

ЗАДАНИЕ ДЛЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Конструкция состоит из двух стержней, которые жестко соединены между собой и при этом каждый стержень испытывает сложное сопротивление. Необходимо установить характер действующих нагрузок на стержень. Построить эпюры перерезывающих сил, изгибающих и крутящих моментов и, исходя из условия прочности, определить размеры поперечных сечений стержней.

1. ПРИМЕР РАСЧЕТА СТЕРЖНЕВОЙ КОНСТРУКЦИИ

Дано: $M_2=12\text{кНм}$; $P_z=25\text{кН}$; $P_y=15\text{кН}$; $a=1,5\text{м}$ $b=2,2\text{м}$.

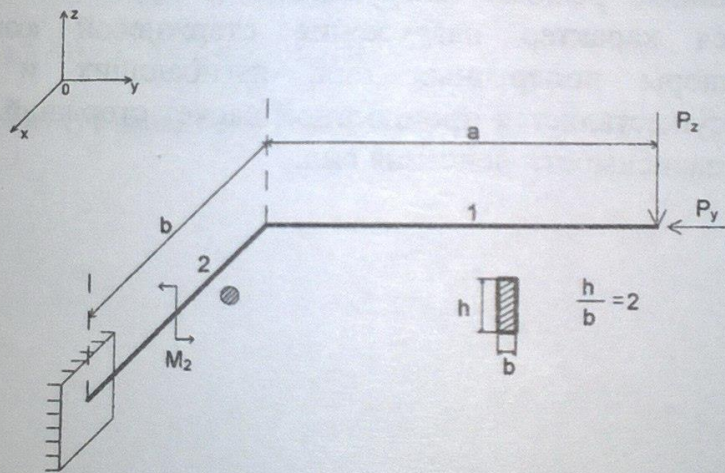


Рис. 1.1

1.1. Виды нагрузок стержней

Первый стержень испытывает сжатие от силы P_y и изгиб в плоскости ZOY от силы P_z .

Второй стержень испытывает изгиб в плоскости XOY от силы P_y и кручение от силы P_z (по часовой стрелке), момент M_2 также вызывает кручение стержня (против часовой стрелки).

1.2. Расчет 1-го стержня

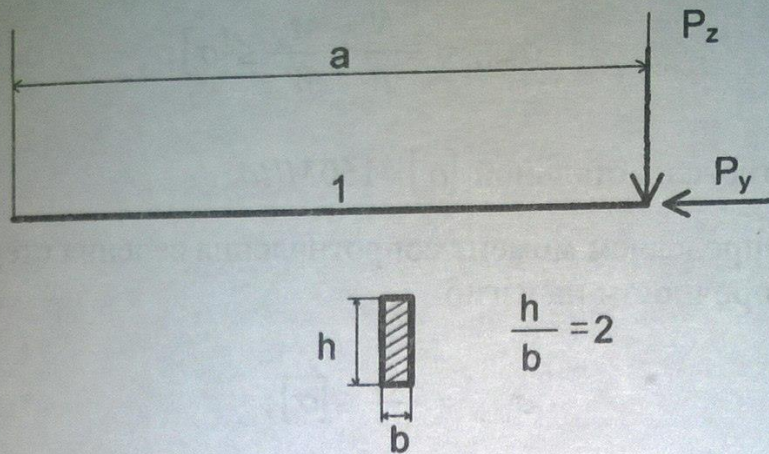
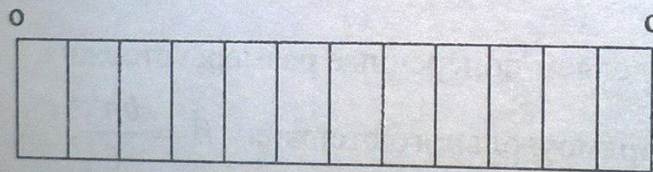


Рис. 1.2.

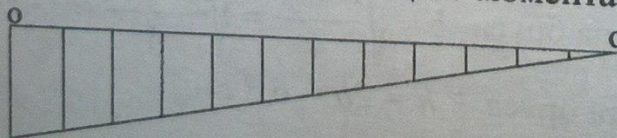
Осевое сжатие стержня $N = P_y = -15$ кН. Изгибающий момент, вызванный силой P_z , $M_x = -P_z \cdot a = -25 \cdot 1,5 = -37,5$ кНм (знак «-» изгиб выпуклостью вверх). Перерезывающая сила $Q = -P_z = -25$ кН.

