

Задания №1. Определение реакций опор составной конструкции.

Конструкция состоит из двух частей. Установить, при каком способе соединения двух частей конструкции модуль реакции, указанный на рис. 5.0 – 5.9, **НАИМЕНЬШИЙ**, и для этого варианта конструкции определить реакции опор и соединения С.





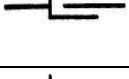

На рис. 5.0 – 5.9 показан первый способ соединения С – с помощью шарнира. Второй способ соединения – с помощью скользящей заделки, показан в табл. 5.

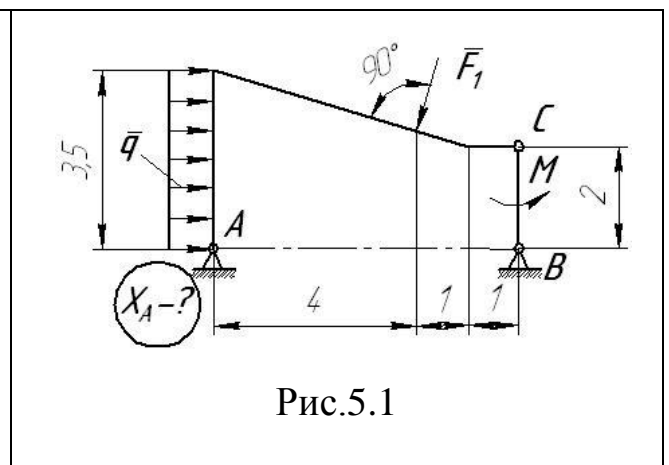
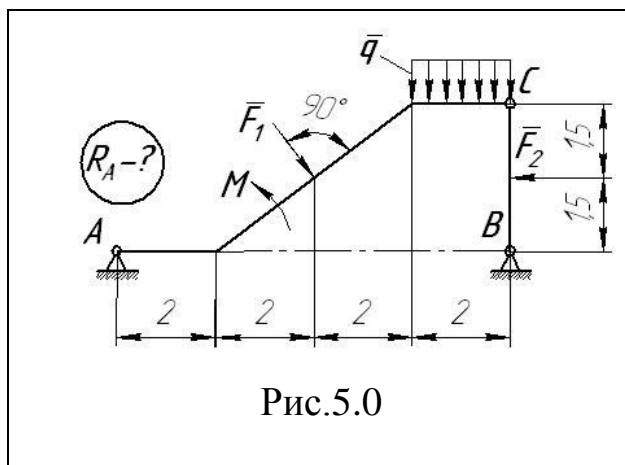
Примечание: задание выбирается по двум последним цифрам студенческого билета. Предпоследняя цифра соответствует номеру рисунка, последняя – номеру варианта исходных данных в табл.4.

Таблица 4

Номер условия	F_1	F_2	M	q
	<i>kH</i>	<i>kH</i>	<i>kH м</i>	<i>kH/м</i>
0	5	7	24	1
1	6	10	22	12
2	7	9	20	14
3	8	7	18	16
4	9	6	16	18
5	10	8	25	2
6	11	7	20	2
7	12	6	15	22
8	13	9	17	3
9	14	8	20	2

