

Динамика кулисного механизма

Вариант 23070311

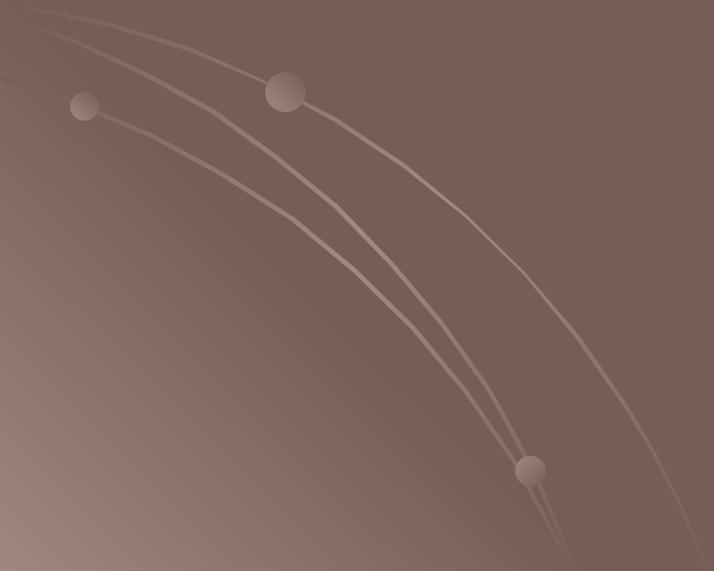
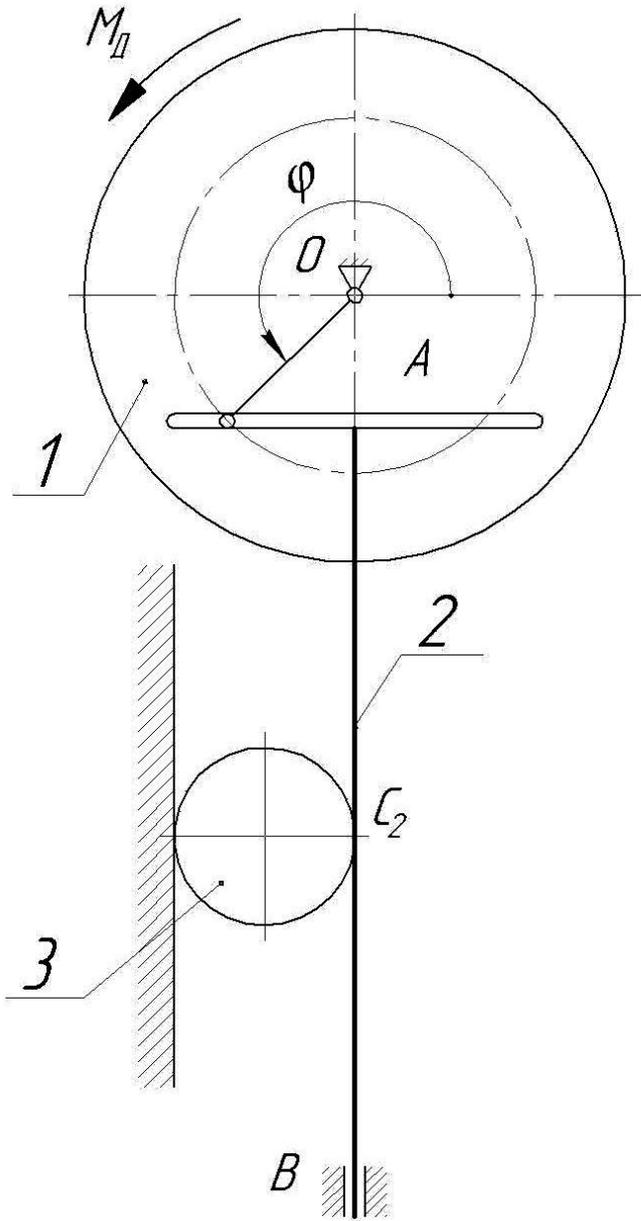
A decorative graphic in the bottom-left corner consisting of three parallel, curved lines that sweep from the left edge towards the bottom center. Each line has a small, light-colored circular dot placed on it.

