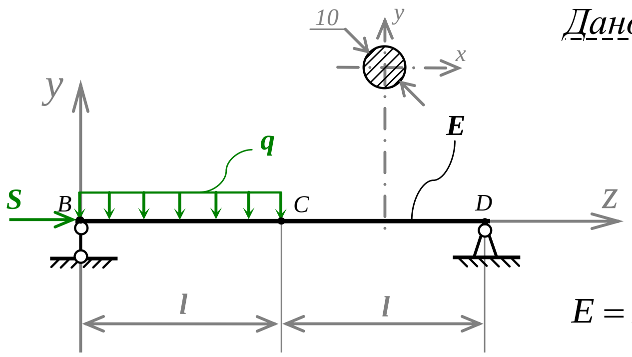



*Дано:* $A = \dfrac{\pi d^2}{4} = 78{,}5 \cdot 10^{-6}\ м^2$

$$I_X = \frac{\pi d^4}{64} = 491 \cdot 10^{-12}\ м^4$$

$$W_X = \frac{\pi d^3}{32} = 98 \cdot 10^{-9}\ м^3$$

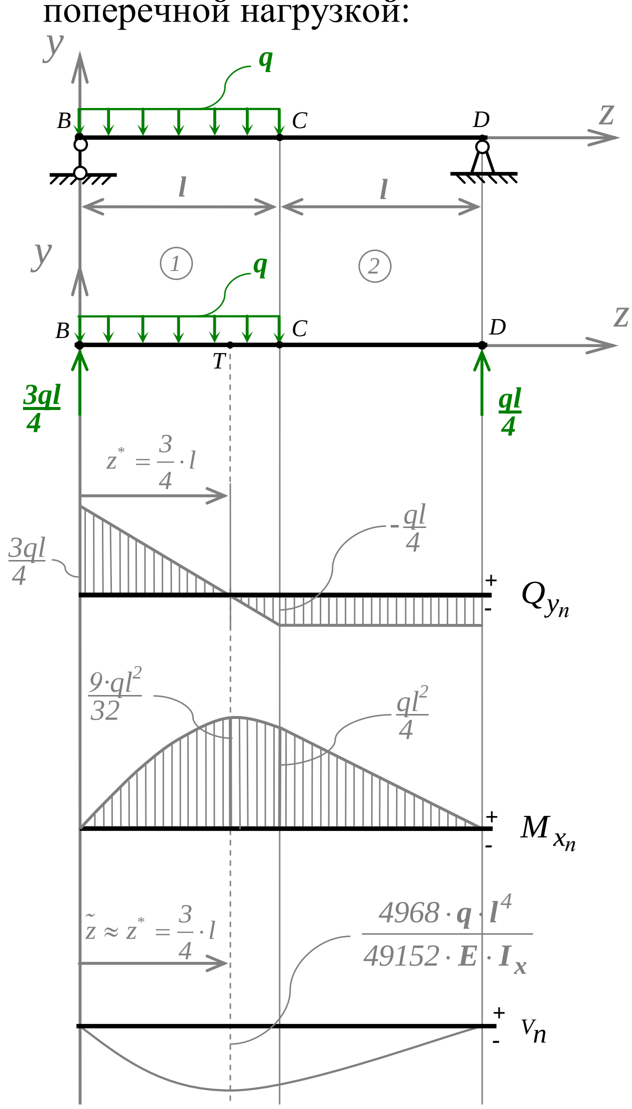
$E = 2 \cdot 10^{11}\ Па$ ; $l = 0{,}5\ м$ ; $q = 100\ Н/м$ ;

$S = 300\ Н$ ; $\sigma_T = 200\ МПа$

*Найти:* $v_{max} = ?$ $\quad |\sigma|_{max} = ?$ $\quad \eta_T = ?$

## *Решение*

а) Находим соответствующие величины, порождаемые одной лишь поперечной нагрузкой:



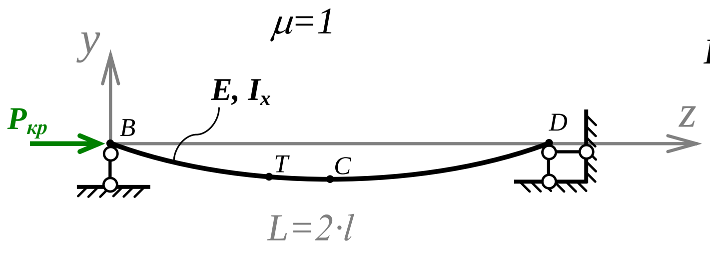

$$M_{x_{max\,n}} = M_{x_{T n}} = \frac{9}{32} \cdot q \cdot l^2 = $$

$$= \frac{9}{32} \cdot 100 \cdot 0{,}5^2 = 7{,}031\ Н \cdot м$$

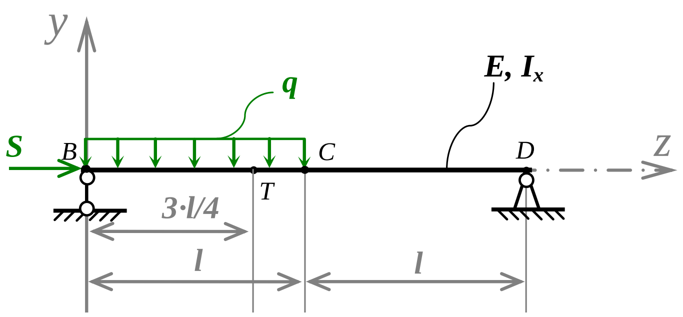
Методом Мора или Коши-Крылова:

$$v_{T n} = \frac{4968}{49152} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I_X} = \frac{4968}{49152} \cdot \frac{100 \cdot 0{,}5^4}{2 \cdot 10^{11} \cdot 491 \cdot 10^{-12}} = 0{,}1011 \cdot \frac{6{,}25}{98{,}2} = 0{,}006435\ м$$

б) Добавление продольной силы $S$ увеличит прогибы $v$, углы поворота $\theta$ и внутренний изгибающий момент $M_x$ в $k_T$ раз:




$$P_{кр} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_x}{(\mu \cdot L)^2} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_x}{(\mu \cdot 2 \cdot l)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 491 \cdot 10^{-12}}{(1 \cdot 2 \cdot 0{,}5)^2} = 969{,}2\ Н$$




$$P_Э = P_{кр}$$

$$k_T = \frac{1}{1 - \dfrac{S}{P_Э}} = \frac{1}{1 - \dfrac{300}{969{,}2}} = 1{,}448$$

$v_T = v_{T\,n} \cdot k_T = -0{,}006435 \cdot 1{,}448 = -0{,}00932\ м \approx -9{,}32\ мм$ -расхождение с примером XIII.3 составляет 4% ;

$M_{x_T} = M_{x_{T\,n}} = 7{,}031 \cdot 1{,}448 = 10{,}18\ Н \cdot м$ - расхождение с примером XIII.3 составляет 3,6% ;

$z^* = 0{,}75 \cdot l = 0{,}75 \cdot 0{,}5 = 0{,}375\ м$ - расхождение с примером XIII.3 - 5,4% ;

$$\sigma_{MAX} = \sigma_T = \frac{M_{x_T}}{W_x} + \frac{S}{A} = \frac{10{,}18}{98 \cdot 10^{-9}} + \frac{300}{0{,}00785} = 103{,}9 \cdot 10^6\ Па \approx 104\ МПа$$

- совпадение с примером XIII.3 точное;

Коэффициент запаса прочности:

$$\eta_T = \frac{\sigma_T}{\sigma_{\max}} = \frac{200}{104} = 1{,}9.$$