

Chương 5: TÍNH TOÁN VỀ XOẮN THUẦN TÚY

Mục tiêu

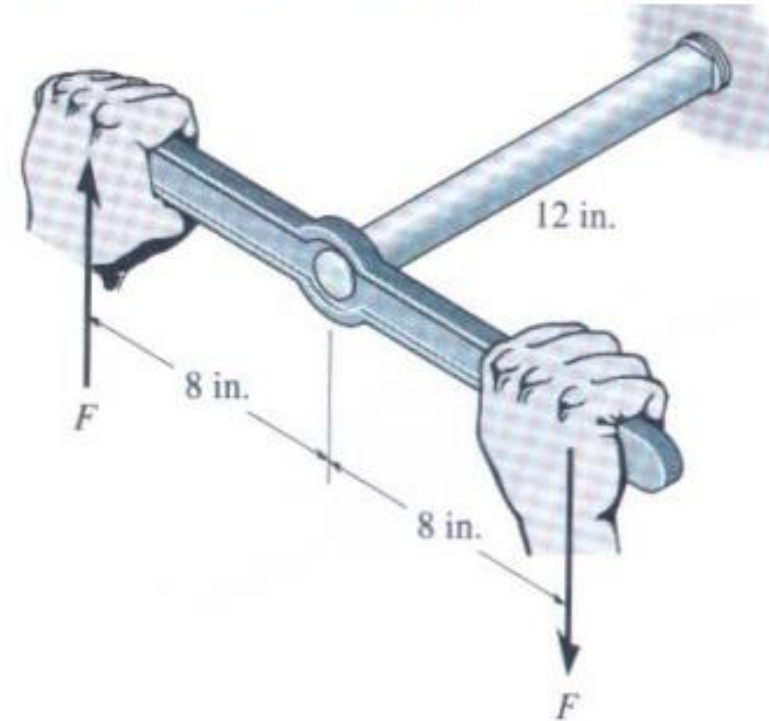
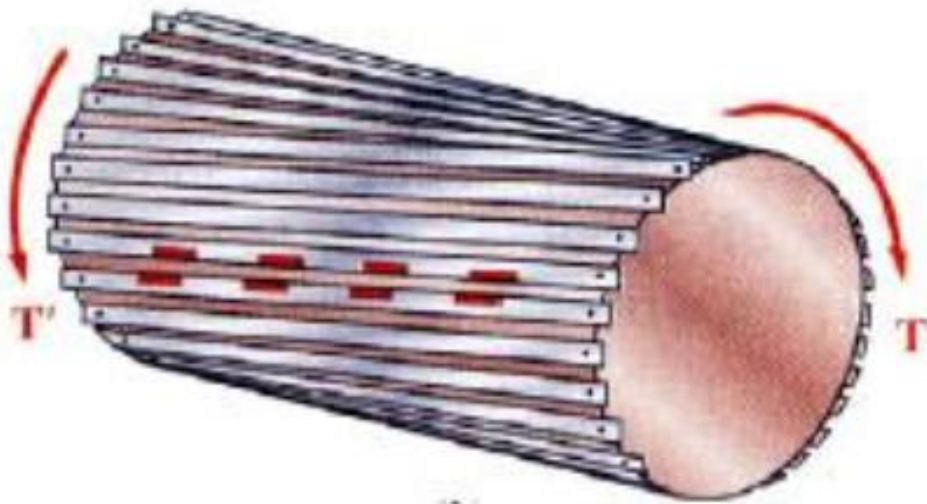
- + Trình bày được ứng suất, biến dạng của thanh tròn chịu xoắn
- + Tính được ứng suất xoắn ở một điểm bất kỳ và ứng suất xoắn lớn nhất trên mặt cắt
- + *Có ý thức trách nhiệm, chủ động học tập.*



Chương 5: TÍNH TOÁN VỀ XOẮN THUẦN TÚY

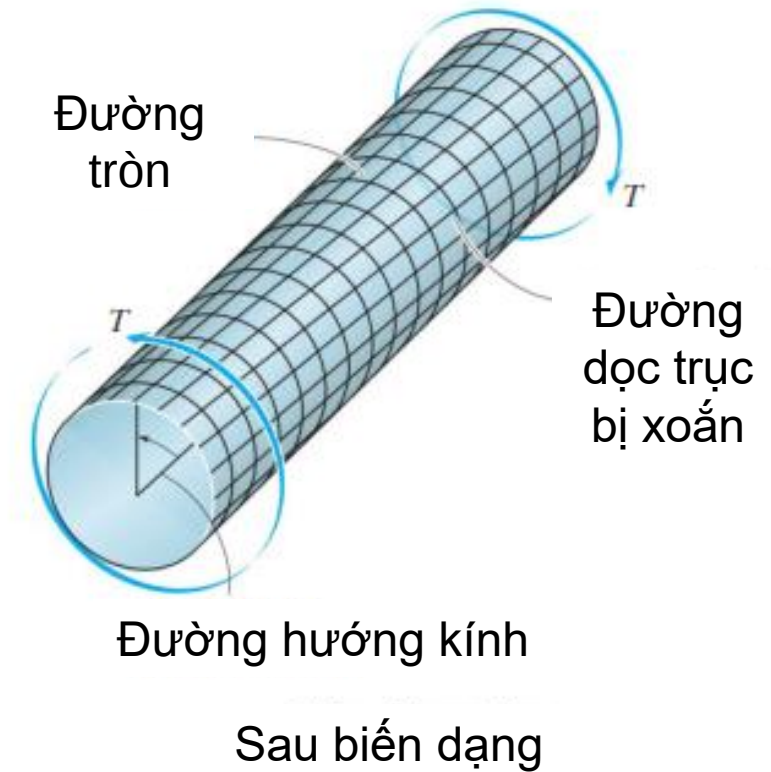
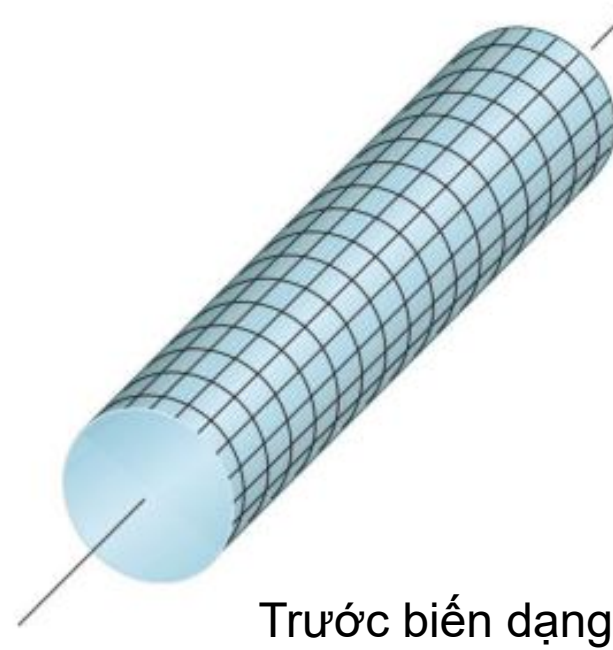
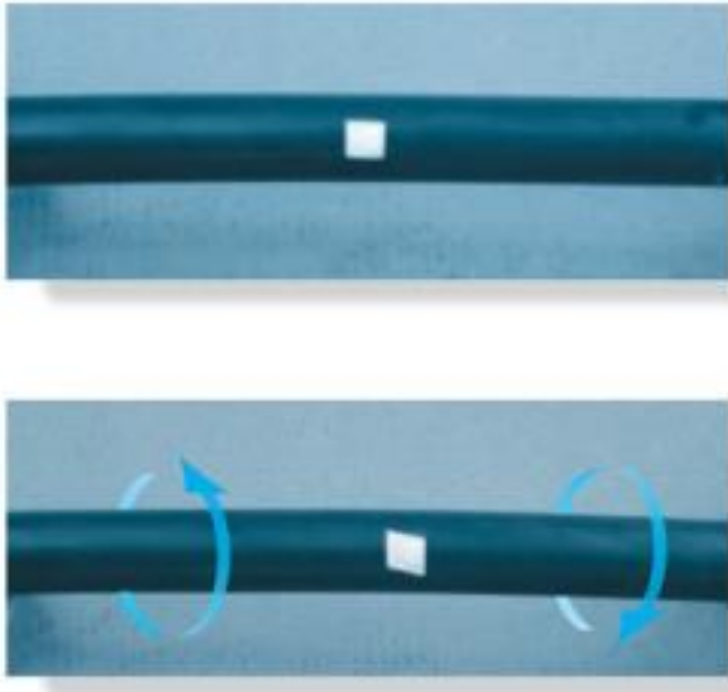
5.1 Khái niệm

