

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Решение

Система может выйти из состояния равновесия, если телу веса G_1 удастся повернуть барабан. Рассмотрим равновесие этого тела (рисунок 2). На груз действует система сходящихся в одной точке сил G_1 и T следовательно, составим два уравнения равновесия:

$$\sum F_{ix} = 0; \quad 0 = 0$$

$$\sum F_{iy} = 0; \quad T - G_1 = 0$$

Рассмотрим равновесие ступенчатого барабана. В точке O механическая связь – цилиндрический шарнир. На схеме ее действие заменяем двумя составляющими

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата											
Разраб.		Механиков			Расчетно-графическая работа №2					Лит.	Лист	Листов			
Пров.		Кракова											1		
Н.										БелГУТ кафедра «ТФ и ТМ»					
УТВ.															

Равнодействующая силы реакции цилиндрического шарнира

$$R_O = \sqrt{R_{Ox}^2 + R_{Oy}^2} = \sqrt{(-457)^2 + 1793^2} = 1850 \text{ Н.}$$

Рассмотрим равновесие тормозного штока AB . В точках A и B механическая связь – подшипник, ей соответствует одна реакция: в точке A – R_A , в точке B – R_B . (рисунок 3)

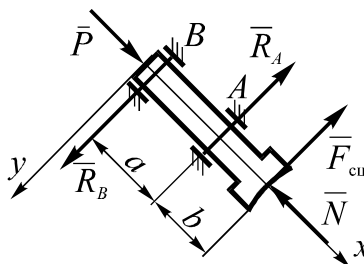


Рисунок 3

Силы, действующие на шток, не сходятся в одной точке, поэтому запишем три уравнения равновесия.

$$\sum F_{ix} = 0; \quad P - N = 0; \quad (1.4)$$

$$\sum F_{iy} = 0; \quad -R_B - F_{сц} - R_A = 0; \quad (1.5)$$

$$\sum M_B(F) = 0; \quad R_A \cdot a + F_{сц} \cdot (a + b) = 0; \quad (1.6)$$

Решаем полученные уравнения. Из уравнения (1.4) находим, что $P = N = 9177 \text{ Н.}$

Из уравнения (1.6) находим реакцию R_A

$$R_A = -\frac{F_{сц} \cdot (a + b)}{a} = -\frac{275(0,7 + 0,2)}{0,7} = -34,7 \text{ Н.}$$

Из уравнения (1.5) находим реакцию R_B

$$R_B = -F_{сц} - R_A = -275 + 34,7 = 240,3 \text{ Н.}$$

Ответ: $P = 9177 \text{ Н, } R_B = 240,3 \text{ Н, } R_A = 34,7 \text{ Н.}$

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. Инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист
					3

С-7 Равновесие тела под действием пространственной системы сил

Однородная плита $ABCD$ находится под действием силы тяжести G , сосредоточенной силы $\bar{P}$ и равномерно распределенной нагрузки интенсивности q (рисунок 4).

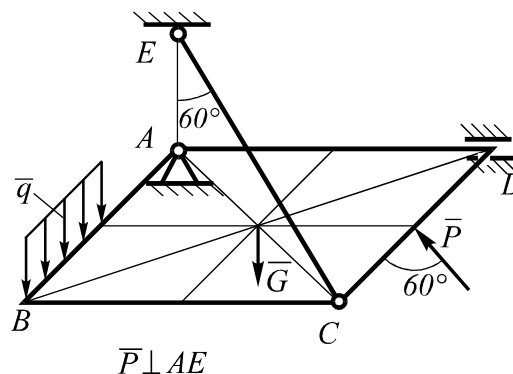


Рисунок 4

Дано: $AB = 1 \text{ м}$; $BC = 2 \text{ м}$; $P = 9 \text{ кН}$;
 $q = 12 \text{ кН/м}$, $G = 10 \text{ кН}$.

