

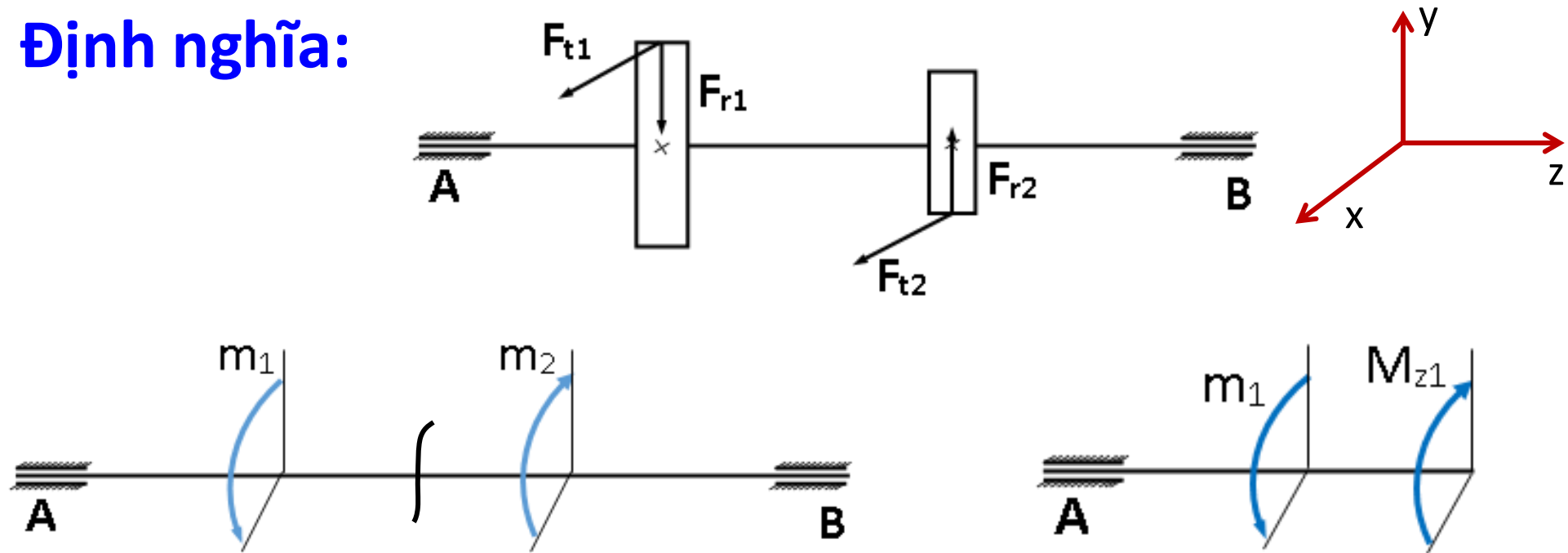
Môn. CƠ KỸ THUẬT

PHẦN III: SỨC BỀN VẬT LIỆU

CHƯƠNG 9: XOẮN THUẦN TUYẾT

9.1. KHÁI NIỆM VỀ XOẮN THUẦN TUÝ

9.1.1. Định nghĩa:



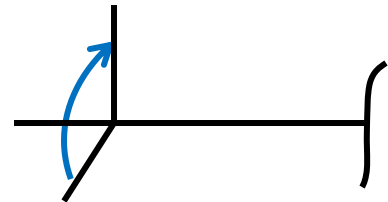
Một thanh chịu xoắn thuần túy khi trên mặt cắt ngang của thanh chỉ có một thành phần nội lực là moment xoắn M_z nằm trong mặt phẳng vuông góc với trục thanh.

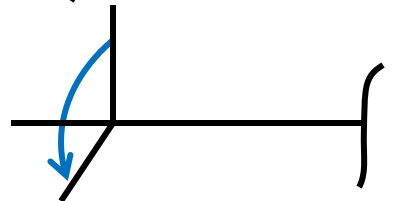
9.1. KHÁI NIỆM VỀ XOẮN THUẦN TUYỆT

9.1.2. Nội lực - Biểu đồ moment xoắn nội lực:

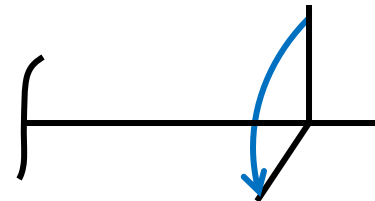
Qui ước dấu:

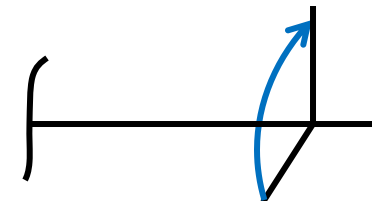
+ Xét cân bằng bên trái:

 $M_z > 0$ khi môment ngoại lực thuận chiều kim đồng hồ

 $M_z < 0$ khi môment ngoại lực ngược chiều kim đồng hồ

+ Xét cân bằng bên phải:

$M_z > 0$ 

$M_z < 0$ 

9.1. KHÁI NIỆM VỀ XOẮN THUẦN TUYỆ

9.1.2. Nội lực - Biểu đồ moment xoắn nội lực:

Ví dụ 1: Vẽ biểu đồ moment xoắn nội lực của trục chịu tác dụng các moment ngoại lực $m_1 = 3\text{KNm}$, $m_2 = 1\text{KNm}$, $m_3 = 2\text{KNm}$

