentos AB, BC e CD são 60 mm, 40 mm e 20 mm, respectivamente. O módulo de elasticidade transversal é $G = 75 \text{ GPa}$. Pedese:

- a máxima tensão cisalhante em cada trecho;
- o ângulo de rotação da seção D.

$$\tau = \frac{Tr}{J}$$

$$J = \frac{\pi}{2}(r_e^4 - r_i^4)$$

$$\phi_B - \phi_A = \frac{T_{AB}L_{AB}}{GJ}$$



Resposta:

$$a) \quad |\tau_{máx}^{AB}| = \frac{400 \text{ Nm} \times 16}{\pi 0,06^3 \text{ m}^3} = 9,431 \text{ MPa}$$

$$\tau_{máx}^{BC} = \frac{1600 \text{ Nm} \times 16}{\pi 0,04^3 \text{ m}^3} = 127,324 \text{ MPa}$$

$$\tau_{máx}^{CD} = \frac{600 \text{ Nm} \times 16}{\pi 0,02^3 \text{ m}^3} = 381,972 \text{ MPa}$$

$$b) \quad \phi_{AD} = \frac{32}{75 \times 10^9 \pi} \left(\frac{-400 \times 0,5}{0,06^4} + \frac{1600 \times 0,5}{0,04^4} + \frac{600 \times 0,67}{0,02^4} \right) = 0,381 \text{ rad}$$

2ª Questão (2,5 pontos)

As hélices de um navio estão acopladas a um eixo maciço, feito de aço ($G = 84 \text{ GPa}$) e com 60 m de comprimento, diâmetro externo de 340 mm e diâmetro interno de 260 mm. Para uma potência de saída de 4,5 MW e rotação do motor igual a 20 rad/s, determinar

- a tensão de cisalhamento máxima no eixo;
- seu ângulo de torção.

$$P = 2\pi nT ; \quad \tau(x, \rho) = \frac{T(x)G\rho}{2\pi \int_0^{r(x)} G\rho^3 d\rho}$$

Resposta:

$$T = \frac{4,5 \text{ MW}}{20 \text{ rad/s}} = 225 \text{ kNm}$$

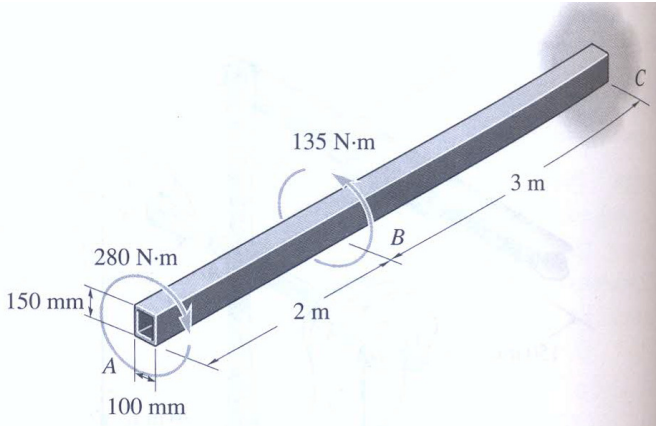
$$a) \quad \tau_{máx} = \frac{225 \text{ kNm} \times 0,17 \text{ m}}{\pi(0,17^4 - 0,13^4) \text{ m}^4 / 2} = 44,306 \text{ MPa}$$

$$b) \quad \Delta\phi = \frac{225 \text{ kNm} \times 60 \text{ m}}{84 \text{ GPa} \times \pi(0,17^4 - 0,13^4) \text{ m}^4 / 2} = 0,186 \text{ rad}$$

3ª Questão (2,5 pontos)

O tubo de alumínio tem espessura de 5 mm e as dimensões da seção transversal externa mostradas. Determinar:

- a tensão de cisalhamento média máxima nele desenvolvida;
- o ângulo máximo de torção do tubo, para um comprimento $L = 5$ m e o módulo de elasticidade $G = 28$ GPa.



$$\tau = \frac{\mathbf{T}}{2A_m t}$$

$$d\varphi = \frac{\mathbf{T}}{4A_m^2 G} \int_{c_m} \frac{ds}{t} dx$$

Resposta:

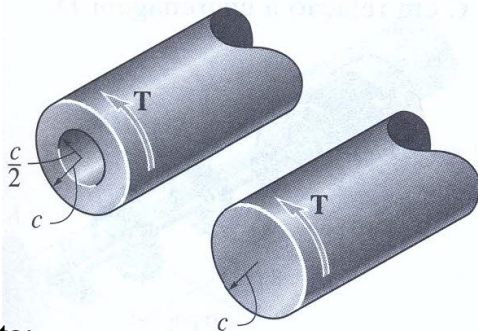
$$a) \tau_{m\acute{a}x} = \frac{280 Nm}{2(0,15 - 0,005)(0,1 - 0,005) \times 0,005 m^3} = 2,033 MPa$$

$$b) \Delta\varphi = \frac{(280 Nm \times 2m - 145 Nm \times 3m) \times 2(0,15 - 0,005 + 0,1 - 0,005)m}{4(0,15 - 0,005)^2 (0,1 - 0,005)^2 \times 0,005 m^5 \times 28 GPa} = 0,00449 rad$$

4ª Questão (2,5 pontos)

Um eixo está submetido a um torque T . Comparar a eficácia do tubo mostrado na figura com a de um eixo de seção maciça de raio c . Para isso, calcular, em relação aos valores do eixo de seção maciça, a porcentagem de aumento

- na tensão de torção;
- no ângulo de torção por unidade de comprimento do tubo.



$$\frac{d\varphi}{dx} = \frac{T(x)}{2\pi \int_0^{r(x)} G\rho^3 d\rho}$$

$$\tau = \frac{T(x)G\rho}{2\pi \int_0^{r(x)} G\rho^3 d\rho}$$

Resposta:

$$a) \tau_{m\acute{a}x}^{maci\tilde{c}o} = \frac{T}{\pi c^3 / 2}; \quad \tau_{m\acute{a}x}^{vazado} = \frac{T}{\pi(c^3 - c^3/16)/2} = \frac{16T}{15\pi c^3 / 2} = \frac{16}{15} \tau_{m\acute{a}x}^{maci\tilde{c}o}$$

$$b) \Delta\varphi_{maci\tilde{c}o} = \frac{TL}{\pi G c^4 / 2}; \quad \Delta\varphi_{vazado} = \frac{TL}{\pi G (c^4 - c^4/16)/2} = \frac{16TL}{15\pi G c^4 / 2} = \frac{16}{15} \Delta\varphi_{maci\tilde{c}o}$$

O tubo de seção vazada é menos eficiente, já que tanto $\tau_{m\acute{a}x}^{vazado}$ quanto $\Delta\varphi_{vazado}$ são $16/15 \approx 1,067$ maiores que no tubo de seção cheia. (Em compensação, a área do tubo vazado é apenas 3/4 da área do tubo de seção cheia, o que dá uma maior eficiência para a mesma área transversal.)