Эпюра поперечных сил



$$Q = -25 \text{ кН.}$$

Эпюра изгибающего момента



$$M_x = -37,5 \text{ кН}\cdot\text{м.}$$

Рис. 1.3.

Условие прочности при совместном действии сжатия и изгиба

$$\sigma_{\max} = -\frac{N}{F} \pm \frac{M_x}{W} \leq [\sigma]; \quad (1)$$

стержень стальной $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$.

Определяем момент сопротивления сечения стержня из условия прочности на изгиб

$$\sigma_{\max} = \frac{M_x}{W} \leq [\sigma]; \quad (2)$$

$$W = \frac{M_x}{[\sigma]} = \frac{37,5}{160 \cdot 10^3} = 23,44 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3 (W = 23,44 \text{ см}^3);$$

для того чтобы учесть сжатие стержня, используем коэффициент, дополнительной нагрузки $K_{\text{дн}} = 1,1 - 1,4$;

$$W_p = K_{\text{дн}} \cdot W = 1,1 \cdot 23,44 = 25,8 \text{ см}^3 \quad (3)$$

определяем поперечные размеры стержня,

для прямоугольного стержня $W = \frac{bh^2}{6}$,

по условию задачи $\frac{h}{b} = 2$; $h = 2b$; $W = \frac{4b^3}{6}$;

ширина бруса $b = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot W_p}{4}} = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot 25,8}{4}} \approx 3,4 \text{ см}$;

высота бруса $h = 2b = 6,8 \text{ см}$;

сечение бруса $(b \times h) = (3,4 \times 6,8) \text{ см}$.

Полученное сечение проверяем из условия прочности при совместном действии сжатия и изгиба (формула 1)

$$\sigma_{\max} = -\frac{N}{F} - \frac{M_x}{W} \leq [\sigma];$$

$F = 3,4 \cdot 6,8 = 23 \text{ см}^2$ – площадь сечения 1-го стержня;

$$\sigma_{\max} = \left| -\frac{15}{23 \cdot 10^{-4}} - \frac{37,5}{25,8 \cdot 10^{-5}} \right| = 152 \cdot 10^3 \text{ кПа} = 152 \text{ МПа}$$

$\sigma_{\max} \leq [\sigma]$ - условие прочности выполняется.

1.3. Расчет 2-го стержня

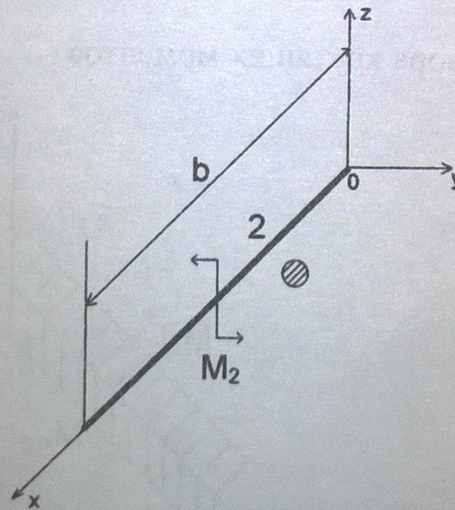


Рис. 1.4

Изгибающий момент от силы P_y ; $M_z = P_y \cdot b = 15 \cdot 2,2 = 33 \text{ кН}\cdot\text{м}$

