

Конструкция  
не нагревается:  
 $\Delta t_1 = \Delta t_2 = 0$

Дано:  $F, l, E, A$

Найти:  $N, \sigma, \epsilon, W$

Этот способ решения универсален:

- 1) Ввести глобальную систему координат  $XyZ$ , направив ось  $Z$  по оси стержня; начало отсчёта целесообразно установить на мабачи из концов стержня;
- 2) Дальнюю от начала отсчёта заданку заменить её реакцией  $T$  (пока не известной); изобразить получившуюся расчётную схему;
- 3) Решить получившуюся статически определённую задачу в общем виде, выписав:

$$\left. \begin{array}{l} R(T) \\ N_i(T, z_i) \\ \sigma_i(T, z_i) \\ \epsilon_i(T, z_i) \\ W_i(T, z_i) \end{array} \right\} (*)$$

Эпюры не строить!

- 4) Найти значение реакции  $T$  из условия равенства нулю перемещения дальнего конца стержня.

$$W_j^{\text{кон}}(T) = 0 \Rightarrow T$$

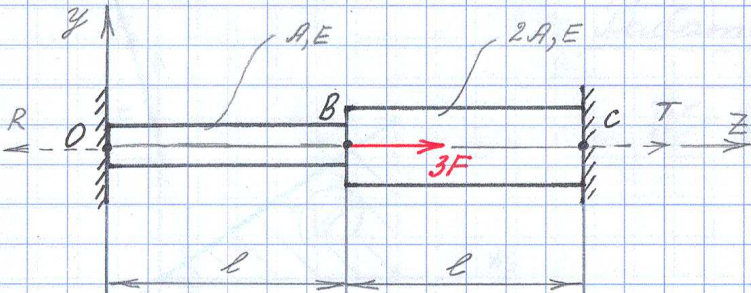
где

$j$  - последний участок стержня.

- 5) Подставить найденное значение  $T$  в уравнения (\*), построить эпюры  $N$ ,  $\sigma$ ,  $\epsilon$  и  $W$ .

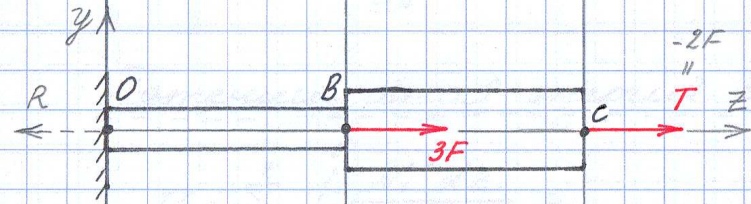


$$W=? , U=? , [F]=?$$



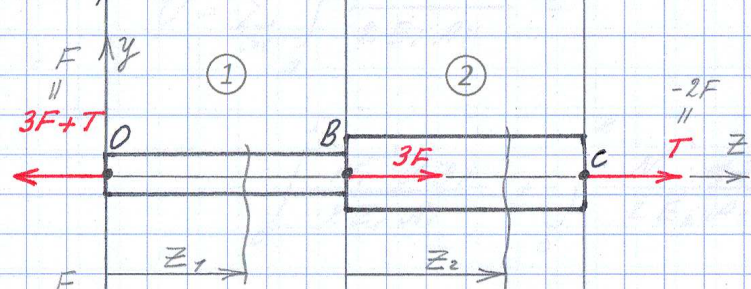
$$R_c \triangleq T$$

$$\sum F_z = 0 = -R + 3F + T \Rightarrow R = 3F + T = F$$



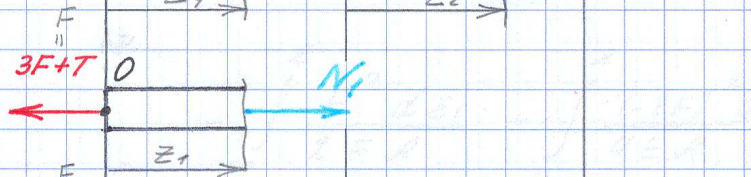
$$\sum F_{z_1} = 0 = -(3F + T) + N_1 \Rightarrow N_1 = 3F + T = F$$

$$\sum F_{z_2} = 0 = -(3F + T) + 3F + N_2 \Rightarrow N_2 = T = -2F$$



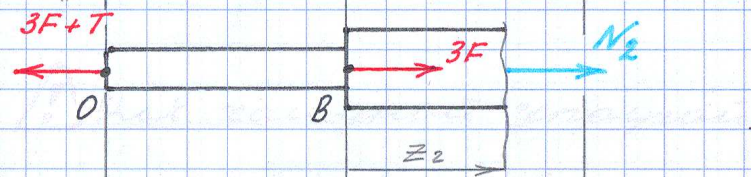
$$\sigma_1 = \frac{N_1}{A_1} = \frac{3F + T}{A} = \frac{F}{A}$$