Таблица 5

Номер рисунка	Вид скользящей заделки
0, 1, 2	
3	
4	
5, 6, 7	
8	
9	



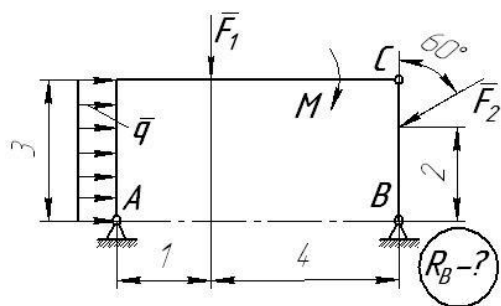


Рис.5.2

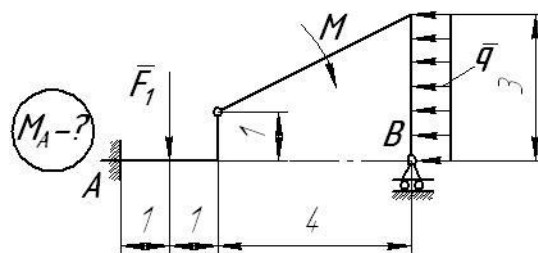


Рис.5.3

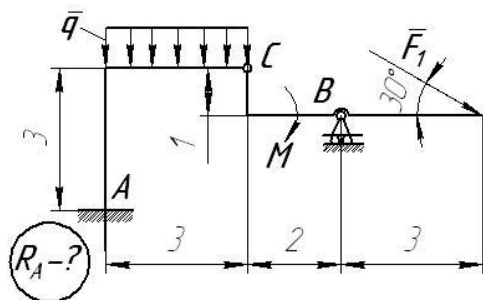


Рис.5.4

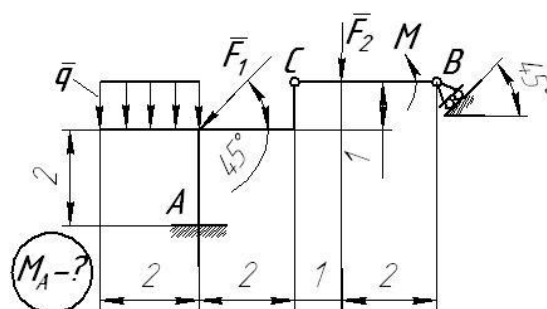


Рис.5.5

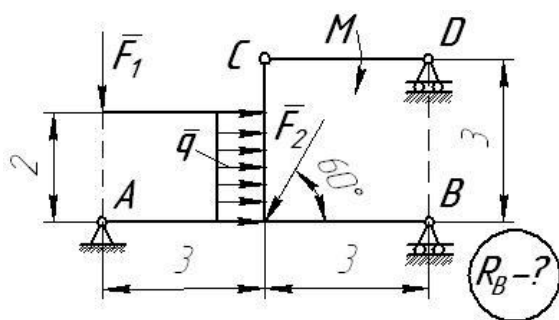


Рис.5.6

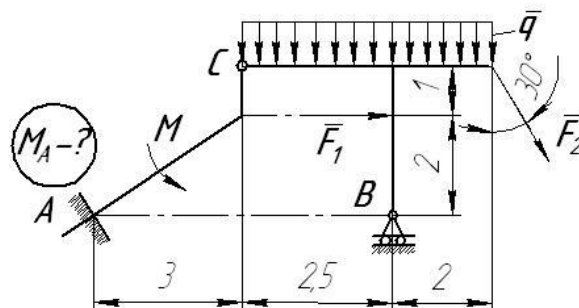


Рис.5.7

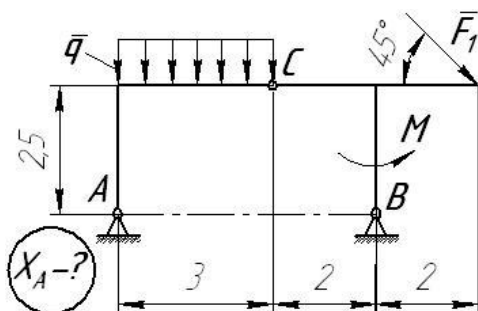


Рис.5.8

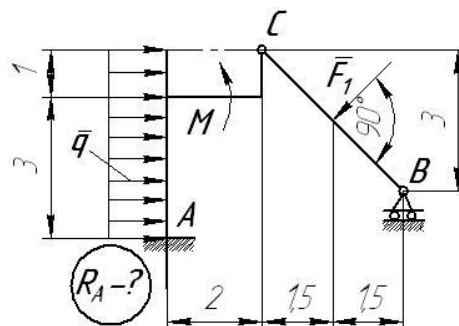


Рис.5.9

Пример выполнения задания №.1

Дано: $P_1 = 5 \text{ кН}$, $P_2 = 7 \text{ кН}$; $M = 22 \text{ кН} \cdot \text{м}$; $q = 2 \text{ кН/м}$; $\alpha = 60^\circ$.

Определить внешние и внутренние реакции опор, для того способа соединения С (шарнир или скользящая заделка), при котором модуль реакции опоры А **наименьший**.

Решение.

1. Определение реакций опоры А при шарнирном соединении в точке С.

Рассмотрим систему уравновешивающихся сил, приложенных ко всей конструкции (рис. 5.11). Составим уравнение моментов сил относительно точки В. Для упрощения вычисления момента силы P_1 разложим ее на вертикальную и горизонтальную составляющие:

$$F_1' = F_1 \cdot \cos 60^\circ = 2,5 \text{ кН};$$

$$F_1'' = F_1 \cdot \sin 60^\circ = 4,33 \text{ кН},$$

$$\sum M_{iB} = 0; \quad F_1' \cdot 3 + F_1'' \cdot 8 - Q \cdot 1 - Y_A \cdot 5 + X_A \cdot 1 - M + P_2 \cdot 1,8 = 0, \quad (1)$$

где $Q = q \cdot 4 = 2 \cdot 4 = 8 \text{ кН}$.