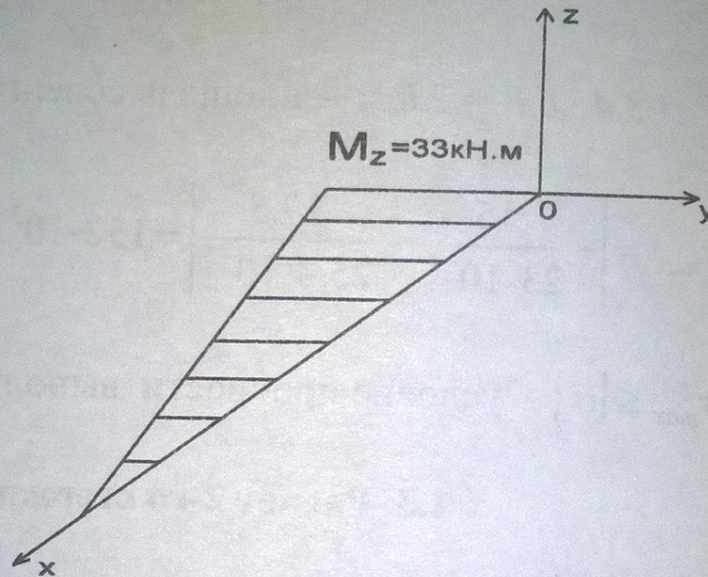
Крутящий момент, вызванный силой P_z ;

$M_{кр1} = -P_z \cdot a = -25 \cdot 1,5 = -37,5 \text{ кН}\cdot\text{м}$

Крутящий момент, вызванный моментом M_2 ; $M_{кр2} = M_2 = 12 \text{ кН}\cdot\text{м}$

Результирующий крутящий момент;
 $M_{кр} = M_{кр1} + M_{кр2} = -37,5 + 12 = -25,5 \text{ кН}\cdot\text{м}$

Эпюра изгибающих моментов



Эпюра крутящих моментов

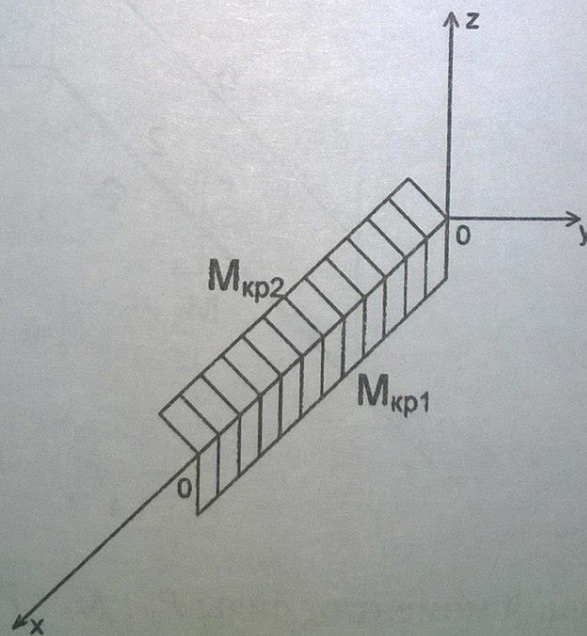


Рис. 1.5.

2-ой стержень испытывает совместное действие изгиба и кручения.

Условие прочности по IV теории прочности

$$\sigma_{\text{эк}} = \frac{\sqrt{M_{\text{изг}}^2 + 0,75M_{\text{кр}}^2}}{W} \leq [\sigma]; \quad (4)$$

$$[\sigma] = 160 \text{ МПа};$$

момент сопротивления сечения стержня для круглого поперечного сечения определяется по формуле $W = 0,1d^3$ из уравнения (4) получим диаметр стержня;

$$d = \sqrt[3]{\frac{\sqrt{33^2 + 0,75(25,5)^2}}{0,1 \cdot 160000}} = 0,135 \text{ м} = 13,5 \text{ см}$$

1.4. Результаты расчета стержневой конструкции

1-ый стержень имеет прямоугольное поперечное сечение с размерами $(b \times h) = (3,4 \times 6,8)$ см;

2-ой стержень круглого поперечного сечения имеет диаметр $d = 13,5$ см.