Ngoại lực nằm trong các mặt phẳng vuông góc với trục thanh và tạo nên các ngẫu lực trong những mặt phẳng đó



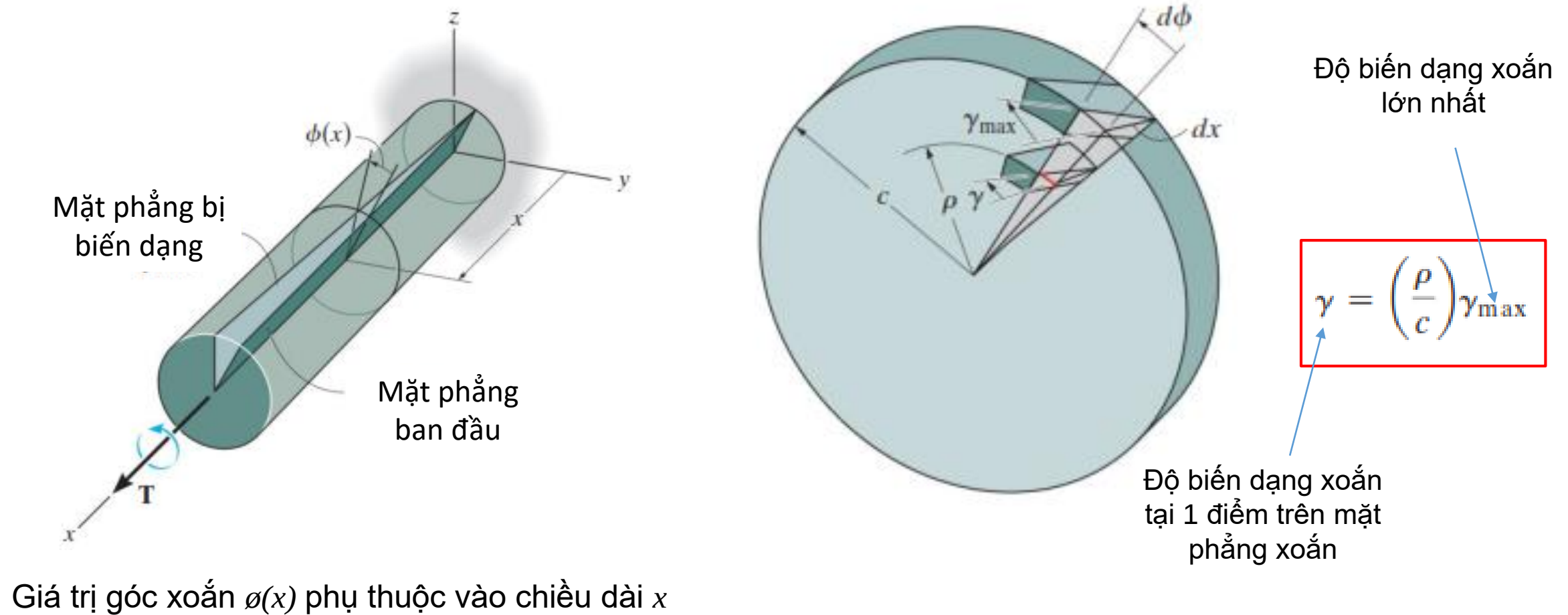
Chương 5: TÍNH TOÁN VỀ XOẮN THUẦN TÚY

5.1 Khái niệm



Chương 5: TÍNH TOÁN VỀ XOẮN THUẦN TÚY

5.1 Khái niệm



Chương 5: TÍNH TOÁN VỀ XOẮN THUẦN TÚY

5.1 Khái niệm

Giá trị ứng suất cắt trên một trục chịu xoắn thuần túy



$$\tau_{\max} = \frac{Tc}{J}$$

$$\tau = \frac{T\rho}{J}$$

T: Moment xoắn trên trục tại vị trí mặt cắt ngang khảo sát trục chịu xoắn

c: bán kính ngoài của trục

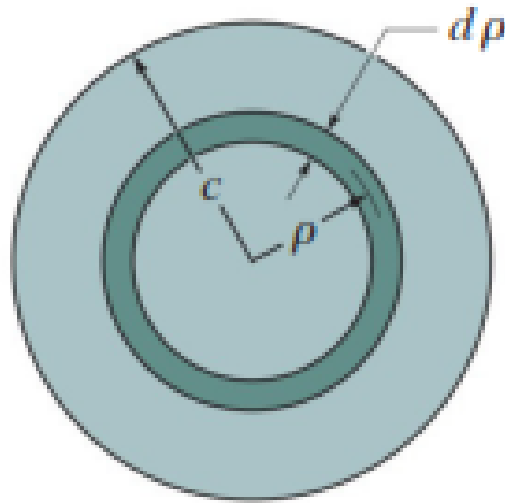
ρ : khoảng cách từ tâm trục đến điểm khảo sát

J: moment quán tính cực của trục khảo sát

Chương 5: TÍNH TOÁN VỀ XOẮN THUẦN TÚY

5.1 Khái niệm

Công thức tính moment quán tính cực của trục chịu xoắn (J)

