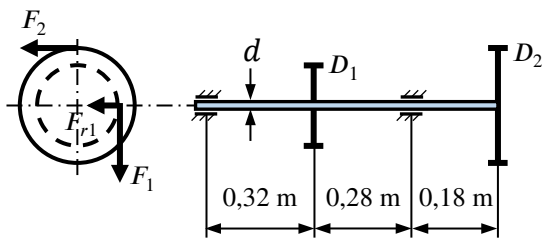


ЗАДАЧА ЗА ЯКОСТНО ОРАЗМЕРЯВАНЕ

УСЛОВИЕ:



За показаният на схемата вал, предаващ въртящ момент M между две зъбни колела:

1. Да се построят диаграмите на вътрешните усилия;
2. Да се извърши якостно оразмеряване ($d = ?$), като се използва III якостна теория, а Q -усиления се пренебрегнат;
3. Да се начертаят диаграмите на напреженията в застрашените сечения.

Дадено е: $M = 750 \text{ Nm}$; $D_1 = 0,2 \text{ m}$; $D_2 = 0,3 \text{ m}$;
 $F_{r1} = 0,2F_1$; $\sigma_{\text{доп}} = 100 \text{ MPa}$.

РЕШЕНИЕ:

I. Опорни реакции и вътрешни усилия

При построяването на диаграмите на вътрешните усилия са използвани само правилата за проверка на диаграми – за скокове, за рогови точки, за вид на кривите.

1. Големина на силите

$$M = F_1 \frac{D_1}{2} = F_2 \frac{D_2}{2};$$

$$F_1 = \frac{2M}{D_1} = \frac{2 \cdot 0,75}{0,2} = 7,5 \text{ kN}; \quad F_{r1} = 0,2F_1 = 0,2 \cdot 7,5 = 1,5 \text{ kN};$$

$$F_2 = \frac{2M}{D_2} = \frac{2 \cdot 0,75}{0,3} = 5 \text{ kN}.$$

2. Опорни реакции и вътрешни усилия в равнина xz

Гредата е таблична – случай № 5, стр. 33.

$$A_z = F \frac{b}{L} = 7,5 \frac{0,28}{0,32+0,28} = 3,5 \text{ kN};$$

$$B_z = F \frac{a}{L} = 7,5 \frac{0,32}{0,32+0,28} = 4 \text{ kN};$$

$$Q_{z1}(A) = A_z = 3,5 \text{ kN}; \quad Q_{z1} = \text{const};$$

$$Q_{z2}(B) = -B_z = -4 \text{ kN}; \quad Q_{z2} = \text{const}.$$

$$M_{y1}(A) = 0; \quad M_{y1}(C) = 0,32A_z = 0,32 \cdot 3,5 = 1,12 \text{ kNm};$$

$$M_{y2}(B) = 0; \quad M_{y1}(x) \text{ и } M_{y2}(x) \text{ са прави линии.}$$

3. Опорни реакции и вътрешни усилия в равнина xy

$$\sum M_{zAi} = 0: (0,32 + 0,28)B_y - 0,32F_{r1} - (0,32 + 0,28 + 0,18)F_2 = 0;$$

$$B_y = 7,3 \text{ kN}.$$

$$\sum y_i = 0: \quad A_y - B_y + F_{r1} + F_2 = 0; \quad A_y = 7,3 - 1,5 - 5$$

$$A_y = 0,8 \text{ kN}.$$

$$|Q_{y1}(A)| = A_y = 0,8 \text{ kN}; \quad Q_{y1} = \text{const};$$

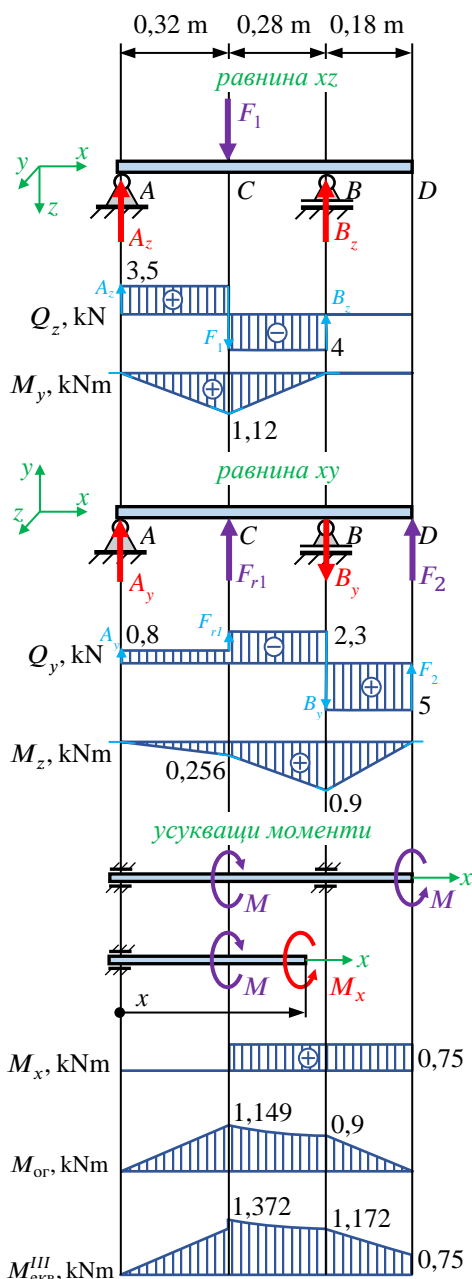
$$|Q_{y2}(C)| = |Q_{y1}(A)| + F_{r1} = 0,8 + 1,5 = 2,3 \text{ kN}; \quad Q_{y2} = \text{const}.$$

