

Задача С2

Конструкция состоит из жесткого угольника и стержня, которые в точке С или соединены друг с другом шарнирно (рис. С2.0 – С2.5), или свободно опираются друг о друга (рис. С2.6-С2.9).

На каждую конструкцию действуют: пара сил с моментом $M=60$ кН·м, равномерно распределенная нагрузка интенсивности $q = 20$ кН/м и еще две силы. В табл. С2 и С2а указано, на каком участке и в каком направлении действует распределенная нагрузка. Определить реакции связей, вызванные заданными нагрузками. При окончательных расчетах принять $a = 0,2$ м.

Указания. Задача С2 на равновесие системы тел, находящихся под действием плоской системы сил.

Таблица С2

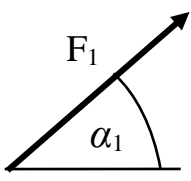
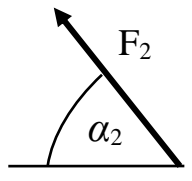
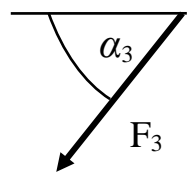
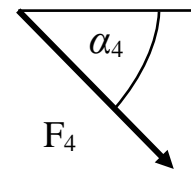

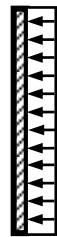
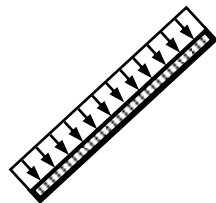
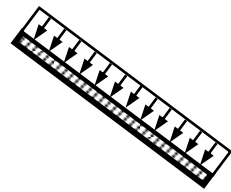
Сила									Участок
	$F_1 = 10$ кН		$F_2 = 20$ кН		$F_3 = 30$ кН		$F_4 = 40$ кН		
Номер условия	Точка приложения	α_1 , град	Точка приложения	α_2 , град	Точка приложения	α_3 , град	Точка приложения	α_4 , град	
0	К	60	-	-	Н	30	-	-	CL
1	-	-	L	60	-	-	E	30	СК
2	L	15	-	-	К	60	-	-	АЕ
3	-	-	К	30	-	-	Н	60	CL
4	L	30	-	-	E	60	-	-	СК
5	-	-	L	75	-	-	К	30	АЕ
6	E	60	-	-	К	75	-	-	CL
7	-	-	Н	60	L	30	-	-	СК
8	-	-	К	30	-	-	E	15	CL
9	Н	30	-	-	-	-	L	60	СК

Таблица С2а

Участок на угольнике		Участок на стержне	
горизонтальный	вертикальный	рис. С.1,2,4,6,8	рис.С.0,3,5,7,9
			