Схема механизма



1 – маховик

2 – кулиса

3 - каток

Кинематический анализ механизма

Кинематические характеристики (формулы):

■ скорость т.А

$$v_A = OA \cdot \omega = OA \cdot \dot{\varphi}$$

■ скорость кулисы

$$v_2 = \dot{\varphi} \cdot OA \cdot \cos \varphi$$

■ ускорение кулисы

$$a_{2y} = OA \cdot (\ddot{\varphi} \cdot \cos \varphi - \dot{\varphi}^2 \cdot \sin \varphi)$$

■ скорость центра катка

$$v_{C3y} = 0,5 \cdot \dot{\varphi} \cdot OA \cdot \cos \varphi$$

■ ускорение центра катка

$$a_{C3y} = 0,5 \cdot OA \cdot (\ddot{\varphi} \cdot \cos \varphi - \dot{\varphi}^2 \cdot \sin \varphi)$$

■ угловая скорость катка

$$\omega_3 = \frac{1}{2R_3} \cdot \dot{\varphi} \cdot OA \cdot \cos \varphi$$

■ угловое ускорение катка

$$\varepsilon_3 = \frac{1}{2R_3} \cdot OA \cdot (\ddot{\varphi} \cdot \cos \varphi - \dot{\varphi}^2 \cdot \sin \varphi)$$

Уравнения геометрических связей:

- $x_A = OA \cdot \cos \varphi; \quad y_A = OA \cdot \sin \varphi;$
- $x_{C2} = 0; \quad y_{C2} = x_{C20} + OA \cdot \sin \varphi;$
- $x_{C3} = -0,5 R_3; \quad y_{C3} = y_{C30} + 0,5 \cdot OA \cdot \sin \varphi;$
- $\varphi_3 = (OA \cdot \sin \varphi) / (2 R_3).$

Угловая скорость и угловое ускорение маховика

Выведены выражения для:

- кинетической энергии системы

$$T = \left(\frac{m_1 R_1^2}{2} + \left(m_2 + \frac{m_3}{4} \left(1 + \frac{\rho_3^2}{R_3^2} \right) \right) \cdot (OA \cdot \cos \varphi)^2 \right) \cdot \frac{\dot{\varphi}^2}{2}$$

- приведенного момента инерции механизма и его производной по углу поворота маховика

$$I_{np}(\varphi) = \frac{m_1 R_1^2}{2} + \left(m_2 + \frac{m_3}{4} \left(1 + \frac{\rho_3^2}{R_3^2} \right) \right) \cdot (OA \cdot \cos \varphi)^2$$

$$\frac{dI_{np}(\varphi)}{d\varphi} = - \left(m_2 + \frac{m_3}{4} \left(1 + \frac{\rho_3^2}{R_3^2} \right) \right) \cdot OA^2 \cdot \sin 2\varphi$$

Вычислены значения $I_{np} = 5,07 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; $dI_{np}/d\varphi = -2,88 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ для заданного положения механизма.

- получено дифференциальное уравнение движения механизма для заданных числовых значений

$$\left(3,629 + 2,88 \cdot \cos^2 \varphi\right) \cdot \ddot{\varphi} - 1,44 \cdot \sin 2\varphi \cdot \dot{\varphi}^2 = 10$$

- определена угловая скорость маховика $\omega_1 = 3,94$ рад/с и угловое ускорение маховика $\varepsilon_1 = 6,38$ рад/с².

Реакции связей и уравновешивающая сила

- реакции опоры маховика в заданном положении механизма

$$X_O = 0 \text{ Н}; Y_O = 77,5 \text{ Н}$$

- сила взаимодействия маховика и кулисы

$$N_A = 77,5 \text{ Н}$$

- горизонтальная проекция уравновешивающей силы, которую нужно приложить к оси катка для равновесия механизма

$$F_x = 117,9 \text{ Н}$$

Дифференциальное уравнение движения кулисного механизма

- С помощью уравнения Лагранжа второго рода и уравнения движения машины получены два одинаковых дифференциальных уравнения движения кулисного механизма. Они такие же, как и дифференциальное уравнение движения, полученное с помощью теоремы об изменении кинетической энергии:

$$(3,629 + 2,88 \cdot \cos^2 \varphi) \cdot \ddot{\varphi} - 1,44 \cdot \sin 2\varphi \cdot \dot{\varphi}^2 = 10$$