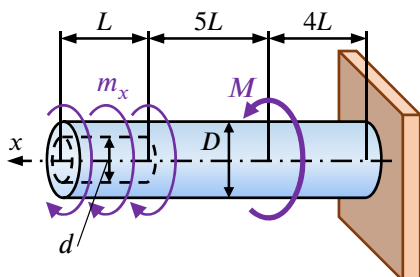


## ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ДОПУСТИМОТО НАТОВАРВАНЕ

### УСЛОВИЕ:

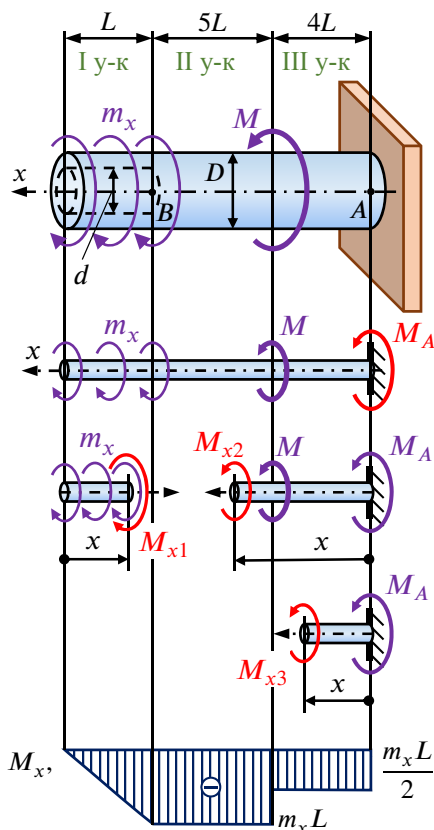


За показаният на схемата вал:

1. Да се построят диаграмите на вътрешните усилия;
2. Да се определи допустимото натоварване ( $m_x = ?$ );
3. Да се начертаят диаграмите на напреженията в застрашените сечения;
4. Да се пресметне завъртането на крайното ляво спрямо крайното дясно напречно сечение.

Дадено е:  $M = m_x L/2$ ;  $L = 0,2$  m;  $D = 0,07$  m;  $d = 0,8D$ ;  
 $\tau_{\text{доп}} = 75$  МПа;  $G = 0,81 \cdot 10^{11}$  Pa.

### РЕШЕНИЕ:



#### I. Опорни реакции

$$\sum M_{xi} = 0: \quad M_A + M - m_x L = 0;$$

$$M_A = m_x L - m_x L/2 = m_x L/2.$$

#### II. Вътрешни усилия - валът има три участъка

I участък, лява част,  $x \in [0; L]$ ,  $\rightarrow$ :

$$\sum M_{xi} = 0: \quad M_{x1} + m_x x = 0;$$

$$M_{x1} = -m_x x \text{ - права линия;}$$

$$M_{x1}(x=0) = 0; \quad M_{x1}(x=L) = -m_x L.$$

II участък, дясна част,  $x \in [L; 6L]$ ,  $\leftarrow$ :

$$\sum M_{xi} = 0: \quad M_{x2} + M + M_A = 0.$$

$$M_{x2} = -m_x L/2 - m_x L/2 = -m_x L = \text{const.}$$

III участък, дясна част,  $x \in [6L; 10L]$ ,  $\leftarrow$ :

$$\sum M_{xi} = 0: \quad M_{x3} + M_A = 0.$$

$$M_{x3} = -m_x L/2 = \text{const.}$$

#### III. Вид съпротива

Във всички участъци само  $M_x \neq 0$ . Валът е подложен на *чисто усукване*.

#### IV. Застрашени сечения

Застрашено е най-дясното сечение от първи участък (сечение B, ляво), с  $\max M_x = -m_x L$ . Сеченията от II участък също са подложени на  $\max M_x$ , но имат по-голяма площ.

#### V. Застрашени точки в застрашените сечения

При чисто усукване в кръгови напречни сечения, *застрашени са точките от периметъра на застрашените сечения*.

## VI. Допустимо натоварване

$$\alpha = d/D = 0,8;$$

$$|\max \tau_{yc}| = \frac{|\max M_x|}{W_{C1}} \leq \tau_{\text{доп}}; \quad \frac{m_x L \cdot 16}{\pi D^3 (1 - \alpha^4)} \leq 75 \cdot 10^6;$$

$$m_x \leq \frac{\pi \cdot 0,07^3 (1 - 0,8^4) \cdot 75 \cdot 10^6}{0,02 \cdot 16} = 14\,910,82 \text{ Nm/m.}$$

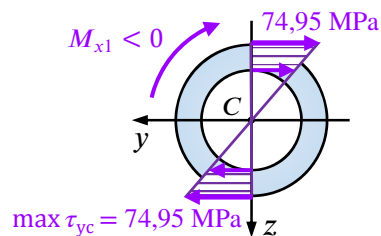
Приемам  $m_x = 14\,900 \text{ Nm/m}$ .

## VII. Диаграми на напреженията в застрешените сечения

Действителни стойности на максималните напрежения в сечение  $B$ , ляво:

$$|\max \tau_{yc}| = \frac{|\max M_x|}{W_{C1}} = \frac{m_x L \cdot 16}{\pi D^3 (1 - \alpha^4)} = \frac{14900 \cdot 0,2 \cdot 16}{\pi \cdot 0,7^3 (1 - 0,8^4)} = 74\,945\,559 \text{ Pa} = 74,95 \text{ MPa.}$$

Сечение  $B$ , ляво:



## VIII. Завъртане на крайното ляво спрямо крайното дясно сечение

$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 = \int_0^L \frac{M_{x1}}{GI_{C1}} dx + \frac{M_{x2} L_2}{GI_{C2}} + \frac{M_{x3} L_3}{GI_{C3}};$$

$$\varphi = \frac{32 \cdot m_x}{G \pi D^4 (1 - \alpha^4)} \int_0^L -x dx + \frac{-m_x L \cdot 5L \cdot 32}{G \pi D^4} + \frac{-m_x L \cdot 4L \cdot 32}{2 \cdot G \pi D^4};$$

$$\varphi = -\frac{32 \cdot 14900 \cdot 0,2^2}{0,81 \cdot 10^{11} \cdot \pi \cdot 0,07^4} \left( \frac{1}{2(1 - 0,8^4)} + 5 + \frac{4}{2} \right) = -0,02449 \text{ rad} = -0,02449 \frac{180}{\pi} = -1,4^\circ.$$