

Задание 1.

Пример выполнения.

Для заданного бруса (рис. 1) требуется построить эпюры продольных сил εN , нормальных напряжений $\varepsilon \sigma$ и перемещений $\varepsilon \Delta l$, если $F_1 = 80$ кН, $F_2 = 120$ кН, $F_3 = 100$ кН, $A = 500$ мм², $l = 1$ м.

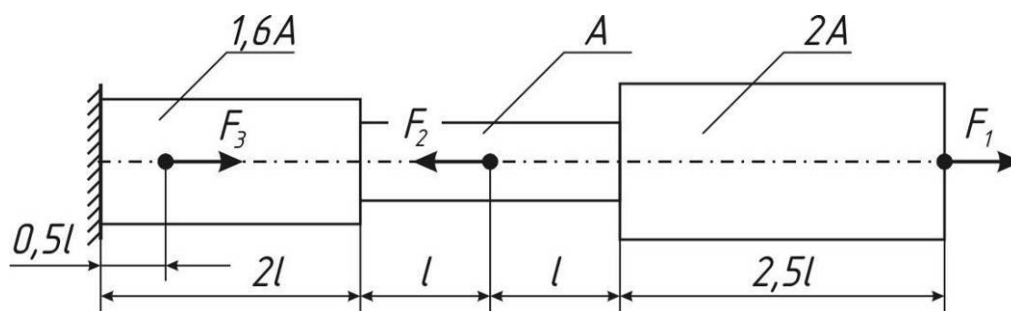


Рис. 1

Решение.

Разобьем брус на отдельные участки, начиная от свободного конца. Границы участков определяются сечениями, где приложены внешние силы и где изменяются размеры поперечного сечения. Границы участков обозначены цифрами 1, 2, 3, 4, 5 и 6 (рис. 2).

Проводя сечения (обозначаемые римскими цифрами) и отбрасывая левые части бруса, определяем продольные силы на каждом участке.

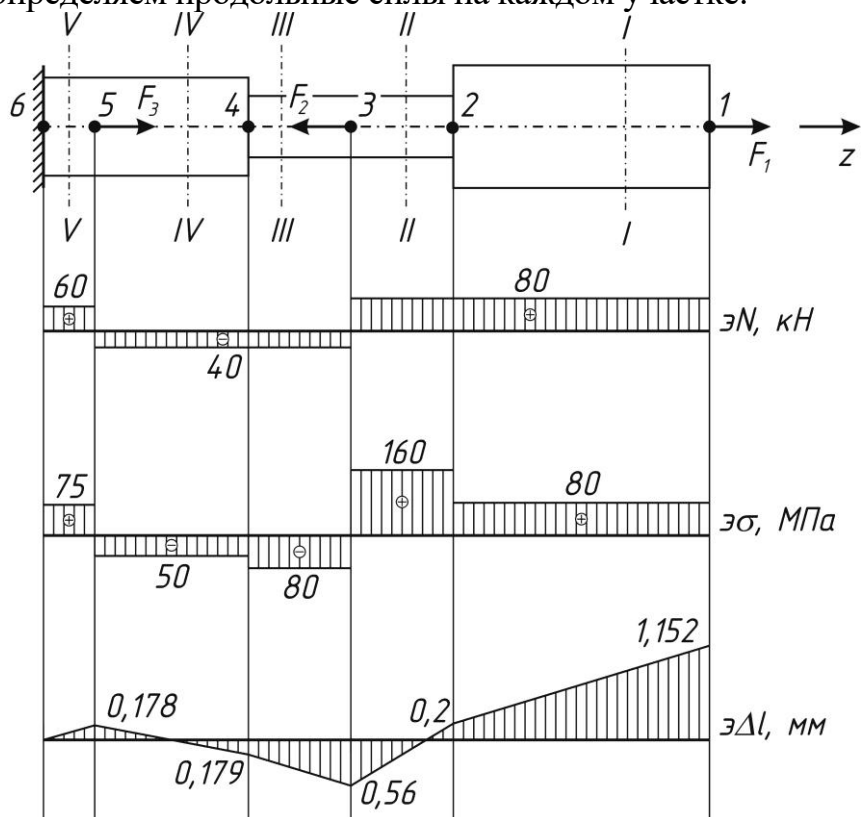


Рис. 2

Определяем продольную силу на участке 1 – 2 (рис. 3): из условия $\sum F_{iz} = 0$ имеем $F_1 - N_1 = 0$ и $N_1 = F_1 = 80 \text{ кН}$.

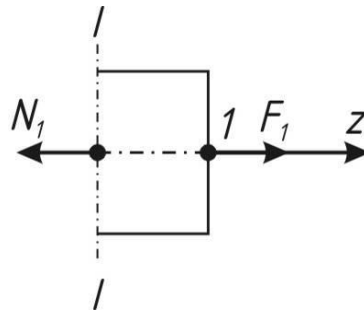


Рис. 3

Определяем продольную силу на участке 2 – 3 (рис. 4):

$$\sum F_{iz} = 0 \quad F_1 - N_2 = 0 \quad N_2 = F_1 = 80 \text{ кН}.$$

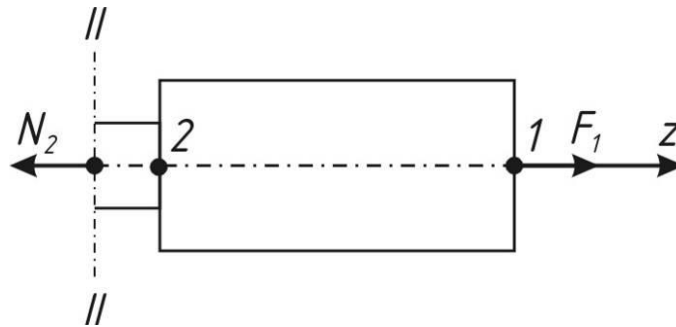


Рис. 4

Определяем продольную силу на участке 3 – 4 (рис. 5):

$$\sum F_{iz} = 0 \quad F_1 - F_2 - N_3 = 0 \quad N_3 = F_1 - F_2 = 80 - 120 = -40 \text{ кН}.$$

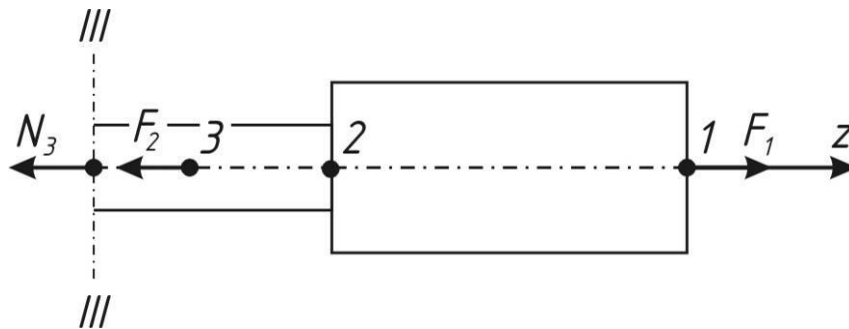


Рис. 5

Продольная сила N_3 получена со знаком минус, следовательно, сила N_3 направлена в противоположную сторону, т.е. к сечению III – III.

Определяем продольную силу на участке 4 – 5 (рис. 6):

$$\sum F_{iz} = 0 \quad F_1 - N_4 - F_2 = 0 \quad N_4 = F_1 - F_2 = 80 - 120 = -40 \text{ кН}.$$

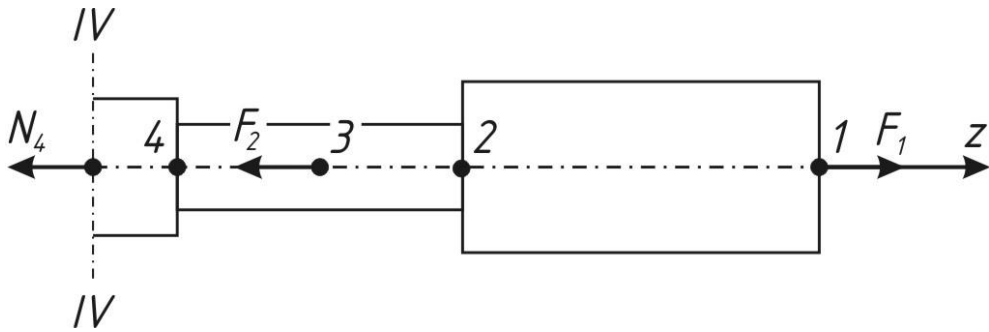


Рис. 6

Определяем продольную силу на участке 5 – 6 (рис. 7):

$$\sum F_{iz} = 0 \quad F_1 - F_2 + F_3 - N_5 = 0 \quad N_5 = F_1 - F_2 + F_3 = 80 - 120 + 100 = 60 \text{ кН}.$$

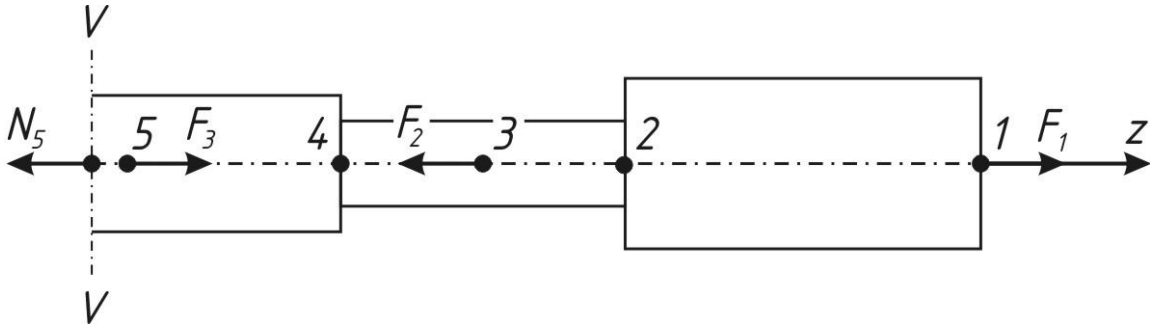


Рис. 7

Нормальные напряжения на участках бруса:

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{2A} = \frac{80 \cdot 10^3}{2 \cdot 500} = 80 \text{ МПа};$$

$$\sigma_2 = \frac{N_2}{A} = \frac{80 \cdot 10^3}{500} = 160 \text{ МПа};$$

$$\sigma_3 = \frac{N_3}{A} = \frac{-40 \cdot 10^3}{500} = -80 \text{ МПа};$$

$$\sigma_4 = \frac{N_4}{1,6A} = \frac{-40 \cdot 10^3}{1,6 \cdot 500} = -50 \text{ МПа};$$

$$\sigma_5 = \frac{N_5}{1,6A} = \frac{60 \cdot 10^3}{1,6 \cdot 500} = 75 \text{ МПа}.$$

Перемещение точки 5:

$$\Delta l_5 = \frac{N_5 \cdot 0,5l}{E \cdot 1,6A} = \frac{60 \cdot 10^3 \cdot 0,5 \cdot 1000}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 1,6 \cdot 500} = 0,178 \text{ мм}.$$

Перемещение точки 4:

$$\Delta l_4 = \Delta l_5 + \frac{N_4 \cdot 1,5l}{E \cdot 1,6A} = 0,178 + \frac{-40 \cdot 10^3 \cdot 1,5 \cdot 1000}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 1,6 \cdot 500} = -0,179 \text{ мм}.$$

Перемещение точки 3:

$$\Delta l_3 = \Delta l_4 + \frac{N_3 \cdot l}{E \cdot A} = -0,179 - \frac{40 \cdot 10^3 \cdot 1000}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 500} = -0,56 \text{ мм}.$$

Перемещение точки 2:

$$\Delta l_2 = \Delta l_3 + \frac{N_2 \cdot l}{E \cdot A} = -0,56 + \frac{80 \cdot 10^3 \cdot 1000}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 500} = 0,2 \text{ мм.}$$

Перемещение точки 1 (свободного конца):

$$\Delta l_1 = \Delta l_2 + \frac{N_1 \cdot 2,5l}{E \cdot 2A} = 0,2 + \frac{80 \cdot 10^3 \cdot 2,5 \cdot 1000}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 500} = 1,152 \text{ мм.}$$

По полученным результатам, с учетом знаков, строятся эпюры: продольных сил ΔN , нормальных напряжений – $\varepsilon \sigma$ и перемещений $\varepsilon \Delta l$ (см. рис. 2).