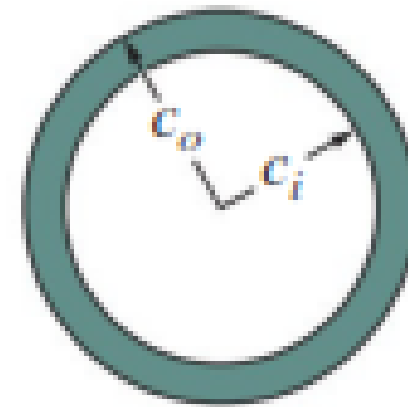


Đối với trục đặc

$$\begin{aligned} J &= \int_A \rho^2 dA = \int_0^c \rho^2 (2\pi\rho d\rho) \\ &= 2\pi \int_0^c \rho^3 d\rho = 2\pi \left(\frac{1}{4} \right) \rho^4 \Big|_0^c \end{aligned}$$



$$J = \frac{\pi}{2} c^4$$



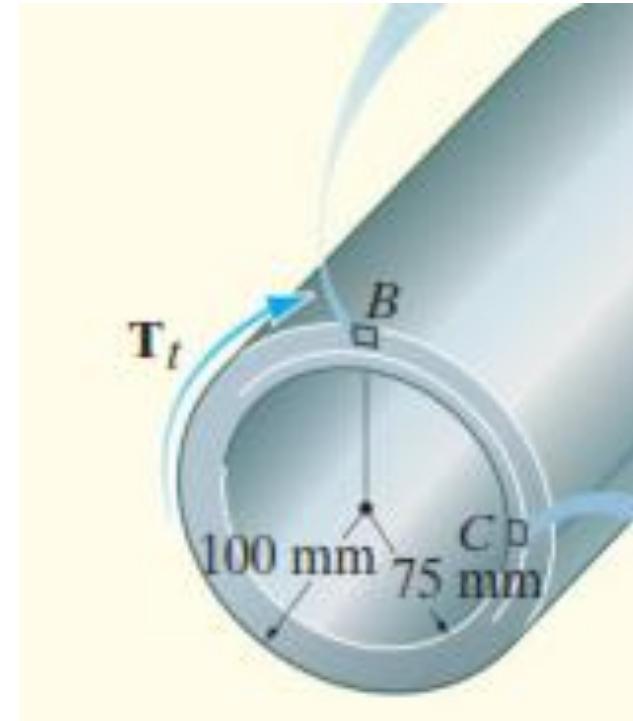
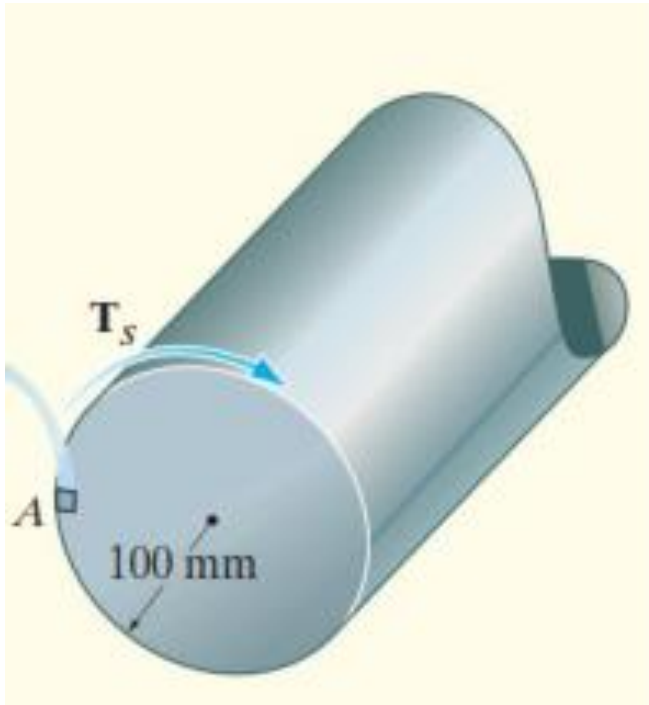
Đối với trục rỗng (ống)

$$J = \frac{\pi}{2} (c_o^4 - c_i^4)$$

Chương 5: TÍNH TOÁN VỀ XOẮN THUẦN TÚY

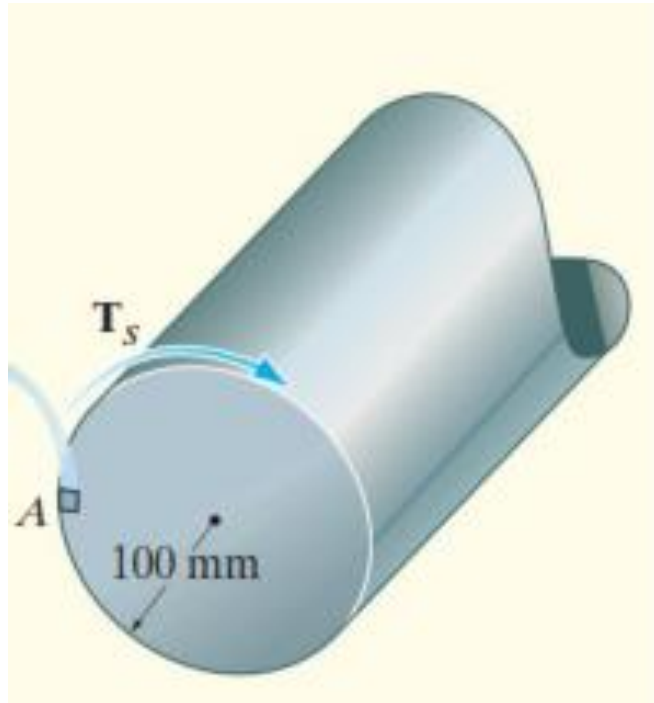
5.2 Bài tập

BT 5.2.1: Cho một trục đặc và một ống rỗng như hình phía dưới. Cho ứng suất cắt cho phép đối với trục và ống là **75MPa**. Hãy xác định giá trị moment xoắn (**T**) trên trục và ống; ứng suất cắt tại điểm C trên ống tại vị trí mặt cắt ngang đã cho.



