

Построение эпюр внутренних сил, напряжений и деформаций растяжения-сжатия

Самостоятельная работа

Условия задачи

Ступенчатый брус нагружен силами P_1 , P_2 и P_3 , направленными вдоль его оси. Заданы длины участков a , b , c и площади их поперечных сечений A_1 и A_2 . Модуль упругости материала $E = 2 \cdot 10^5$ мПа, предел текучести $\sigma_T = 240$ мПа и запас прочности по отношению к пределу текучести $n_T = 1,5$.

Требуется:

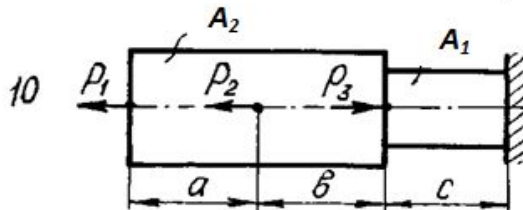
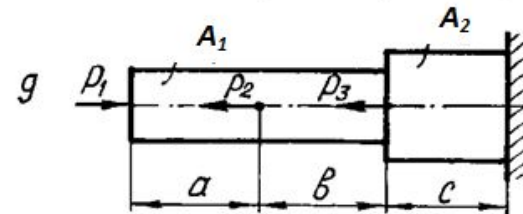
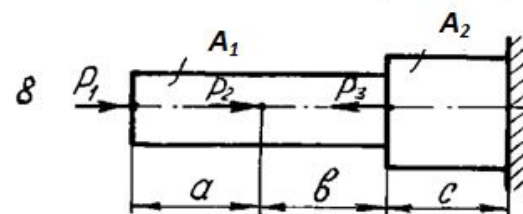
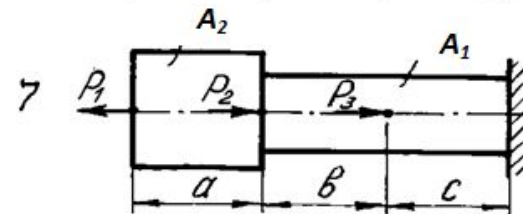
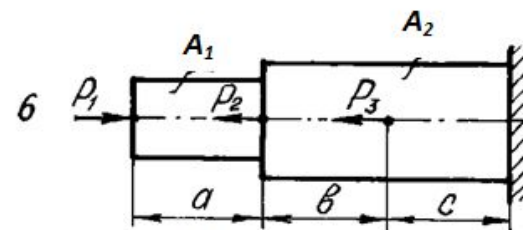
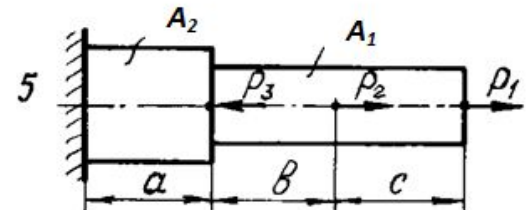
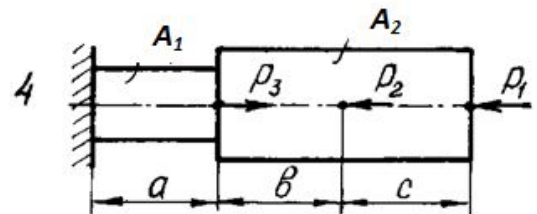
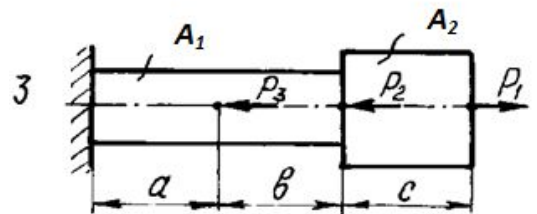
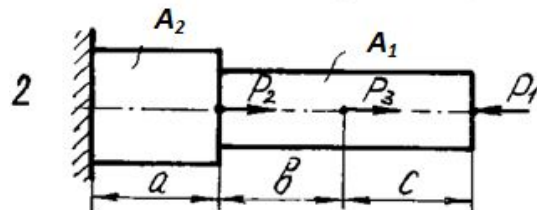
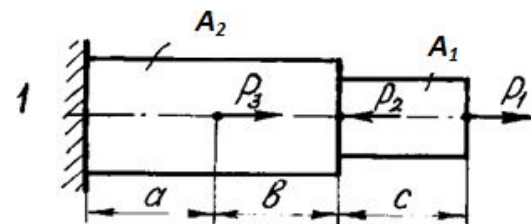
- 1) построить эпюры продольных сил N , напряжений σ и продольных перемещений Δl ;
- 2) проверить, выполняется ли условие прочности.