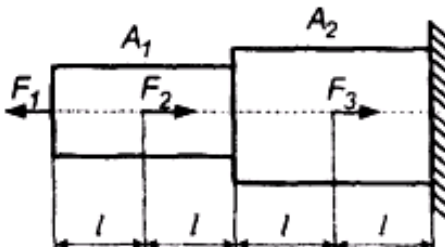
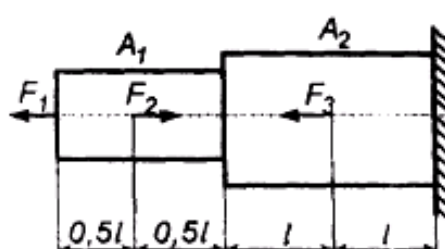
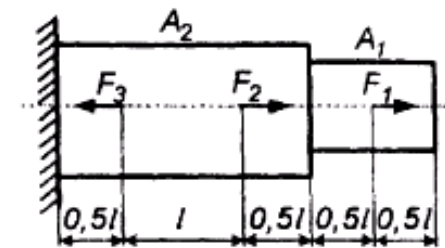
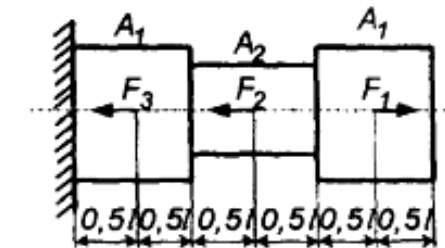
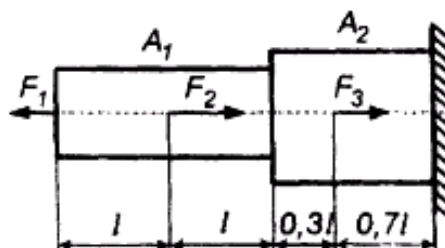
Исходные данные к заданию 1.

Для бруса, заданного в соответствии с номером варианта, требуется построить эпюры продольных сил ΔN , нормальных напряжений $\varepsilon \sigma$ и перемещений $\varepsilon \Delta l$. Материал бруса – сталь, модуль продольной упругости $E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа.

Исходные данные к заданию 1

1.		$F_1, \text{ кН}$	4	$A_1, \text{ мм}^2$	250
		$F_2, \text{ кН}$	7	$A_2, \text{ мм}^2$	350
		$F_3, \text{ кН}$	5	$l, \text{ м}$	1,0
2.		$F_1, \text{ кН}$	3	$A_1, \text{ мм}^2$	250
		$F_2, \text{ кН}$	7	$A_2, \text{ мм}^2$	450
		$F_3, \text{ кН}$	3	$l, \text{ м}$	1
3.		$F_1, \text{ кН}$	6	$A_1, \text{ мм}^2$	100
		$F_2, \text{ кН}$	8	$A_2, \text{ мм}^2$	250
		$F_3, \text{ кН}$	8	$l, \text{ м}$	1,6
4.		$F_1, \text{ кН}$	6	$A_1, \text{ мм}^2$	100
		$F_2, \text{ кН}$	9	$A_2, \text{ мм}^2$	250
		$F_3, \text{ кН}$	5	$l, \text{ м}$	1,0

5.		$F_1, \text{кН}$	2	$A_1, \text{мм}^2$	200
		$F_2, \text{кН}$	7	$A_2, \text{мм}^2$	150
		$F_3, \text{кН}$	8	$l, \text{м}$	0,5
6.		$F_1, \text{кН}$	18	$A_1, \text{мм}^2$	100
		$F_2, \text{кН}$	3	$A_2, \text{мм}^2$	230
		$F_3, \text{кН}$	4	$l, \text{м}$	0,8
7.		$F_1, \text{кН}$	2,5	$A_1, \text{мм}^2$	200
		$F_2, \text{кН}$	2,5	$A_2, \text{мм}^2$	400
		$F_3, \text{кН}$	1	$l, \text{м}$	0,6
8.		$F_1, \text{кН}$	6	$A_1, \text{мм}^2$	200
		$F_2, \text{кН}$	6	$A_2, \text{мм}^2$	300
		$F_3, \text{кН}$	3	$l, \text{м}$	1,0
9.		$F_1, \text{кН}$	2	$A_1, \text{мм}^2$	150
		$F_2, \text{кН}$	7	$A_2, \text{мм}^2$	250
		$F_3, \text{кН}$	10	$l, \text{м}$	2,5
10.		$F_1, \text{кН}$	8	$A_1, \text{мм}^2$	200
		$F_2, \text{кН}$	5	$A_2, \text{мм}^2$	200
		$F_3, \text{кН}$	3	$l, \text{м}$	1,8

11.		$F_1, \text{кН}$	10	$A_1, \text{мм}^2$	300
		$F_2, \text{кН}$	14	$A_2, \text{мм}^2$	200
		$F_3, \text{кН}$	8	$l, \text{м}$	1,0
12.		$F_1, \text{кН}$	8	$A_1, \text{мм}^2$	300
		$F_2, \text{кН}$	16	$A_2, \text{мм}^2$	200
		$F_3, \text{кН}$	11	$l, \text{м}$	0,6
13.		$F_1, \text{кН}$	1	$A_1, \text{мм}^2$	100
		$F_2, \text{кН}$	10	$A_2, \text{мм}^2$	200
		$F_3, \text{кН}$	3	$l, \text{м}$	0,8
14.		$F_1, \text{кН}$	8	$A_1, \text{мм}^2$	400
		$F_2, \text{кН}$	11	$A_2, \text{мм}^2$	300
		$F_3, \text{кН}$	12	$l, \text{м}$	0,5
15.		$F_1, \text{кН}$	1	$A_1, \text{мм}^2$	400
		$F_2, \text{кН}$	15	$A_2, \text{мм}^2$	200
		$F_3, \text{кН}$	17	$l, \text{м}$	1,0

Задание 2.

Пример выполнения.

Вал приведен на рис. 8. Для заданного вала:
 $M_1 = 205 \text{ Н}\cdot\text{м}$, $M_2 = 145 \text{ Н}\cdot\text{м}$, $[\tau]_{\text{кр}} = 60 \text{ МПа}$.

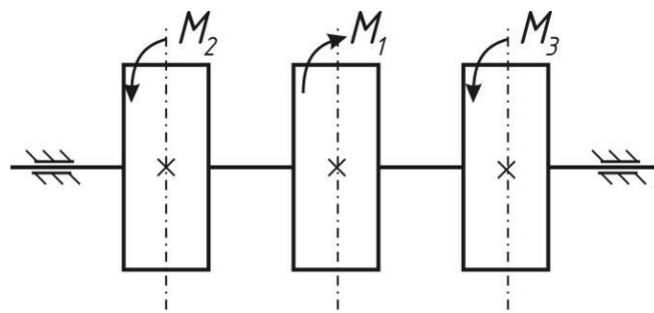


Рис. 8

Решение.

Для построения эпюры крутящих моментов определим скручивающий момент M_3 . Так как вал под действием скручивающих моментов находится в равновесии, то, следовательно, их сумма равна нулю. Отсюда:

$$M_3 = M_1 - M_2 = 205 - 145 = 60 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Для построения эпюры крутящих моментов используем метод сечения, с помощью которого определяем крутящие моменты на каждом участке вала.

Определяем крутящий момент на участке 1 – 2 в сечении I – I:

$$M_{\text{кр}1} = 0.$$

Крутящий момент в сечении II – II:

$$M_{\text{кр}2} = M_2 = 145 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Знак момента положительный, так как крутящий момент уравнивает скручивающий момент M_2 , который имеет знак минус, как момент, направленный против часовой стрелки. Крутящий момент в сечении III – III:

$$M_3 = M_1 - M_2 = 145 - 205 = -60 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Крутящий момент в сечении IV – IV:

$$M_{\text{кр}4} = M_2 - M_1 + M_3 = 145 - 205 + 60 = 0.$$

По рассчитанным значениям построена эпюра крутящих моментов, которая приведена на рис. 9. Из расчетов следует, что опасным участком вала является участок 2 – 3 с крутящим моментом $M_{\text{кр}} = 145 \text{ Н}\cdot\text{м}$.

Для определения диаметра вала в опасном сечении используем формулу проверочного расчета на прочность.

$$\tau_{\text{max}} = \frac{M_{\text{кр}}}{W_p} \leq [\tau]_{\text{кр}}.$$

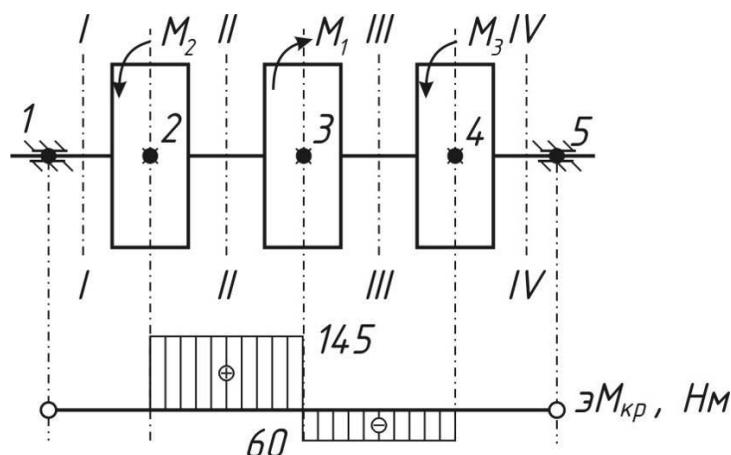


Рис. 9

Откуда следует:

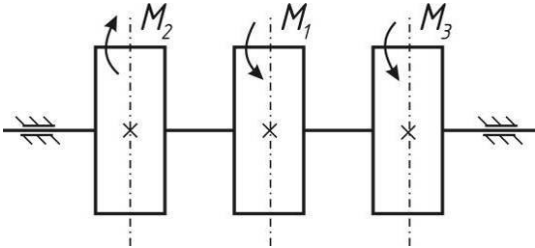
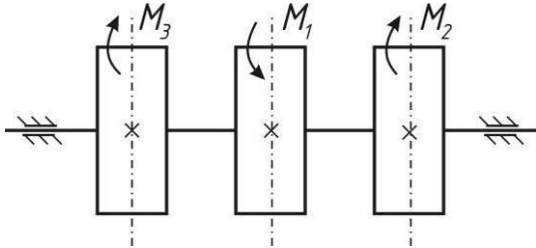
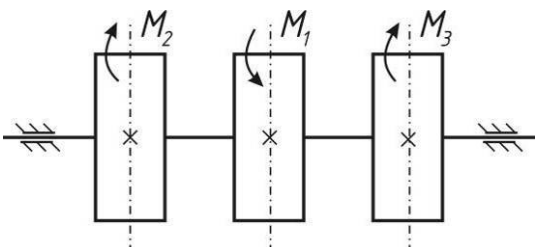
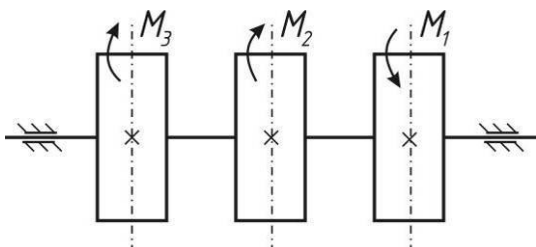
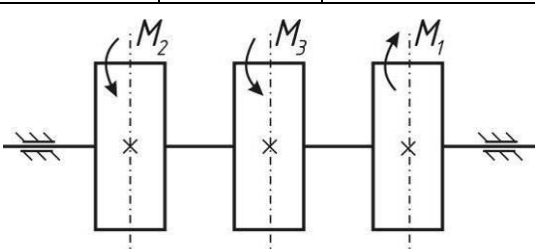
$$W_p \geq \frac{M_{кр}}{[\tau]_{кр}} = \frac{\pi \cdot d^3}{16};$$

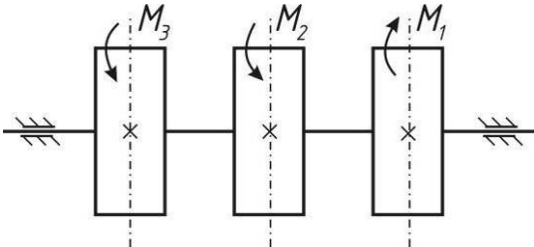
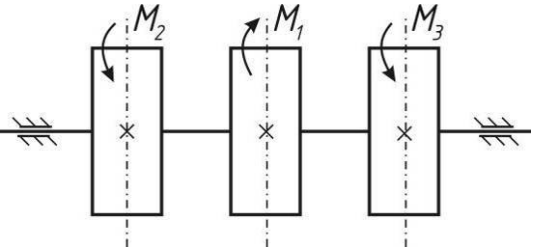
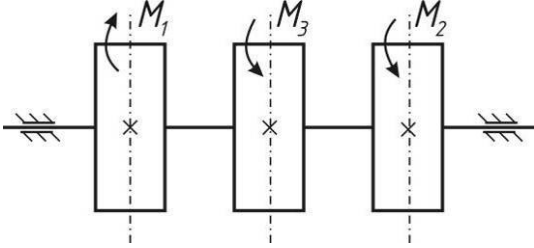
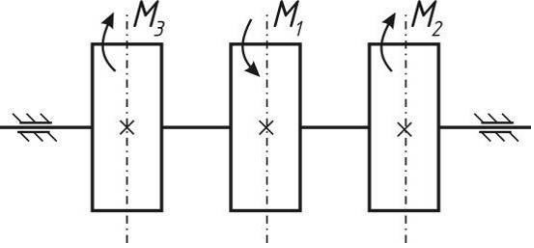
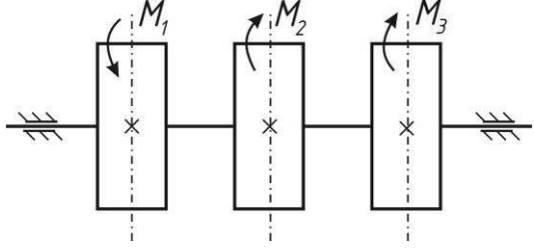
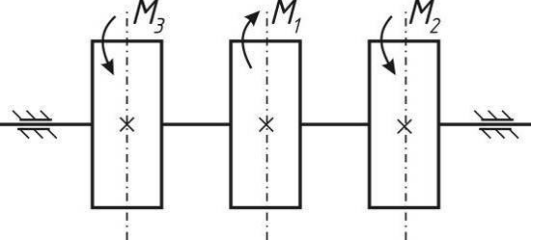
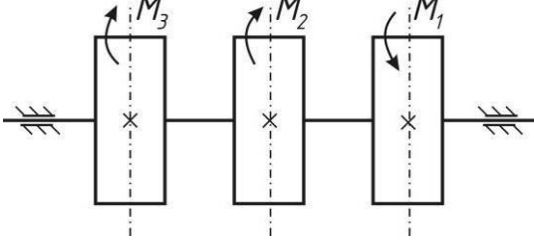
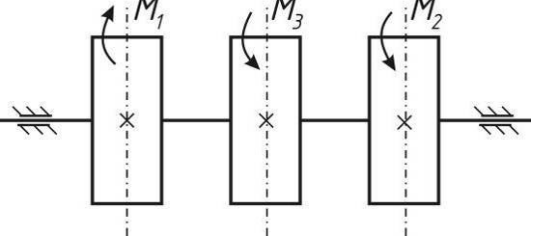
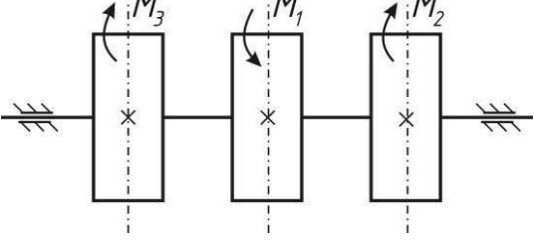
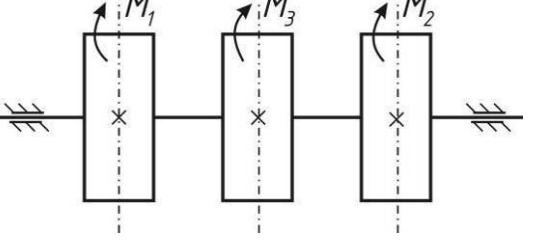
$$d \geq \sqrt[3]{\frac{16M_{кр}}{\pi \cdot [\tau]_{кр}}} \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 145 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 60}} = 23,1 \text{ мм}.$$

Принимаем диаметр вала на участке 2 – 3 $d = 24 \text{ мм}$.

Исходные данные к заданию 2.

Для вала заданного в соответствии с номером варианта, построить эпюру крутящих моментов, найти момент M_3 и определить диаметр вала в опасном сечении. Вал под действием скручивающих моментов находится в равновесии. Необходимые для расчета данные приведены ниже.

1.			
	$M_1, \text{ Нм}$	$M_2, \text{ Нм}$	$[\tau]_{кр}, \text{ МПа}$
	160	60	50
2.			
	$M_1, \text{ Нм}$	$M_2, \text{ Нм}$	$[\tau]_{кр}, \text{ МПа}$
	110	60	30
3.			
	$M_1, \text{ Нм}$	$M_2, \text{ Нм}$	$[\tau]_{кр}, \text{ МПа}$
	130	40	35
4.			
	$M_1, \text{ Нм}$	$M_2, \text{ Нм}$	$[\tau]_{кр}, \text{ МПа}$
	110	20	45
5.			
	$M_1, \text{ Нм}$	$M_2, \text{ Нм}$	$[\tau]_{кр}, \text{ МПа}$
	75	25	25

6.				7.			
	$M_1, \text{ Нм}$	$M_2, \text{ Нм}$	$[\tau]_{\text{кр}}, \text{ МПа}$		$M_1, \text{ Нм}$	$M_2, \text{ Нм}$	$[\tau]_{\text{кр}}, \text{ МПа}$
	90	40	40		140	50	45
8.				9.			
	$M_1, \text{ Нм}$	$M_2, \text{ Нм}$	$[\tau]_{\text{кр}}, \text{ МПа}$		$M_1, \text{ Нм}$	$M_2, \text{ Нм}$	$[\tau]_{\text{кр}}, \text{ МПа}$
	135	55	25		150	110	35
10.				11.			
	$M_1, \text{ Нм}$	$M_2, \text{ Нм}$	$[\tau]_{\text{кр}}, \text{ МПа}$		$M_1, \text{ Нм}$	$M_2, \text{ Нм}$	$[\tau]_{\text{кр}}, \text{ МПа}$
	115	60	40		160	90	30
12.				13.			
	$M_1, \text{ Нм}$	$M_2, \text{ Нм}$	$[\tau]_{\text{кр}}, \text{ МПа}$		$M_1, \text{ Нм}$	$M_2, \text{ Нм}$	$[\tau]_{\text{кр}}, \text{ МПа}$
	50	30	25		145	65	30
14.				15.			
	$M_1, \text{ Нм}$	$M_2, \text{ Нм}$	$[\tau]_{\text{кр}}, \text{ МПа}$		$M_1, \text{ Нм}$	$M_2, \text{ Нм}$	$[\tau]_{\text{кр}}, \text{ МПа}$
	120	80	20		130	70	25

Задание 3.

Пример выполнения.

Сплошной вал диаметром $d = 55$ мм изготовлен из стали 45. Передаваемая мощность $P = 25$ кВт. Коэффициент запаса прочности вала равен $k = 1,5$; угол закручивания на длине $l = 1$ м составляет $\varphi = 1,5^\circ$. Определить, используя условия прочности и жесткости, наименьшее число оборотов вала в минуту.

Решение.

Определяем допускаемое напряжение кручения:

$$\tau_{кр} = \frac{\tau_T}{k}.$$

Предел текучести:

$$\tau_T = 0,58 \cdot \sigma_T.$$

Для стали 45 – $\sigma_T = 360 \frac{H}{мм^2}$, отсюда предел текучести:

$$\tau_T = 0,58 \cdot 360 = 208,8 \frac{H}{мм^2};$$

$$[\tau]_{кр} = \frac{208,8}{1,5} = 139,2 \frac{H}{мм^2}.$$

Исходя из условия прочности (3.10), определяем вращающий момент, передаваемый валом:

$$\tau_T = \frac{M_{кр}}{W_p} \leq [\tau]_{кр}.$$

Момент сопротивления:

$$W_p \approx 0,2d^3 = 0,2 \cdot 55^3 = 33275 мм^3;$$

$$M_{кр} = [\tau]_{кр} \cdot W_p = 139,2 \cdot 33275 = 4631,9 Нм.$$

Определяем частоту вращения вала исходя из условия прочности:

$$P = M \cdot \omega;$$

$$\omega = \frac{P}{M} = \frac{25 \cdot 10^3}{4631,9} = 5,4 \text{ рад / сек};$$

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30};$$

$$n = \frac{30\omega}{\pi} = \frac{30 \cdot 5,4}{3,14} = 51,6 \text{ об / мин.}$$

Исходя из условия прочности, число оборотов вала должно быть равным $n = 51,6$ об/мин.