Chương 5: TÍNH TOÁN VỀ XOẮN THUẦN TÚY

5.2 Bài tập



moment quán tính cực của trục đặc chịu xoắn (J_s)

$$J_s = \frac{\pi}{2} c^4 = \frac{\pi}{2} (0.1 \text{ m})^4 = 0.1571(10^{-3}) \text{ m}^4$$

moment xoắn trên trục

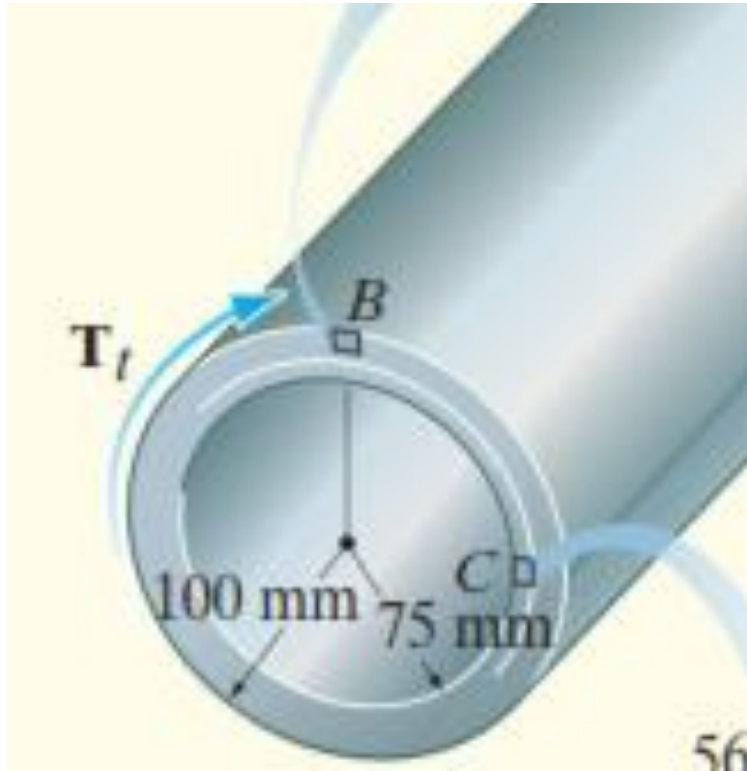
$$(\tau_{\max})_s = \frac{Tc}{J}; \quad \longrightarrow \quad 75(10^6) \text{ N/m}^2 = \frac{T_s(0.1 \text{ m})}{0.1571(10^{-3}) \text{ m}^4}$$



$$T_s = 118 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Chương 4: TÍNH TOÁN VỀ XOẮN THUẦN TÚY

4.2 Bài tập



moment quán tính cực của ống chịu xoắn (J_t)

$$J_t = \frac{\pi}{2} (c_o^4 - c_i^4) = \frac{\pi}{2} [(0.1 \text{ m})^4 - (0.075 \text{ m})^4] = 0.1074(10^{-3}) \text{ m}^4$$

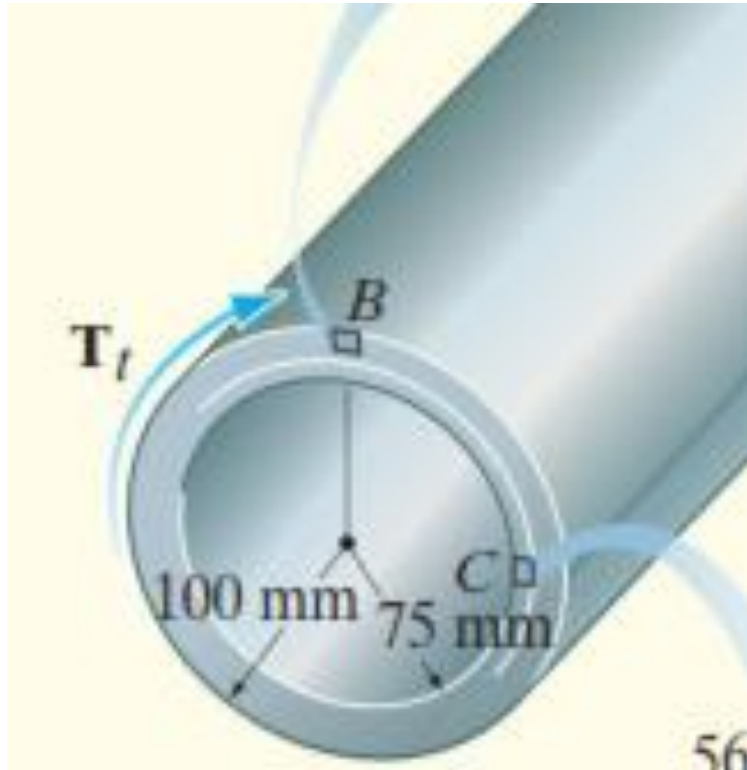
moment xoắn trên ống

$$(\tau_{\max})_t = \frac{Tc}{J}; \quad \longrightarrow \quad 75(10^6) \text{ N/m}^2 = \frac{T_t(0.1 \text{ m})}{0.1074(10^{-3}) \text{ m}^4}$$

$$\longrightarrow \quad T_t = 80.5 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Chương 5: TÍNH TOÁN VỀ XOẮN THUẦN TÚY

5.2 Bài tập



Ứng suất cắt tại vị trí C trên ống

$$\tau = \frac{T\rho}{J}$$

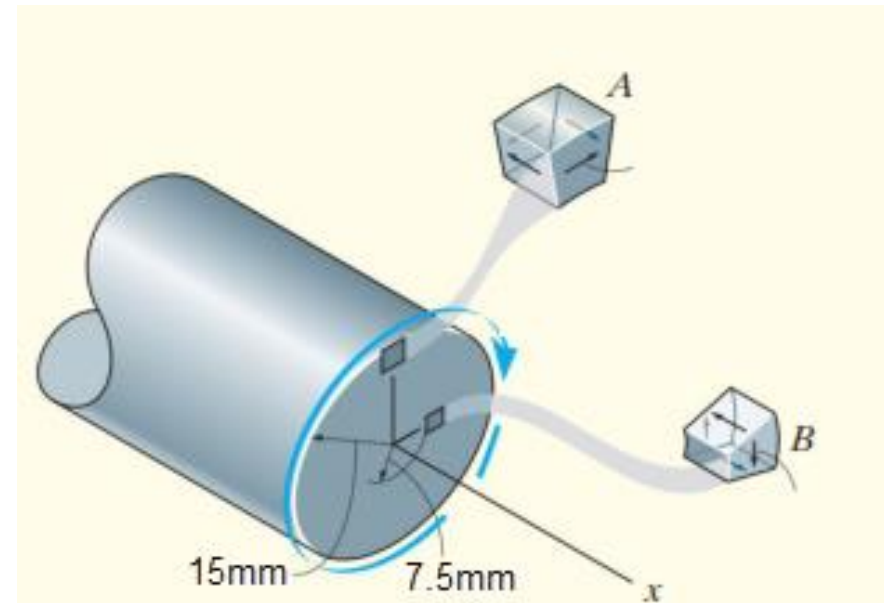
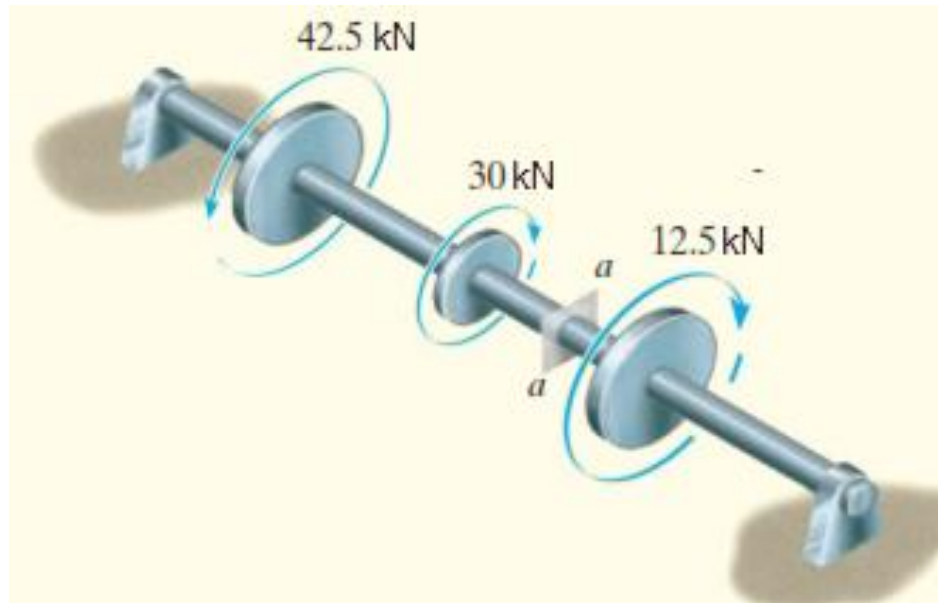


