

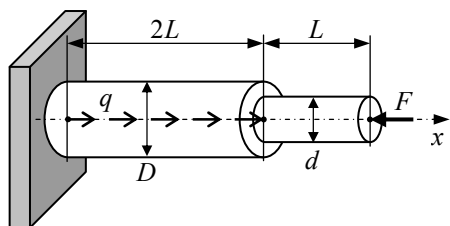
# ЧИСТ ОПЪН (ЧИСТ НАТИСК):

(Метод на сечението, статично определени греди)

## ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ДОПУСТИМ ТОВАР

### УСЛОВИЕ:

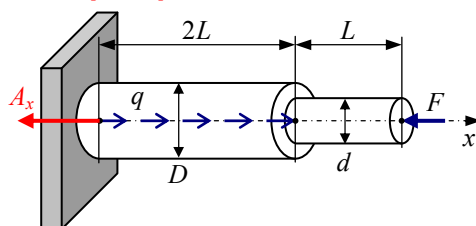
1. Да се оразмери показаният конструкционен елемент.
2. Да се начертаят диаграмите на напреженията в застрашените сечения.
3. Да се пресметне сумарната надлъжна деформация.



Дадено е:  $F = 0,5qL$ ;  $L = 0,2$  m;  $D = 60$  mm;  $d = 30$  mm;  
 $E = 2,1 \cdot 10^{11}$  Pa;  $\sigma_{дон}^{on} = 50$  MPa;  $\sigma_{дон}^{nam} = 120$  MPa.

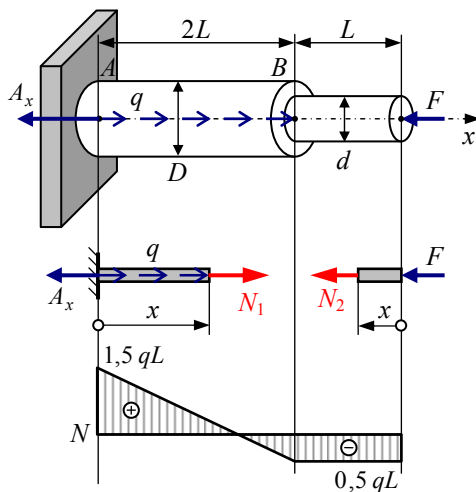
### РЕШЕНИЕ:

#### I. Опорни реакции



$$\sum x_{1i} = 0: \quad A_x - q \cdot 2L + F = 0;$$
$$A_x = 2qL - 0,5qL = 1,5qL.$$

#### II. Вътрешни усилия – гредата има два участъка



I участък, лява част,  $x \in [0; 2L]$ ,  $\rightarrow$ :

$$\sum x_i = 0: \quad N_1 + qx - A_x = 0;$$
$$N_1 = -qx + 1,5qL - \text{уравнение на права линия.}$$
$$N_1(x=0) = 1,5qL; \quad N_1(x=2L) = -0,5qL.$$

II участък, дясна част,  $x \in [0; L]$ ,  $\leftarrow$ :

$$\sum x_i = 0: \quad N_2 + F = 0;$$
$$N_2 = -F = -0,5qL = \text{const.}$$

Диаграма на вътрешното усилие N.

#### III. Вид съпротива

I участък: чист опън / чист натиск.

II участък е подложен на чист натиск с големина ( $N_2 < 0$ ).

#### IV. Застрашени сечения

Двата участъка имат различно сечение, поради което се пресмятат отделно. КЕ е изработен от крехък материал ( $\sigma_{дон}^{on} \neq \sigma_{дон}^{nam}$ ), следователно застрашени са сеченията с максималните положителни и отрицателни стойности на  $N$ .

За I участък застрашени са: сечение  $A$  с  $N_1 = 1,5qL$  (опън) и сечение  $B$  с  $N_1 = -0,5qL$  (натиск).

За II участък всички сечения са застрашени, с  $N_2 = -0,5qL$  (натиск).

## V. Заstraшени точки в заstraшените сечения

При чист опън (чист натиск) всички точки от заstraшените сечения са заstraшени точки.