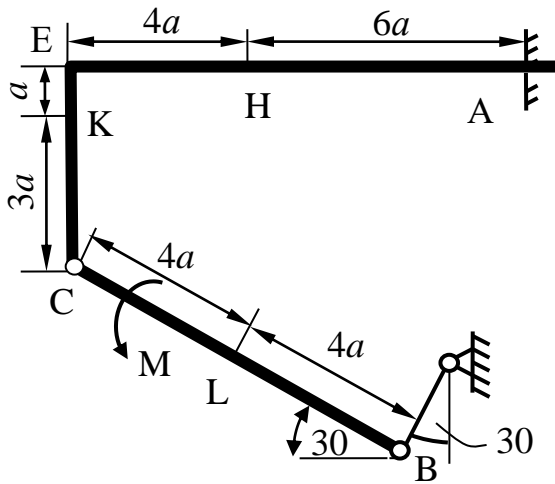


Рис. С2.0

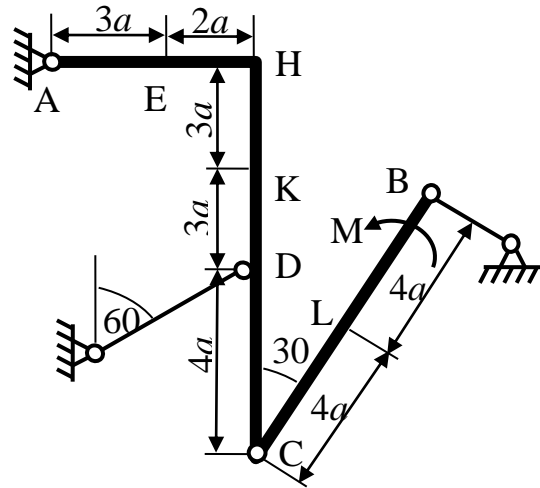


Рис. С2.1

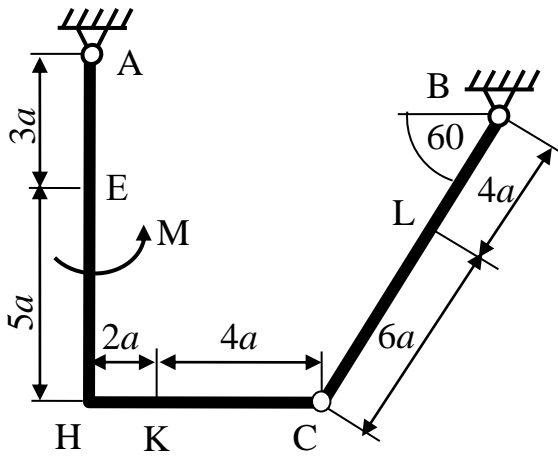


Рис. С2.2

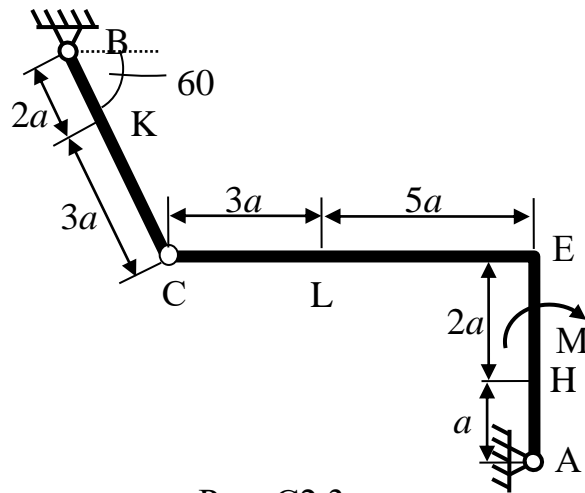


Рис. С2.3

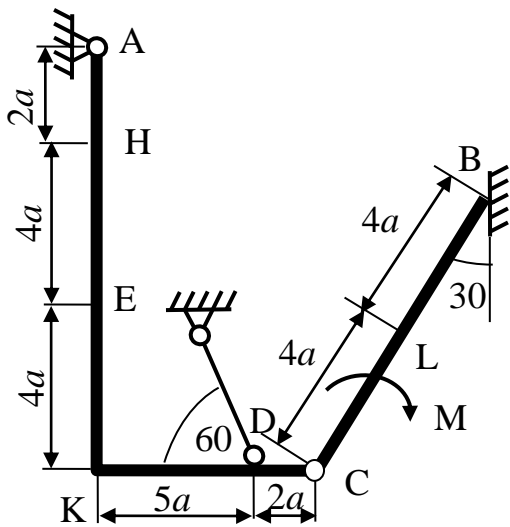


Рис. С2.4

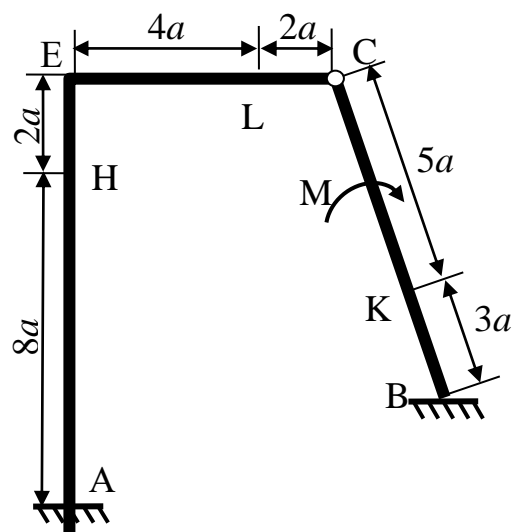


Рис. С2.5