$$(\tau_i)_t = \frac{80.5(10^3) \text{ N} \cdot \text{m} (0.075 \text{ m})}{0.1074(10^{-3}) \text{ m}^4} = 56.2 \text{ MPa}$$

Chương 5: TÍNH TOÁN VỀ XOẮN THUẦN TÚY

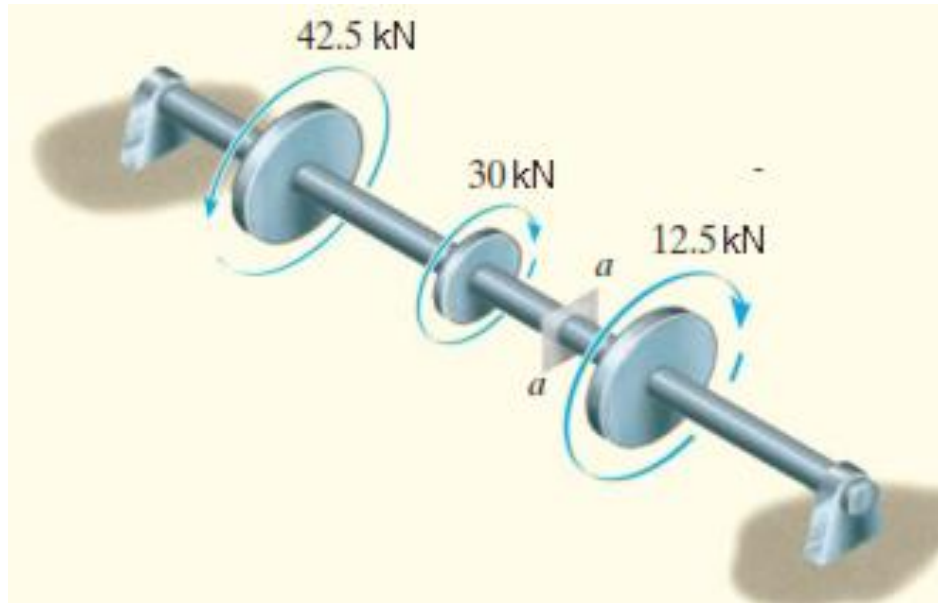
5.2 Bài tập

BT 5.2.2: Cho một trục đặc có đường kính 30mm, được đỡ trên 2 ổ bi và chịu 3 moment xoắn như hình phía dưới. Hãy xác định ứng suất cắt tại các điểm A và B trên trục ứng với vị trí mặt cắt a-a.



Chương 5: TÍNH TOÁN VỀ XOẮN THUẦN TÚY

5.2 Bài tập



T: giá trị moment xoắn tại vị trí mặt cắt a-a

Chương 5: TÍNH TOÁN VỀ XOẮN THUẦN TÚY

5.2 Bài tập



Xét đoạn trục bên phía trái mặt cắt a-a

Điều kiện cân bằng của đoạn trục:

$$\sum M_x = 0$$

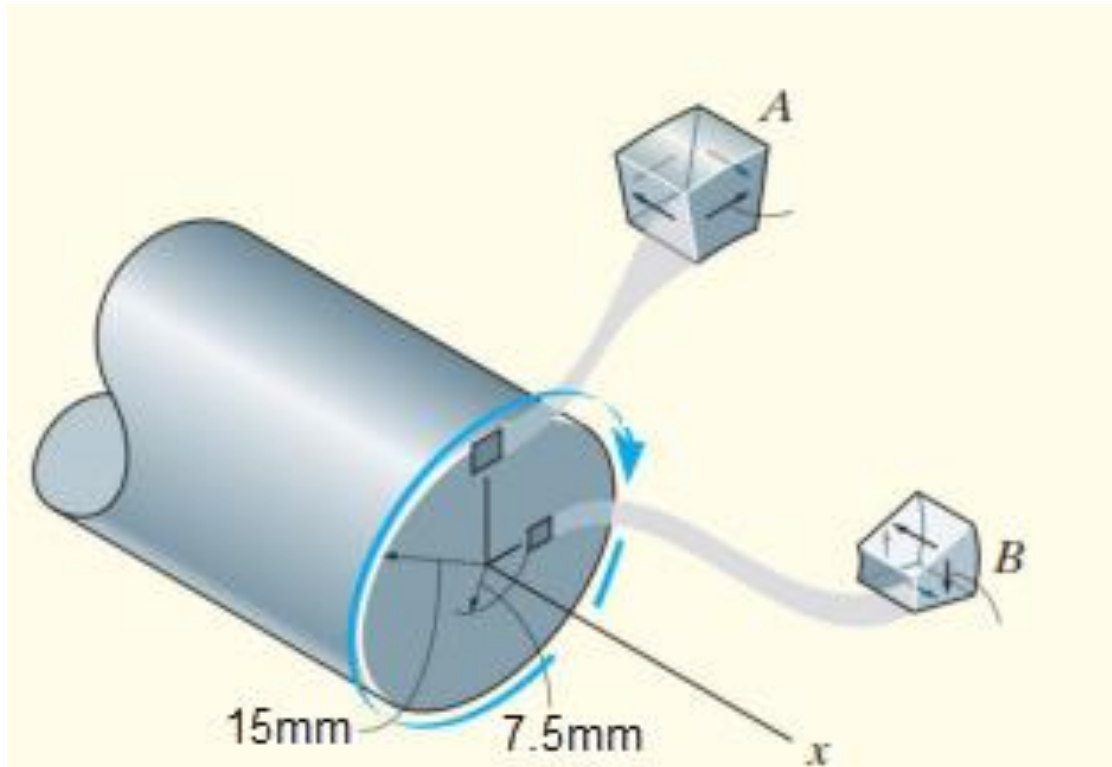
$$\Rightarrow \sum M_x = 42.5 - 30 - T = 0$$

