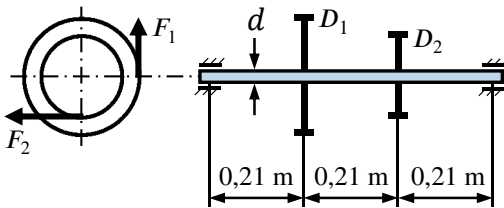


ЗАДАЧА ЗА ЯКОСТНА ПРОВЕРКА

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 якостна проверка, като се използва IV якостна теория, а Q -усиления се пренебрегнат;
3. Да се начертаят диаграмите на напреженията в застрашените сечения.

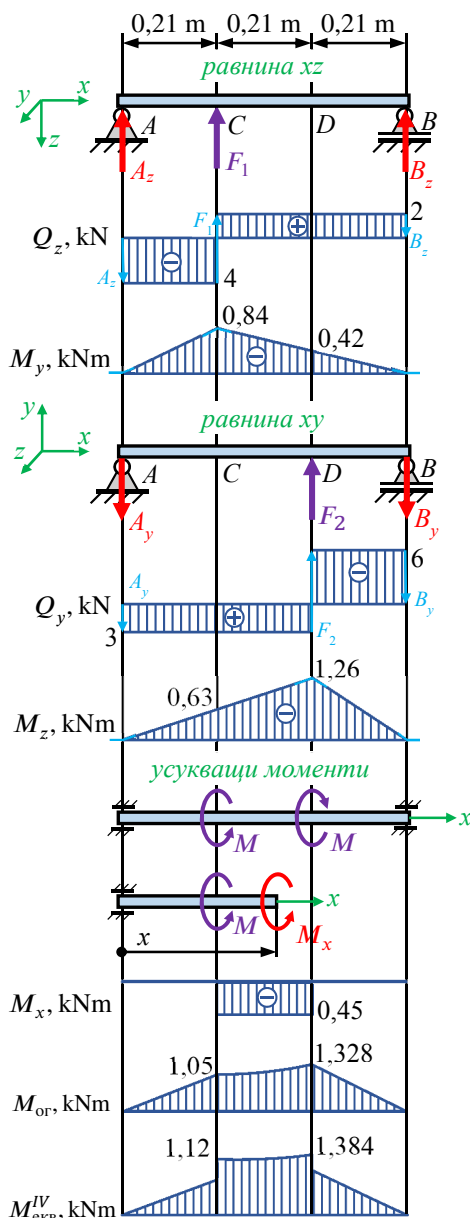


Дадено е: $M = 450 \text{ Nm}$; $D_1 = 0,15 \text{ m}$; $D_2 = 0,1 \text{ m}$;
 $d = 0,046 \text{ m}$; $\sigma_{\text{доп}} = 130 \text{ МПа}$.

РЕШЕНИЕ:

I. Опорни реакции и вътрешни усилия

При построяването на диаграмите на вътрешните усилия са използвани само правилата за проверка на диаграми.



1. Големина на силите

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

$$F_1 = \frac{2M}{D_1} = \frac{2 \cdot 0,45}{0,15} = 6 \text{ kN}; F_2 = \frac{2M}{D_2} = \frac{2 \cdot 0,45}{0,1} = 9 \text{ kN}.$$