Число оборотов вала также необходимо определить исходя из условия жесткости по формуле:

$$\varphi^o = \frac{M \cdot l}{G \cdot J_p} \cdot \frac{180^o}{\pi} \leq [\varphi]^o,$$

где J_p – полярный момент инерции круга, мм⁴

$$J_p = \frac{\pi \cdot d^4}{32}.$$

Откуда вращающий момент:

$$M = \frac{G \cdot J_p \cdot \pi \cdot [\varphi]}{180^o \cdot l} = \frac{8 \cdot 10^4 \cdot 3,14^2 \cdot 55^4 \cdot 1,5}{32 \cdot 180^o \cdot 1000} = 1878,5 \text{ Нм}.$$

Следовательно, угловая скорость:

$$\omega = \frac{P}{M} = \frac{25 \cdot 10^3}{1878,5} = 13,3 \text{ рад/с}.$$

Число оборотов вала:

$$n = \frac{30\omega}{\pi} = \frac{30 \cdot 13,3}{3,14} = 127 \text{ об/мин}.$$

Из двух полученных значений принимаем наименьшее число оборотов вала $n = 51,6$ об/мин.

Исходные данные к заданию 3.

Расчеты на прочность и жесткость при кручении

При решении следующих задач принять следующие значения:

Предел текучести для стали 35 – $\sigma_T = 320 \text{ Н/мм}^2$;

для стали 40 – $\sigma_T = 340 \text{ Н/мм}^2$;

для стали 45 – $\sigma_T = 360 \text{ Н/мм}^2$;

для стали 50 – $\sigma_T = 380 \text{ Н/мм}^2$;

Предел текучести по касательным напряжениям: $\tau_T = 0,58 \cdot \sigma_T$.

Модуль сдвига $G = 8 \cdot 10^4 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$.

Вариант 1

Сплошной вал изготовлен из стали 35. Мощность и число оборотов, при которых будет работать вал, соответственно равны $P = 15 \text{ кВт}$ и $n = 120 \text{ об/мин}$. Коэффициент запаса прочности $k = 1,5$; угол закручивания на длине $l = 1 \text{ м}$ не более $\varphi = 1,5^\circ$. Определить диаметр вала, используя условие прочности и жесткости.

Вариант 2

Полый вал с наружным диаметром $d = 75 \text{ мм}$ и внутренним $d_0 = 45 \text{ мм}$ изготовлен из стали 40. Передаваемая мощность $P = 35 \text{ кВт}$, коэффициент запаса прочности $k = 1,5$; угол закручивания на длине $l = 1 \text{ м}$ не более $\varphi = 2,5^\circ$. Определить, используя условие прочности, при каком наименьшем числе оборотов в минуту может работать вал. Проверить вал на жесткость.

Вариант 3

Полый вал с наружным диаметром $d = 75$ мм и внутренним $d_0 = 45$ мм изготовлен из стали 50. Число оборотов вала $n = 240$ об/мин, коэффициент запаса прочности $k = 1,5$; угол закручивания на длине $l = 1$ м равен $\varphi = 0,5^\circ$. Определить, исходя из условия жесткости, какую мощность может передать вал. Проверить вал на прочность.

Вариант 4

Сплошной вал изготовлен из стали 45. Мощность и число оборотов, при которых будет работать вал, соответственно равны $P = 25$ кВт и $n = 150$ об/мин. Коэффициент запаса прочности $k = 1,5$; угол закручивания на длине $l = 1$ м – не более $\varphi = 1,5^\circ$. Определить диаметр вала, используя условие прочности и жесткости.

Вариант 5

Полый вал с отношением $C = d_0 / d = 0,6$ изготовлен из стали 40. Передаваемая мощность $P = 35$ кВт, а число оборотов $n = 180$ об/мин. Коэффициент запаса прочности $k = 1,5$; угол закручивания на длине $l = 1$ м равен $\varphi = 0,5^\circ$. Определить наружный и внутренний диаметр вала из условия прочности и жесткости.

Вариант 6

Полый вал с наружным диаметром $d = 75$ мм и внутренним $d_0 = 45$ мм изготовлен из стали 50. Передаваемая мощность $P = 45$ кВт, число оборотов вала $n = 240$ об/мин; коэффициент запаса прочности $k = 1,5$, а угол закручивания на длине $l = 1$ м равен $\varphi = 0,5^\circ$. Проверить вал на прочность и жесткость.

Вариант 7

Сплошной вал диаметром $d = 55$ мм изготовлен из стали 45. Число оборотов вала $n = 150$ об/мин; коэффициент запаса прочности $k = 1,5$; угол закручивания на длине $l = 1$ м равен $\varphi = 1,5^\circ$. Определить, используя условия жесткости, наибольшую мощность, передаваемую валом. Проверить вал на прочность.

Вариант 8

Полый вал с отношением $C = d_0 / d = 0,6$ изготовлен из стали 50. Передаваемая мощность $P = 45$ кВт, а число оборотов $n = 240$ об/мин. Коэффициент запаса прочности $k = 1,5$; угол закручивания на длине $l = 1$ м равен $\varphi = 0,5^\circ$. Определить наружный и внутренний диаметр вала, исходя из расчета жесткости. Провести проверку вала на прочность.

Вариант 9

Сплошной вал диаметром $d = 55$ мм изготовлен из стали 45. Передаваемая мощность $P = 25$ кВт. Коэффициент запаса прочности $k = 1,5$; угол закручивания на длине $l = 1$ м равен $\varphi = 1,5^\circ$. Определить число оборотов вала, исходя из условия жесткости. Проверить вал на прочность.

Вариант 10

Сплошной вал изготовлен из стали 45. Передаваемая мощность $P = 25$ кВт, число оборотов вала $n = 150$ об/мин, коэффициент запаса прочности $k = 1,5$, а угол закручивания на длине $l = 1$ м равен $\varphi = 1,5^\circ$. Определить диаметр вала, используя условие жесткости, и проверить вал на прочность.

Вариант 11

Полый вал с наружным диаметром $d = 75$ мм и внутренним $d_0 = 45$ мм изготовлен из стали 50. Число оборотов вала $n = 240$ об/мин; коэффициент запаса

прочности $k = 1,5$; угол закручивания на длине $l = 1$ м равен $\varphi = 0,5^\circ$. Определить, используя условия прочности и жесткости, какую наибольшую мощность может передать вал.

Вариант 12

Сплошной вал изготовлен из стали 45. Передаваемая мощность $P = 25$ кВт, число оборотов вала $n = 150$ об/сек; коэффициент запаса прочности $k = 1,5$; угол закручивания на длине $l = 1$ м равен $\varphi = 2,5^\circ$. Определить диаметр вала, используя условие прочности и проверить вал на жесткость.

Вариант 13

Полый вал с наружным диаметром $d = 75$ мм и внутренним $d_0 = 45$ мм изготовлен из стали 50. Передаваемая мощность $P = 45$ кВт, коэффициент запаса прочности $k = 1,5$; угол закручивания на длине $l = 1$ м равен $\varphi = 0,5^\circ$. Определить, используя условия прочности и жесткости, наименьшее число оборотов вала.

Вариант 14

Сплошной вал изготовлен из стали 35. Передаваемая мощность $P = 15$ кВт, число оборотов вала $n = 120$ об/мин, коэффициент запаса прочности $k = 1,5$; угол закручивания на длине $l = 1$ м равен $\varphi = 1,5^\circ$. Определить диаметр вала, используя условия жесткости, и проверить вал на прочность.

Вариант 15

Полый вал с наружным диаметром $d = 75$ мм и внутренним $d_0 = 45$ мм изготовлен из стали 40. Число оборотов вала $n = 180$ об/мин; коэффициент запаса прочности $k = 1,5$, а угол закручивания на длине $l = 1$ м равен $\varphi = 0,5^\circ$. Определить, используя условия прочности и жесткости, какую наибольшую мощность может передать вал.

Задание 4.

Пример выполнения.

Значения поперечных сил и изгибающих моментов, действующих на балку, приведенную на рис. 10: $q = 2$ кН/м, $F = 6$ кН, $M = 6$ кН·м

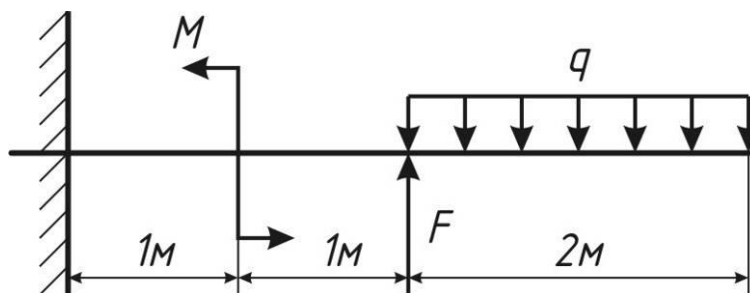


Рис. 10

Решение.

При построении эпюры для балок с одним зашечленным концом (с жесткой заделкой) нет надобности в определении опорных реакций.

Проведя сечения, можно рассматривать равновесие той части, к которой приложены только внешние силы. Для нашей балки такой частью будет правая.

Значение поперечной силы в сечении защемленного конца совпадает с величиной опорной реакции, а значение изгибающего момента в этом сечении равно величине реактивного момента. Этими условиями можно пользоваться для проверки правильности построения эпюр для балок с одним защемленным концом. Для определения поперечной силы в сечении I на участке AB (рис. 11) отбрасываем часть балки, которая располагается слева от сечения, при этом:

$$Q_I = q \cdot Z_1,$$

при $Z_1 = 0, Q_I = 0$;

при $Z_1 = AB = 2 \text{ м}, Q_I = 2 \cdot 2 = 4 \text{ кН}$.

Поперечная сила в сечении II равна алгебраической сумме внешних сил, расположенных справа от сечения:

$$Q_{II} = q \cdot AB - F = 2 \cdot 2 - 6 = -2 \text{ кН}.$$

Поперечная сила в сечении III определится, как:

$$Q_{III} = q \cdot AB - F = 4 - 6 = -2 \text{ кН}.$$

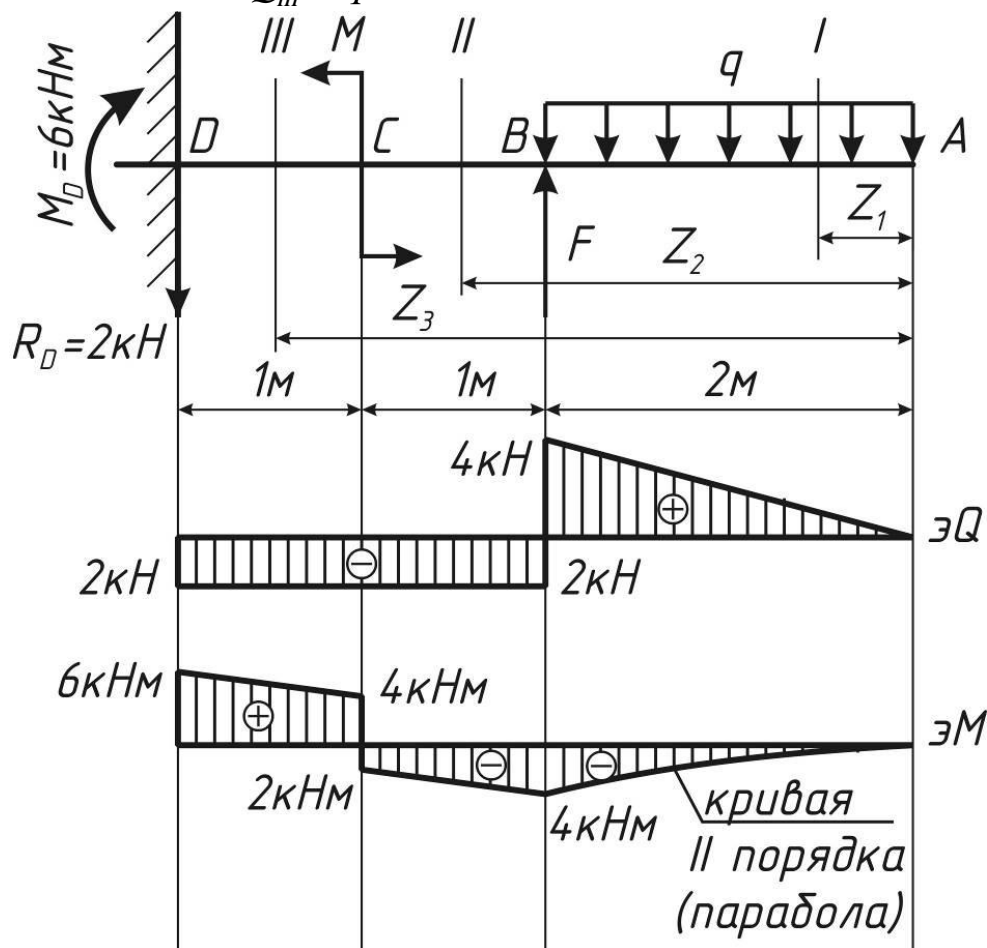


Рис. 11

Изгибающий момент в сечении I :

$$M_I = -q \cdot Z_1 \cdot \frac{Z_1}{2} = -q \frac{Z_1^2}{2},$$

при $Z_1 = 0, M_I = 0$;

$$M_I = -\frac{2 \cdot 2^2}{2} = -4 \text{ кНм},$$

при $Z_1 = AB = 2 \text{ м}$,

Изгибающий момент в сечении II:

$$M_{II} = -q \cdot AB \cdot (Z_2 - \frac{AB}{2}) + F(Z_2 - AB),$$

при $Z_2 = AB = 2 \text{ м}$, $M_{II} = -2 \cdot 2 \cdot 1 = -4 \text{ кН} \cdot \text{м}$;

при $Z_2 = AC = 3 \text{ м}$, $M_{II} = -2 \cdot 2 \cdot 1 + 6 \cdot 1 = -2 \text{ кН} \cdot \text{м}$.

Изгибающий момент в сечении III:

$$M_{III} = -q \cdot AB(Z_3 - \frac{AB}{2}) + F(Z_3 - AB) + m,$$

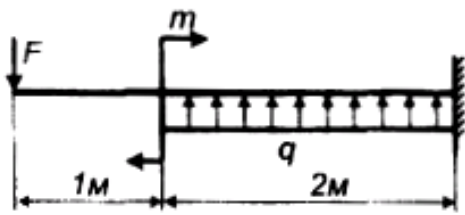
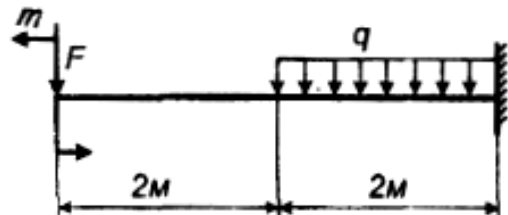
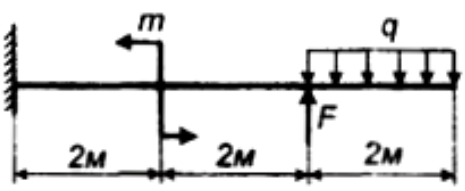
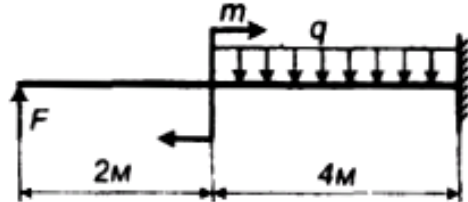
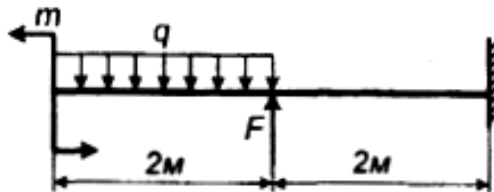
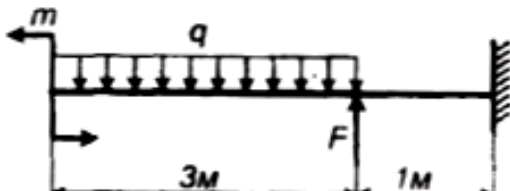
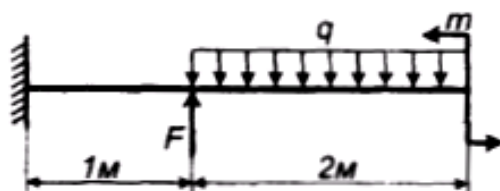
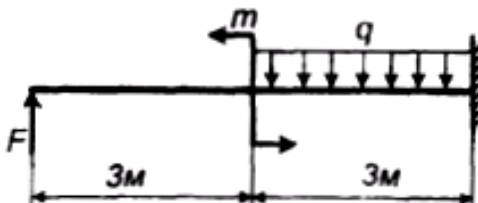
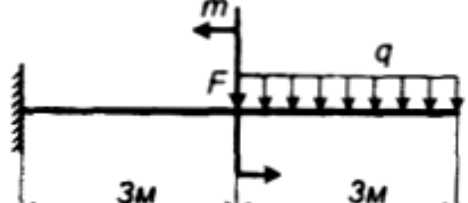
при $Z_3 = AC = 3 \text{ м}$, $M_{III} = -2 \cdot 2 \cdot 2 + 6 \cdot 1 + 6 = 4 \text{ кН} \cdot \text{м}$;

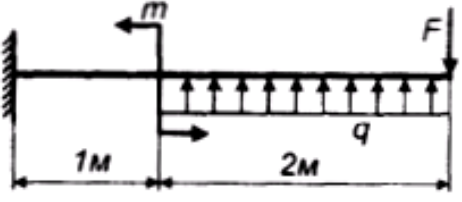
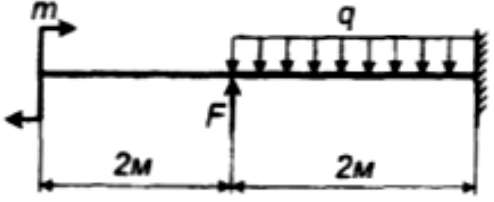
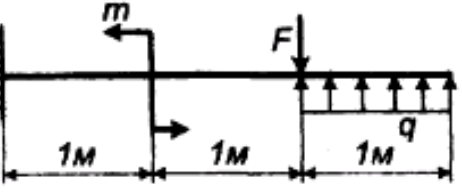
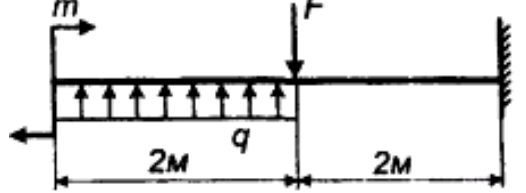
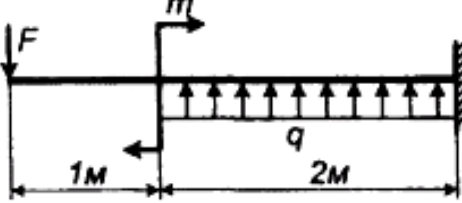
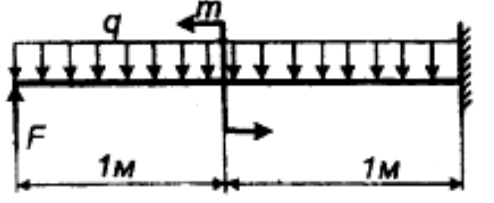
при $Z_3 = AB = 4 \text{ м}$, $M_{III} = -2 \cdot 2 \cdot 3 + 6 \cdot 2 + 6 = 6 \text{ кН} \cdot \text{м}$.

Согласно полученных значений поперечных сечений сил и изгибающих моментов, строим эпюры Q и M (рис. 11).

Исходные данные к заданию 4.

Построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов для балки с зашечленным концом заданной в соответствии с вариантом. Данные для выполнения задания проведены ниже

1.				2.			
	$q, \text{кН/м}$	$F_1, \text{кН}$	$M, \text{кН}\cdot\text{м}$		$q, \text{кН/м}$	$F_1, \text{кН}$	$M, \text{кН}\cdot\text{м}$
	4	9	5		4	8	1
3.				4.			
	$q, \text{кН/м}$	$F_1, \text{кН}$	$M, \text{кН}\cdot\text{м}$		$q, \text{кН/м}$	$F_1, \text{кН}$	$M, \text{кН}\cdot\text{м}$
	1	4	6		2	9	5
5.							
	$q, \text{кН/м}$	$F_1, \text{кН}$	$M, \text{кН}\cdot\text{м}$				
	2,5	2	6				
6.				7.			
	$q, \text{кН/м}$	$F_1, \text{кН}$	$M, \text{кН}\cdot\text{м}$		$q, \text{кН/м}$	$F_1, \text{кН}$	$M, \text{кН}\cdot\text{м}$
	2	5	1		3	5	7
8.				9.			
	$q, \text{кН/м}$	$F_1, \text{кН}$	$M, \text{кН}\cdot\text{м}$		$q, \text{кН/м}$	$F_1, \text{кН}$	$M, \text{кН}\cdot\text{м}$
	1	4	2		2	8	4

10.				11.			
	$q, \text{кН/м}$	$F_1, \text{кН}$	$M, \text{кН}\cdot\text{м}$		$q, \text{кН/м}$	$F_1, \text{кН}$	$M, \text{кН}\cdot\text{м}$
	4	3	8		4	6	1
12.				13.			
	$q, \text{кН/м}$	$F_1, \text{кН}$	$M, \text{кН}\cdot\text{м}$		$q, \text{кН/м}$	$F_1, \text{кН}$	$M, \text{кН}\cdot\text{м}$
	2	3	4		4	3	5
14.				15.			
	$q, \text{кН/м}$	$F_1, \text{кН}$	$M, \text{кН}\cdot\text{м}$		$q, \text{кН/м}$	$F_1, \text{кН}$	$M, \text{кН}\cdot\text{м}$
	1	4	8		4	2	6

Задание 5

Пример выполнения.

Значения поперечных сил и изгибающих моментов, действующих на балку, приведенную на рис. 12:

$$q = 4 \text{ кН/м}, F_1 = 2 \text{ кН}, F_2 = 6 \text{ кН}, M = 2 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

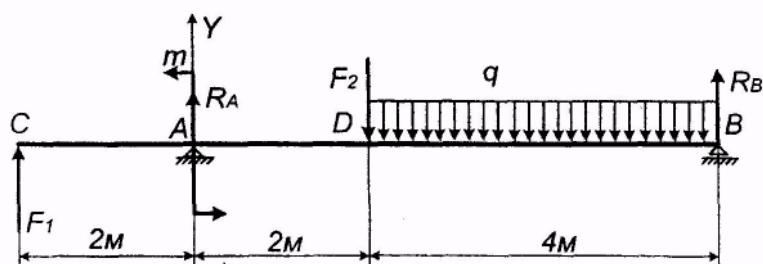


Рис. 12

Решение.

