

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Энергетический институт

Кафедра теоретической и
прикладной механики



ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ №1

Тема: «Определение реакций связей, наложенных на невесомую
уравновешенную раму»

Работу выполнил

студент группы 5Б22 _____ *Иванов И.И.*
(дата, подпись)

Руководитель _____ *Дробчик В.В.*
(дата, подпись)

Томск – 2009

Определение реакций связей, наложенных на невесомую уравновешенную раму

Пример выполнения задания.

Дано: схема конструкции (рис. 1);
 $G = 3 \text{ кН}$; $P_1 = 2 \text{ кН}$; $P_2 = 0$; $P_3 = 5 \text{ кН}$;
 $q = 8 \text{ кН/м}$; $M = 4 \text{ кН} \cdot \text{м}$; $\alpha_1 = 30^\circ$;
 $\alpha_2 = 60^\circ$; $a = 1 \text{ м}$. Рама невесома.
 Система находится в равновесии.

Определить реакции связей, наложенных на невесомую уравновешенную раму.

Решение.

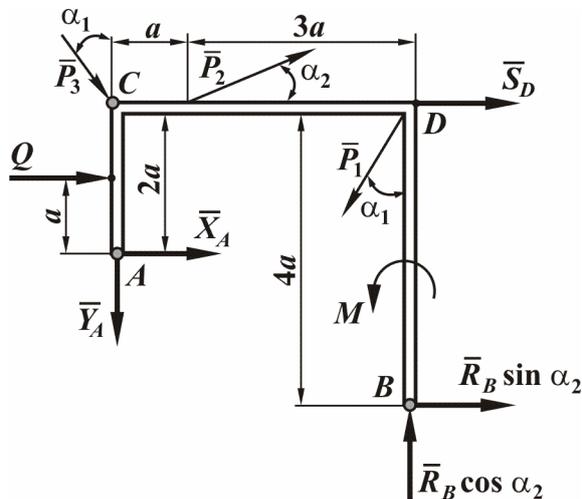


Рис. 2

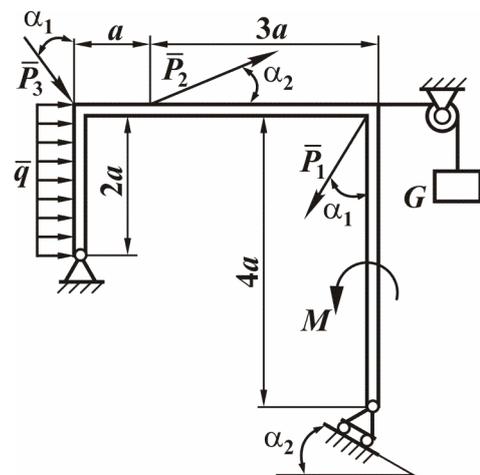


Рис. 1

Заменим связи, наложенные на раму, их реакциями (см. рис. 2). Направление реакции шарнира A неизвестно, следовательно, определяем составляющие по осям координат \bar{X}_A и \bar{Y}_A . Реакция \bar{R}_B подвижной опоры направлена перпендикулярно плоскости опоры и разложена на составляющие $\bar{R}_B \cdot \cos \alpha_2$ и $\bar{R}_B \cdot \sin \alpha_2$. Реакция нити \bar{S}_D направлена по нити в сторону натяжения и равна по величине весу груза, т.е. $\bar{S}_D = G = 3 \text{ кН}$.

Равномерно распределённую нагрузку интенсивностью q заменим её равнодействующей $Q = 2a \cdot q = 2 \cdot 1 \cdot 8 = 16 \text{ кН/м}$, приложенной в середине участка AC.

