

### Задача №1

Выбрать стандартный стержень квадратного поперечного сечения при условии, что сечение постоянно на всех грузовых участках; найти величину нормальных напряжений в опасном сечении выбранного стержня и построить эпюру распределения напряжений по поперечному сечению стержня; определить осевые перемещения сечений стержня и построить эпюру перемещений; проверить выполнение условия жесткости. Если условие жесткости не выполняется, выбрать стандартный стержень новых размеров поперечного сечения.

Исходные данные: Эпюра продольной силы ( $N_1 = -40 \text{ кН}$ ,  $N_2 = -70 \text{ кН}$ ,  $N_3 = -50 \text{ кН}$ , рисунок 1); допускаемое напряжение на растяжение – сжатие  $[\sigma] = 150 \text{ МПа}$ , модуль продольной упругости  $E = 2 \cdot 10^{11} \text{ Па}$ , допускаемое значение удлинения стержня  $[\Delta l] = \sum l_i \cdot 10^{-4} \text{ м}$ , где  $l_i$  – длины грузовых участков.

### Задача №2

Для расчетной схемы из условия прочности выбрать стандартный стержень круглого поперечного сечения, определить величину касательного напряжения вдоль диаметра опасного сечения и построить его эпюру, вычислить углы закручивания сечений выбранного стержня и построить эпюру углов закручивания, проверить выполнение условия жесткости. Если условие жесткости не выполняется, определить новый стандартный диаметр стержня сплошного круглого сечения.

Исходные данные: Эпюра крутящего момента ( $T_1 = -60 \text{ кНм}$ ,  $T_2 = -70 \text{ кНм}$ ,  $T_3 = 0 \text{ кНм}$ , рисунок 2), допускаемое напряжение на кручение  $[\tau] = 90 \text{ МПа}$ , модуль сдвига  $G = 8 \cdot 10^{10} \text{ Па}$ , допускаемый относительный угол закручивания  $[\Phi] = 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ рад/м}$ .

### Задача №3

Для расчетной схемы из условия прочности по нормальным напряжениям подобрать по сортаменту прокатной стали (приложение А) стандартную балку двутаврового поперечного сечения, для выбранной балки построить эпюру нормальных напряжений  $\sigma$  по высоте опасного сечения, где  $M_x = |M_{x\max}|$ , проверить прочность балки по касательным напряжениям, построить эпюру распределения касательных напряжений  $\tau$  по высоте опасного сечения, в котором  $Q_x = |Q_{x\max}|$ , определить углы поворота и прогибы сечений построить

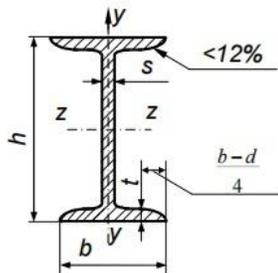
их эпюры, проверить условие жесткости. Если условие жесткости не выполняется, по сортаменту проката определить новый номер двутавра.

Исходные данные: Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов (рисунок 3), допускаемые нормальные и касательные напряжения при изгибе  $[\sigma] = 160$  МПа,  $[\tau] = 100$  МПа, модуль продольной упругости  $E = 2 \cdot 10^{11}$  Па, допускаемый прогиб балки  $[y] = \ell/300$  – для пролетной части балки и  $[y] = \ell/100$  – для консоли

#### **Задача №4**

Требуется для двухопорной балки (рисунок 3) определить её опорные реакции, получить выражение для поперечной силы и изгибающего момента на каждом грузовом участке, вычислить их экстремальные значения и построить эпюры.

Приложение А  
Сталь прокатная. Балки двутавровые (по ГОСТ 8239 – 72)



| Номер балки | Размеры, мм |     |     |      | Площадь сечения, см <sup>2</sup> | Справочные величины для оси z    |                                  |                                  |
|-------------|-------------|-----|-----|------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
|             | h           | b   | s   | t    |                                  | I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup> | W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup> | S <sub>z</sub> , см <sup>3</sup> |
| 10          | 100         | 55  | 4,5 | 7,2  | 12,0                             | 198                              | 39,7                             | 23,0                             |
| 12          | 120         | 64  | 4,8 | 7,3  | 14,7                             | 350                              | 58,4                             | 33,7                             |
| 14          | 140         | 73  | 4,9 | 7,5  | 17,4                             | 572                              | 81,7                             | 46,8                             |
| Номер балки | Размеры, мм |     |     |      | Площадь сечения, см <sup>2</sup> | Справочные величины для оси z    |                                  |                                  |
|             | h           | b   | s   | t    |                                  | I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup> | W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup> | S <sub>z</sub> , см <sup>3</sup> |
| 16          | 160         | 81  | 5,0 | 7,8  | 20,2                             | 873                              | 109                              | 62,3                             |
| 18          | 180         | 90  | 5,1 | 8,1  | 23,4                             | 1290                             | 143                              | 81,4                             |
| 18a         | 180         | 100 | 5,1 | 8,3  | 25,4                             | 1430                             | 159                              | 89,8                             |
| 20          | 200         | 100 | 5,2 | 8,4  | 26,8                             | 1840                             | 184                              | 104                              |
| 20a         | 200         | 110 | 5,2 | 8,6  | 28,9                             | 2030                             | 203                              | 114                              |
| 22          | 220         | 110 | 5,4 | 8,7  | 30,6                             | 2550                             | 232                              | 131                              |
| 22a         | 220         | 120 | 5,4 | 8,9  | 32,8                             | 2790                             | 254                              | 143                              |
| 24          | 240         | 115 | 5,6 | 9,5  | 34,8                             | 3460                             | 289                              | 163                              |
| 24a         | 240         | 125 | 5,6 | 9,8  | 37,5                             | 3800                             | 317                              | 178                              |
| 27          | 270         | 125 | 6,0 | 9,8  | 40,2                             | 5010                             | 371                              | 210                              |
| 27a         | 270         | 135 | 6,0 | 10,2 | 43,2                             | 5500                             | 407                              | 229                              |
| 30          | 300         | 135 | 6,5 | 10,2 | 46,5                             | 7080                             | 472                              | 268                              |
| 30a         | 300         | 145 | 6,5 | 10,7 | 49,8                             | 7780                             | 518                              | 292                              |
| 33          | 330         | 140 | 7,0 | 11,2 | 53,8                             | 9840                             | 597                              | 339                              |
| 36          | 360         | 145 | 7,5 | 12,3 | 61,9                             | 13380                            | 743                              | 423                              |
| 40          | 400         | 155 | 8,0 | 13,0 | 71,4                             | 18930                            | 947                              | 540                              |
| 45          | 450         | 160 | 8,6 | 14,2 | 83,0                             | 27450                            | 1220                             | 699                              |
| 50          | 500         | 170 | 9,5 | 15,2 | 97,8                             | 39290                            | 1570                             | 905                              |

|     |     |     |      |      |       |        |      |      |
|-----|-----|-----|------|------|-------|--------|------|------|
| 55  | 550 | 180 | 10,3 | 16,5 | 114,0 | 55150  | 2000 | 1150 |
| 60  | 600 | 190 | 11,1 | 17,8 | 132,0 | 75450  | 2510 | 1450 |
| 65  | 650 | 200 | 12,0 | 19,2 | 153,0 | 101400 | 3120 | 1800 |
| 70  | 700 | 210 | 13,0 | 20,8 | 176,0 | 134600 | 3840 | 2550 |
| 70a | 700 | 210 | 15,0 | 24,0 | 202,0 | 152700 | 4360 | 2550 |