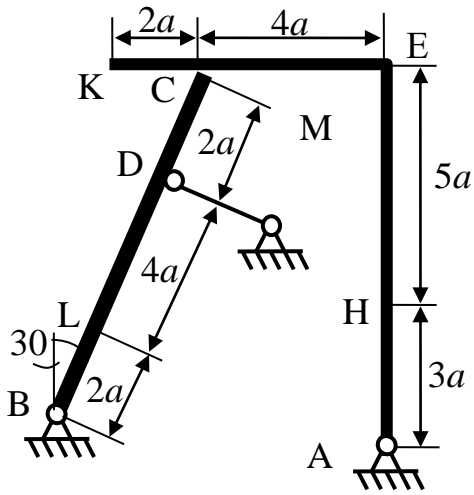


Рис. C2.6

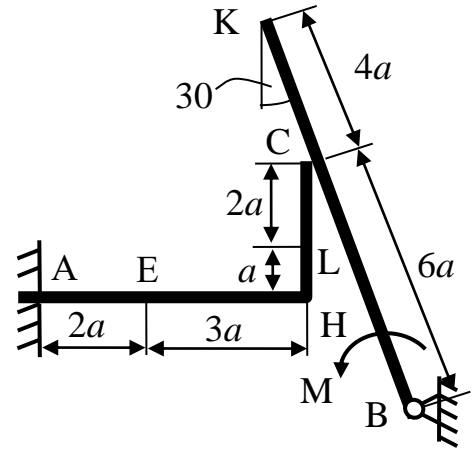


Рис. C2.7

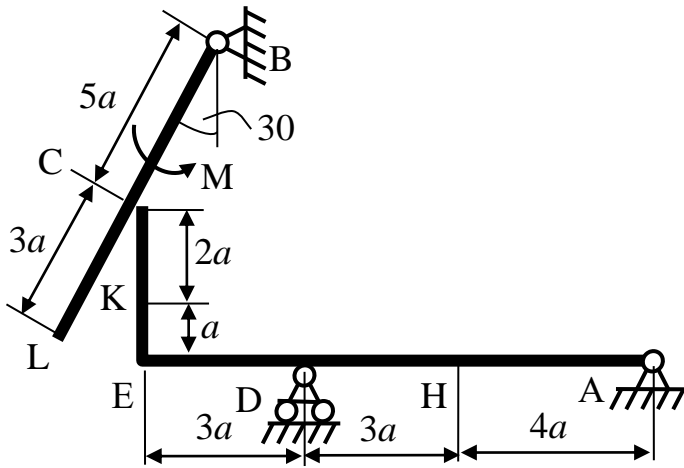


Рис. C2.8

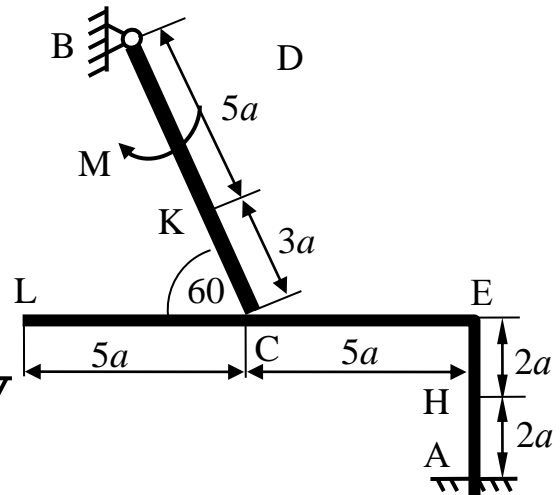


Рис. C2.9

Пример C2.

На угольник ABC ($\angle ABC = 90^\circ$), конец A которого жестко заделан, в точке C опирается стержень DE (рис. C2 а).