Расчетные схемы выбираются по рис. 1-10, числовые данные берутся из таблицы.

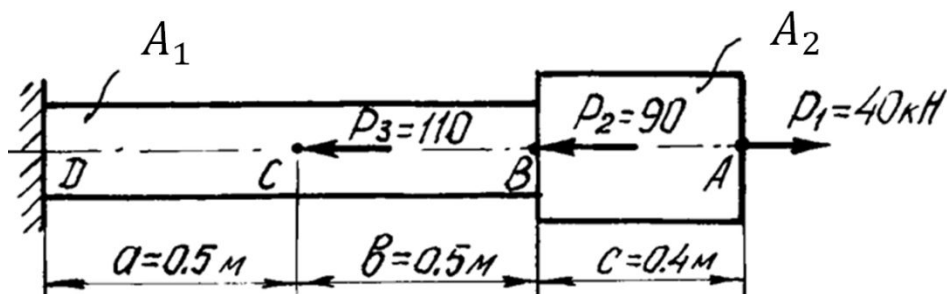
Исходные данные для решения задачи

	Сила, кН			Длина участков, м			Площадь поперечного сечения, см ²	
1	40	90	100	0,3	0,5	0,6	5	10
2	45	80	120	0,3	0,5	0,5	4	12
3	50	85	110	0,4	0,6	0,4	6	14
4	35	70	115	0,4	0,6	0,6	4	10
5	40	75	100	0,5	0,4	0,3	5	15
6	50	80	95	0,5	0,4	0,4	6	18
7	60	70	120	0,3	0,2	0,5	4	12
8	45	60	115	0,4	0,3	0,6	7	10
9	35	65	110	0,2	0,4	0,4	8	14
10	30	90	95	0,5	0,5	0,3	6	16

Рисунки к вариантам заданий



Пример решения задачи

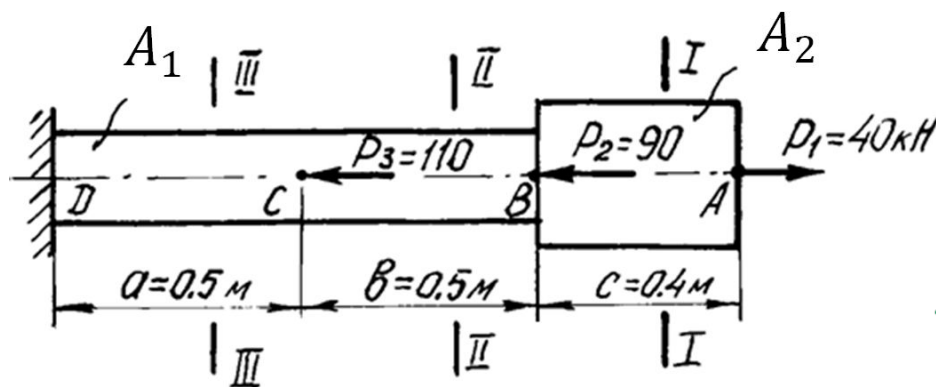


Дано: $A_1 = 6 \text{ см}^2$, $A_2 = 14 \text{ см}^2$,
 $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, $\sigma_T = 240 \text{ МПа}$,
 $n_T = 1,5$.

Построить эпюры продольных сил N , нормальных напряжений σ , продольных перемещений Δl , проверить выполнение условия прочности.

1. Построение эпюры N .

