

**Продольное растяжение-сжатие.
Определение размеров поперечного
сечения стержней по условию их
прочности**

Самостоятельная работа

самостоятельная работа

Условия задачи

- Абсолютно жесткий брус **AB** опирается на шарнирно-неподвижную опору и прикреплен с помощью шарниров к двум стальным стержням. Соотношение площадей поперечных сечений стержней указано на расчетных схемах, модуль упругости стали для всех вариантов $E = 2 \cdot 10^5$ МПа.

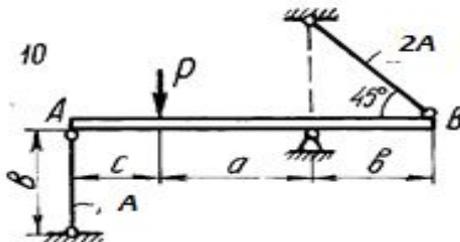
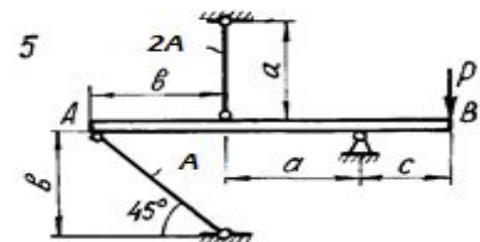
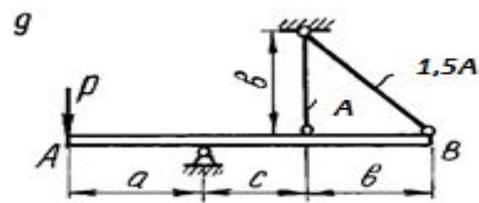
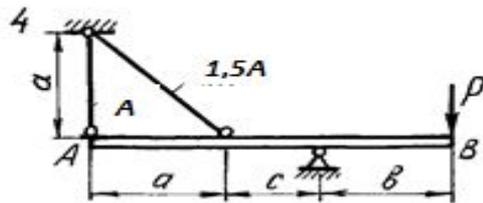
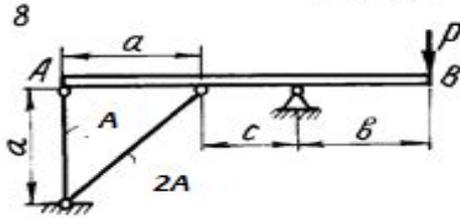
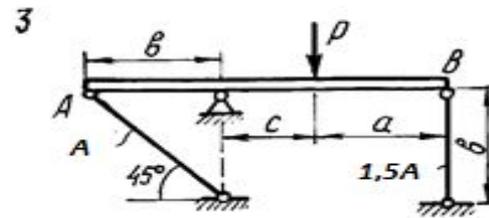
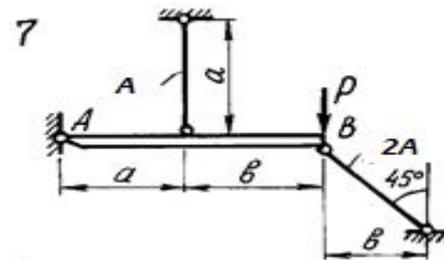
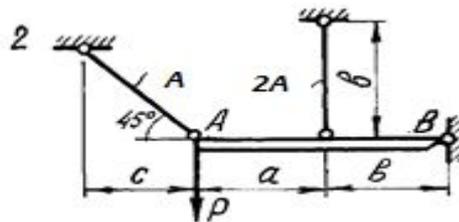
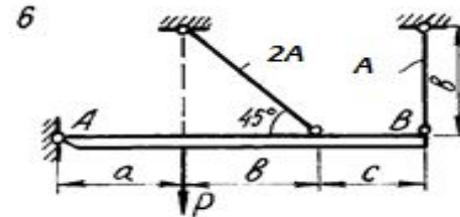
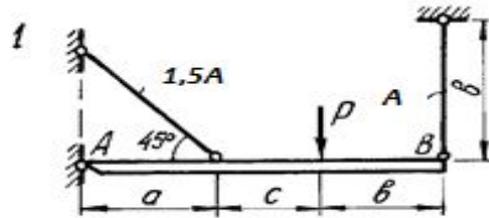
Требуется подобрать сечения стержней по условию их прочности, приняв запас прочности по отношению к пределу текучести $n_T = 2,5$.

Числовые данные берутся из таблицы, расчетные схемы - по рис. 1-10.

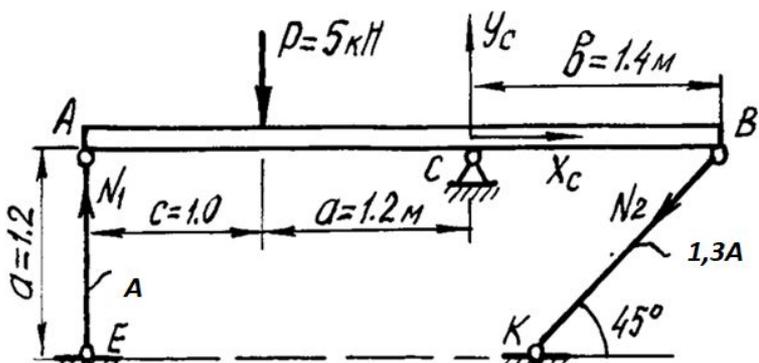
Исходные данные для решения задачи

	Размер, м			Сила, кН	Предел текучести, мПа
1	1,2	1,6	1,0	3	250
2	1,2	1,5	0,8	5	300
3	1,4	1,4	1,0	4	340
4	1,4	1,6	0,9	2	250
5	1,4	1,5	0,7	6	380
6	1,3	1,4	0,8	5	300
7	1,5	1,2	1,0	3	800
8	1,5	1,1	0,9	4	250
9	1,2	1,5	1,0	6	340
10	1,2	1,6	1,0	4	800