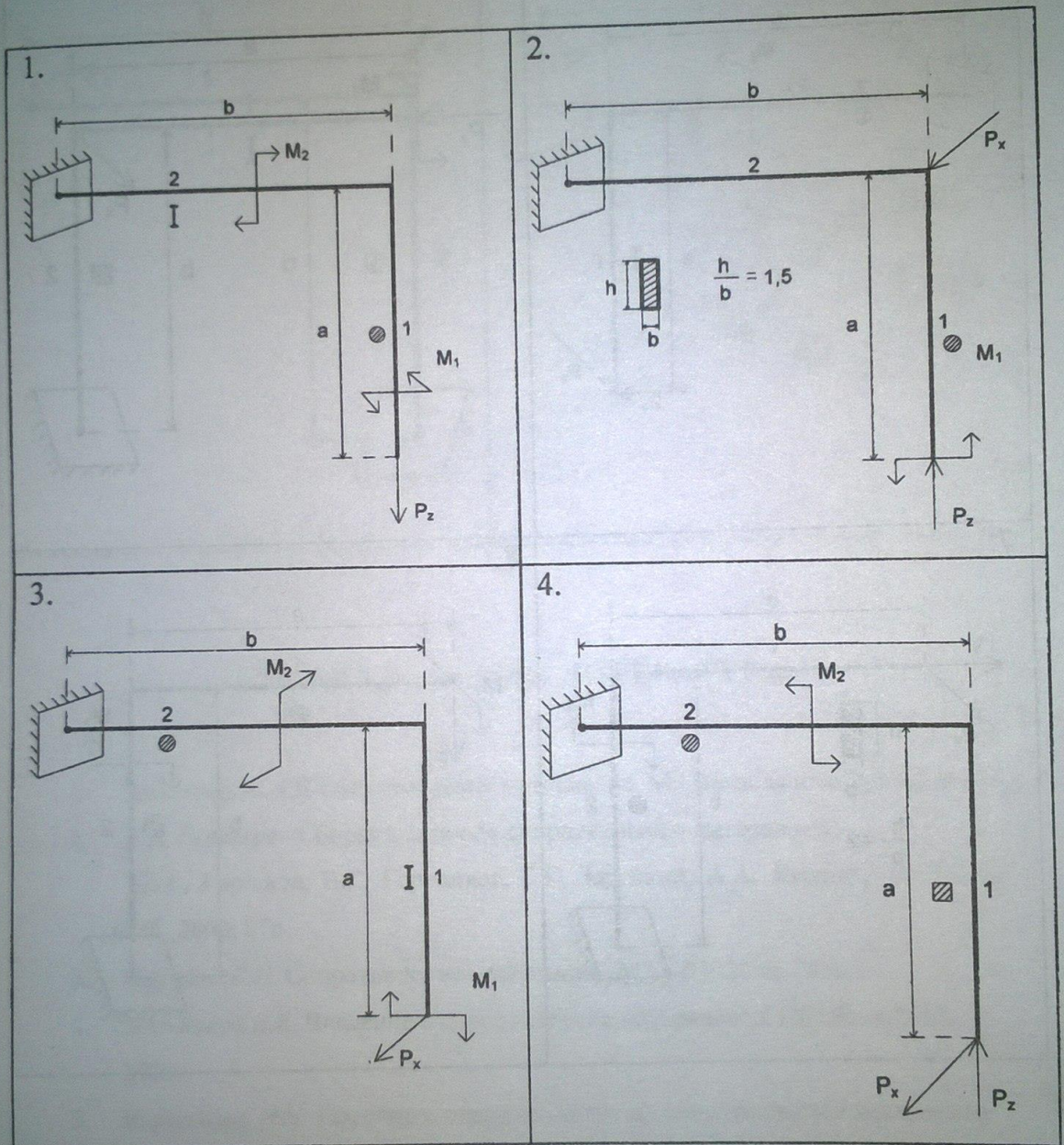
2. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

