

Задача №1

Вариант № 7

Стальной ступенчатый брус нагружен сосредоточенными силами. Соотношение между площадями поперечных сечений приведены на рисунке. Из условия прочности найти площадь поперечного сечения А. Определить удлинение стержня.

1. Методом сечений определить внутренние усилия и напряжения на каждом из участков. Найти наиболее напряженный участок.
2. Из условия прочности при растяжении найти требуемое значение площади поперечного сечения.
3. Вычислить фактические напряжения на каждом из участков. Построить эпюры внутренних усилий и напряжений.
4. Найти удлинения каждого из участков в отдельности. Определить перемещение характерных сечений. Построить эпюру перемещений.

Дано:

$$F_1 = 35 \text{ кН}; F_2 = 40 \text{ кН}; F_3 = 30 \text{ кН}$$

$$a = 1,2 \text{ м}, b = 1,3 \text{ м}, c = 1,4 \text{ м}$$

Решение

1. Определение опорной реакции N_A

$$N_A = F_1 - F_2 + F_3 = 35 - 40 + 30 = 25 \text{ кН}$$

2. Построение эпюры продольных сил

1 участок ($0 \leq z_1 \leq 1,2 \text{ м}$)

$$N_1 = -N_A = -25 \text{ кН}$$

2 участок ($0 \leq z_2 \leq 1,3 \text{ м}$)

$$N_2 = -N_A + F_3 = -25 + 30 = 5 \text{ кН}$$

3 участок ($0 \leq z_3 \leq 1,4 \text{ м}$)

$$N_3 = -F_1 = -35 \text{ кН}$$

3. Определение нормальных напряжений.

$$\sigma_1^{\square} = \frac{N_1^{\square}}{3A} = \frac{-25}{3A} = \frac{-8,33}{A} \quad \sigma_2^{\square} = \frac{N_2^{\square}}{A} = \frac{5}{A}$$

$$\sigma_3^{\square} = \frac{N_3^{\square}}{2A} = \frac{-35}{2A} = \frac{-17,5}{A}$$

Из условия прочности по нормальным напряжениям находим площадь А.

$$\sigma_{\max}^{\square} = \sigma_3^{\square} = \frac{17,5}{A} < [\sigma] = 140 \text{ МПа} = 14 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$A = \frac{17,5}{[\sigma]} = \frac{17,5}{14} = 1,25 \text{ см}^2$$

4. Построение эпюры нормальных напряжений.

$$\sigma_1^{\square} = \frac{N_1^{\square}}{3A} = \frac{-25}{3A} = \frac{-8,33}{A} = \frac{-8,33}{1,25} = -6,67 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} = -66,7 \text{ МПа}$$

$$\sigma_2^{\square} = \frac{N_2^{\square}}{A} = \frac{5}{A} = \frac{5}{1,25} = 4 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} = 40 \text{ МПа}$$

$$\sigma_3^{\square} = \frac{N_3^{\square}}{2A} = \frac{-35}{2A} = \frac{-17,5}{A} = \frac{-17,5}{1,25} = -14 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} = -140 \text{ МПа}$$

4. Определение перемещения сечения I-I и построение эпюры продольных перемещений.

$\Delta_A = 0$ - заделка

$$\Delta_B = \Delta_A + \frac{N_1^{\square} \cdot c}{3EA} = 0 + \frac{-25 \cdot 140}{3 \cdot 2 \cdot 10^4 \cdot 1,25} = -0,0467 \text{ см}$$

$$\Delta_C = \Delta_B + \frac{N_2^{\square} \cdot b}{EA} = -0,0467 + \frac{5 \cdot 130}{2 \cdot 10^4 \cdot 1,25} = -0,02067 \text{ см}$$

$$\Delta_D = \Delta_C + \frac{N_3^{\square} \cdot a}{2EA} = -0,02067 + \frac{-35 \cdot 120}{3 \cdot 2 \cdot 10^4 \cdot 1,25} = -0,1047 \text{ см}$$

– сечение переместится вверх.

Вывод.

Найдено положение опасного участка в ступенчатом брусе. Из условия прочности подобрана площадь поперечного сечения опасного участка. Исходя из заданного соотношения площадей, вычислены площади поперечных сечений остальных участков. Рассчитаны деформации каждого из участков, построена эпюра перемещений сечений; полная длина бруса уменьшилась на 0,1047 см.