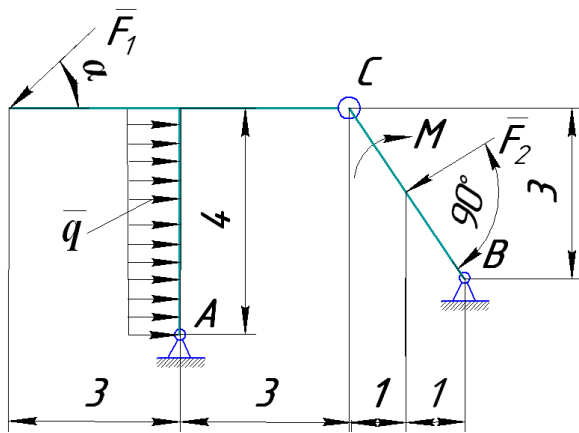


Рис.5.10

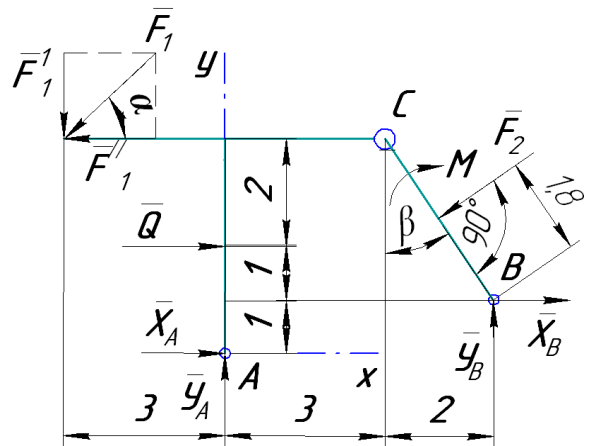


Рис.5.11

После подстановки данных и вычислений уравнение (1) получает вид:

$$X_A - 5 \cdot Y_A = -24,74 \text{ кН}. \quad (1^*)$$

Второе уравнение с неизвестными X_A и Y_A получим, рассмотрев систему уравновешивающихся сил, приложенных к части конструкции, расположенной левее шарнира С (рис.5.12):

$$\sum M_{iC} = 0; \quad F_1'' \cdot 6 + Q \cdot 2 - Y_A \cdot 3 + X_A \cdot 4 = 0,$$

и после вычислений

$$Y_A = -41,98 \text{ кН}. \quad (2^*)$$

Решая систему уравнений (1^{*}) и (2^{*}), находим:

$$X_A = -7,97 \text{ кН}, \quad Y_A = 3,36 \text{ кН}.$$

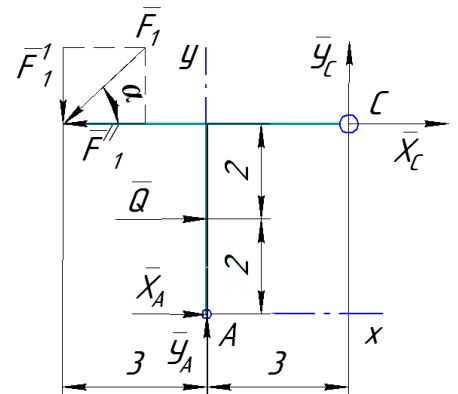


Рис.5.12

Модуль реакции опоры А при шарнирном соединении в точке С равен

$$R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2} = \sqrt{7,97^2 + 3,36^2} = 8,65 \text{ кН} .$$

Расчетная схема при соединении частей конструкции в точке С скользящей заделкой показана на рис. 5.13.

Системы сил, показанные на рис. 5.11 и 5.134, ничем друг от не отличаются.

Поэтому уравнение (1*) остается в силе.

Для получения второго уравнения рассмотрим систему уравнивающих сил, приложенных к части конструкции, расположенной левее скользящей заделки С (рис. 5.14,а).