$$|Q_{y3}(D)| = F_2 = 5 \text{ kN}; \quad Q_{y3} = \text{const}.$$

$$M_{z1}(A) = 0; \quad M_{z1}(C) = 0,32A_y = 0,32 \cdot 0,8 = 0,256 \text{ kNm};$$

$$M_{z3}(D) = 0; \quad M_{z3}(B) = 0,18F_2 = 0,18 \cdot 5 = 0,9 \text{ kNm};$$

$$M_{z1}(x), M_{z2}(x) \text{ и } M_{z3}(x) \text{ са прави линии.}$$



4. Вътрешно усилие M_x . Използва се метод на сечението.

$$\sum M_{xi} = 0: \quad M_x - M = 0; \quad M_x = M = 0,75 \text{ kNm} = \text{const.}$$

II. Вид съпротива

След пренебрегване на Q-усилията:

- В участък AC: $M_y \neq 0$ и $M_z \neq 0$, налице е *общо огъване*;
- В участък CB: $M_x \neq 0$, $M_y \neq 0$ и $M_z \neq 0$, налице е *общо огъване и усукване*;
- В участък BD: $M_x \neq 0$ и $M_z \neq 0$, налице е *чисто огъване и усукване*.

III. Огъващ момент $M_{ог}$

$$M_{ог,A} = \sqrt{M_{y,A}^2 + M_{z,A}^2} = \sqrt{0^2 + 0^2} = 0;$$

$$M_{ог,C} = \sqrt{M_{y,C}^2 + M_{z,C}^2} = \sqrt{1,12^2 + 0,256^2} = 1,149 \text{ kNm};$$

$$M_{ог,B} = \sqrt{M_{y,B}^2 + M_{z,B}^2} = \sqrt{0^2 + 0,9^2} = 0,9 \text{ kNm};$$

$$M_{ог,D} = \sqrt{M_{y,D}^2 + M_{z,D}^2} = \sqrt{0^2 + 0^2} = 0.$$

IV. Еквивалентен момент $M_{екв}^{III}$

$$M_{екв,A}^{III} = \sqrt{M_{ог,A}^2 + M_{x,A}^2} = \sqrt{0^2 + 0^2} = 0;$$

$$M_{екв,C,ляво}^{III} = \sqrt{M_{ог,C,ляво}^2 + M_{x,C,ляво}^2} = \sqrt{1,149^2 + 0^2} = 1,149 \text{ kNm};$$

$$M_{екв,C,дясно}^{III} = \sqrt{M_{ог,C,дясно}^2 + M_{x,C,дясно}^2} = \sqrt{1,149^2 + 0,75^2} = 1,372 \text{ kNm};$$

$$M_{екв,B}^{III} = \sqrt{M_{ог,B}^2 + M_{x,B}^2} = \sqrt{0,9^2 + 0,75^2} = 1,172 \text{ kNm};$$

$$M_{екв,D}^{III} = \sqrt{M_{ог,D}^2 + M_{x,D}^2} = \sqrt{0^2 + 0,75^2} = 0,75 \text{ kNm}.$$

V. Заstraшено сечение

Заstraшено е сечение C, дясно, с $\max M_{екв}^{III} = 1,372 \text{ kNm}$.

VI. Заstraшени точки

Заstraшени са точките от периферията на заstraшеното сечение, лежащи на диаметъра, перпендикуларен на $M_{ог}$. По-нататък те са означени като 1 и 2.

VII. Якостно оразмеряване

$$\max \sigma_{екв}^{III} = \frac{\max M_{екв}^{III}}{W_{ог}} \leq \sigma_{доп}; \quad W_{ог} = \frac{\pi d^3}{32}; \quad d \geq \sqrt[3]{\frac{32 \max M_{екв}^{III}}{\pi \sigma_{доп}}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 1372}{\pi \cdot 100 \cdot 10^6}} = 0,05189 \text{ m}.$$

Приемам $d = 0,052 \text{ m}$.

VIII. Диаграми на напреженията в заstraшеното сечение

1. Максимално нормално напрежение:

$$|\max \sigma_x| = \frac{M_{ог}}{W_{ог}} = \frac{1149 \cdot 32}{\pi \cdot 0,052^3} = 83\,235\,790 = 83,24 \text{ MPa}.$$

2. Максимално тангенциално напрежение:

$$|\max \tau_{yc}| = \frac{|M_x|}{W_C} = \frac{750 \cdot 16}{\pi \cdot 0,052^3} = 27\,165\,728 = 27,17 \text{ MPa}.$$