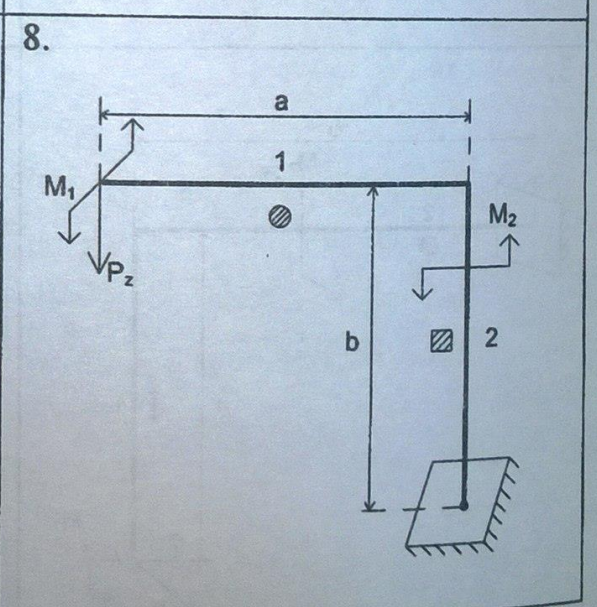
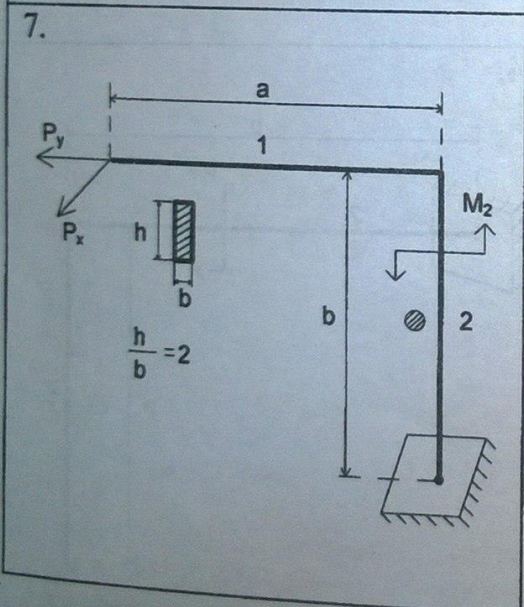
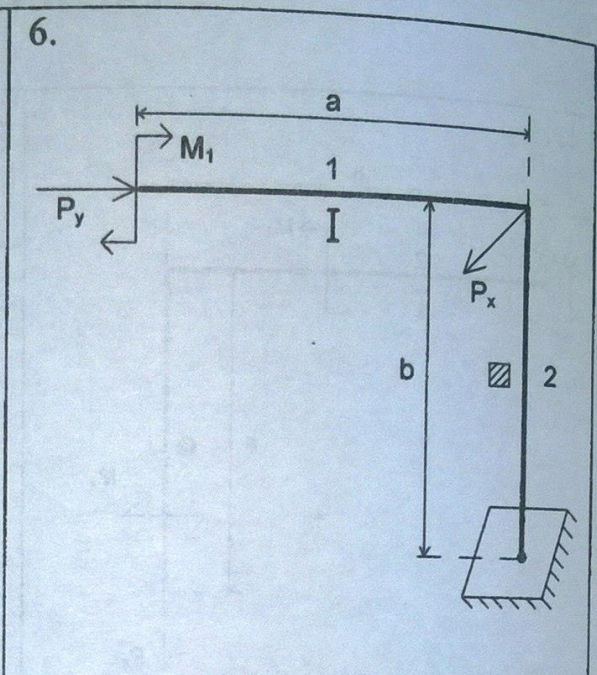
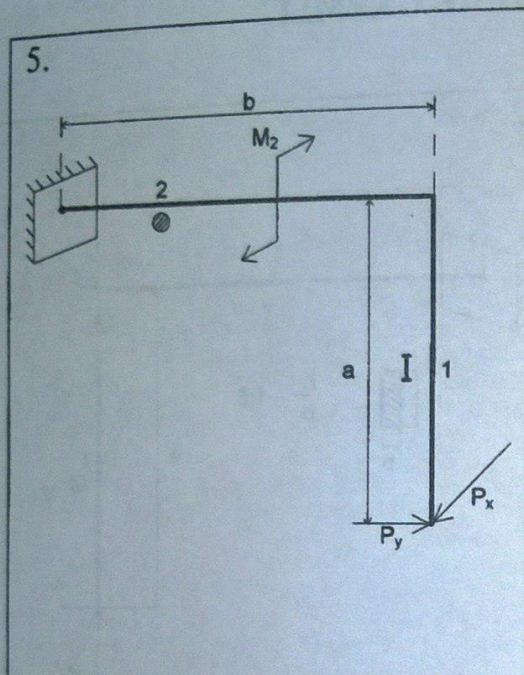
Студент выполняет тот вариант, номер которого соответствует последней цифре номера зачетной книжки, если последняя цифра 0, тогда надо выполнить 10 вариант. Для выполнения курсовой работы используется тетрадь в клеточку, на обложке которой указывается шифр группы, фамилия и инициалы студента и вариант работы. Задание курсовой работы и расчет конструкции выполняется черными чернилами (или черной пастой), схемы выполняются карандашом или чернилами.