- участок AB , сечение I-I



$$N_1 - P_1 = 0$$

$$N_1 = P_1 = 40 \text{ кН}$$

- участок BC , сечение II-II

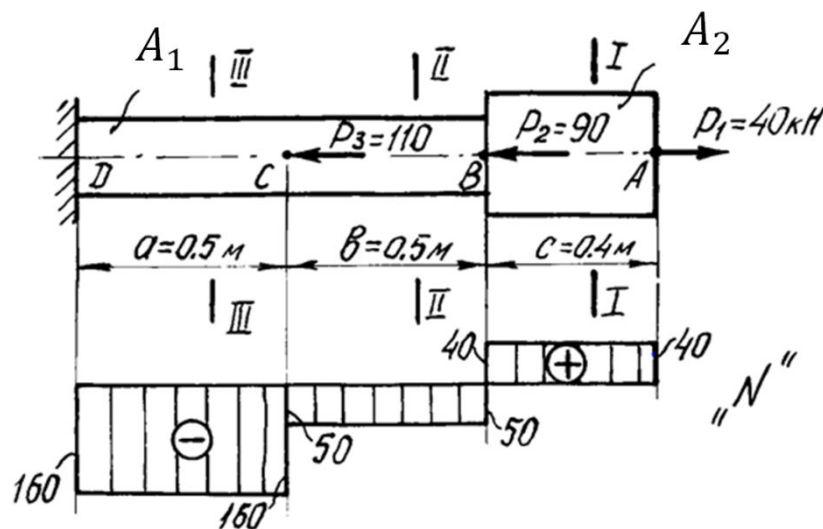
$$N_2 - P_1 + P_2 = 0$$

$$N_2 = P_1 - P_2 = 40 - 90 = -50 \text{ кН}$$

- участок **CD**, сечение III-III

$$N_3 - P_1 + P_2 + P_3 = 0$$

$$\begin{aligned} N_3 &= P_1 - P_2 - P_3 \\ &= 40 - 90 - 110 = -160 \text{ кН} \end{aligned}$$



2. Построение эпюры напряжений σ .

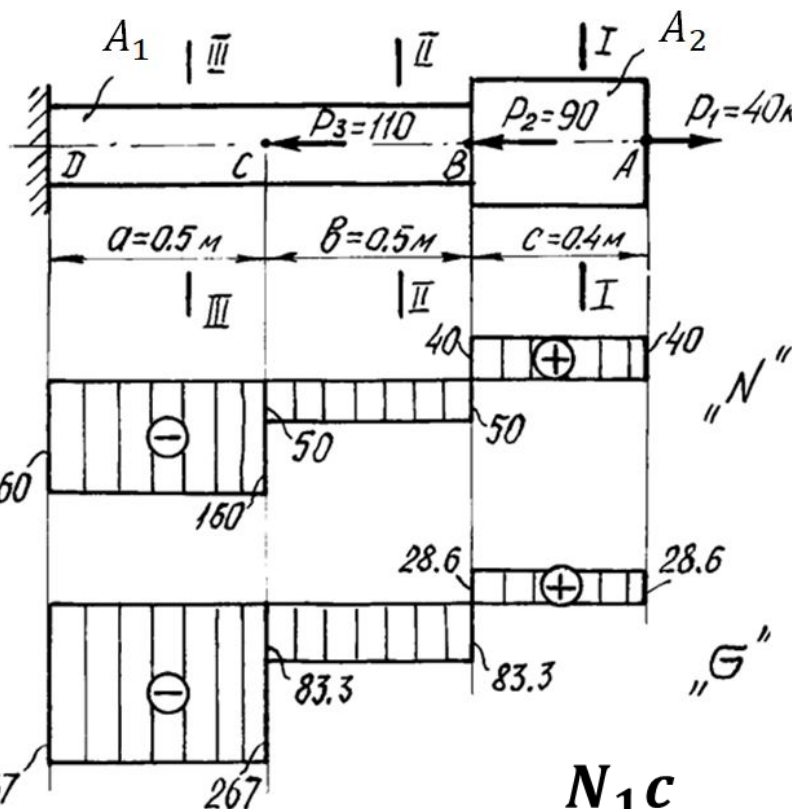
- участок **AB**, сечение I-I

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{A_2} = \frac{40 \cdot 10^3}{14 \cdot 10^{-4}} = 28,6 \text{ МПа}$$

- участок **BC**, сечение II-II

$$\sigma_2 = \frac{N_2}{A_1} = \frac{-50 \cdot 10^3}{6 \cdot 10^{-4}} = -83,3 \text{ МПа}$$

- участок **CD**, сечение **III-III**



$$\sigma_3 = \frac{N_3}{A_1} = \frac{-160 \cdot 10^3}{6 \cdot 10^{-4}} = -267 \text{ МПа}$$

3. Построение эпюры продольных перемещений (используя закон Гука).

