

# ЗАДАНИЕ ПО РАСЧЁТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЕ № 3

## Тема №8. Расчёт стержня на устойчивость и продольно-поперечный изгиб

### Задача №1

Для сжатого стержня по схеме № \_\_\_\_ (рис.8.1) при заданных в строке № \_\_\_\_ таблицы 8.1 нормативном значении сжимающей силы  $P_n$  и длины стержня требуется:

- подобрать сечение согласно схеме № \_\_\_\_ (рис.8.2) из условия устойчивости стержня в двух главных плоскостях  $Oxy$  и  $Oxz$ . Условия закрепления стержня в этих плоскостях являются различными. Материал стержня – малоуглеродистая сталь с расчетным сопротивлением  $R = 200$  МПа, пределом текучести  $\sigma_T = 230$  МПа и пределом пропорциональности  $\sigma_{пц} = 200$  МПа. Коэффициенты условий работы и надежности по нагрузке соответственно равны:  $\gamma_c = 1,0$ ,  $\gamma_f = 1,2$ . Схемы 9 ÷ 12 являются факультативными;

- определить величину критической силы и коэффициент запаса устойчивости. Модуль упругости стали принять равным  $E = 2,1 \cdot 10^5$  МПа.

### Задача №2

Произвести расчет стержня на продольно-поперечный изгиб в плоскости  $Oxy$  при поперечных нагрузках по схеме № \_\_\_\_ (рис.8.3). Нормативные значения сжимающей силы и поперечных нагрузок умножить на коэффициент запаса по нагрузкам  $n_p = 1,5$ . Определить суммарный изгибающий момент в опасном сечении стержня, проверить прочность и построить эпюру  $\sigma$  в опасном сечении. При невыполнении условия прочности увеличить сечение и произвести перерасчет.

#### Факультативно:

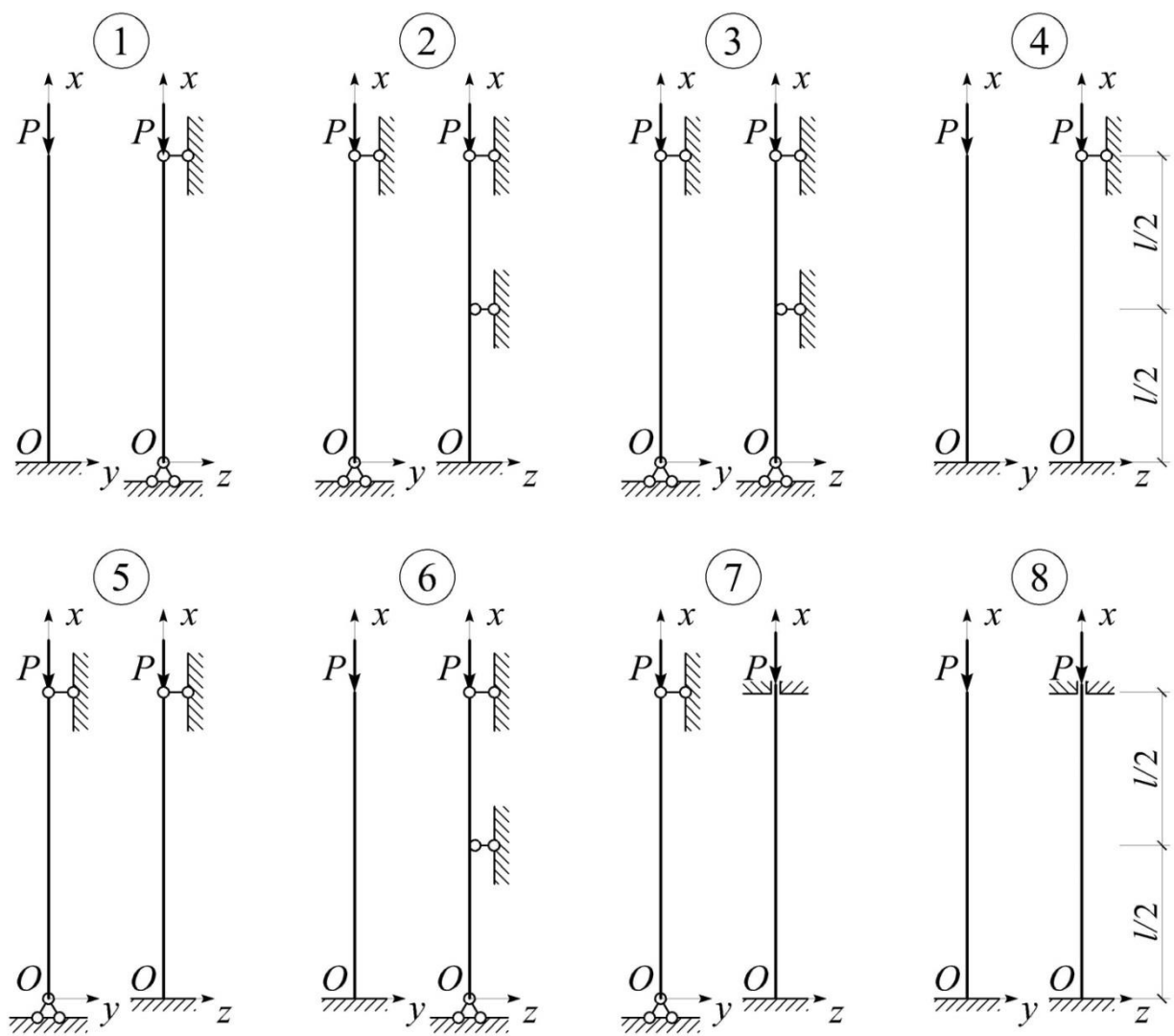
Для рассмотренного сжато-изогнутого стержня составить выражение для прогибов, углов поворота поперечных сечений, изгибающих моментов и поперечных сил с помощью метода начальных параметров. Поставить граничные условия и определить неизвестные начальные параметры. По результатам расчета построить эпюры  $Q$ ,  $M$ ,  $\varphi$ ,  $v$ .