Рисунки к вариантам заданий



Пример решения задачи

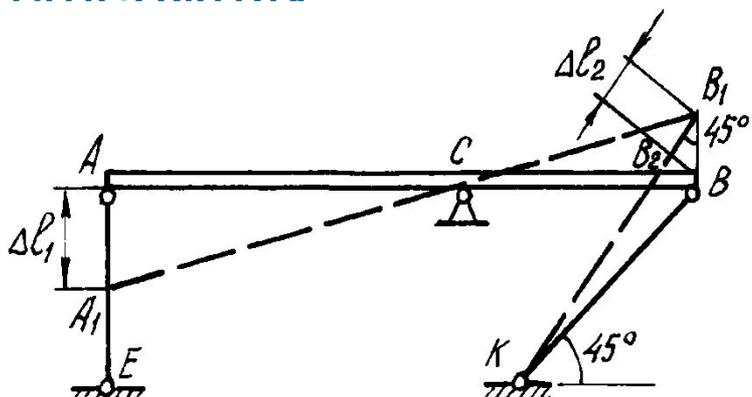


Дано: размеры и нагрузка представлены на схеме.

$E = 2 \cdot 10^5$ мПа, $n_T = 2,5$.

Определить: сечения стержней по условию их прочности.

1. Определяем направление усилий в стержнях



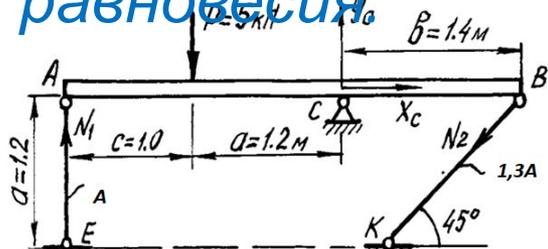
Стержень **АЕ** сжат.

$$AA_1 = \Delta l_1,$$

Стержень **КВ** растянут.

$$B_1B_2 = \Delta l_2$$

2. Составляем уравнение равновесия

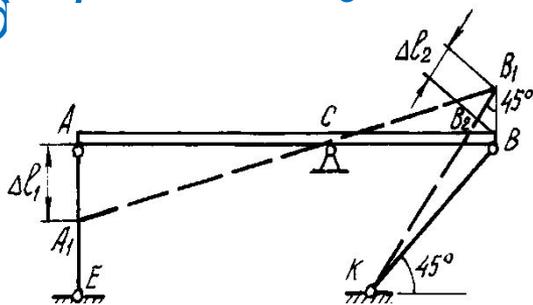


$$\sum M_C = 0;$$

$$-N_1(c + a) + Pa - N_2 b \sin 45^\circ = 0.$$

3. Составляем уравнение совместности

δ



Так
как

$$BB_1 = \frac{B_1 B_2}{\cos 45^\circ}.$$

$$\frac{AA_1}{AC} = \frac{BB_1}{BC};$$

$$\frac{\Delta l_1}{a + c} = \frac{\Delta l_2}{b \cos 45^\circ};$$

$$\Delta l_1 = \frac{a + c}{b \cos 45^\circ} \Delta l_2 = \frac{1,2 + 1}{1,4 \cdot 0,707} \Delta l_2;$$

Получаем условием совместности деформаций

$$\Delta l_1 = 2,2 \Delta l_2.$$

4. Абсолютные удлинения стержней выражаем через усилия, используя формулу Гука:

$$\Delta l_1 = \frac{N_1 l_1}{EA_1} = \frac{N_1 a}{EA}; \quad \Delta l_2 = \frac{N_2 l_2}{EA_2} = \frac{N_2 a}{1,3EA \cos 45^\circ}$$

$$\frac{N_1 a}{EA} = 2,2 \frac{N_2 a}{1,3EA \cos 45^\circ}; \quad N_1 = 2,4N_2.$$

5. Подставляем значение N_1 в уравнение равновесия:

$$-2,4N_2(c + a) + Pa - N_2 b \sin 45^\circ = 0;$$

$$-2,4N_2(1 + 1,2) + 5 \cdot 1,2 - 1,4N_2 \sin 45^\circ = 0.$$

$$N_2 = 0,96 \text{ кН}; \quad N_1 = 2,4 \cdot 0,96 = 2,3 \text{ кН}.$$

6. Определяем допускаемое напряжение:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{n_T} = \frac{340 \cdot 10^6}{2,5} = 136 \cdot 10^6 \text{ Па} = 136 \text{ МПа}.$$

7. Определяем напряжения в стержнях и выбираем большее:

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{A_1} = \frac{2,3 \cdot 10^3}{A} \text{ Па}; \quad \sigma_2 = \frac{N_2}{A_2} = \frac{0,96 \cdot 10^3}{1,3A} = \frac{0,74 \cdot 10^3}{A} \text{ Па}$$

$$\sigma_1 \leq [\sigma];$$

8. Определяем площади сечений стержней

$$\frac{2,3 \cdot 10^3}{A} \leq 136 \cdot 10^6 \text{ Па} \quad A \geq 0,17 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 = 0,17 \text{ см}^2$$

$$A_1 = A = 0,17 \text{ см}^2; \quad A_2 = 1,3A = 1,3 \cdot 0,17 = 0,221 \text{ см}^2$$