

$$F - 2N_1 \sin 45^\circ = 0;$$

$$N_1 = \frac{F}{2 \sin 45^\circ} = \frac{240 \cdot 10^3}{2 \cdot 0,71} = 170,2 \cdot 10^3 \text{ Н} = 170,2 \text{ кН};$$

$$N_1 = N_2 = 170,2 \text{ кН}.$$

3. Определить размеры поперечных сечений стержней 1 и 2.

Из условия прочности  $\sigma = \frac{N}{A} \leq [\sigma]$  площадь сечения  $A \geq \frac{N}{[\sigma]}$ .

Стержень AB:

$$A_1 = \frac{N_1}{[\sigma]_{\text{ст}}} = \frac{170,2 \cdot 10^3}{160 \cdot 10^6} = 1,064 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2;$$

$$A_1 = \frac{\pi d^2}{4}.$$

$$\text{Следовательно, } d = \sqrt{\frac{4A_1}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,064 \cdot 10^{-3}}{3,14}} = 3,687 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 36,9 \text{ мм}.$$

Принимаем  $d = 37 \text{ мм}$ .

Стержень BD:

$$A_2 = \frac{N_2}{[\sigma]_q} = \frac{170,2 \cdot 10^3}{10 \cdot 10^6} = 17,02 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 = 17,02 \cdot 10^3 \text{ мм}^2;$$

$$A_2 = a^2; \quad a = \sqrt{A_2} = \sqrt{17,02 \cdot 10^3} \approx 130 \text{ мм},$$

где  $a$  – сторона квадрата.

4. Определить вертикальное смещение точки B (см. рис. 5 в).

$$\Delta l = \frac{Nl}{EA};$$

Удлинение стержня AB:

$$\Delta l_1 = \frac{N_1 \cdot l_1}{E_{\text{ст}} \cdot A_1} = \frac{170,2 \cdot 10^3 \cdot 1,2}{2 \cdot 10^5 \cdot 10^6 \cdot 1,064 \cdot 10^{-3}} = 0,96 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 0,96 \text{ мм};$$

Укорочение стержня BD:

$$\Delta l_2 = \frac{N_2 \cdot l_2}{E_{\text{д}} \cdot A_2} = \frac{170,2 \cdot 10^3 \cdot 1,2}{1 \cdot 10^4 \cdot 10^6 \cdot 17,02 \cdot 10^{-3}} = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 1,2 \text{ мм}.$$

Проекция деформаций стержней на ось y:

$$\Delta l_{1y} = \Delta l_1 \cos 45^\circ = 0,96 \cdot \sqrt{2}/2 = 0,68 \text{ мм};$$

$$\Delta l_{2y} = \Delta l_2 \cos 45^\circ = 1,2 \cdot \sqrt{2}/2 = 0,85 \text{ мм}.$$

Вертикальное перемещение узла B

$$\Delta l = \Delta l_{1y} + \Delta l_{2y} = 0,68 + 0,85 = 1,53 \text{ мм}.$$

Ответ:  $d = 37 \text{ мм}$ ;  $a = 130 \text{ мм}$ ;  $\Delta l = 1,53 \text{ мм}$ .

## 2. Плоский поперечный изгиб

**Задача 4.** Балка (рис. 6) нагружена сосредоточенной и распределенной нагрузкой, а также парой сил.

**Требуется**

1. Построить эпюры поперечной силы  $Q$  и изгибающего момента  $M$ , указать опасные сечения по длине балки и определить для этих сечений расчетные значения  $Q$  и  $M$ ;

2. Из условия прочности по нормальным напряжениям подобрать поперечное сечение балки из прокатного двутавра, приняв допускаемое нормальное напряжение  $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$ ;

3. Проверить прочность выбранного двутаврового профиля по касательным напряжениям, приняв допускаемое касательное напряжение  $[\tau] = 0,5 [\sigma]$ .

Исходные данные приведены в табл. 3.

Таблица 3

| Номер схемы (строки) | Длина участка $a$ , м | Нагрузка |            |            |
|----------------------|-----------------------|----------|------------|------------|
|                      |                       | $F$ , кН | $M$ , кН·м | $q$ , кН/м |
| 1                    | 1,8                   | 20       | 30         | 10         |
| 2                    | 1,6                   | 40       | 20         | 20         |
| 3                    | 2,0                   | 30       | 10         | 10         |
| 4                    | 1,4                   | 50       | 40         | 10         |
| 5                    | 1,6                   | 40       | 40         | 30         |
| 6                    | 1,8                   | 20       | 30         | 20         |
| 7                    | 1,4                   | 60       | 20         | 10         |
| 8                    | 2,0                   | 40       | 10         | 20         |
| 9                    | 1,6                   | 20       | 20         | 30         |
| 0                    | 1,4                   | 30       | 30         | 20         |
| г                    | б                     | б        | в          | г          |