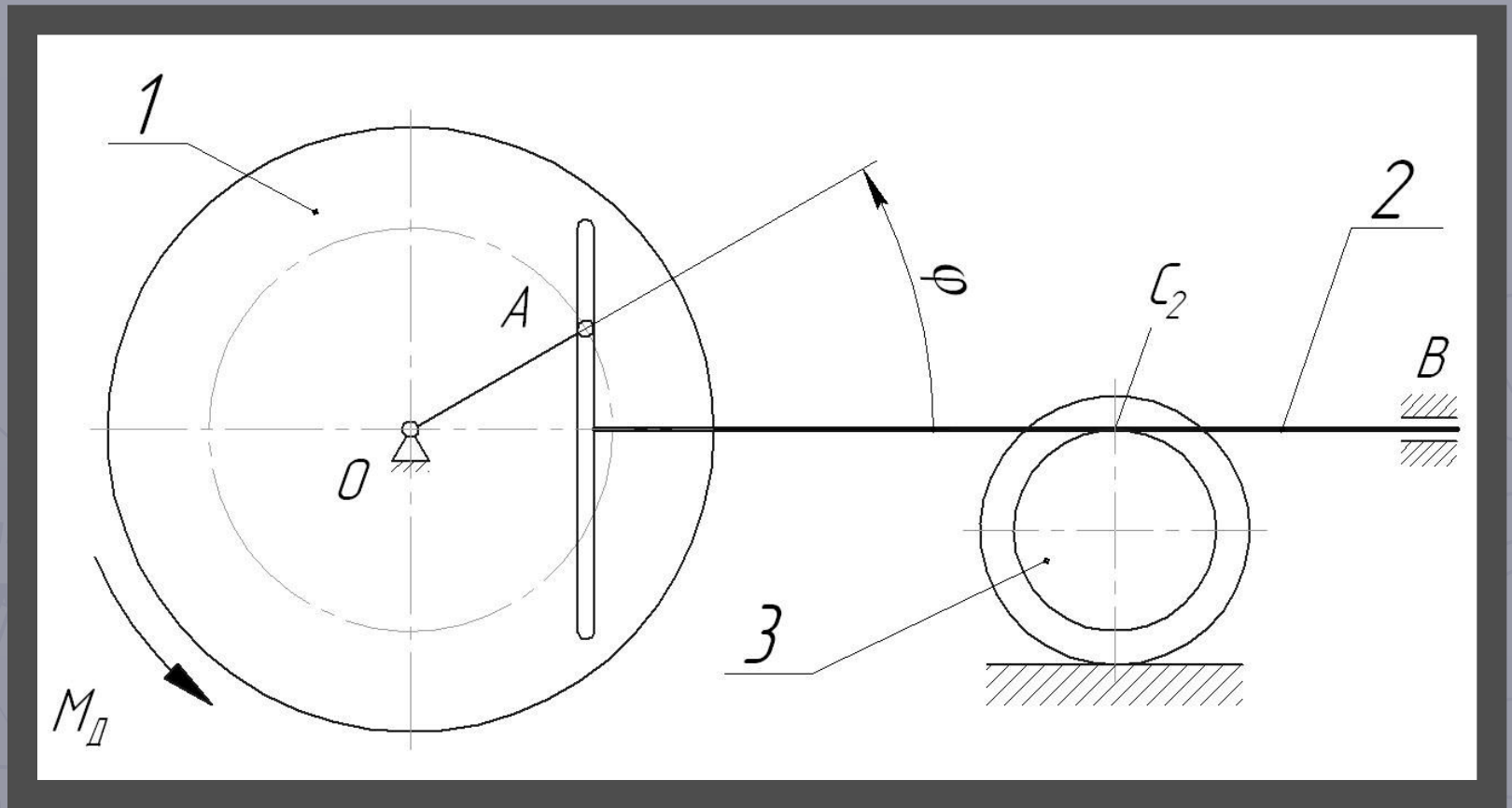


Динамика кулисного механизма

Вариант 23110816



Схема механизма



1 - маховик; 2 - кулиса; 3 - каток

Кинематический анализ механизма

Определены кинематические характеристики:

▶ скорость т.А

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

▶ скорость кулисы

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

▶ ускорение кулисы

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

▶ скорость центра катка

$$v_{C3x} = \frac{R_3}{r_3 + R_3} \cdot \dot{\varphi} \cdot OA \cdot \sin \varphi$$

▶ ускорение центра катка

$$a_{C3x} = \frac{R_3}{r_3 + R_3} \cdot OA \cdot (\ddot{\varphi} \cdot \sin \varphi + \dot{\varphi}^2 \cdot \cos \varphi)$$

▶ угловая скорость катка

$$\omega_3 = \frac{1}{r_3 + R_3} \cdot \dot{\varphi} \cdot OA \cdot \sin \varphi$$

▶ угловое ускорение катка

$$\varepsilon_3 = \frac{1}{r_3 + R_3} \cdot OA \cdot (\ddot{\varphi} \cdot \sin \varphi + \dot{\varphi}^2 \cdot \cos \varphi)$$

Записаны уравнения геометрических связей:

- ▶ $x_A = -OA \cdot \cos \varphi; \quad y_A = OA \cdot \sin \varphi;$
- ▶ $x_{C2} = x_{C20} - OA \cdot \cos \varphi; \quad y_{C2} = 0;$
- ▶ $x_{C3} = x_{C30} - (R_3 / (r_3 + R_3)) \cdot OA \cdot \cos \varphi; \quad y_{C3} = -r_3;$
- ▶ $\varphi_3 = -(OA \cdot \cos \varphi) / (r_3 + R_3).$



Угловая скорость и угловое ускорение маховика

Получены выражения для:

- ▶ кинетической энергии системы

$$T = \frac{I_1 \dot{\varphi}^2}{2} + \frac{m_2}{2} (\dot{\varphi} \cdot OA \cdot \sin \varphi)^2 + \frac{m_3}{2} \left(\frac{R_3}{r_3 + R_3} \cdot \dot{\varphi} \cdot OA \cdot \sin \varphi \right)^2 + \frac{I_3}{2} \left(\frac{1}{r_3 + R_3} \cdot \dot{\varphi} \cdot OA \cdot \sin \varphi \right)^2$$

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

$$I_{np}(\varphi) = \frac{m_1 R_1^2}{2} + \left(m_2 + m_3 \left(\frac{R_3 + \rho_3}{r_3 + R_3} \right)^2 \right) \cdot (OA \cdot \sin \varphi)^2$$

$$\frac{dI_{np}(\varphi)}{d\varphi} = \left(m_2 + m_3 \left(\frac{R_3 + \rho_3}{r_3 + R_3} \right)^2 \right) \cdot OA^2 \cdot \sin 2\varphi$$

Найдены значения $I_{np} = 3,90 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; $dI_{np}/d\varphi = 1,386 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$
для заданного положения механизма.

- ▶ получено дифференциальное уравнение движения механизма для заданных числовых значений

$$(3,499 + 1,600 \cdot \sin^2 \varphi) \cdot \ddot{\varphi} + 0,800 \cdot \sin 2\varphi \cdot \dot{\varphi}^2 = 112$$

- ▶ определена угловая скорость маховика $\omega_1 = 5,48$ рад/с и его угловое ускорение $\varepsilon_1 = 23,39$ рад/с².



Реакции связей и уравновешивающая сила

- ▶ определены реакции опоры маховика в заданном положении механизма

$$X_O = 251,3 \text{ Н}; Y_O = 0$$

- ▶ определена сила взаимодействия маховика и кулисы

$$N_A = 251,3 \text{ Н}$$

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

$$F_x = 1633 \text{ Н}$$

Дифференциальное уравнение движения кулисного механизма

- ▶ С помощью уравнения Лагранжа второго рода и уравнения движения машины получены два одинаковых дифференциальных уравнения движения данного механизма, которые совпали с приведенным выше, а именно:

$$(3,499 + 1,600 \cdot \sin^2 \varphi) \cdot \ddot{\varphi} + 0,800 \cdot \sin 2\varphi \cdot \dot{\varphi}^2 = 112$$