Таблица 8.1

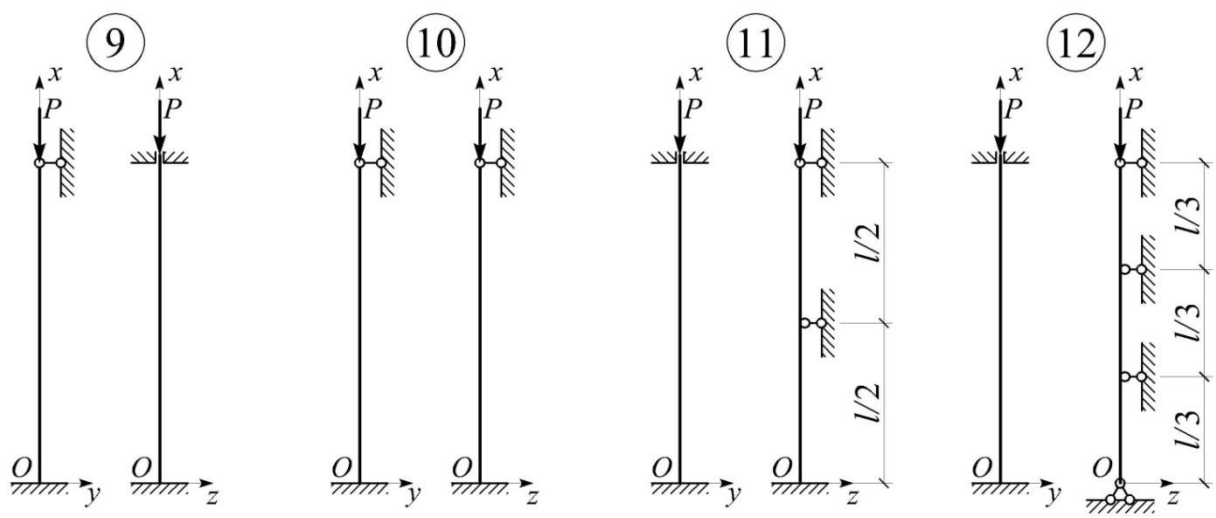
| №, п/п | $l$ , м | $P$ , кН | $P_1$ , кН | $M$ , кНм | $q$ , кН/м |
|--------|---------|----------|------------|-----------|------------|
| 1      | 5,4     | 700      | 4          | 4         | 4          |
| 2      | 4,2     | 640      | 3          | 5         | 3          |
| 3      | 4,8     | 600      | 5          | 3         | 2          |
| 4      | 5,4     | 560      | 2          | 2         | 3          |
| 5      | 6,0     | 500      | 3          | 3         | 2          |
| 6      | 6,6     | 460      | 4          | 4         | 4          |
| 7      | 3,6     | 680      | 5          | 5         | 3          |
| 8      | 4,2     | 620      | 3          | 4         | 2          |
| 9      | 4,8     | 580      | 2          | 3         | 3          |