Решение

Реакцию невесомого стержня EC , обозначенную буквой $\bar{S}$, направляем вдоль стержня. Реакцию сферического шарнира A раскладываем на три составляющие R_{Ax} , R_{Ay} , R_{Az} . Реакцию цилиндрического шарнира D раскладываем на две составляющие R_{Dx} , R_{Dz} (рисунок 5).

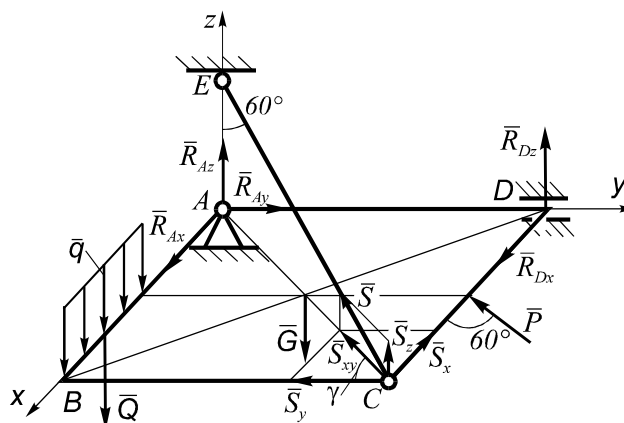


Рисунок 5 – Расчетная схема

Равномерно распределенную нагрузку заменяем сосредоточенной силой

$$Q = q \frac{AB}{2} = 6 \text{ кН}.$$

Составляем уравнения равновесия плиты. Поскольку на нее действует произвольная пространственная система сил, то имеем шесть уравнений:

$$\sum F_{ix} = 0; \quad R_{Ax} + R_{Dx} - P \cos 60^\circ - S \sin 60^\circ \sin \gamma = 0; \quad (2.1)$$

$$\sum F_{iy} = 0; \quad R_{Ay} - P \sin 60^\circ - S \sin 60^\circ \cos \gamma = 0; \quad (2.2)$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		4

$$\sum F_{iz} = 0; \quad R_{Az} + R_{Dz} - G - Q + S \cos 60^\circ = 0; \quad (2.3)$$

$$\sum M_{xi}=0; \quad R_{Dz} \cdot AD + S \cos 60^\circ \cdot AD - G \cdot \frac{AD}{2} = 0; \quad (2.4)$$

$$\sum M_{yi} = 0; \quad -S \cos 60^\circ \cdot AB + G \cdot \frac{AB}{2} + Q \cdot \frac{3}{4} AB = 0; \quad (2.5)$$

$$\sum M_{zi} = 0; \quad -R_{Dx} \cdot AD - P \sin 60^\circ \cdot \frac{AB}{2} + P \cos 60^\circ \cdot BC = 0. \quad (2.6)$$

Из треугольника ABC находим

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{AB}{BC} = \frac{1}{2}, \quad \cos \gamma = \frac{2}{\sqrt{5}} = 0,894, \quad \sin \gamma = \frac{1}{\sqrt{5}} = 0,447.$$

Решаем полученную систему уравнений. Из уравнения (2.5) находим:

$$S = \frac{0,5G + 0,75Q}{\cos 60^0} = \frac{0,5 \cdot 10 + 0,75 \cdot 6}{0,5} = 19 \text{ кН.}$$

Из уравнения (2.6) имеем:

$$R_{Dx} = \frac{1}{2} [P(2 \cos 60^\circ - 0,5 \sin 60^\circ)] = \frac{1}{2} [9 \cdot (2 \cdot 0,5 - 0,5 \cdot 0,866)] = 2,551 \text{ kH.}$$

Уравнение (2.4) дает:

$$R_{Dz} = \frac{G}{\gamma} - 2S \cos 60^\circ = \frac{10}{2} - 2 \cdot 19 \cdot 0,5 = -4,5 \text{ кН.}$$