Показываем на опорах заданной балки опорные реакции R_B и R_A и определяем их:

$$\sum M_A(F_i) = 0 \quad F_1 \cdot 2 - m + F_2 \cdot 2 + q \cdot 4 \cdot 4 - R_B \cdot 6 = 0$$

Откуда реакция R_B :

$$R_B = \frac{F_1 \cdot 2 - m + F_2 \cdot 2 + q \cdot 4 \cdot 4}{6} = \frac{2 \cdot 2 - 2 + 6 \cdot 2 + 4 \cdot 4 \cdot 4}{6} = 13 \text{ кН}$$

$$\sum M_B(F_i) = 0 \quad F_1 \cdot 8 - m + R_A \cdot 6 - F_2 \cdot 4 + q \cdot 4 \cdot 2 = 0$$

Откуда реакция R_A :

$$R_A = \frac{m - F_1 \cdot 8 + F_2 \cdot 4 + q \cdot 4 \cdot 2}{6} = \frac{2 - 2 \cdot 8 - 6 \cdot 4 + 4 \cdot 4 \cdot 2}{6} = 7 \text{ кН}$$

Для проверки правильности определения реакций составляем сумму проекций всех сил на вертикальную ось Y :

$$F_1 + R_A - F_2 - q \cdot 4 + R_B = 2 + 7 - 6 - 4 \cdot 4 + 13 = 0$$

Строим эпюры поперечных сил (рис. 13).

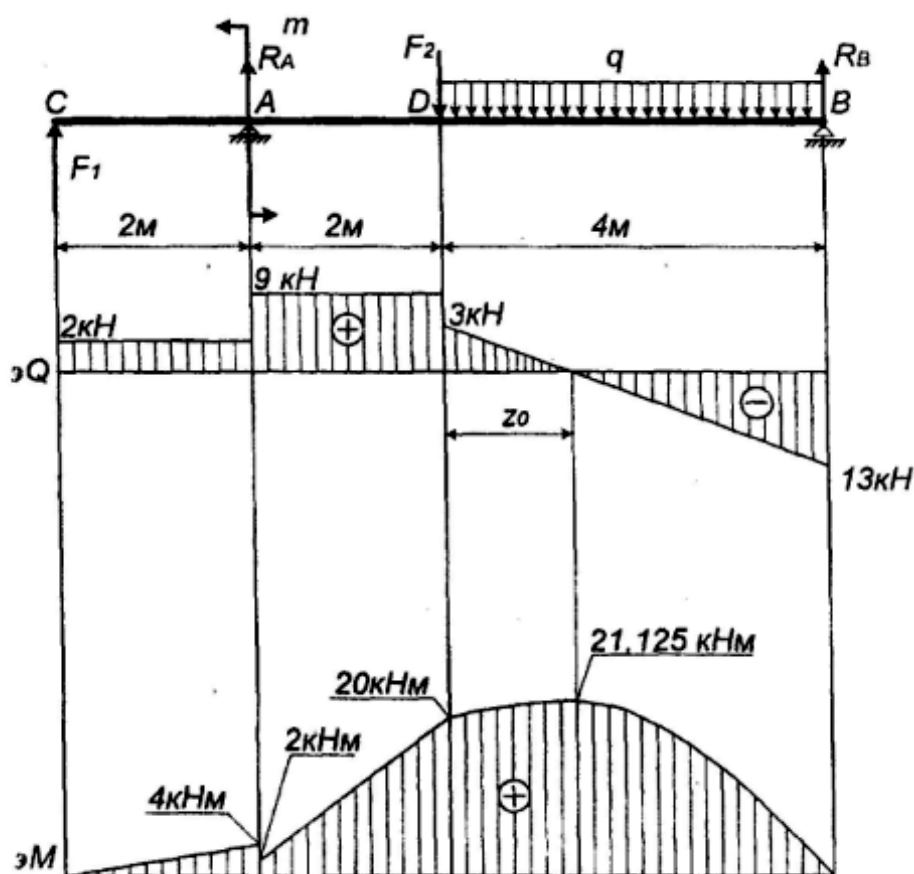


Рис. 13

На левом конце балки CA поперечная сила постоянна и равна внешней силе F_1 , то есть $Q_1 = F_1 = 2 \text{ кН}$ в точке A поперечная сила получает «скачок» на величину опорной реакции $R_A = 7 \text{ кН}$ и далее правее этой точки поперечная сила постоянна и равная $Q_2 = 9 \text{ кН}$.

В сечении D поперечная сила получает «скачок» на величину силы $F_2 = 6 \text{ кН}$, и ее значение

$$Q_2^I = 3\kappa H = Q_D.$$

На участке DB поперечная сила изменяется по линейному закону. Для построения эпюры определяем значение поперечной силы Q в сечении B :

$$Q_B = Q_D - q \cdot DB = 3 - 4 \cdot 4 = -13\kappa H$$

Строим эпюру изгибающих моментов (рис. 13).

В сечении C момент $M_C = 0$. На участке CA момент изменяется по линейному закону.

Момент в сечении A :

$$M_A = F_1 \cdot CA; M_A = 2 \cdot 2 = 4\kappa H\text{м}.$$

В этом сечении на эпюре моментов получается «скачок» на величину момента $T = 2$ кН·м. При этом момент получается равным $2\kappa H\text{м}$. На участке AO момент изменяется по линейному закону.

Момент в сечении D :

$$M_D = F_1 \cdot CD - m + R_A \cdot AD = 2 \cdot 4 - 2 + 7 \cdot 2 = 20\kappa H\text{м}$$

На участке DB момент изменяется по квадратичному закону, при этом в сечении, где эпюра Q проходит через нуль, эпюра моментов (парабола) имеет максимум. Определим значение M_{\max} . Для этого предварительно найдем абсциссу Z_0 , при которой $Q = 0$:

$$Q_0 = 3 - qz_0 = 0 \quad z_0 = \frac{3}{q} = \frac{3}{4} = 0,75\text{м}$$

$$M_{\max} = F_1(CD + z_0) - m + R_A(AD + z_0) - F_2 \cdot z_0 + q \frac{z_0}{2} \cdot z_0;$$

$$M_{\max} = 2 \cdot 4,75 - 2 + 7 \cdot 2,75 - 6 \cdot 0,75 - 4 \cdot \frac{0,75}{2} \cdot 0,75 = 21,125\kappa H\text{м}.$$

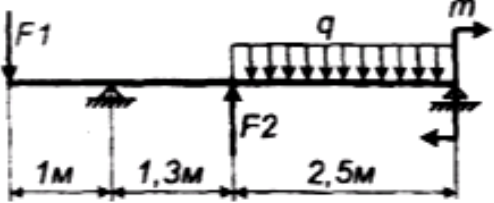

В сечении B изгибающий момент равен нулю. Для проверки составим уравнение моментов относительно точки B и определим его значение:

$$F_1 \cdot CB - m + R_A \cdot AB - F_2 \cdot DB - q \cdot DB \cdot \frac{DB}{2} = 2 \cdot 8 - 2 + 7 \cdot 6 - 6 \cdot 4 - 4 \cdot 4 \cdot 2 = 0.$$

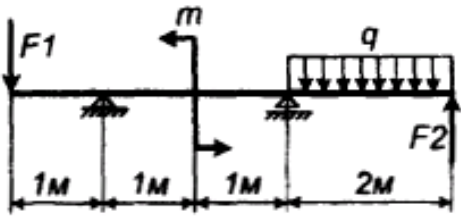
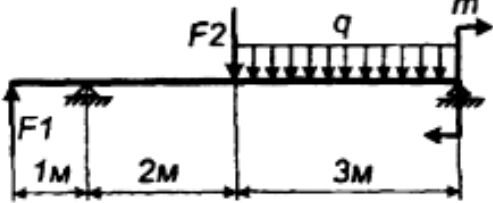
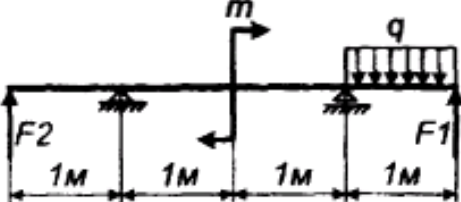
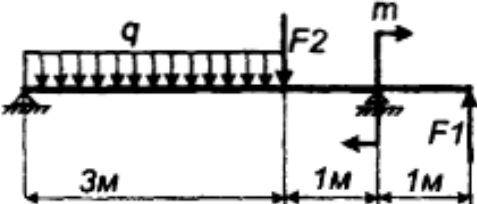
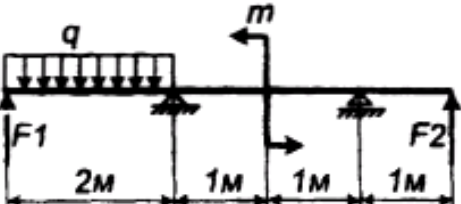
Исходные данные к заданию 5.

Построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов для двух-опорной балки, выбранной в соответствии с вариантом. Данные для выполнения задания проведены ниже

Исходные данные к заданию 5

1.		$M, \kappa H\text{м}$	$F_1, \kappa H$
		4	4,5
		$F_2, \kappa H$	$q, \kappa H/\text{м}$
		2	4
2.		$M, \kappa H\text{м}$	$F_1, \kappa H$
		1	8

		F_2 , кН	q , кН/м
		5	4
3.		M , кНм	F_1 , кН
		5	4
		F_2 , кН	q , кН/м
		5	2
4.		M , кНм	F_1 , кН
		8	3
		F_2 , кН	q , кН/м
5.		M , кНм	F_1 , кН
		2	2
		F_2 , кН	q , кН/м
6.		M , кНм	F_1 , кН
		6	4
		F_2 , кН	q , кН/м
7.		M , кНм	F_1 , кН
		4,5	1
		F_2 , кН	q , кН/м
8.		M , кНм	F_1 , кН
		5	4,5
		F_2 , кН	q , кН/м
9.		M , кНм	F_1 , кН
		3	3
		F_2 , кН	q , кН/м
10.		M , кНм	F_1 , кН
		8	4
		F_2 , кН	q , кН/м
		F_2 , кН	q , кН/м
		3	3

11.		$M, \text{кНм}$	$F_1, \text{кН}$
		8	4
		$F_2, \text{кН}$	$q, \text{кН/м}$
		2	2
12.		$M, \text{кНм}$	$F_1, \text{кН}$
		1	4
		$F_2, \text{кН}$	$q, \text{кН/м}$
		5	2
13.		$M, \text{кНм}$	$F_1, \text{кН}$
		4	4
		$F_2, \text{кН}$	$q, \text{кН/м}$
		8	4
14.		$M, \text{кНм}$	$F_1, \text{кН}$
		2	1
		$F_2, \text{кН}$	$q, \text{кН/м}$
		1,5	1
15.		$M, \text{кНм}$	$F_1, \text{кН}$
		6	8
		$F_2, \text{кН}$	$q, \text{кН/м}$
		4	3

Задание 6.