$$\sigma_2 = \frac{N_2}{A_2} = \frac{T}{2A} = -\frac{F}{A}$$



$$\epsilon_1 = \frac{\sigma_1}{E_1} = \frac{3F + T}{EA} = \frac{F}{EA}$$

$$\epsilon_2 = \frac{\sigma_2}{E_2} = \frac{T}{2AE} = -\frac{F}{2AE}$$

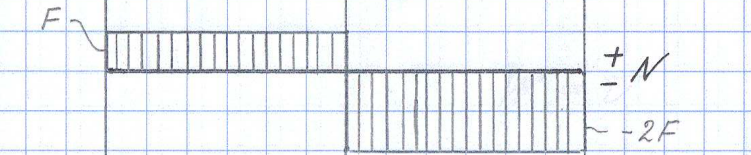


$$w_1 = w_0^{KOH} + \int_0^{z_1} \epsilon_1 dz_1 = 0 + \int_0^{z_1} \frac{3F + T}{EA} dz_1 =$$

$$= \frac{(3F + T) z_1}{EA} = \frac{F \cdot z_1}{EA}$$

$$z_1 = 0: w_1^{KOH} = 0$$

$$z_1 = l: w_1^{KOH} = \frac{(3F + T)l}{EA} = \frac{Fl}{EA}$$

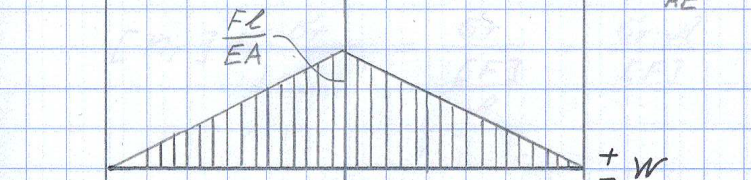
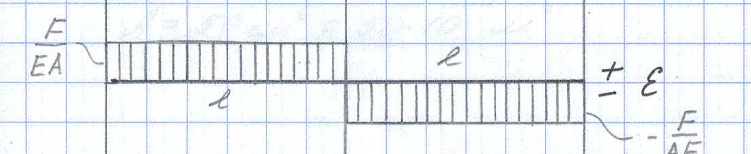
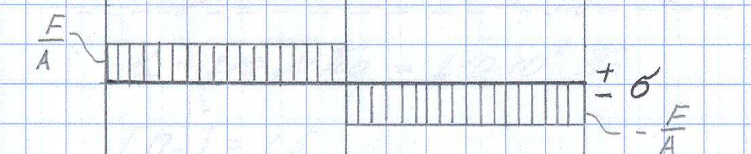


$$w_2 = w_1^{KOH} + \int_0^{z_2} \epsilon_2 dz_2 = \frac{(3F + T)l}{EA} + \int_0^{z_2} \frac{T}{2EA} dz_2 =$$

$$= \frac{(3F + T)l}{EA} + \frac{T \cdot z_2}{2EA} = \frac{Fl}{EA} + \frac{Fz_2}{EA}$$

$$z_2 = 0: w_2^{KOH} = \frac{(3F + T)l}{EA} = \frac{Fl}{EA}$$

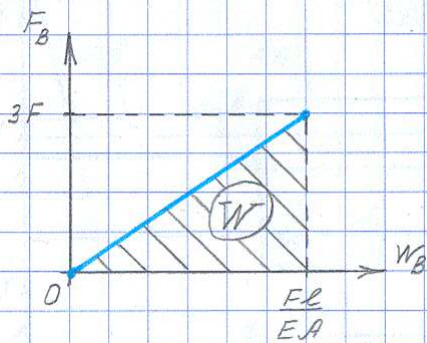
$$z_2 = l: w_2^{KOH} = \frac{(3F + T)l}{EA} + \frac{Tl}{2EA} = 0$$



$$w_2^{KOH} = 0 = \frac{l}{2EA} (6F + 3T) \Rightarrow T = -2F$$

Listoff





Работа внешних сил:

$$W = \frac{1}{2} F_B^{\max} \cdot W_B^{\max} = \frac{1}{2} 3F \frac{Fl}{EA} = \frac{3F^2 l}{2EA}$$

Потенциальная энергия системы:

$$U = \sum_{i=1}^2 \int_0^{l_i} \frac{N_i^2 dz_i}{2E_i A_i} =$$

$$= \int_0^l \frac{N_1^2 dz_1}{2E_1 A_1} + \int_0^l \frac{N_2^2 dz_2}{2E_2 A_2} =$$

$$= \int_0^l \frac{F^2 dz_1}{2EA} + \int_0^l \frac{(-2F)^2 dz_2}{4EA} = \frac{F^2 l}{2EA} + \frac{F^2 l}{EA} = \frac{3F^2 l}{2EA}$$



Для правильной упругой конструкции всегда выполняется равенство:

$$W = U$$

Допускаемая нагрузка [F]:

$$\sigma_T = 210 \text{ МПа} = 210 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

$$[n_T] = 1,5$$

$$A = 50 \text{ см}^2 = 50 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

$$[n_T] = \frac{\sigma_T}{|\sigma_{\max}|} = \frac{\sigma_T}{\frac{[F]}{A}} = \frac{\sigma_T \cdot A}{[F]} \Rightarrow [F] = \frac{\sigma_T \cdot A}{[n_T]} = \frac{210 \cdot 10^6 \cdot 50 \cdot 10^{-4}}{1,5} = 700000 \text{ Н} = 700 \text{ кН}$$