- участок **AB**, сечение **I-I**

$$\Delta l_1 = \frac{N_1 c}{EA_2} = \frac{40 \cdot 10^3 \cdot 0,4}{2 \cdot 10^5 \cdot 10^6 \cdot 14 \cdot 10^{-4}} = 0,57 \cdot 10^{-4} \text{ м}$$

- участок **BC**, сечение **II-II**

$$\Delta l_2 = \frac{N_2 b}{EA_1} = \frac{-50 \cdot 10^3 \cdot 0,5}{2 \cdot 10^5 \cdot 10^6 \cdot 6 \cdot 10^{-4}} = -2,1 \cdot 10^{-4} \text{ м}$$

- участок **CD**, сечение **III-III**

$$\Delta l_3 = \frac{N_3 a}{EA_1} = \frac{-160 \cdot 10^3 \cdot 0,5}{2 \cdot 10^5 \cdot 10^6 \cdot 6 \cdot 10^{-4}} = -6,7 \cdot 10^{-4} \text{ м.}$$

Деформация всего
бруса:

$$\begin{aligned} \Delta l &= \Delta l_1 + \Delta l_2 + \Delta l_3 \\ &= (0,57 - 2,1 - 6,7) \cdot 10^{-4} \\ &= -8,23 \cdot 10^{-4} \text{ м} \end{aligned}$$

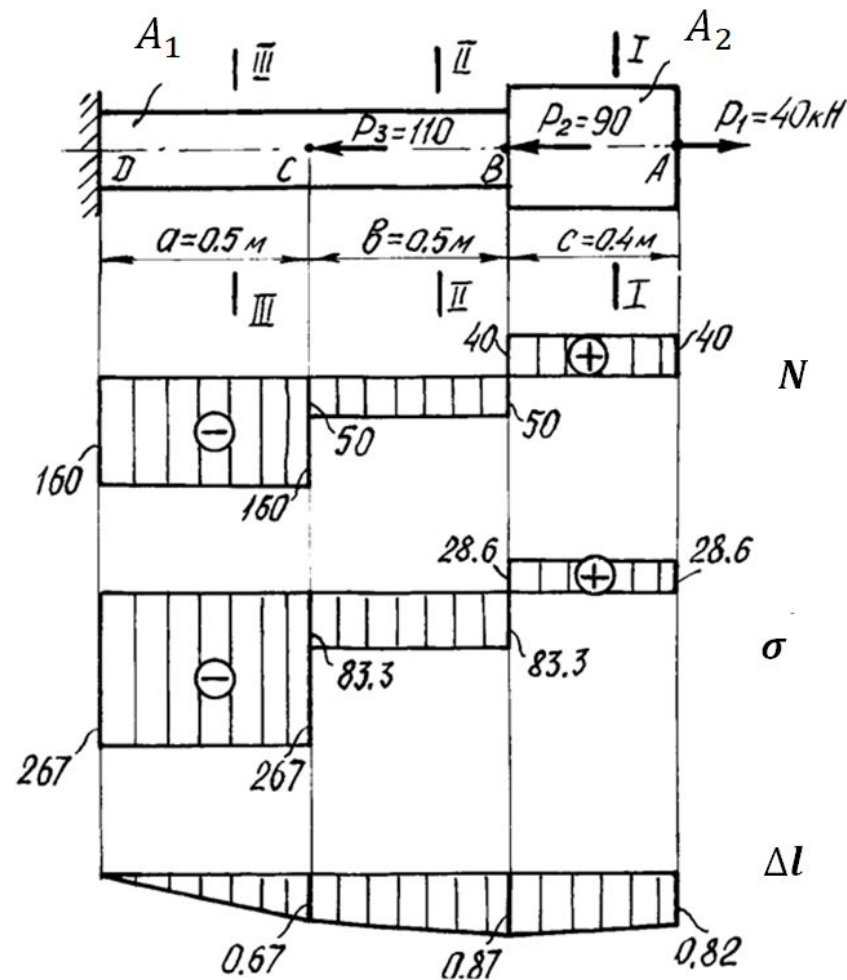
4. Проверка прочности
бруса.

Условие
прочности:

$$\sigma_{max} = 267 \text{ мПа.}$$

$$\sigma_{max} \leq [\sigma].$$

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{n_T} = 160 \text{ мПа.}$$



Условие прочности не
выполняется