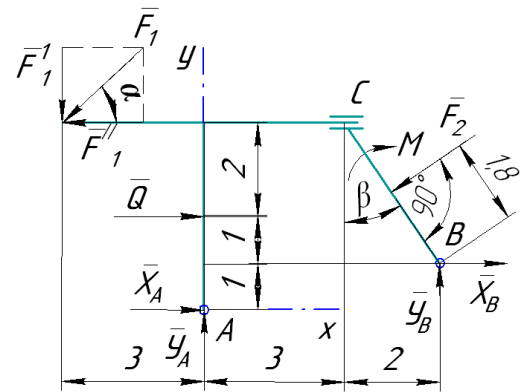


Рис.5.13

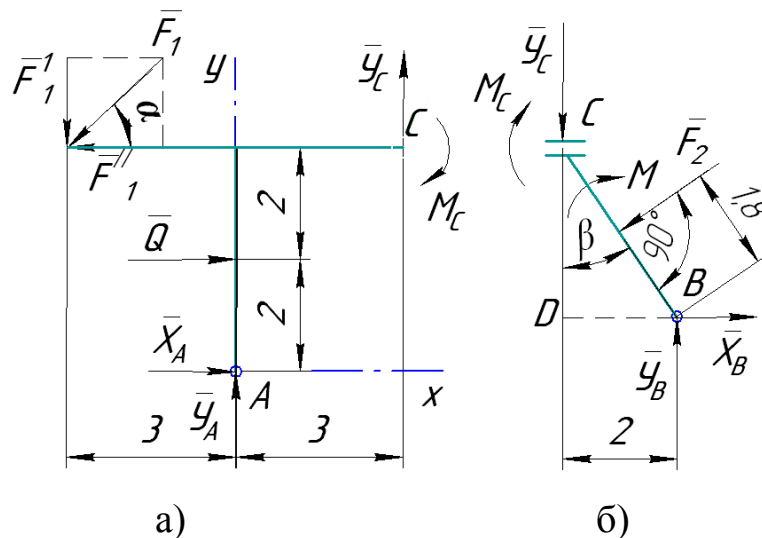


Рис.5.14

Составим уравнение равновесия:

$$\Sigma X_i = 0; \quad X_A + Q - F_1' = 0, \quad (3)$$

откуда

$$X_A = - 5,50 \text{ кН},$$

а из уравнения (1*) находим $Y_A = 3,85 \text{ кН}$.

Тогда, модуль реакции опоры А при скользящей заделке в С равен:

$$R_A^* = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2} = \sqrt{5,50^2 + 3,85^2} = 6,71 \text{ кН}$$

Итак, при соединении в точке С скользящей заделкой модуль реакции опоры А меньше, чем при шарнирном соединении (~ на 22%).

Найдем составляющие реакции опоры В и скользящей заделки.

Для левой от С части (рис. 5.14,а)

$$\Sigma Y_i = 0; \quad - F_1'' + Y_A + Y_c = 0, \quad (4)$$

откуда

$$Y_C = F_1'' - Y_A = 0,48 \text{ кН.}$$

Составляющие реакции опоры В и момент в скользящей заделке найдем из уравнений равновесия, составленных для правой от С части конструкции (рис. 5.14,б):

$$\sum M_{iB} = 0; \quad M_C + Y_C \cdot 2 - M + F_2 \cdot 1,80 = 0, \quad (5)$$

$$\sum X_i = 0; \quad -F_2 \cdot \cos \beta + X_B = 0, \quad (6)$$

$$\sum Y_i = 0; \quad -Y_C + Y_B - F_2 \cdot \sin \beta = 0. \quad (7)$$

Из прямоугольного треугольника BCD

$$\sin \beta = BD/BC = 2,0/\sqrt{2^2 + 3^2} = 2,0/3,61 = 0,555;$$

$$\cos \beta = CD/BC = 3,0/3,61 = 0,832.$$

Решая уравнения (5) - (7), найдем M_C , X_B , Y_B :

$$M_C = 8,44 \text{ кН}\cdot\text{м}; \quad X_B = 5,82 \text{ кН}; \quad Y_B = 4,37 \text{ кН.}$$

Для проверки правильности проведённого решения, составим уравнение равновесия для сил, приложенных ко всей конструкции (см. рис. 2), которое ранее не использовалось.

Например:

$$\begin{aligned} \sum M_{iA} &= P' \cdot 4 + P'' \cdot 3 - Q \cdot 2 - M - P_2 \sin \beta \cdot 4 + P_2 \cos \beta \cdot 2,5 - X_B \cdot 1 + Y_B \cdot 5 = \\ &= 2,5 \cdot 4 + 4,33 \cdot 3 - 8 \cdot 2 - 22 - 7 \cdot 0,555 \cdot 4 + 7 \cdot 0,832 \cdot 2,5 - 5,82 \cdot 1 + 4,37 \cdot 5 = \\ &= 59,40 - 59,36 \sim 0. \end{aligned}$$

Результаты расчета сведем в таблицу 6.

Таблица 6

Вид соединения С	Силы, кН						Момент, кН·м
	X_A	Y_A	R_A	Y_C	X_B	Y_B	M_C
Для схемы на рис.5.11	-7,97	3,36	8,65	—	—	—	—
Для схемы на рис.5.13	-5,50	3,85	6,71	±0,48	5,82	4,37	±8,44