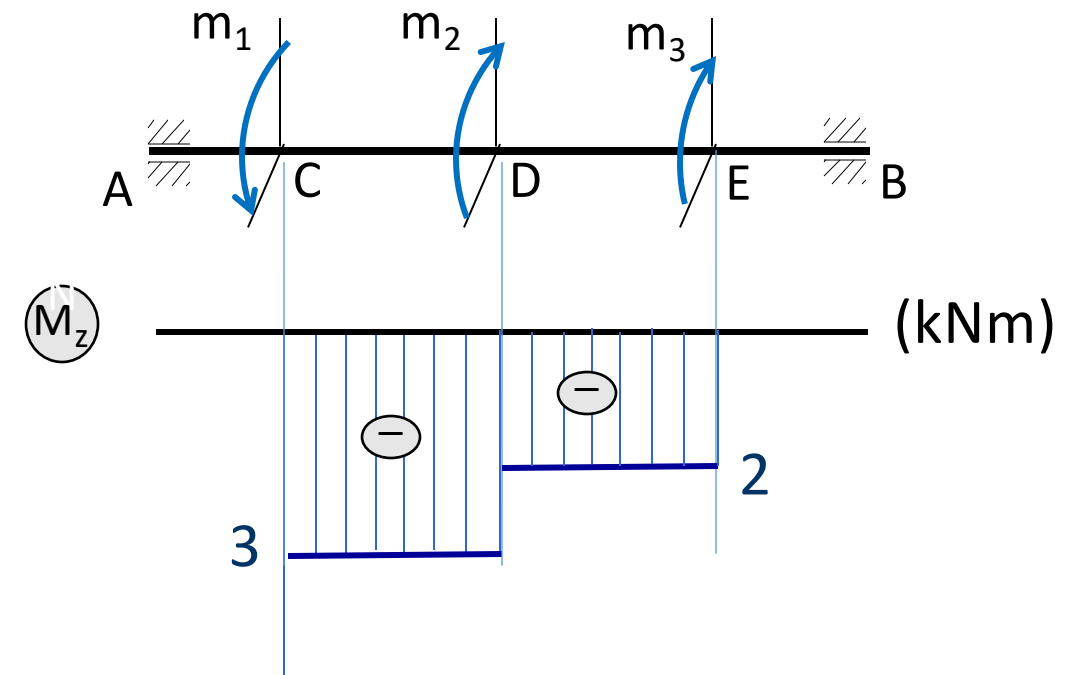
Giải:

$$M_{zAC} = 0$$

$$M_{zCD} = -m_1 = -3\text{kNm}$$

$$M_{zDE} = -m_1 + m_2 = -3 + 1 = -2\text{kNm}$$

$$M_{zEB} = -m_1 + m_2 + m_3 = -3 + 1 + 2 = 0$$



9.1. KHÁI NIỆM VỀ XOẮN THUẦN TUY

9.1.2. Nội lực - Biểu đồ moment xoắn nội lực:

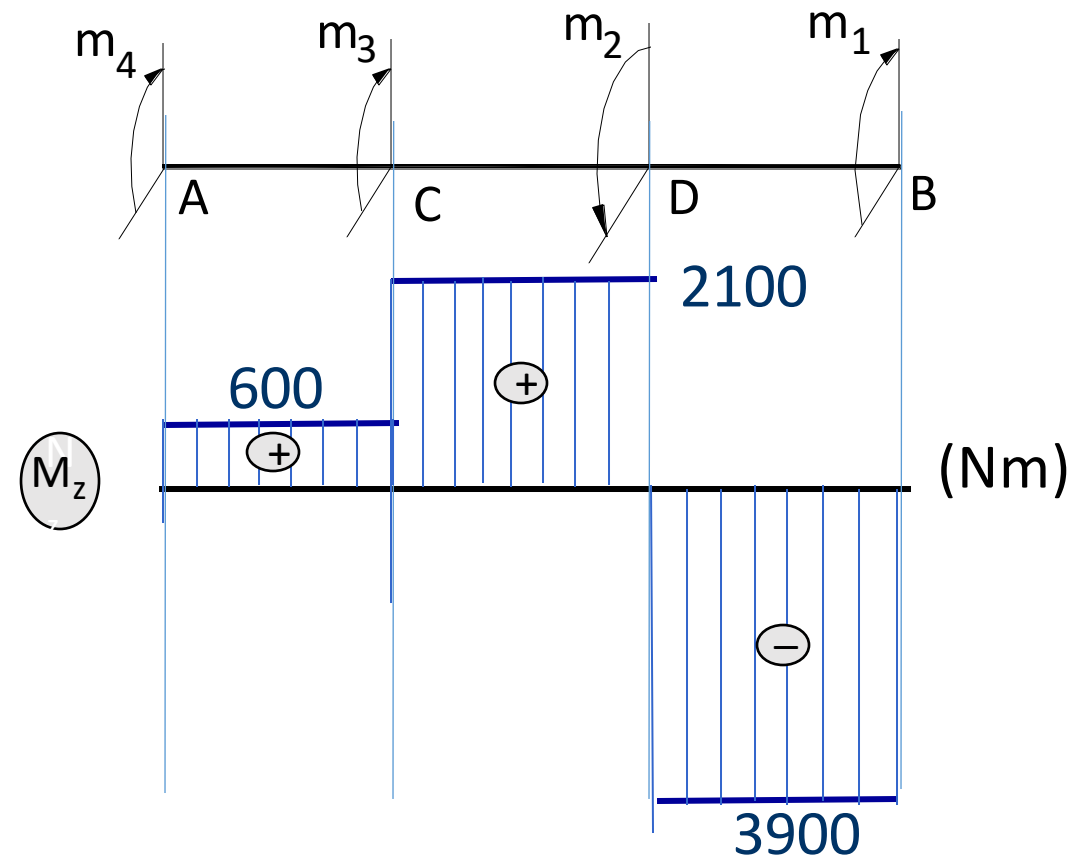
Ví dụ 2: Vẽ biểu đồ moment xoắn nội lực của trục chịu tác dụng các moment ngoại lực $m_4 = 600\text{Nm}$, $m_2 = 6000\text{Nm}$, $m_3 = 1500\text{Nm}$, $m_1 = 3900\text{Nm}$

Giải:

$$M_{zAC} = m_4 = 600\text{Nm}$$

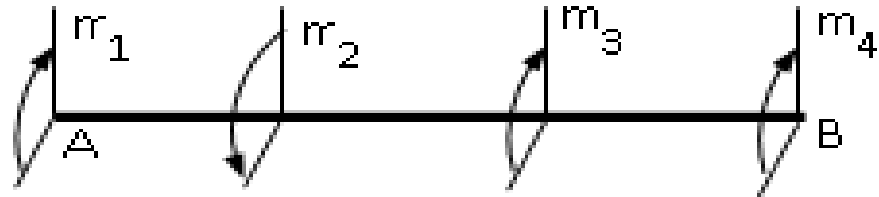
$$M_{zCD} = m_4 + m_3 = 2100\text{Nm}$$

$$M_{zDB} = m_4 + m_3 - m_2 = -3900\text{Nm}$$

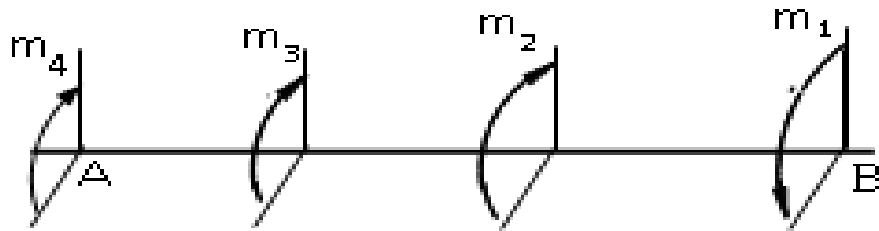


9.1. KHÁI NIỆM VỀ XOẮN THUẦN TUYẾT

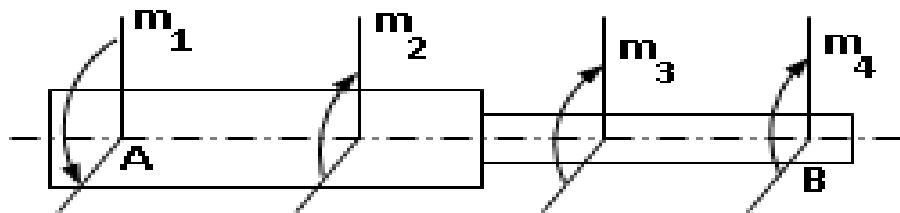
Bài tập: Vẽ biểu đồ moment xoắn nội lực các trục như hình vẽ



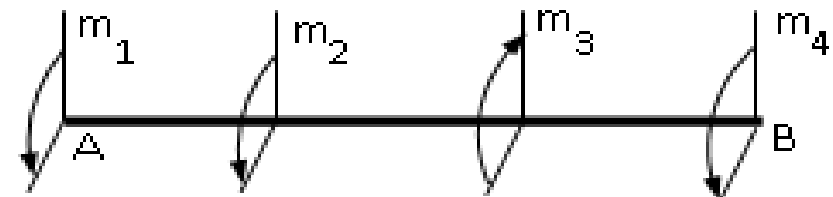
a) $m_1 = 500\text{Nm}$, $m_2 = 1100\text{Nm}$, $m_3 = 400\text{Nm}$, $m_4 = 200\text{Nm}$.



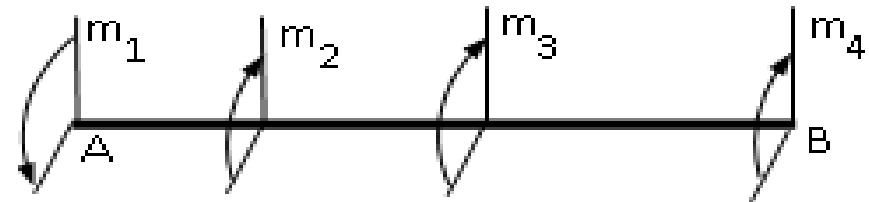
b) $m_1 = 2000\text{Nm}$, $m_2 = 1000\text{Nm}$, $m_3 = m_4 = 500\text{Nm}$.



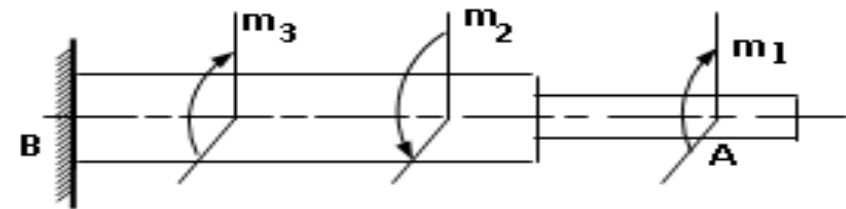
c) $m_1 = 1,4\text{kNm}$, $m_2 = 0,4\text{kNm}$, $m_3 = 0,6\text{kNm}$, $m_4 = 0,4\text{kNm}$.



d) $m_1 = 400\text{Nm}$, $m_2 = 500\text{Nm}$, $m_3 = 1500\text{Nm}$, $m_4 = 600\text{Nm}$.



e) $m_1 = 1,2\text{kNm}$, $m_2 = 0,4\text{kNm}$, $m_3 = 0,6\text{kNm}$, $m_4 = 0,2\text{kNm}$



f) $m_1 = 0,8\text{kNm}$, $m_2 = 2\text{kNm}$, $m_3 = 2,6\text{kNm}$.

9.1. KHÁI NIỆM VỀ XOẮN THUẦN TUYẾT

9.1.3. Liên hệ giữa moment ngoại lực với công suất và tốc độ quay:

Gọi n là tốc độ quay của trục (vòng/phút)

N là công suất của trục (W)

M là moment xoắn ngoại lực (Nm)

Chú ý: Trong trường hợp này ta chọn $M_z = M$

$$M = 9,55 \frac{N}{n}$$



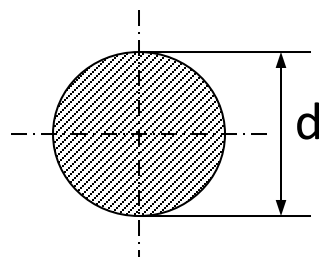
9.2. ỨNG SUẤT VÀ BIẾN DẠNG TRONG THANH MẶT CẮT TRÒN CHỊU XOẮN

9.2.1. Ứng suất:

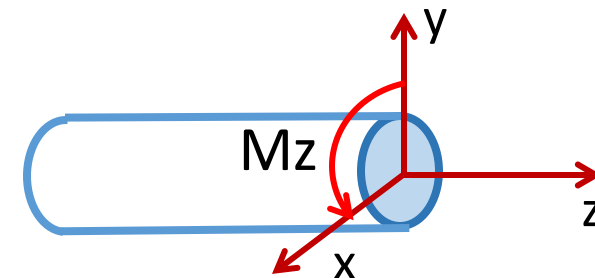
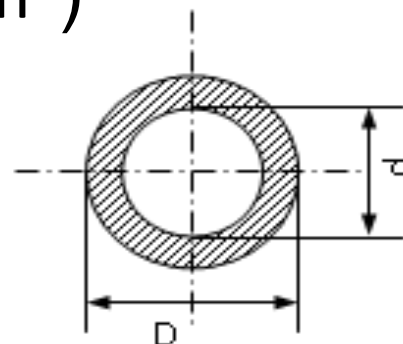
Trong thanh chịu xoắn thuần túy, tại mặt cắt ngang của thanh chỉ có thành phần ứng suất tiếp τ .