Таблица 8.1 (Продолжение)

| №, п/п | $l$ , м | $P$ , кН | $P_1$ , кН | $M$ , кНм | $q$ , кН/м |
|--------|---------|----------|------------|-----------|------------|
| 10     | 5,4     | 520      | 4          | 3         | 3          |
| 11     | 6,0     | 460      | 2          | 2         | 4          |
| 12     | 6,6     | 430      | 3          | 4         | 2          |
| 13     | 5,4     | 680      | 4          | 5         | 3          |
| 14     | 4,2     | 600      | 2          | 2         | 4          |
| 15     | 4,8     | 550      | 3          | 3         | 2          |
| 16     | 5,4     | 480      | 4          | 2         | 3          |
| 17     | 6,0     | 420      | 5          | 4         | 2          |
| 18     | 6,6     | 400      | 2          | 5         | 3          |



**Факультативно**



**Рис.8.1 (Схемы стержней)**

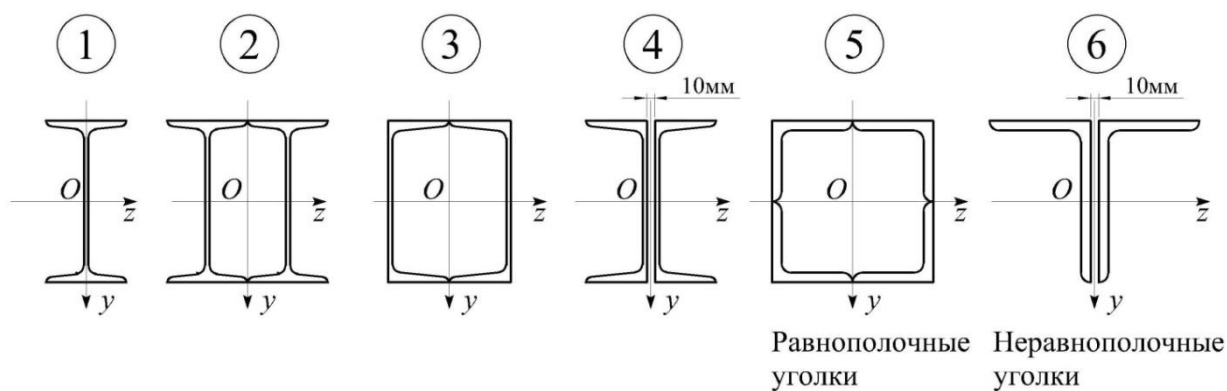
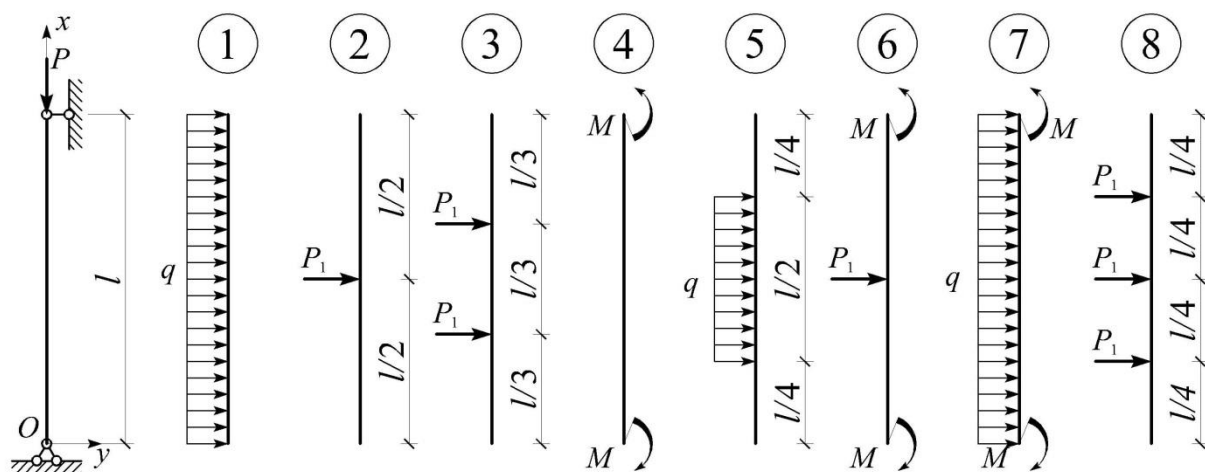