## VI. Якостно оразмеряване

$$\text{Сечение } A: \sigma_x = \frac{N_1}{A_1} \leq \sigma_{дон}^{он}; \quad \frac{1,5qL}{\pi D^2} \leq 50 \cdot 10^6; \quad q \leq \frac{\pi \cdot 0,06^2 \cdot 50 \cdot 10^6}{1,5 \cdot 0,2 \cdot 4} = 471239 \text{ N/m.}$$

$$\text{Сечение } B: |\sigma_x| = \left| \frac{N_1}{A_1} \right| \leq \sigma_{дон}^{нат}; \quad \frac{0,5qL}{\pi D^2} \leq 120 \cdot 10^6; \quad q \leq \frac{\pi \cdot 0,06^2 \cdot 120 \cdot 10^6}{0,5 \cdot 0,2 \cdot 4} = 3392920 \text{ N/m.}$$

$$\text{Вс. сеч. от II участък: } |\sigma_x| = \left| \frac{N_2}{A_2} \right| \leq \sigma_{дон}^{нат}; \quad \frac{0,5qL}{\pi d^2} \leq 120 \cdot 10^6; \quad q \leq \frac{\pi \cdot 0,03^2 \cdot 120 \cdot 10^6}{0,5 \cdot 0,2 \cdot 4} = 848230 \text{ N/m.}$$

Приемам  $q = 471000 \text{ N/m} = 471 \text{ kN/m}$ .

*Забележка:* Сечение B е същото като сечение A, но е подложено на по-малко натоварване при по-голямо допустимо напрежение. Ако се съобрази това, пресмятането за сечение B става излишно.

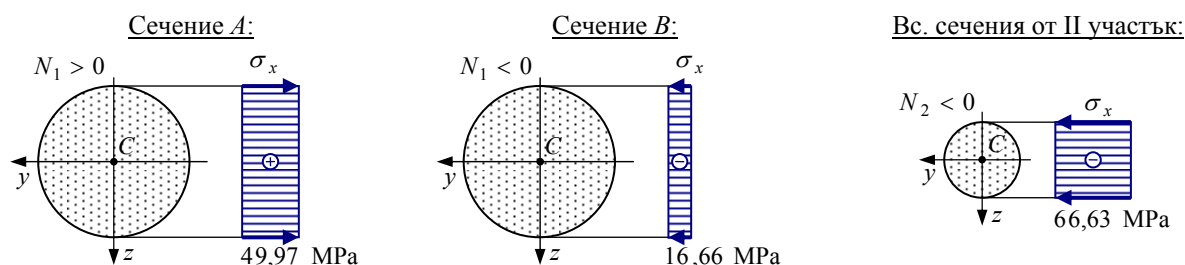
## VII. Диаграми на напреженията в заstraшените сечения

Действителни стойности на напреженията:

$$\text{Сечение } A: \sigma_x = \frac{N_1}{A_1} = \frac{1,5 \cdot 471000 \cdot 0,2 \cdot 4}{\pi \cdot 0,06^2} = 49974652 \text{ Pa} = 49,97 \text{ MPa} = \max \sigma_x^{он}.$$

$$\text{Сечение } B: \sigma_x = \frac{N_1}{A_1} = \frac{-0,5 \cdot 471000 \cdot 0,2 \cdot 4}{\pi \cdot 0,06^2} = -16658217 \text{ Pa} = -16,66 \text{ MPa}.$$

$$\text{Вс. сечения от II участък: } \sigma_x = \frac{N_2}{A_2} = \frac{-0,5 \cdot 471000 \cdot 0,2 \cdot 4}{\pi \cdot 0,03^2} = -66632870 \text{ Pa} = -66,63 \text{ MPa} = \max \sigma_x^{нат}.$$



## VIII. Сумарна надлъжна деформация

$$\Delta L_1 = \int_0^{2L} \frac{N_1(x)}{E \cdot A_1} dx = \frac{4}{2,1 \cdot 10^{11} \cdot \pi \cdot 0,06^2} \int_0^{2,0,2} (1,5 \cdot 471000 \cdot 0,2 - 471000x) dx = 3,17 \cdot 10^{-5} \text{ m};$$

$$\Delta L_2 = \frac{N_2 L_2}{E \cdot A_2} = \frac{-0,5 \cdot 471000 \cdot 0,2 \cdot 0,2 \cdot 4}{2,1 \cdot 10^{11} \cdot \pi \cdot 0,03^2} = -6,35 \cdot 10^{-5} \text{ m};$$

$$\Delta L_{\Sigma} = \Delta L_1 + \Delta L_2 = (3,17 - 6,35) \cdot 10^{-5} = -3,18 \cdot 10^{-5} \text{ m}.$$

( $\Delta L_{\Sigma} < 0$ , KE ще се скъси)