$$\tau_{\max} = \frac{M_z}{W_o} \quad (\text{N/m}^2)$$

W_o : mômen chống xoắn (m^3)



$$W_o = 0,2d^3$$

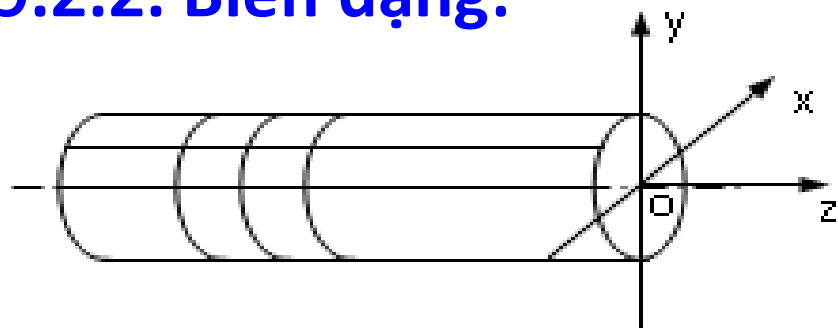


$$W_o = 0,2D^3 (1 - \alpha^4)$$

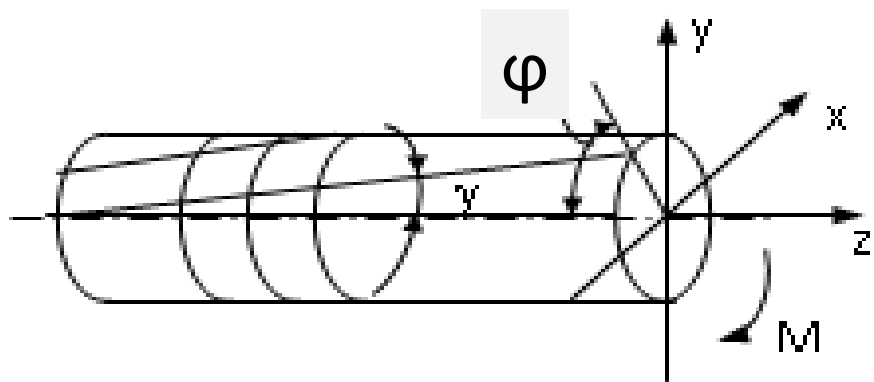
với $\alpha = \frac{d}{D}$

9.2. ỨNG SUẤT VÀ BIẾN DẠNG TRONG THANH MẶT CẮT TRÒN CHỊU XOẮN

9.2.2. Biến dạng:



Khi chưa có mômen xoắn



φ : góc xoắn tuyệt đối

$$\varphi = \frac{M_z \cdot l}{G \cdot J_0} \text{ (rad)} \quad \text{hay} \quad \varphi = \frac{180 \cdot M_z \cdot l}{\pi \cdot G \cdot J_0} \text{ (độ)}$$

θ : góc xoắn tương đối

$$\theta = \frac{\varphi}{l} \Rightarrow \theta = \frac{180 \cdot M_z}{\pi \cdot G \cdot J_0} \text{ (độ/m)}$$

Trong đó: - G : Mô đun đàn hồi (N/m^2)

- J_0 : mômen quán tính (m^4)

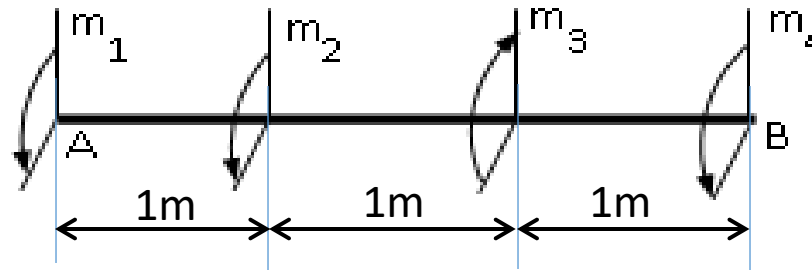
$$J_0 = 0,1 \cdot d^4 \text{ (Trục đặc)}$$

- l : chiều dài của thanh (m)

9.2. ỨNG SUẤT VÀ BIẾN DẠNG TRONG THANH MẶT CẮT TRÒN CHỊU XOẮN

8.4.3. Bài toán áp dụng:

Một trục có đường kính không đổi $d = 7\text{cm}$, chịu tác dụng các momen xoắn ngoại lực như hình vẽ. Biết $m_1 = 2\text{KNm}$, $m_2 = 1\text{KNm}$, $m_3 = 5,5\text{KNm}$, $m_4 = 2,5\text{KNm}$. Các kích thước cho trên hình vẽ.



- Vẽ biểu đồ moment xoắn nội lực của trục.
- Tính ứng suất và góc xoắn tương đối lớn nhất của trục. Biết $G = 8.10^4 \text{ MN/m}^2$
- Tính góc xoắn tuyệt đối của toàn trục.

9.2. ỨNG SUẤT VÀ BIẾN DẠNG

Tóm tắt:

$$m_1 = 2\text{KNm}$$

$$m_2 = 1\text{KNm}$$

$$m_3 = 5,5\text{KNm}$$

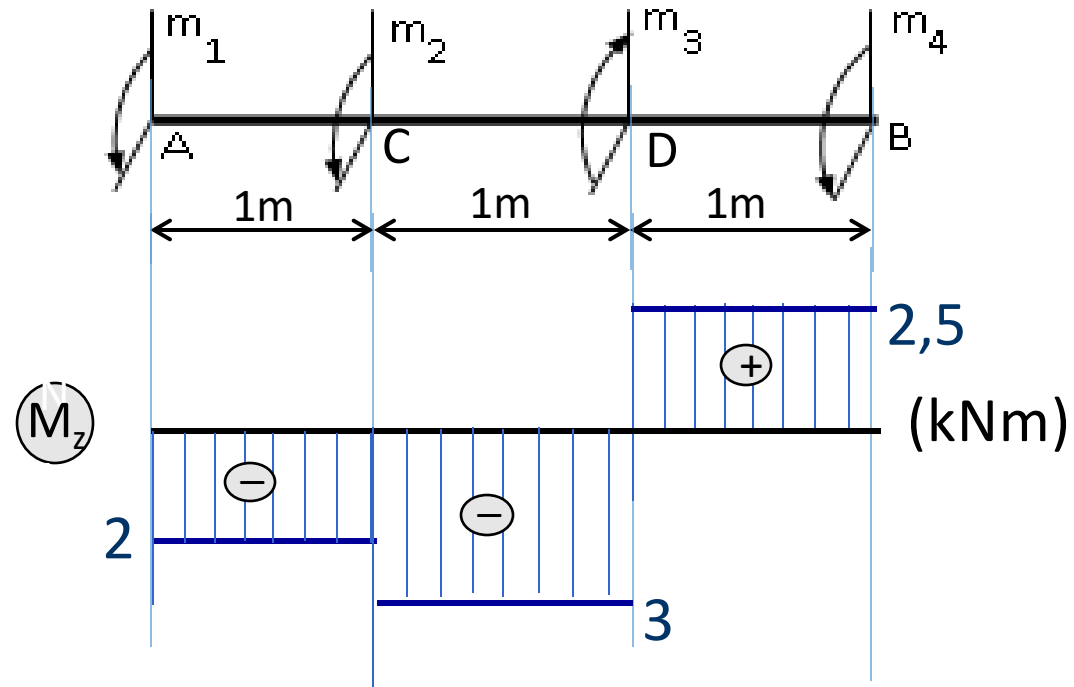
$$m_4 = 2,5\text{KNm}$$

a. Vẽ biểu đồ nội lực

$$M_{zAC} = -m_1 = -2\text{KNm}$$

$$M_{zCD} = -m_1 - m_2 = -2 - 1 = -3\text{KNm}$$

$$M_{zDB} = -m_1 - m_2 + m_3 = -2 - 1 + 5,5 = 2,5\text{KNm}$$



9.2. ỨNG SUẤT VÀ BIẾN DẠNG

Tóm tắt:

$$M_{zAC} = - 2\text{KNm}$$

$$M_{zCD} = - 3\text{KNm}$$

$$M_{zDB} = 2,5\text{KNm}$$

$$d = 7\text{cm} = 7 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$\begin{aligned} G &= 8 \cdot 10^4 \text{ MN/m}^2 \\ &= 8 \cdot 10^7 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

b) Tính ứng suất và góc xoắn tương đối lớn nhất của trục

Mặt cắt nguy hiểm thuộc đoạn CD

Ứng suất lớn nhất:

$$\tau_{\max CD} = \frac{M_{zCD}}{W_o} = \frac{M_{zCD}}{0,2 \cdot d^3} = \frac{3}{0,2 \cdot (7 \cdot 10^{-2})^3} = 43731,778 \text{ kN/m}^2$$

Góc xoắn tương đối lớn nhất:

$$\theta_{\max CD} = \frac{180 \cdot M_{zCD}}{\pi \cdot G \cdot J_o} = \frac{180 \cdot M_{zCD}}{\pi \cdot G \cdot 0,1 \cdot d^4} = \frac{180 \cdot 3}{\pi \cdot 8 \cdot 10^7 \cdot 0,1 \cdot (7 \cdot 10^{-2})^4}$$

$$\theta_{\max CD} = 0,89^\circ / \text{m}$$

9.2. ỨNG SUẤT VÀ BIẾN DẠNG

Tóm tắt:

$$M_{zAC} = -2\text{KNm}$$

$$M_{zCD} = -3\text{KNm}$$

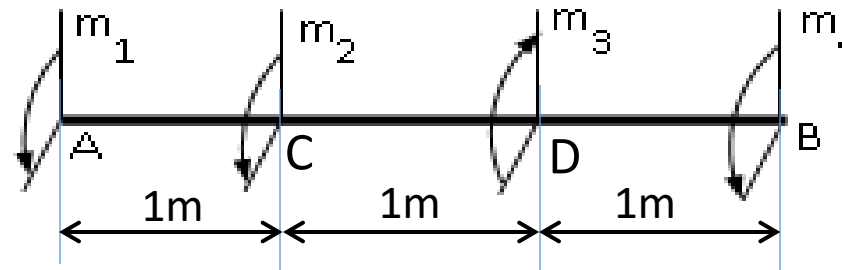
$$M_{zDB} = 2,5\text{KNm}$$

$$d = 7\text{cm} = 7 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$G = 8 \cdot 10^4 \text{ MN/m}^2 \\ = 8 \cdot 10^7 \text{ kN/m}^2$$

c) Tính góc xoắn tuyệt đối của toàn trục.

$$\varphi = \frac{180 \cdot M_z \cdot l}{\pi \cdot G \cdot J_o} \text{ (độ)}$$



$$\varphi_{AB} = \varphi_{AC} + \varphi_{CD} + \varphi_{DB}$$

$$\varphi_{AB} = \frac{180}{\pi \cdot G \cdot J_o} \left(M_{zAC} \cdot l_{AC} + M_{zCD} \cdot l_{CD} + M_{zDB} \cdot l_{DB} \right)$$

$$\varphi_{AB} = \frac{180}{\pi \cdot 8 \cdot 10^7 \cdot 0,1 \cdot (7 \cdot 10^{-2})^4} (-2 \cdot 1 - 3 \cdot 1 + 2,5 \cdot 1)$$

$$\varphi_{AB} = -0,75^\circ$$

9.3.TÍNH TOÁN VỀ XOẮN THUẦN TÚY

9.3.1. Điều kiện bền và ba bài toán cơ bản:

9.3.1.1. Điều kiện bền:

Ứng suất tiếp lớn nhất không được vượt quá ứng suất tiếp cho phép

$$\tau_{\max} = \frac{M_z}{W_o} \leq [\tau] \text{ (N/m}^2\text{)}$$

M_z : Giá trị tuyệt đối của moment xoắn nội lực (Nm)

W_o : mômen chống xoắn (m^3)

Chú ý: Đối với trục có đường kính không đổi, để ứng suất đạt giá trị lớn nhất ta chọn $M_z = |M_{z\max}|$

9.3.TÍNH TOÁN VỀ XOẮN THUẦN TÚY

9.3.1. Điều kiện bền và ba bài toán cơ bản:

9.3.1.2. Ba bài toán cơ bản:

- Kiểm tra độ bền (điều kiện cường độ)

+ Tính ứng suất lớn nhất: $\tau_{\max} = \frac{|M_{z\max}|}{W_o} \text{ (N/m}^2\text{)}$

+ So sánh: $\tau_{\max} \leq [\tau] \rightarrow$ Kết luận: Thanh đảm bảo độ bền

$\tau_{\max} > [\tau] \rightarrow$ Kết luận: Thanh không đảm bảo độ bền

9.3.TÍNH TOÁN VỀ XOẮN THUẦN TÚY

9.3.1. Điều kiện bền và ba bài toán cơ bản:

9.3.1.2. Ba bài toán cơ bản:

- Chọn mặt cắt ngang (bài toán thiết kế): $W_o \geq \frac{|M_{zmax}|}{[\tau]}$

Công thức tính đường kính thanh tròn đặc: $d \geq \sqrt[3]{\frac{|M_{zmax}|}{0,2 \cdot [\tau]}} \quad (m)$

- Tìm tải trọng cho phép: $M_z \leq W_o \cdot [\tau] \quad \text{hay} \quad [M_z] = W_o \cdot [\tau] \quad (Nm)$

* *Chú ý: Nếu ngoại lực chỉ có một moment thì chọn nội lực bằng với ngoại lực ($M_z = M$)*