Для плоской системы сил, приложенных к раме, составим три уравнения равновесия:

$$\begin{aligned} \sum M_A &= 0; \\ \sum X_i &= 0; \\ \sum Y_i &= 0. \end{aligned}$$

Индивидуальное задание №1				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.	Иванов И.И.			
Провер.	Дробчик В.В.			
Реценз.				
Н. Контр.				
Утв.				
Определение реакций связей			Лит.	Лист
			2	3
ТПУ ЭЛТИ группа 9А82				

$$\sum M_A = -Q \cdot a - P_3 \cdot \sin \alpha_1 \cdot 2a - P_2 \cdot \cos \alpha_2 \cdot 2a + P_2 \cdot \sin \alpha_2 \cdot a - S_D \cdot 2a + P_1 \cdot \sin \alpha_1 \cdot 2a - P_1 \cdot \cos \alpha_1 \cdot 4a + ; \quad (1)$$

$$M + R_B \cdot \sin \alpha_2 \cdot 2a + R_B \cdot \cos \alpha_2 \cdot 4a = 0$$

$$\sum X_i = X_A + Q + P_3 \cdot \sin \alpha_1 + P_2 \cdot \cos \alpha_2 + ; \quad (2)$$

$$+ S_D - P_1 \cdot \sin \alpha_1 + R_B \cdot \sin \alpha_2 = 0$$

$$\sum Y_i = -Y_A - P_3 \cdot \cos \alpha_1 + P_2 \cdot \sin \alpha_2 - P_1 \cdot \cos \alpha_1 + R_B \cdot \cos \alpha_1 = 0. \quad (3)$$

Из уравнения (1) определяем реакцию связи опоры B , принимая $P_2 = 0$:

$$R_B = \frac{(+Q \cdot a + P_3 \cdot \sin \alpha_1 \cdot 2a + S_D \cdot 2a - P_1 \cdot \sin \alpha_1 \cdot 2a + P_1 \cdot \cos \alpha_1 \cdot 4a - M)}{\sin \alpha_2 \cdot 2a + \cos \alpha_2 \cdot 4a};$$

$$R_B = \frac{(+16 \cdot 1 + 5 \cdot 1/2 \cdot 2 + 3 \cdot 2 - 2 \cdot 1/2 \cdot 2 + 2 \cdot \sqrt{3}/2 \cdot 4 - 4)}{\sqrt{3}/2 \cdot 2 + 1/2 \cdot 4} = +7,4833 \text{ кН.}$$

Из уравнения (2) определяем X_A :

$$X_A = -Q - P_3 \cdot \sin \alpha_1 - S_D + P_1 \cdot \sin \alpha_1 - R_B \cdot \sin \alpha_2;$$

$$X_A = -16 - 5 \cdot 1/2 - 3 + 2 \cdot 1/2 - 7,4833 \cdot \sqrt{3}/2 = -26,9807 \text{ кН.}$$

Из уравнения (3) определяем Y_A :

$$Y_A = -P_3 \cdot \cos \alpha_1 + P_2 \cdot \sin \alpha_2 - P_1 \cdot \cos \alpha_1 + R_B \cdot \cos \alpha_1;$$

$$Y_A = -5 \cdot \sqrt{3}/2 - 2 \cdot \sqrt{3}/2 + 7,4833 \cdot \sqrt{3}/2 = +0,4185 \text{ кН.}$$

Знаки плюс, полученные при вычислении, означают, что выбранные направления векторов $\bar{R}_B \cdot \cos \alpha_2$; $\bar{R}_B \cdot \sin \alpha_2$ и Y_A совпадают с их действительными направлениями; знак минус при вычислении величины вектора X_A указывает на то, что вектор направлен в противоположную сторону от показанного на рисунке.

Для определения правильности вычисленных величин реакций связи составляем уравнение равновесия относительно произвольно выбранной точки (точки C):

$$\sum M_C = +Q \cdot a + X_A \cdot 2a + P_2 \cdot \sin \alpha_2 \cdot a - P_1 \cdot \cos \alpha_1 \cdot 4a + ;$$

$$+ M + R_B \cdot \sin \alpha_2 \cdot 4a + R_B \cdot \cos \alpha_2 \cdot 4a = 0$$

$$\sum M_C = +16 \cdot 1 + (-26,9807 \cdot 2) - 2 \cdot \sqrt{3}/2 \cdot 4 + 4 -$$

$$+ 7,4833 \cdot \sqrt{3}/2 \cdot 4 + 7,4833 \cdot 1/2 \cdot 4 = 0$$

					Индивидуальное задание №1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3