Из уравнений (2.3), (2.2) и (2.1) находим оставшиеся неизвестные:

$$R_{Az} = G + Q - S \cos 60^\circ - R_{Dz} = 10 + 6 - 19 \cdot 0,5 + 4,5 = 11 \text{ kH};$$

$$R_{Av} = S \sin 60^\circ \cos \gamma + P \sin 60^\circ = 19 \cdot 0,866 \cdot 0,894 + 9 \cdot 0,866 = 22,52 \text{ kH};$$

$$R_{Ax} = P \cos 60^\circ + S \sin 60^\circ \sin \gamma - R_{Dx} = 9 \cdot 0,5 + 19 \cdot 0,866 \cdot 0,447 - 2,551 = 9,301 \text{ кН.}$$

Равнодействующая силы реакции сферического шарнира A

$$R_A = \sqrt{R_{Ax}^2 + R_{Ay}^2 + R_{Az}^2} = \sqrt{9,301^2 + 22,52^2 + 11^2} = 26,53 \text{ kH.}$$

Равнодействующая силы реакции цилиндрического шарнира D

$$R_D = \sqrt{R_{Dx}^2 + R_{Dz}^2} = \sqrt{2,551^2 + 4,5^2} = 5,173 \text{ kH.}$$

ОТВЕТ: $R_A = 26,53$ кН, $R_D = 5,173$ кН, $S = 19$ кН.

Инв. № подл.

Подп. и дата

Взам. Инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Уравнение (2.4) дает:

$$R_{Dz} = \frac{G}{2} - 2S \cos 60^\circ = \frac{10}{2} - 2 \cdot 19 \cdot 0,5 = -4,5 \text{ кН.}$$

Из уравнений (2.3), (2.2) и (2.1) находим оставшиеся неизвестные:

$$R_{Az} = G + Q - S \cos 60^\circ - R_{Dz} = 10 + 6 - 19 \cdot 0,5 + 4,5 = 11 \text{ кН;}$$
$$R_{Ay} = S \sin 60^\circ \cos \gamma + P \sin 60^\circ = 19 \cdot 0,866 \cdot 0,894 + 9 \cdot 0,866 = 22,52 \text{ кН;}$$
$$R_{Ax} = P \cos 60^\circ + S \sin 60^\circ \sin \gamma - R_{Dx} =$$
$$= 9 \cdot 0,5 + 19 \cdot 0,866 \cdot 0,447 - 2,551 = 9,301 \text{ кН.}$$

Равнодействующая силы реакции сферического шарнира A

$$R_A = \sqrt{R_{Ax}^2 + R_{Ay}^2 + R_{Az}^2} = \sqrt{9,301^2 + 22,52^2 + 11^2} = 26,53 \text{ кН.}$$

Равнодействующая силы реакции цилиндрического шарнира D

$$R_D = \sqrt{R_{Dx}^2 + R_{Dz}^2} = \sqrt{2,551^2 + 4,5^2} = 5,173 \text{ кН.}$$

Ответ: $R_A = 26,53 \text{ кН}$, $R_D = 5,173 \text{ кН}$, $S = 19 \text{ кН}$.

Инв. № подл.

Подп. и дата

Взам. Инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Лист

5

С-8 Определение центра тяжести плоского сечения

Определить координаты центра тяжести плоской пластины (рисунок 6).

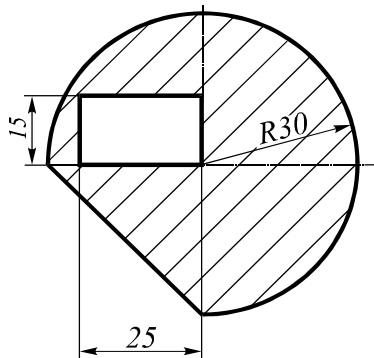


Рисунок 6

Решение

Координаты центра тяжести плоского сечения определяются по формулам

$$x_C = \frac{\sum x_i A_i}{\sum A_i}; \quad y_C = \frac{\sum y_i A_i}{\sum A_i}. \quad (3.1)$$

Разобьем исходное сечение на простые фигуры: полуокруг радиуса $R = 30$, сектор (четверть круга), треугольник и прямоугольник (вырез).