9.3.TÍNH TOÁN VỀ XOẮN THUẦN TÚY

9.3.2. Điều kiện cứng và ba bài toán cơ bản:

9.3.2.1. Điều kiện cứng:

Góc xoắn tương đối lớn nhất
không vượt quá giới hạn cho phép

$$\theta_{\max} = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{|M_{z\max}|}{G \cdot J_o} \leq [\theta]$$

$[\theta]$: Góc xoắn tương đối cho phép của thanh (độ/m)

G : Môđun đàn hồi của vật liệu (N/m²)

J_o : Mômen quán tính độ cực của mặt cắt ngang thanh (m⁴)

$$J_o = 0,1.d^4$$

9.3.TÍNH TOÁN VỀ XOẮN THUẦN TÚY

9.3.2. Điều kiện cứng và ba bài toán cơ bản:

9.3.2.2. Ba bài toán cơ bản:

- Kiểm tra độ cứng:

+ Tính góc xoắn tương đối lớn nhất: $\theta_{\max} = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{|M_{z\max}|}{G \cdot J_0} \text{ (}^\circ/\text{m)}$

+ So sánh: $\theta_{\max} \leq [\theta] \rightarrow$ Kết luận: Thanh đảm bảo độ cứng

$\theta_{\max} > [\theta] \rightarrow$ Kết luận: Thanh không đảm bảo độ cứng

9.3.TÍNH TOÁN VỀ XOẮN THUẦN TÚY

9.3.2. Điều kiện cứng và ba bài toán cơ bản:

9.3.2.2. Ba bài toán cơ bản:

- Chọn mặt cắt ngang (bài toán thiết kế): $J_o \geq \frac{180}{\pi} \cdot \frac{|M_{zmax}|}{G \cdot [\theta]}$

Công thức tính đường kính thanh tròn đặc: $d \geq \sqrt[4]{\frac{180 \cdot |M_{zmax}|}{\pi \cdot 0,1 \cdot G \cdot [\theta]}} \text{ (m)}$

- Tìm tải trọng cho phép: $M_z \leq G \cdot J_o \cdot [\theta] \cdot \frac{\pi}{180}$ hay $[M_z] = G \cdot J_o \cdot [\theta] \cdot \frac{\pi}{180}$

* *Chú ý: Nếu ngoại lực chỉ có một moment thì chọn nội lực bằng với ngoại lực ($M_z = M$)*

9.3.TÍNH TOÁN VỀ XOẮN THUẦN TÚY

TỔNG KẾT

ĐỘ BỀN

- Kiểm tra độ bền: $\tau_{\max} = \frac{|M_{z\max}|}{W_o}$ (N/m²)

$\tau_{\max} \leq [\tau] \rightarrow$ Thanh đảm bảo độ bền

$\tau_{\max} > [\tau] \rightarrow$ Thanh không đảm bảo độ bền

- Xác định đường kính:

$$d_b \geq \sqrt[3]{\frac{|M_{z\max}|}{0,2 \cdot [\tau]}} \quad (\text{m})$$

ĐỘ CỨNG

- Kiểm tra độ cứng: $\theta_{\max} = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{|M_{z\max}|}{G \cdot J_o}$ (°/m)

$\theta_{\max} \leq [\theta] \rightarrow$ Thanh đảm bảo độ cứng

$\theta_{\max} > [\theta] \rightarrow$ Thanh không đảm bảo độ cứng

- Xác định đường kính:

$$d_c \geq \sqrt[4]{\frac{180 \cdot |M_{z\max}|}{\pi \cdot 0,1 \cdot G \cdot [\theta]}} \quad (\text{m})$$

$\rightarrow$ Kết luận: Chọn đường kính trục $d \geq d_{\max}$

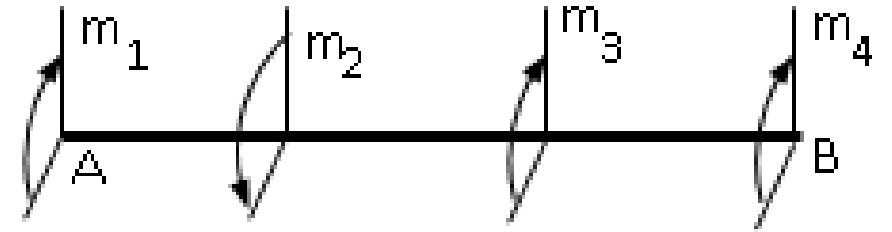
9.3.TÍNH TOÁN VỀ XOẮN THUẦN TÚY

9.3.3: Bài tập áp dụng:

Bài toán 1:

Trục AB có đường kính không đổi d , chịu tác dụng của các mômen xoắn ngoại lực :

$m_1 = 800\text{Nm}$, $m_2 = 2000\text{Nm}$, $m_3 = 700\text{Nm}$,
 $m_4 = 500\text{Nm}$.



a) Vẽ biểu đồ mômen xoắn nội lực của trục

b) Xác định đường kính d của trục theo điều kiện bền và điều kiện cứng.

Biết $[\theta] = 0,6^\circ/\text{m}$, $G = 8.10^7\text{KN}/\text{m}^2$, $[\tau] = 80\text{ MN}/\text{m}^2$

9.3.TÍNH TOÁN VỀ XOẮN THUẦN TÚY

Tóm tắt:

$$m_1 = 800 \text{ Nm}$$

$$m_2 = 2000 \text{ Nm}$$

$$m_3 = 700 \text{ Nm}$$

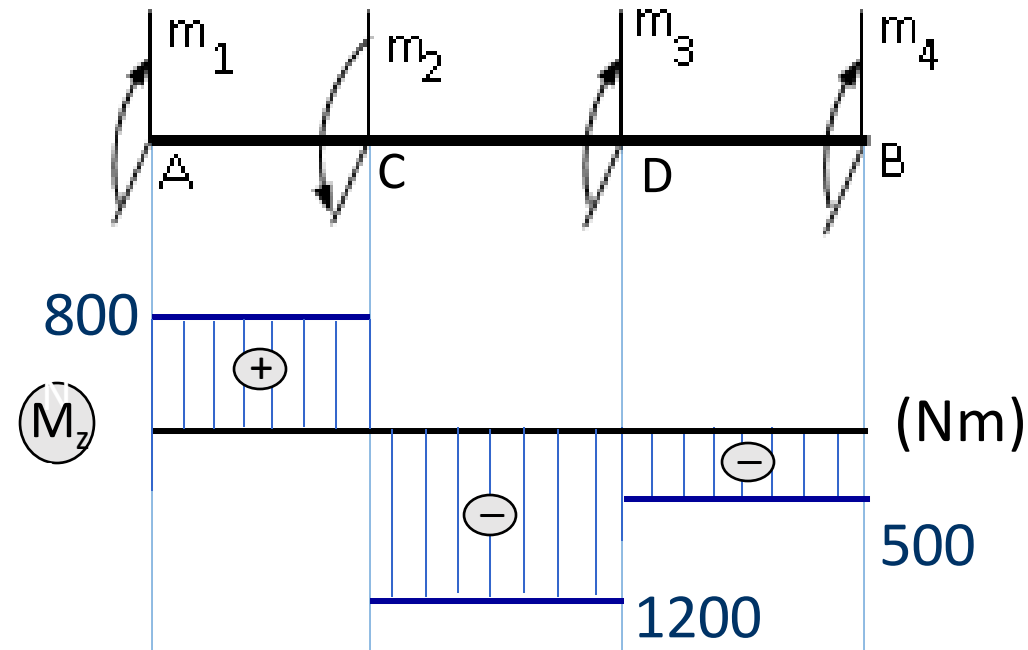
$$m_4 = 500 \text{ Nm}$$

a. Vẽ biểu đồ nội lực

$$M_{zAC} = m_1 = 800 \text{ Nm}$$

$$M_{zCD} = m_1 - m_2 = 800 - 2000 = -1200 \text{ Nm}$$

$$M_{zDB} = m_1 - m_2 + m_3 = 800 - 2000 + 700 = -500 \text{ Nm}$$



9.3.TÍNH TOÁN VỀ XOẮN THUẦN TÚY

Tóm tắt:

$$M_{zAC} = 800 \text{ Nm}$$

$$M_{zCD} = - 1200 \text{ Nm}$$

$$|M_{zCD}| = M_{zmax}$$

$$M_{zDB} = - 500 \text{ Nm}$$

$$[\theta] = 0,6 \text{ }^{\circ}/\text{m}$$

$$G = 8.10^7 \text{ KN/m}^2 \\ = 8.10^{10} \text{ N/m}^2$$

$$[\tau] = 80 \text{ MN/m}^2 \\ = 80.10^6 \text{ N/m}^2$$

$$d = ?$$

b) Xác định đường kính d của trục theo điều kiện bền và điều kiện cứng

- Điều kiện bền:

$$d_b \geq \sqrt[3]{\frac{M_{zmax}}{0,2 \cdot [\tau]}} = \sqrt[3]{\frac{|-1200|}{0,2 \cdot 80 \cdot 10^6}} = 0,042 \text{ (m)}$$

- Điều kiện cứng:

$$d_c \geq \sqrt[4]{\frac{M_{zmax}}{G \cdot 0,1 \cdot [\theta]} \frac{180}{\pi}} = \sqrt[4]{\frac{|-1200|}{8 \cdot 10^{10} \cdot 0,1 \cdot 0,6} \frac{180}{3,14}} = 0,062 \text{ m}$$

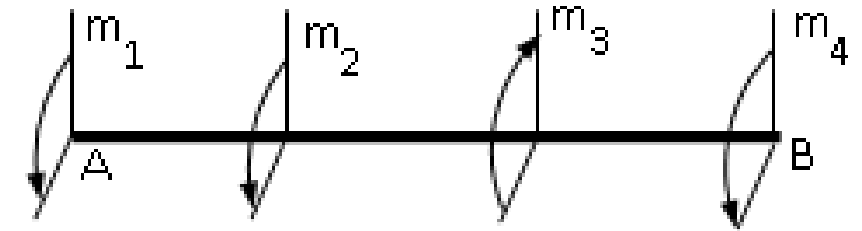
Kết luận: chọn $d \geq 0,062 \text{ m} = 62 \text{ mm}$

9.3.TÍNH TOÁN VỀ XOẮN THUẦN TÚY

9.3.3: Bài tập áp dụng:

Bài toán 2:

Trục AB có đường kính không đổi $d = 6\text{cm}$.
Trục chịu tác dụng của các mômen xoắn ngoại lực: $m_1 = 0,8\text{kNm}$, $m_2 = 1,5\text{kNm}$, $m_3 = 3,5\text{kNm}$, $m_4 = 1,2\text{kNm}$.



a) Vẽ biểu đồ mômen xoắn nội lực của trục

b) Kiểm tra độ bền và độ cứng của trục.

Biết $[\tau] = 80\text{MN/m}^2$, $[\theta] = 0,6$ độ/m và $G = 8.10^{10}\text{N/m}^2$

9.2. ỨNG SUẤT VÀ BIẾN DẠNG

Tóm tắt:

$$m_1 = 0,8 \text{ kNm}$$

$$m_2 = 1,5 \text{ kNm}$$

$$m_3 = 3,5 \text{ kNm}$$

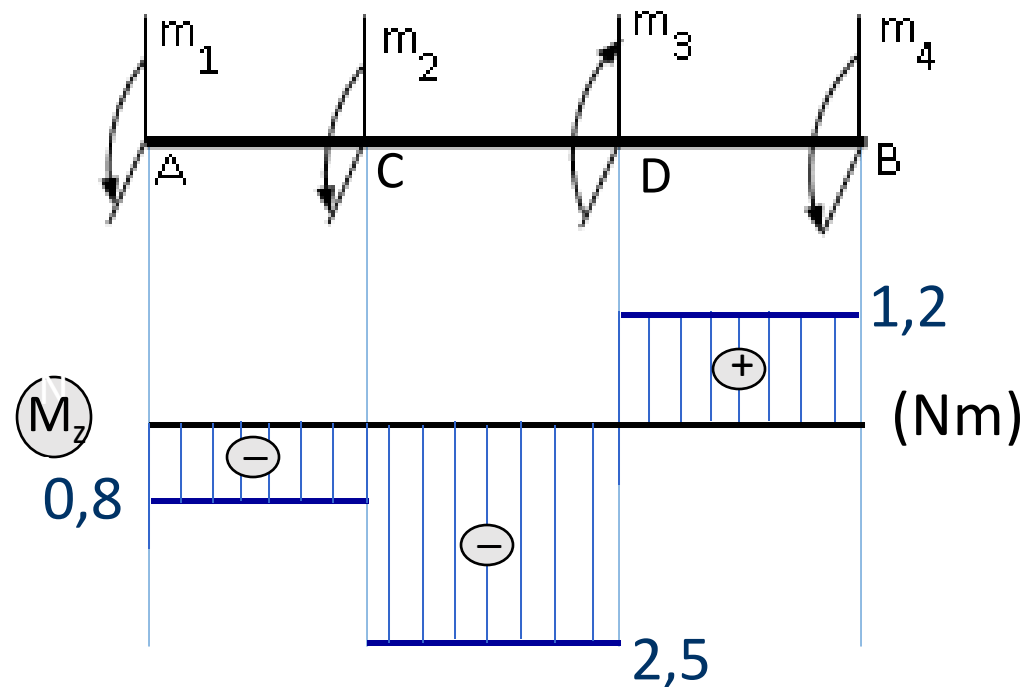
$$m_4 = 1,2 \text{ kNm}$$

a. Vẽ biểu đồ nội lực

$$M_{zAC} = -m_1 = -0,8 \text{ kNm}$$

$$M_{zCD} = -m_1 - m_2 = -0,8 - 1,5 = -2,3 \text{ kNm}$$

$$M_{zDB} = -m_1 - m_2 + m_3 = 0,8 - 1,5 + 3,5 = 1,2 \text{ kNm}$$



9.3.TÍNH TOÁN VỀ XOẮN THUẦN TÚY

Tóm tắt:

$$M_{ZAC} = 0,8 \text{ kNm}$$

$$M_{ZCD} = - 2,3 \text{ kNm}$$

$$|M_{ZCD}| = M_{z\max}$$

$$M_{ZDB} = 1,2 \text{ kNm}$$

$$d = 6\text{cm} = 6 \cdot 10^{-2}\text{m}$$

$$[\theta] = 0,6^\circ/\text{m}$$

$$G = 8 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$$

$$[\tau] = 80 \text{ MN/m}^2 \\ = 80 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

b) Kiểm tra độ bền và độ cứng của trục.

- Kiểm tra độ bền:

$$\tau_{\max} = \frac{M_{Z\max}}{W_0} = \frac{|M_{ZCD}|}{0,2 \cdot d^3} = \frac{2,3 \cdot 10^3}{0,2 \cdot (6 \cdot 10^{-2})^3} = 53240740 \text{ N/m}^2$$

$$\tau_{\max} < [\tau] = 80 \cdot 10^6 \text{ (N/m}^2\text{)} \rightarrow \text{Trục đảm bảo độ bền}$$

- Kiểm tra độ ứng:

$$\theta_{\max} = \frac{|M_{ZCD}|}{GJ_0} \frac{180}{\pi} = \frac{2,3 \cdot 10^3}{8 \cdot 10^{10} \cdot 0,1 \cdot (6 \cdot 10^{-2})^4} \frac{180}{\pi} = 1,27^\circ/\text{m}$$

$$\theta_{\max} > [\theta] \rightarrow \text{Trục không đảm bảo độ cứng}$$

9.3.TÍNH TOÁN VỀ XOẮN THUẦN TÚY

Bài tập: (chương 9)

BT3: Một thanh tròn đường kính $d = 6\text{cm}$, chịu xoắn bởi mômen ngoại lực $m = 5000\text{Nm}$. Môđun đàn hồi của vật liệu thanh là $G = 8.10^{10} \text{ N/m}^2$, $[\tau] = 80\text{MN/m}^2$, $[\theta] = 0,6 \text{ }^\circ/\text{m}$. Kiểm tra thanh theo điều kiện bền và điều kiện cứng.

BT4: Một trục truyền động, quay với tốc độ $n = 200\text{v/p}$, truyền công suất $N = 300\text{KW}$; trục bằng thép có ứng suất cho phép $[\tau] = 40\text{MN/m}^2$, $[\theta] = 0,3 \text{ }^\circ/\text{m}$, $G = 8.10^{10} \text{ N/m}^2$. Tính đường kính của trục theo điều kiện bền và điều kiện cứng.

9.3.TÍNH TOÁN VỀ XOẮN THUẦN TÚY

Bài tập: (chương 9)

BT8: Một trục truyền có đường kính không đổi $d = 20\text{cm}$, trục bằng thép có ứng suất cho phép $[\tau] = 100\text{MN/m}^2$.

- Tính mômen xoắn cho phép của trục.
- Tính công suất truyền cho phép, biết tốc độ quay của trục $n = 100\text{v/p}$.

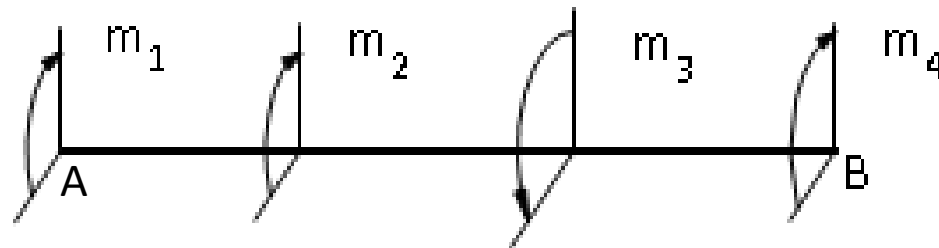


9.3.TÍNH TOÁN VỀ XOẮN THUẦN TÚY

Bài tập: (chương 9)

BT12:Trục truyền bằng thép có mặt cắt tròn không đổi trên suốt chiều dài AB. Trên trục lắp bốn bánh răng có các mômen ngoại lực $m_1 = 0,8\text{KNm}$, $m_2 = 2\text{KNm}$, $m_3 = 4\text{KNm}$, $m_4 = 1,2\text{KNm}$.

- Vẽ biểu đồ mômen xoắn nội lực của trục
- Xác định đường kính của trục theo điều kiện bền và điều kiện cứng, biết $[\tau] = 30 \text{ MN/m}^2$, $[\theta] = 7,5.10^{-3} \text{ độ/m}$, $G = 8.10^{10} \text{ N/m}^2$.



9.3.TÍNH TOÁN VỀ XOẮN THUẦN TÚY

Bài tập: (chương 9)

BT13: Trục có đường kính không đổi $d = 7,5\text{cm}$, chịu tác dụng của các mômen xoắn: $m_1 = 1\text{ KNm}$, $m_2 = 0,6\text{KNm}$, $m_3 = m_4 = 0,2\text{KNm}$.

- Vẽ biểu đồ mômen xoắn nội lực của trục
- Kiểm tra độ bền và độ cứng của trục. Biết $[\tau] = 90\text{MN/m}^2$, $[\theta] = 0,4^\circ/\text{m}$, $G = 8.10^{10}\text{ N/m}^2$.
- Tính góc xoắn tuyệt đối φ trên toàn chiều dài của trục.