$\Rightarrow$ Moment xoắn tại vị trí mặt cắt a-a:

$$\Rightarrow T = 12.5 \text{ kN}$$

Chương 5: TÍNH TOÁN VỀ XOẮN THUẦN TÚY

5.2 Bài tập



Moment quán tính cực của trục

$$J = \frac{\pi}{2} c^4$$

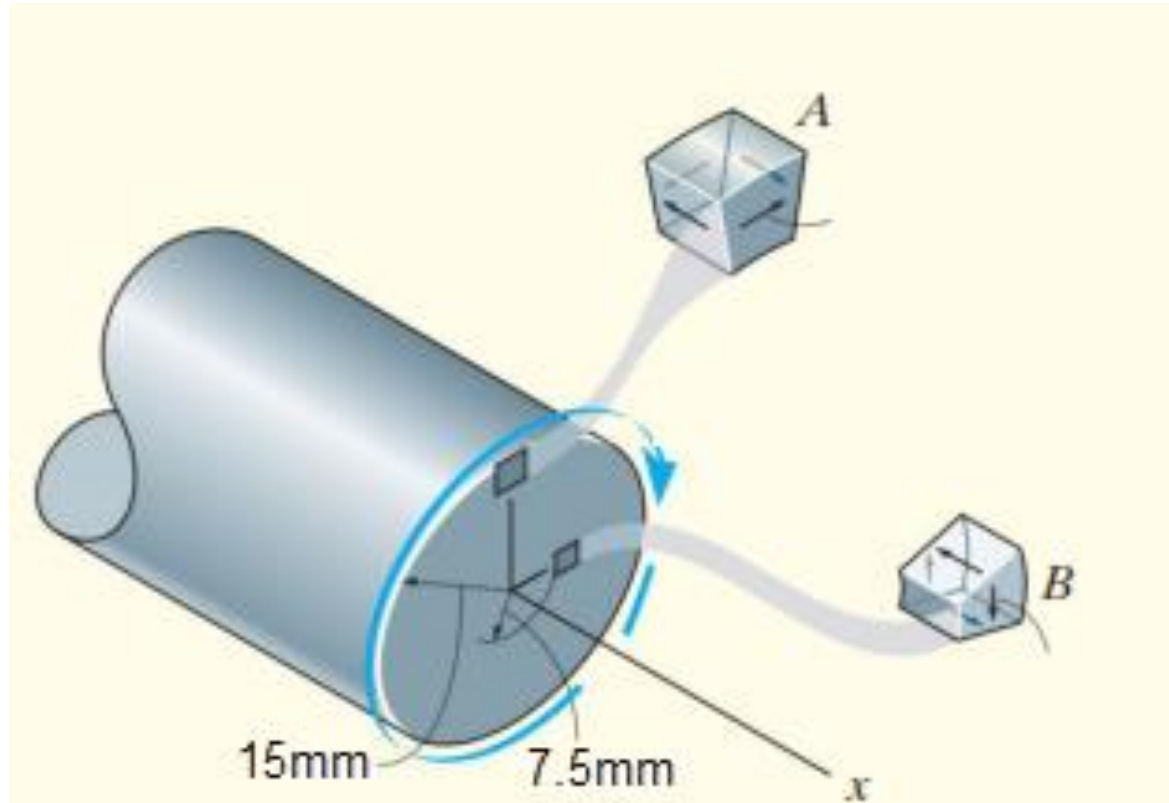
$$\Rightarrow J = \frac{\pi}{2} 0,015^4 = 7,95 \cdot 10^{-8}$$

+ Ứng suất cắt tại điểm A:

$$\Rightarrow \tau_A = \frac{Tc}{J} = \frac{12,5 \cdot 10^3 \cdot 0,015}{7,95 \cdot 10^{-8}} = 23,5 \cdot 10^8 (N.m)$$

Chương 5: TÍNH TOÁN VỀ XOẮN THUẦN TÚY

5.2 Bài tập



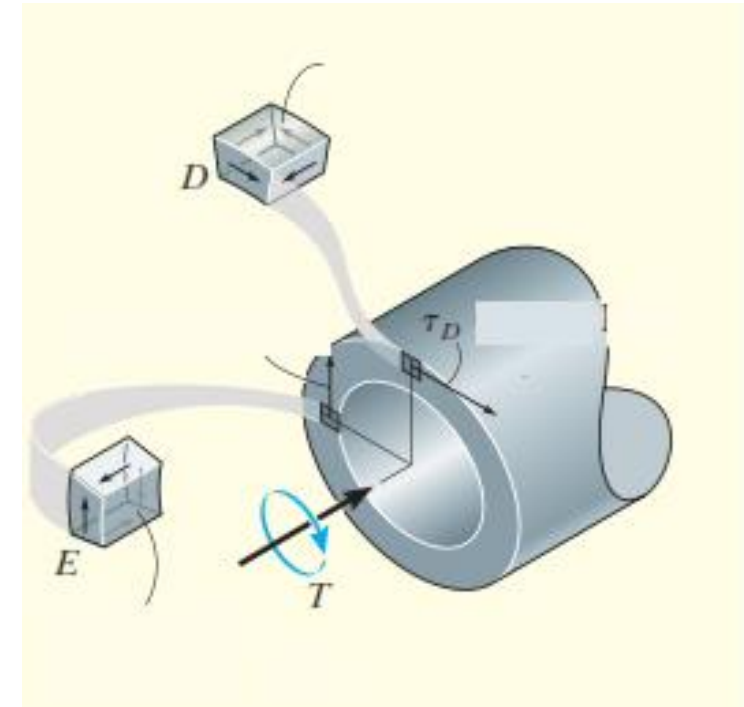
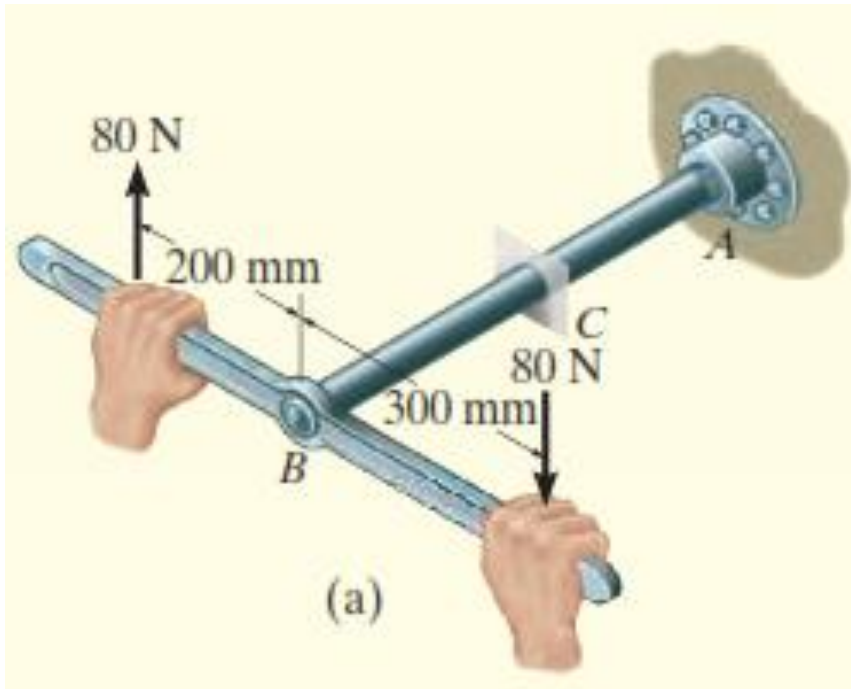
+ Ứng suất cắt tại điểm B:

$$\Rightarrow \tau_B = \frac{T\rho}{J} = \frac{12.5.10^3.0,0075}{7,95.10^{-8}} \\ = 11,79.10^8(N.m)$$

Chương 5: TÍNH TOÁN VỀ XOẺN THUẦN TÚY

5.2 Bài tập

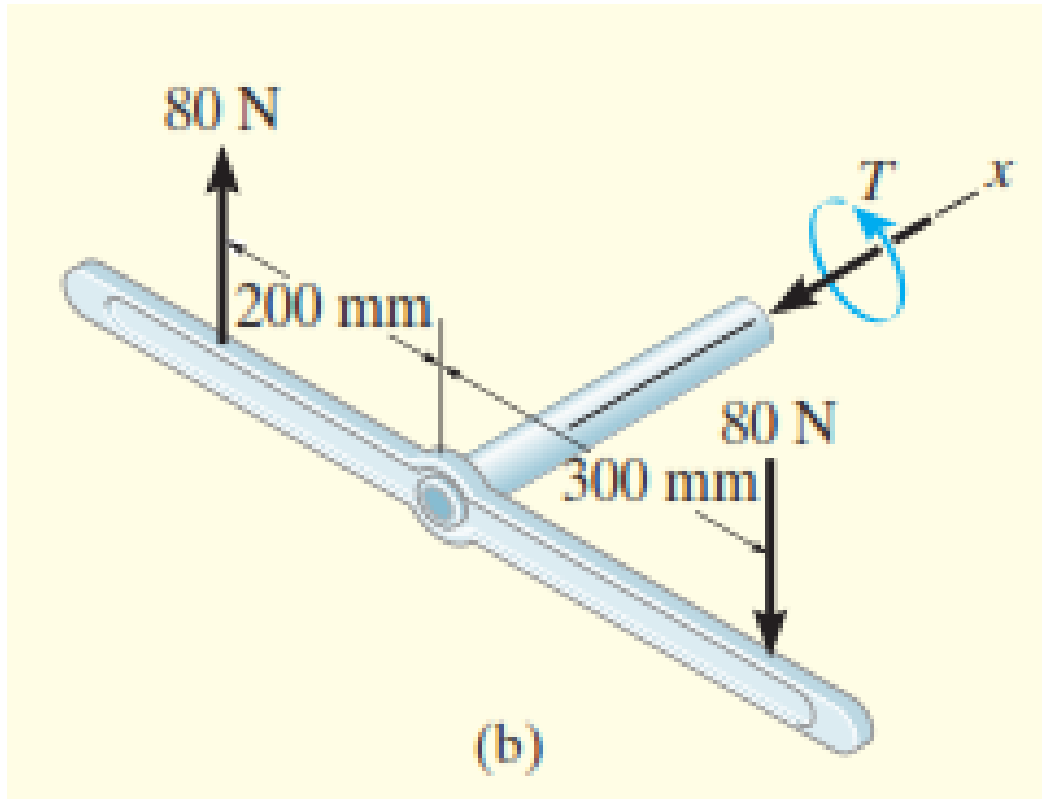
BT 5.2.3: Một chi tiết ống có đường kính ngoài 50mm, đường kính trong ống 40mm được gắn chặt vào tường bởi ngàm tại vị trí A. Ống chịu tác dụng của các lực như hình phía dưới. Hãy xác định ứng suất cắt tại các điểm mặt ngoài ống và điểm mặt trong thành ống ứng với vị trí mặt cắt tại C.



Chương 5: TÍNH TOÁN VỀ XOẮN THUẦN TÚY

5.2 Bài tập

BT 4.2.3:



Xét đoạn ống phía trước mặt cắt tại C

Điều kiện cân bằng của đoạn ống:

$$\sum M_x = 0$$

$$\Rightarrow \sum M_x = 80.0,2 + 80.0,3 - T = 0$$

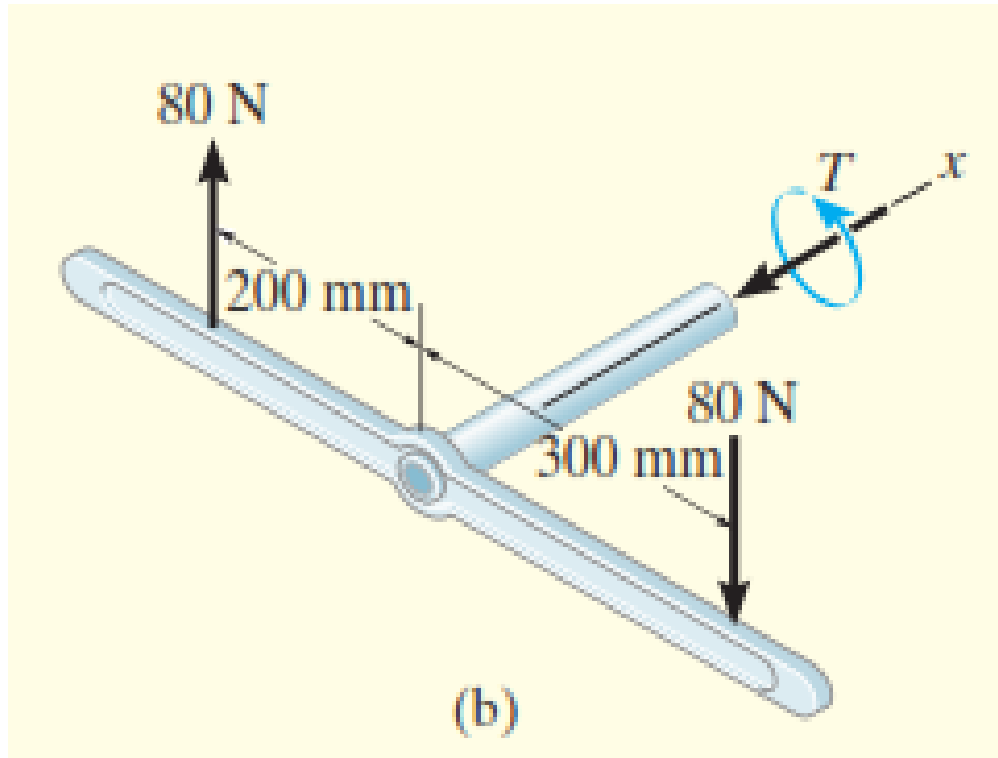
$\Rightarrow$ Moment xoắn tại vị trí mặt cắt :

$$\Rightarrow T = 40 \text{ (N.m)}$$

Chương 5: TÍNH TOÁN VỀ XOẺN THUẦN TÚY

5.2 Bài tập

BT 5.2.3:



Moment quán tính cực của ống

$$J = \frac{\pi}{2} (c_o^4 - c_i^4)$$

=>

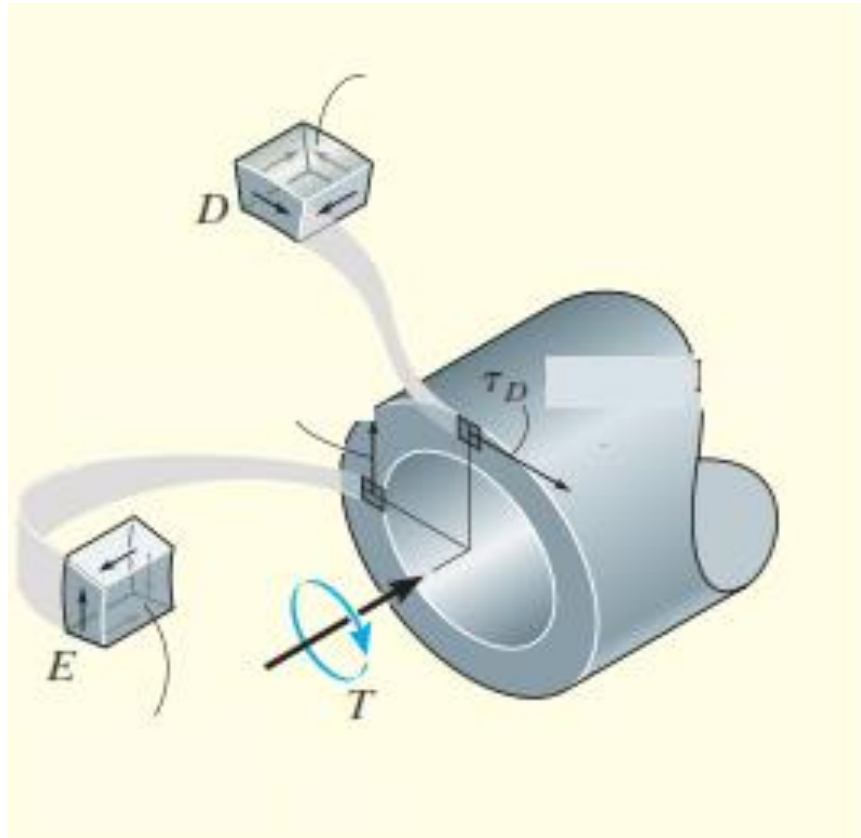
$$J = \frac{\pi}{2} [(0.05 \text{ m})^4 - (0.04 \text{ m})^4]$$

$$= 5.796 (10^{-6}) \text{ m}^4$$

Chương 5: TÍNH TOÁN VỀ XOẮN THUẦN TÚY

5.2 Bài tập

BT 5.2.3:



+ Ứng suất cắt tại điểm ngoài của ống:

$$\tau_o = \frac{Tc_o}{J}$$

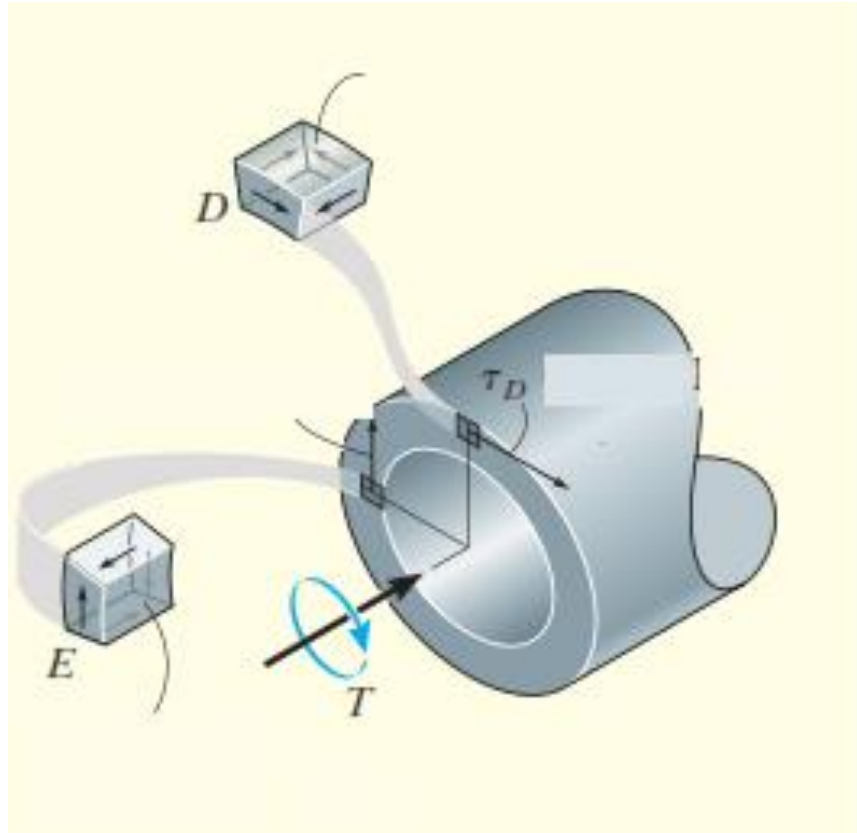


$$= \frac{40 \text{ N} \cdot \text{m} (0.05 \text{ m})}{5.796 (10^{-6}) \text{ m}^4} = 0.345 \text{ MPa}$$

Chương 5: TÍNH TOÁN VỀ XOẮN THUẦN TÚY

5.2 Bài tập

BT 5.2.3:



+ Ứng suất cắt tại điểm bên trong của ống:

$$\tau_i = \frac{T c_i}{J}$$



$$= \frac{40 \text{ N} \cdot \text{m} (0.04 \text{ m})}{5.796 (10^{-6}) \text{ m}^4} = 0.276 \text{ MPa}$$

Chương 5: TÍNH TOÁN VỀ XOẮN THUẦN TÚY

5.2 Bài tập

BT 5.2.4: Xác định moment xoắn tại các mặt cắt trên các trục và ứng suất cắt tại các điểm đã cho trên hình vẽ.