Пример выполнения.

Значения поперечных сил и изгибающих моментов, действующих на балку, приведенную на рис. 14: $F_1 = 8$ кН, $F_2 = 6$ кН, $M = 5$ кН·м, отношение $\frac{h^2}{b} = 2$, $[\sigma] = 120$ МПа.

Решение.

Наносим на чертеж балки опорные реакции R_A и R_B и определяем их значения.

$$\begin{aligned} \sum M_A(F_i) &= 0 & F_1 \cdot CA + F_2 \cdot AD - M - R_B \cdot AB &= 0 \\ R_B &= \frac{F_1 \cdot CA + F_2 \cdot AD - M}{AB} = \frac{8 \cdot 1 + 6 \cdot 2 - 5}{5} = 3 \text{ кН} \\ \sum M_B(F_i) &= 0 & F_1 \cdot CB + R_A \cdot AB - F_2 \cdot DB - M &= 0 \\ R_A &= \frac{F_2 \cdot DB + M - F_1 \cdot CB}{AB} = \frac{6 \cdot 3 - 8 \cdot 6 + 5}{5} = -5 \text{ кН} \end{aligned}$$

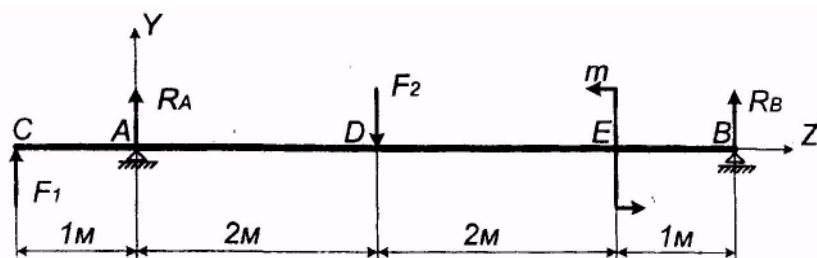


Рис. 14

Проверка опорных реакций:

$$\sum F_{iy} = F_1 + R_A - F_2 + R_B = 8 - 5 - 6 + 3 = 0.$$

Строим эпюру поперечных сил (рис. 15).

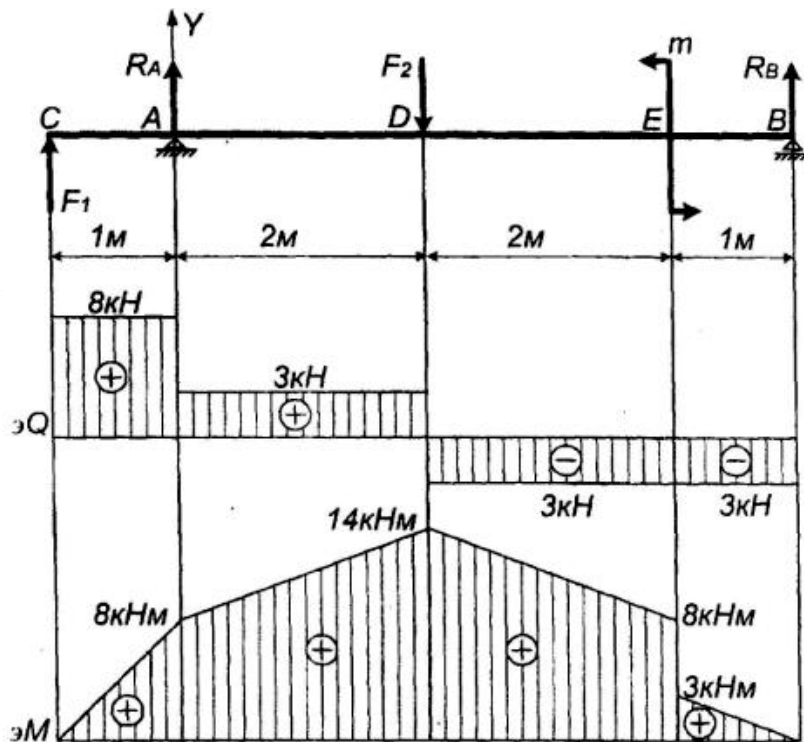


Рис. 15

Поперечная сила на участке $CA - Q_1$.

$$Q_1 = F_1 = 8 \text{ кН.}$$

В точке A поперечная сила получает «скачок» на величину опорной реакции R_A . На участке AD поперечная сила $- Q_2$

$$Q_2 = 3 \text{ кН.}$$

В точке D поперечная сила получает «скачок» на величину силы F_2 :

$$Q_3 = -3 \text{ кН.}$$

Поперечная сила на участке BE , равна Q_3 :

$$Q_4 = Q_3 = -3 \text{ кН.}$$

Строим эпюру изгибающих моментов

Момент в точке C :

$$M_c = 0.$$

Момент в точке A :

$$M_A = F_1 \cdot CA = 8 \cdot 1 = 8 \text{ кН}\cdot\text{м.}$$

Момент в точке D :

$$M_D = F_1 \cdot CD + R_A \cdot AD = 8 \cdot 3 - 5 \cdot 2 = 14 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

Момент в точке E :

$$M_D = F_1 \cdot CE + R_A \cdot AE - F_2 \cdot DE = 8 \cdot 3 - 5 \cdot 4 - 6 \cdot 2 = 8 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

В точке E момент получает «скачок» на величину момента $-M$. Момент в точке B равен нулю:

$$M_B = F_1 \cdot CB + R_A \cdot AB - F_2 \cdot DB - m = 8 \cdot 6 - 5 \cdot 5 - 6 \cdot 3 - 5 = 0.$$

Опасным сечением является точка D с изгибающим моментом $14 \text{ кН}\cdot\text{м}$. Для определения размеров сечения балки используем уравнение прочности

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_x} \leq [\sigma]$$

$$W_x = \frac{M}{[\sigma]} = \frac{14 \cdot 10^6}{120} = 116666 \text{ мм}^3$$

Момент сопротивления прямоугольного сечения относительно оси X

$$W_x = \frac{bh^2}{6}, \text{ так как } \frac{h}{b} = 2, \text{ то } h = 2b.$$

Следовательно:

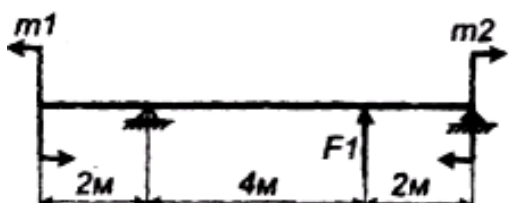
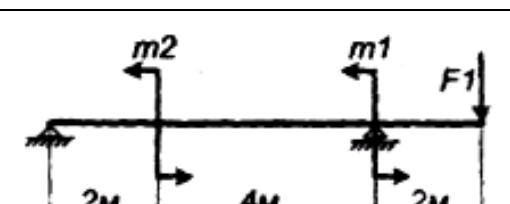
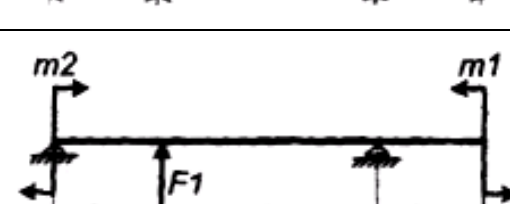
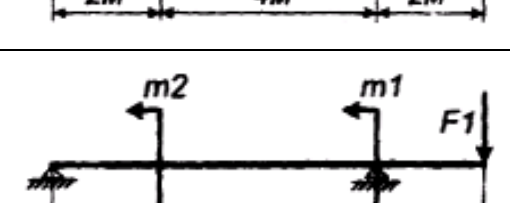
$$W_x = \frac{b \cdot (2b)^2}{6} = \frac{4}{6} b^3 = 116666 \text{ мм}^3.$$

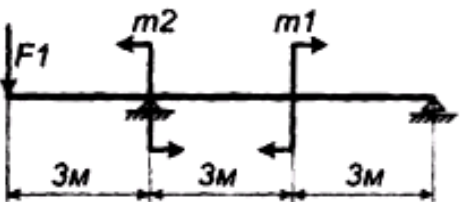
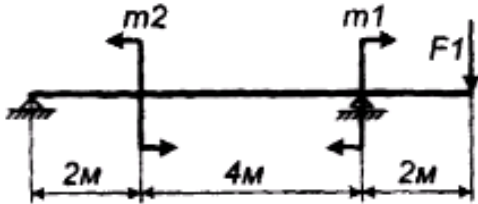
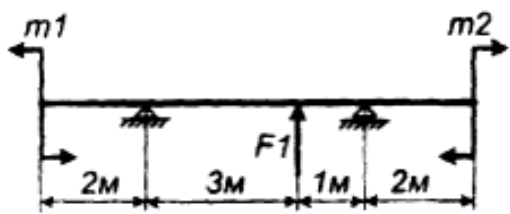
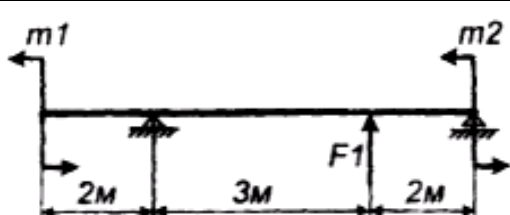
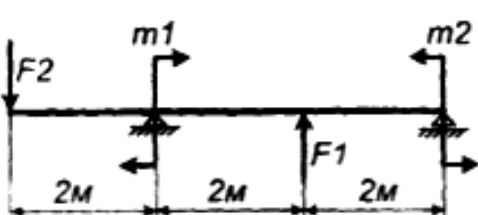
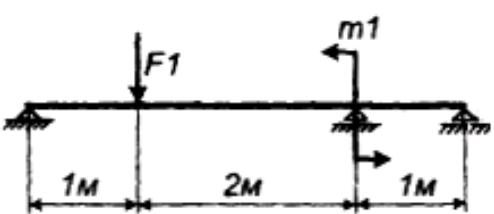
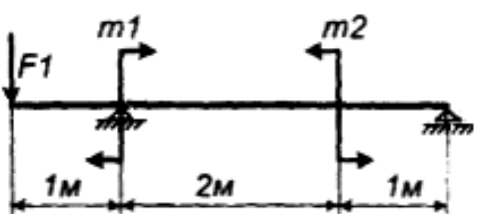
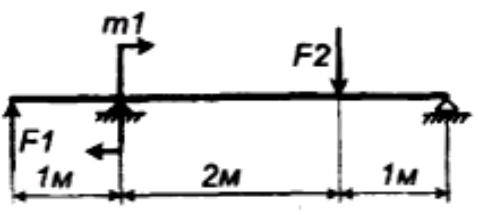
Откуда ширина – b и высота – h прямоугольного сечения балки определяются, как:

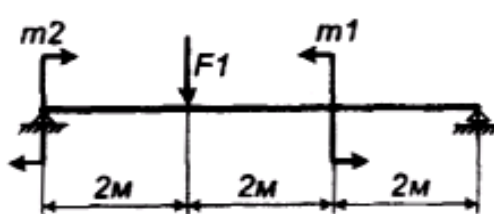
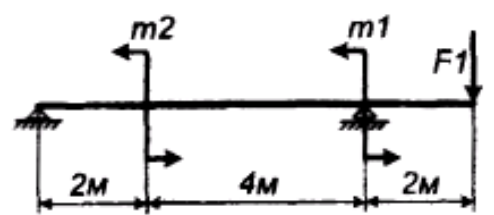
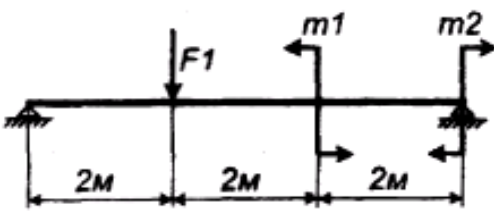
$$b = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot 116666}{4}} = 56 \text{ мм}, \quad h = 2 \cdot b = 2 \cdot 56 = 112 \text{ мм}.$$

Исходные данные к заданию 6.

