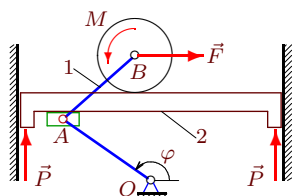




### Задача 30.9.



Ползун  $A$ , шарнирно закрепленный на кривошипе  $OA$ , скользит по нижней поверхности поршня, движущегося в вертикальных направляющих. Цилиндр радиусом  $r$  соединен стержнем  $AB$  с ползуном и катится по верхней поверхности поршня. К цилиндру приложен момент  $M$  и горизонтальная сила  $\vec{F}$ , к поршню — две вертикальные силы  $P$ ;  $OA = a$ . Масса стержня  $AB$  равна  $m_1$ , масса поршня —  $m_2$ . Составить уравнение движения системы. За обобщенную координату принять угол поворота кривошипа  $\varphi$ .

Выразим скорости через обобщенную координату и обобщенную скорость.

Составим граф  $O \xrightarrow{\varphi} A$ :  $V_{AY} = a\dot{\varphi} \cos \varphi$ .

Стержень  $AB$  движется поступательно.

Составим граф  $B \xrightarrow{-\pi/2} K$ , где  $K$  - точка соприкосновения цилиндра и поршня:  $V_{KX} = 0 = -a\dot{\varphi} \sin \varphi - r\omega_B \sin(-\pi/2)$ , откуда  $\omega_B = \frac{a}{r}\dot{\varphi} \sin \varphi$ .

Кинетическая энергия  $T = \frac{1}{2}m_1V_A^2 + \frac{1}{2}m_2V_{AY}^2 = \frac{1}{2}m_1a^2\dot{\varphi}^2 + \frac{1}{2}m_2a^2\dot{\varphi}^2 \cos^2 \varphi$ .

Потенциальная энергия  $\Pi = (m_1 + m_2)ga \sin \varphi + const$ .

Уравнение движения системы

$$(m_1 + m_2)a^2\ddot{\varphi} + m_2a^2\dot{\varphi}^2 \sin \varphi + (m_1 + m_2)ga \cos \varphi = Q.$$

Чтобы найти обобщенную силу, запишем мощность непотенциальных сил

$$N = 2(\vec{P}, \vec{V}_A) + (\vec{F}, \vec{V}_B) + (\vec{M}, \vec{\omega}_B);$$

$$N = 2Pa\dot{\varphi} \cos \varphi - Fa\dot{\varphi} \sin \varphi + M\frac{a}{r}\dot{\varphi} \sin \varphi.$$

$$\text{Обобщенная сила } Q = 2Pa \cos \varphi - Fa \sin \varphi + M\frac{a}{r} \sin \varphi.$$