Рис.8.2 (Схемы поперечных сечений стержней)

а) Для стержней с шарнирным опиранием



б) Для консольных стержней

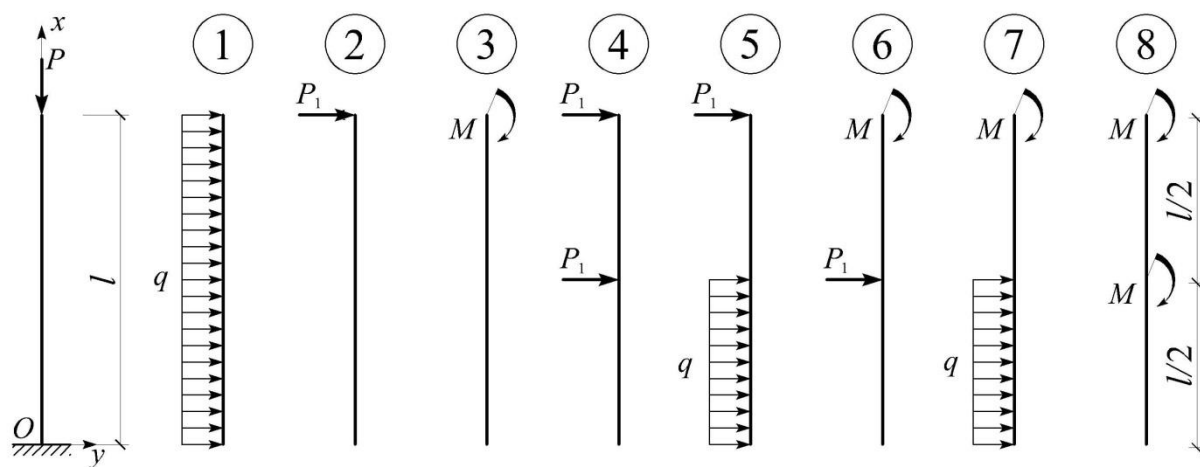


Рис.8.3 (Схемы поперечных нагрузок)

### ***Контрольные вопросы***

1. Какие стержни называются гибкими?
2. Какая сила называется критической силой?
3. Какое равновесное состояние гибкого сжатого стержня является устойчивым, безразличным и неустойчивым?
4. Чему равна критическая сила Эйлера для стержня, шарнирно опертого на концах?
5. Как определяется приведенная длина стержня?
6. Как определяется критическая сила Эйлера при различных способах закрепления концов стержня?
7. Как определяется гибкость стержня?
8. Как определяются критические напряжения в стержне при его деформировании в пределах упругости?
9. Как определяются пределы применимости формулы Эйлера для критических напряжений?
10. С помощью каких эмпирических формул можно определить критические напряжения при деформировании сжатого стержня за пределом пропорциональности?
11. Как определяется коэффициент продольного изгиба?
12. Как записывается условие устойчивости и какие задачи решаются с помощью этого условия?
13. Какой случай деформирования стержня называется продольно-поперечным изгибом?
14. Какой известный в курсе сопротивления материалов принцип не выполняется при продольно-поперечном изгибе гибких стержней?