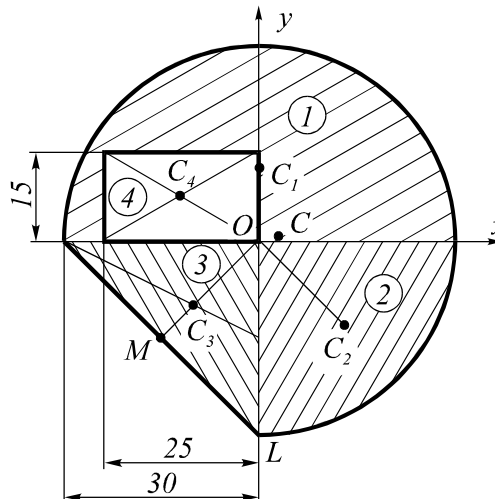


Рисунок 7

Начало координат поместим в центре круга, а оси координат Ox и Oy направим горизонтально и вертикально (рисунок 7).

Распишем координаты центров тяжести простых фигур.

C_1 – центр тяжести полуокруга, его координаты

$$x_1 = 0;$$

$$y_1 = \frac{4R}{3\pi} = \frac{4 \cdot 30}{3 \cdot 3,14} = 12,74 \text{ см.}$$

C_2 – центр тяжести полуокруга, его положение определяется размером OC_2

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. Инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата
Инв. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист
					6

$$OC_2 = \frac{2R \sin \frac{\pi}{4}}{3\pi/4} = \frac{2 \cdot 30 \cdot 0,707}{3 \cdot 3,14/4} = 18,09 \text{ см.}$$

Тогда координаты точки C_2 равны

$$x_2 = OC_2 \sin 45^\circ = 18,09 \cdot 0,707 = 12,84 \text{ см ;}$$

$$y_2 = -x_2 = -12,84 \text{ см.}$$

Центр тяжести прямоугольного равнобедренного треугольника 3 находится на пересечении его медиан (в точке C_3).

Медиана OM является также и высотой, поэтому $OM = OL \cos 45^\circ = R \frac{\sqrt{2}}{2}$;

$$OC_3 = \frac{2}{3} OM = \frac{2}{3} R \frac{\sqrt{2}}{2} = R \frac{\sqrt{2}}{3} = 14,14 \text{ см.}$$

$$x_3 = -OC_3 \sin 45^\circ = -R \frac{\sqrt{2}}{3} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = -\frac{R}{3} = -\frac{30}{3} = -10 \text{ см ;}$$

$$y_3 = -OC_4 \cos 45^\circ = -R \frac{\sqrt{2}}{3} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = -10 \text{ см.}$$

C_4 - центр тяжести прямоугольника, его координаты

$$x_4 = -\frac{25}{2} = -12,5 \text{ см ;}$$

$$y_4 = \frac{15}{2} = 7,5 \text{ см.}$$

Определяем площади простых фигур.

$$A_1 = \frac{\pi R^2}{2} = \frac{3,14 \cdot 30^2}{2} = 1413 \text{ см}^2;$$

$$A_2 = \frac{\pi R^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 30^2}{4} = 706,5 \text{ см ;}$$

$$A_3 = \frac{R^2}{2} = \frac{30^2}{2} = 450 \text{ см}^2;$$

Так как прямоугольник является вырезом, его площадь берем со знаком “-”.

$$A_4 = -15 \cdot 25 = -375 \text{ см.}$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № подл.
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист
					7

$$x_C = \frac{\sum A_i x_i}{\sum A_i} = \frac{1413 \cdot 0 + 706,5 \cdot 12,84 + 450 \cdot (-10) - 375 \cdot (-12,5)}{1413 + 706,5 + 450 - 375} = 4,22 \text{ cm};$$

$$y_C = \frac{\sum A_i y_i}{\sum A_i} = \frac{1413 \cdot 12,74 + 706,5 \cdot (-12,84) + 450 \cdot (-10) - 375 \cdot 7,5}{1413 + 706,5 + 450 - 375} = 0,74 \text{ cm.}$$

ОТВЕТ: $C(4,22; 0,74)$.

[illegible]