Для балки, выбранной в соответствии с номером варианта, построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов. Определить размеры прямоугольного сечения балки Исходные данные для выполнения задания приведены ниже

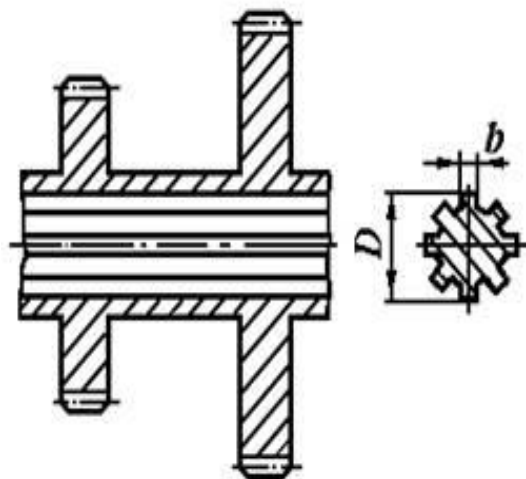
1.		M_1 , кНм	M_2 , кНм	F_1 , кН	F_2 , кН
		10	2	7	
		Сечение балки		h / b	$[\sigma]$, МПа
		Круг			160
2.		M_1 , кНм	M_2 , кНм	F_1 , кН	F_2 , кН
		12	10	14	
		Сечение балки		h / b	$[\sigma]$, МПа
		Квадрат			150
3.		M_1 , кНм	M_2 , кНм	F_1 , кН	F_2 , кН
		4	18	4	
		Сечение балки		h / b	$[\sigma]$, МПа
		прямоугольник		1,8	160
4.		M_1 , кНм	M_2 , кНм	F_1 , кН	F_2 , кН
		12	20	28	
		Сечение балки		h / b	$[\sigma]$, МПа
		прямоугольник		1,7	140

5.		M_1 , кНм	M_2 , кНм	F_1 , кН	F_2 , кН
		12	3	4	
		Сечение балки		h / b	$[\sigma]$, МПа
		прямоугольник		2	160
6.		M_1 , кНм	M_2 , кНм	F_1 , кН	F_2 , кН
		24	4	8	
		Сечение балки		h / b	$[\sigma]$, МПа
		Прямоугольник		1,8	120
7.		M_1 , кНм	M_2 , кНм	F_1 , кН	F_2 , кН
		2	6	6	
		Сечение балки		h / b	$[\sigma]$, МПа
		Круг			150
8.		M_1 , кНм	M_2 , кНм	F_1 , кН	F_2 , кН
		20	4	4	
		Сечение балки		h / b	$[\sigma]$, МПа
		Квадрат			150
9.		M_1 , кНм	M_2 , кНм	F_1 , кН	F_2 , кН
		10	16	4	2
		Сечение балки		h / b	$[\sigma]$, МПа
		Круг			140
10.		M_1 , кНм	M_2 , кНм	F_1 , кН	F_2 , кН
		4		24	2
		Сечение балки		h / b	$[\sigma]$, МПа
		Квадрат			160
11.		M_1 , кНм	M_2 , кНм	F_1 , кН	F_2 , кН
		12	5	1	
		Сечение балки		h / b	$[\sigma]$, МПа
		прямоугольник		1,9	160
12.		M_1 , кНм	M_2 , кНм	F_1 , кН	F_2 , кН
		3		4	10
		Сечение балки		h / b	$[\sigma]$, МПа
		прямоугольник		1,8	160

13.		M_1 , кНм	M_2 , кНм	F_1 , кН	F_2 , кН
		2	8	9	
		Сечение балки		h / b	$[\sigma]$, МПа
		Круг			160
14.		M_1 , кНм	M_2 , кНм	F_1 , кН	F_2 , кН
		12	20	22	
		Сечение балки		h / b	$[\sigma]$, МПа
		прямоугольник		1,8	140
15.		M_1 , кНм	M_2 , кНм	F_1 , кН	F_2 , кН
		10	4	30	
		Сечение балки		h / b	$[\sigma]$, МПа
		Круг			160

Задание 7.

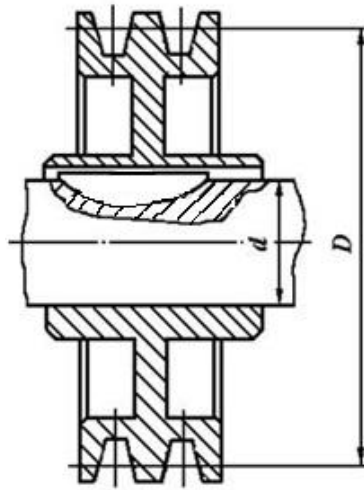
Подобрать по ГОСТ неподвижное шлицевое соединение шестерни с валом и проверить ее на прочность. Даны диаметр вала d и момент T . $[\sigma]=80$ МПа.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
d	26	30	32	36	40	26	30	32	36	38	30	28	28	26	26
T	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340

Задание 8.

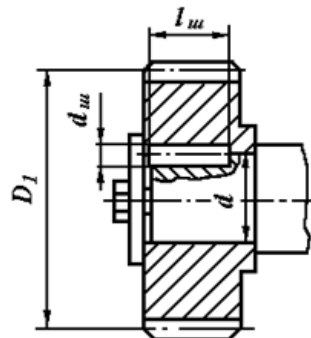
Подобрать сегментную шпонку, с помощью которой передается окружное усилие F_t на шкиве диаметром D , если наружный диаметр вала d . В расчетах принять $[\sigma]=150$ МПа.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
d	32	38	30	25	20	28	30	30	25	38	15	20	25	30	35
F_t	0,75	1,25	1,1	1	1,1	2,2	1,75	2,75	1,3	3,2	0,5	0,5	0,6	2,5	3
$D_{шк}$	450	400	300	200	100	115	200	100	150	200	110	120	130	140	150

Задание 9.

Зубчатое колесо закреплено на валу d при помощи цилиндрической шпонки (штифта) диаметром $d_{ш}$ и длиной $l_{ш}$. При перегрузке передачи шпонка оказалась срезанной. Определить окружное усилие на колесе диаметром D_1 , при котором произошел срез. $[\sigma]=150\text{МПа}$.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
$d_{ш}$	6	6	8	8	10	10	12	12	14	14
D_1	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650
$l_{ш}$	30	30	32	32	36	36	40	40	42	42
	11	12	13	14	15					
d	80	85	90	30	35					
$d_{ш}$	16	16	16	8	8					
D_1	700	750	800	210	260					
$l_{ш}$	45	45	45	32	32					

Задание 10.

Тихоходный вал вертикального редуктора установлен на двух радиальных однорядных шарикоподшипниках №. Работая при n оборотах в минуту, каждый

из подшипников нагружен радиальным усилием F_r . Нагрузка с умеренными толчками, вращается внутреннее кольцо. Определить номинальную долговечность этого подшипника.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Подшип- ник	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213
n	500	525	550	575	600	625	650	675	700	725
F_r	2100	2200	2300	2400	2500	2600	2700	2800	2900	3000
	11	12	13	14	15					
Подшип- ник	214	215	216	304	305					
n	750	775	800	825	850					
F_r	3100	3200	3300	3400	3500					

Задание 11.

Выходной вал механизма поворота опирается на два шариковых радиальных однорядных подшипника. Частота вращения вала n . Радиальная нагрузка на каждый подшипник F_r . Оба подшипника имеют одинаковые размеры. Коэффициент радиальной нагрузки $X=1$, коэффициент осевой нагрузки $Y=0$. Рабочая температура подшипника 130°C . Желаемая долговечность L_h ч. Диаметр вала должен быть не менее 30 мм. Подобрать подшипник. $K_t=1,05$. $K_b=1$. $V=1$ (вращается внутреннее кольцо). $a_1=1$. $a_2=1$.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2500
L_h	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000	11000	12000	13000
F_r	2500	2600	2700	2800	2900	3000	3100	3200	3300	3400
	11	12	13	14	15					
n	1600	1700	1800	1900	2000					
L_h	3200	3400	3600	3800	4000					
F_r	2400	2550	2700	2850	3000					

Задание 12.

Подобрать коническо-радиальный подшипник для вала червячного редуктора. Частота вращения n . Длина не значительна. Радиальная нагрузка действует на вал симметрично относительно опор и равна F_r . Осевая нагрузка F_a . Желаемая долговечность L_h .

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400
L_h	5000	5500	6000	6500	7000	7500	8000	8500	9000	9500
F_r	4500	4600	4700	4800	4900	5000	5100	5200	5300	5400
F_a	2250	2300	2350	2400	2450	2500	2550	2600	2650	2700
	11	12	13	14	15					
n	100	200	300	400	500					
L_h	500	1000	1500	2000	2500					
F_r	100	200	300	400	500					
F_a	50	100	150	200	250					

Задание 13.

Определите контактные напряжения в прямозубой эвольвентной зубчатой передаче внешнего зацепления, если крутящий момент, передаваемый зубчатым колесом T_2 ; диаметр начальной окружности d_{w1} ; передаточное число u ; ширина венца колеса b_{w2} ; КПД зубчатой передачи $\eta=0,96$. Принять коэффициент нагрузки $k_h=1,3$.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T_2	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400
d_{w1}	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145
u	2,11	2,15	2,19	2,23	2,27	2,31	2,35	2,39	2,43	2,47
b_{w2}	50	50	50	50	50	55	55	55	55	55
	11	12	13	14	15					
T_2	2500	2600	2700	2800	2900					
d_{w1}	150	155	160	165	170					
u	0,04	0,08	0,12	0,16	0,2					
b_{w2}	60	60	60	60	60					

Задание 14.

Определите силы, действующие на валы цилиндрической косозубой передачи, если крутящий момент на валу колеса T_2 ; передаточное число u ; КПД равно 0,97; межосевое расстояние a_w ; угол наклона зуба $\beta=8^\circ$.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
u	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4	4,1	4,2	4,3	4,4
a_w	95	100	105	110	120	125	130	140	150	160
T_2	7500	8000	8500	9000	9500	10000	10500	11000	11500	12000
	11	12	13	14	15					
u	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9					
a_w	95	100	105	110	120					
T_2	7750	8250	8750	9250	9750					

Задание 15.

Определить отношение массы сплошного вала и масса полого при α ($d_{пв}/D_{пв}$) равном определенному значению. Момент, передаваемый валами T . Допускаемое напряжение $[\tau]=15$ МПа. Длину валов принять равной.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
α	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9
T	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700
	11	12	13	14	15					
α	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65					
T	250	300	350	400	450					