2. Опорни реакции и вътрешни усилия в равнина xz

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

$$A_z = F \frac{b}{L} = 6 \frac{2 \cdot 0,21}{3 \cdot 0,21} = 4 \text{ kN};$$

$$B_z = F \frac{a}{L} = 6 \frac{0,21}{3 \cdot 0,21} = 2 \text{ kN}.$$

$$|Q_{z1}(A)| = A_z = 4 \text{ kN}; Q_{z1} = \text{const};$$

$$|Q_{z2}(B)| = B_z = 2 \text{ kN}; Q_{z2} = \text{const}.$$

$$M_{y1}(A) = 0; |M_{y1}(C)| = 0,21 A_z = 0,21 \cdot 4 = 0,84 \text{ kNm};$$

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

3. Опорни реакции и вътрешни усилия в равнина xy

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

$$A_y = F \frac{b}{L} = 9 \frac{0,21}{3 \cdot 0,21} = 3 \text{ kN};$$

$$B_y = F \frac{a}{L} = 9 \frac{2 \cdot 0,21}{3 \cdot 0,21} = 6 \text{ kN}.$$

$$|Q_{y1}(A)| = A_y = 3 \text{ kN}; Q_{y1} = \text{const};$$

$$|Q_{y2}(B)| = B_y = 6 \text{ kN}; Q_{y2} = \text{const}.$$

$$M_{z1}(A) = 0;$$

$$M_{z2}(B) = 0; M_{z2}(D) = 0,21 B_y = 0,21 \cdot 6 = 1,26 \text{ kNm};$$

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

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

$$\sum M_{xi} = 0: M_x + M = 0; M_x = -M = 0,45 \text{ kN} = \text{const}.$$

II. Вид съпротива

След пренебрегване на Q -усилията: в трите участъка $M_x \neq 0$, $M_y \neq 0$ и $M_z \neq 0$, налице е *едновременно огъване и усукване*.

III. Огъващ момент $M_{ог}$

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

$$M_{ог,C} = \sqrt{M_{y,C}^2 + M_{z,C}^2} = \sqrt{0,84^2 + 0,63^2} = 1,05 \text{ kNm};$$

$$M_{ог,D} = \sqrt{M_{y,D}^2 + M_{z,D}^2} = \sqrt{0,42^2 + 1,26^2} = 1,328 \text{ kNm};$$

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

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

$$M_{екв,A}^{IV} = \sqrt{M_{ог,A}^2 + 0,75M_{x,A}^2} = \sqrt{0^2 + 0,75 \cdot 0^2} = 0;$$

$$M_{екв,C,ляво}^{IV} = \sqrt{M_{ог,C,ляво}^2 + 0,75M_{x,C,ляво}^2} = \sqrt{1,05^2 + 0,75 \cdot 0^2} = 1,05 \text{ kNm};$$

$$M_{екв,C,дясно}^{IV} = \sqrt{M_{ог,C,дясно}^2 + 0,75M_{x,C,дясно}^2} = \sqrt{1,05^2 + 0,75 \cdot 0,45^2} = 1,12 \text{ kNm};$$

$$M_{екв,D,ляво}^{IV} = \sqrt{M_{ог,D,ляво}^2 + 0,75M_{x,D,ляво}^2} = \sqrt{1,328^2 + 0,75 \cdot 0,45^2} = 1,384 \text{ kNm};$$

$$M_{екв,D,дясно}^{IV} = \sqrt{M_{ог,D,дясно}^2 + 0,75M_{x,D,дясно}^2} = \sqrt{1,328^2 + 0,75 \cdot 0^2} = 1,328 \text{ kNm};$$

$$M_{екв,B}^{IV} = \sqrt{M_{ог,B}^2 + 0,75M_{x,B}^2} = \sqrt{0^2 + 0,75 \cdot 0^2} = 0 \text{ kNm}.$$

V. Заstraшено сечение

Заstraшено е сечение D , ляво, с $\max M_{екв}^{IV} = 1,384 \text{ kNm}$.

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. Якоствна проверка

$$\max \sigma_{екв}^{IV} = \frac{\max M_{екв}^{IV}}{W_{ог}} \leq \sigma_{доп}; \quad \max \sigma_{екв}^{IV} = \frac{1384 \cdot 32}{\pi \cdot 0,046^3} = 144\,831\,391 \text{ Pa} = 144,81 \text{ MPa} > \sigma_{доп} = 130 \text{ MPa}!$$

$$\Delta_{\sigma} = \frac{\max \sigma_{екв}^{IV} - \sigma_{доп}}{\sigma_{доп}} 100\% = \frac{144,81 - 130}{130} 100 = 11,39\% > 5\%$$

Валът няма да издържи.

VIII. Диаграми на напреженията в заstraшеното сечение

1. Максимално нормално напрежение:

$$|\max \sigma_x| = \frac{M_{ог}}{W_{ог}} = \frac{1328 \cdot 32}{\pi \cdot 0,046^3} = 138\,971\,161 = 138,97 \text{ MPa}.$$

2. Максимално тангенциално напрежение:

$$|\max \tau_{yc}| = \frac{|M_x|}{W_C} = \frac{450 \cdot 16}{\pi \cdot 0,046^3} = 23\,545\,566 = 23,55 \text{ MPa}.$$