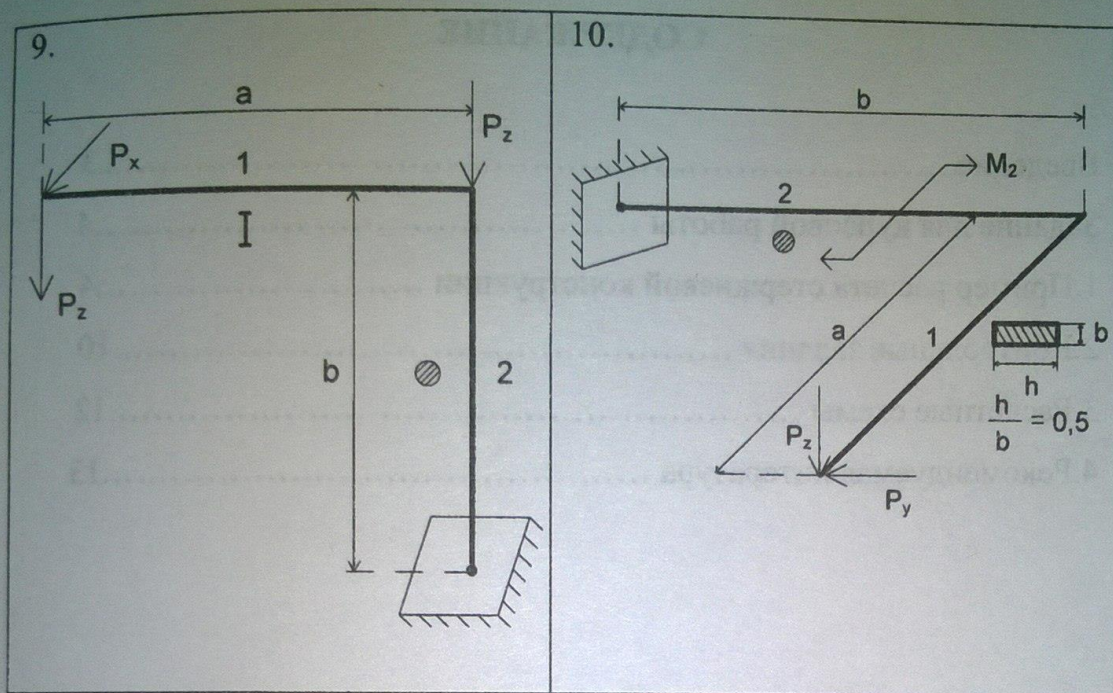
Таблица 1

Вариант	Схема	a м	b м	P_z кН	P_y кН	P_x кН	M_1 кНм	M_2 кНм
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	2	1,5	25	-	-	20	35
2	2	2,5	1,3	15	-	20	30	-
3	3	1,6	2	-	-	25	40	35
4	4	1,2	1,5	12	-	32	-	20
5	5	1,3	2,2	-	20	15	-	25
6	6	2	2	-	12	18	30	-
7	7	2,5	1	-	15	28	-	12
8	8	1,5	2,5	14	-	-	15	18
9	9	1,2	2	20	-	20	-	-
10	10	2,2	1,3	25	16	-	-	32
11	1	1,8	2,0	20	-	-	10	40
12	2	2,4	1,8	18	-	30	20	-
13	3	1,4	1,5	-	-	10	30	17
14	4	1,6	2,1	10	-	15	-	15

3. РАСЧЕТНЫЕ СХЕМЫ







РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Александров А.В. Сопротивление материалов. М.: Высшая школа, 2004, 559 с.
2. Л.К. Горшков. Сборник задач по сопротивлению материалов
/Л.К. Горшков, В.Г. Гореликов, Г.Г. Зарецкий, А.А. Яковлев / СПГИ,
СПб., 2000, 87с.
3. Маркова Б.Н. Сопротивление материалов. М.: КДУ, 2006, 256с.
4. Мельников Б.Е. Введение в сопротивление материалов. СПб.: Лань, 2002,
160с.
5. Миролобов И.Н. Пособие к решению задач по сопротивлению материалов.
/И.Н. Миролобов, С.Н. Енгальчев, Н.Д. Сергиевский, М.: Высшая школа,
1985, 399с.