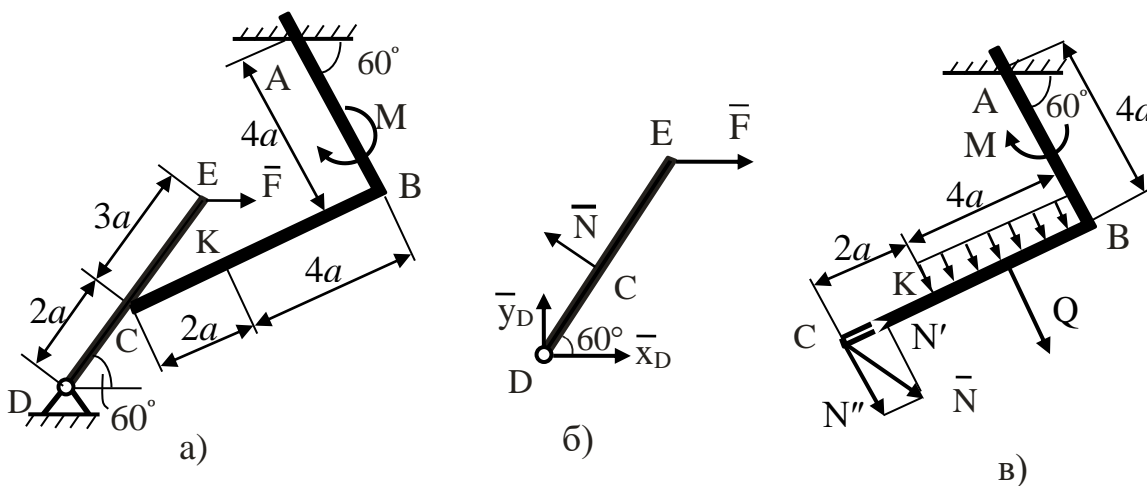


Рис. C2

Стержень имеет в точке D неподвижную шарнирную опору, и к нему приложена сила \bar{F} , а к угольнику – равномерно распределенная на участке KB нагрузка интенсивности q и пара сил с моментом M .

Дано: $F=10$ кН, $M=5$ кН·м, $q=20$ кН/м, $a=0,2$ м. Определить: реакции в точках A, C, D, вызванные заданными нагрузками.

Решение.

1. Для определения реакции расчленим систему и рассмотрим сначала равновесие стержня DE (рис. С2 б). Проведем координатные оси x и y и изобразим действующие на стержень силы: силу \bar{F} , реакцию \bar{N} , направленную перпендикулярно стержню, и составляющие \bar{X}_D и \bar{Y}_D реакции шарнира D. Для полученной плоской системы сил составляем три уравнения равновесия:

$$\sum F_{kx} = 0, \quad X_D + F - N \sin 60^\circ = 0; \quad (\text{C2.1})$$

$$\sum F_{ky} = 0, \quad Y_D + N \cos 60^\circ = 0; \quad (\text{C2.2})$$

$$\sum m_D(\bar{F}_k) = 0, \quad N \cdot 2a - F \cdot 5a \sin 60^\circ = 0. \quad (\text{C2.3})$$

2. Теперь рассмотрим равновесие угольника (рис. С2 в). На него действуют сила давления стержня \bar{N}' , направленная противоположно реакции \bar{N} , равномерно распределенная нагрузка, которую заменяем силой \bar{Q} , приложенной в середине участка KB (численно $Q = q \cdot 4a = 16$ кН), пара сил с моментом M и реакция жесткой заделки, слагающаяся из силы, которую представим составляющими \bar{X}_A, \bar{Y}_A , и пары с моментом M_A . Для этой плоской системы сил тоже составляем три уравнения равновесия:

$$\sum F_{kx} = 0, \quad X_A + Q \cos 60^\circ - N' \sin 60^\circ = 0; \quad (\text{C2.1})$$

$$\sum F_{ky} = 0, \quad Y_A - Q \sin 60^\circ - N' \cos 60^\circ = 0; \quad (\text{C2.2})$$

$$\sum m_A(\bar{F}_k) = 0, \quad M_A + M + Q \cdot 2a + N' \cos 60^\circ \cdot 4a + N' \cos 30^\circ \cdot 6a = 0. \quad (\text{C2.3})$$

При вычислении момента силы разлагаем ее на составляющие \bar{N}'_1 и \bar{N}'_2 и применяем теорему Вариньона. Подставив в составленные уравнения числовые значения заданных величин и решив систему уравнений (C2.1) – (C2.6), найдем искомые реакции. При решении учитываем, что численно $N'=N$ в силу равенства действия и противодействия.

Ответ:

$$N = 21,7 \text{ кН}, \quad Y_D = -10,8 \text{ кН}; \quad X_D = 8,8 \text{ кН},$$

$$X_A = -26,8 \text{ кН}, \quad Y_A = 24,7 \text{ кН}, \quad M_A = -42,6 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

Знаки указывают, что силы \bar{Y}_D, \bar{X}_A и момент M_A направлены противоположно показанным на рисунках.