Доклад:
Механизм вращательного движения с квазиостановками

асс. Корнеенко Д. В.,
доц., к.т.н. Федосеев Г. Н.
доц., к.т.н. Семин А. Г.
УО «ВГТУ», кафедра механики
доц., к.т.н. Кириллов А. Г.
УО «ВГТУ», кафедра МАЛП

2013

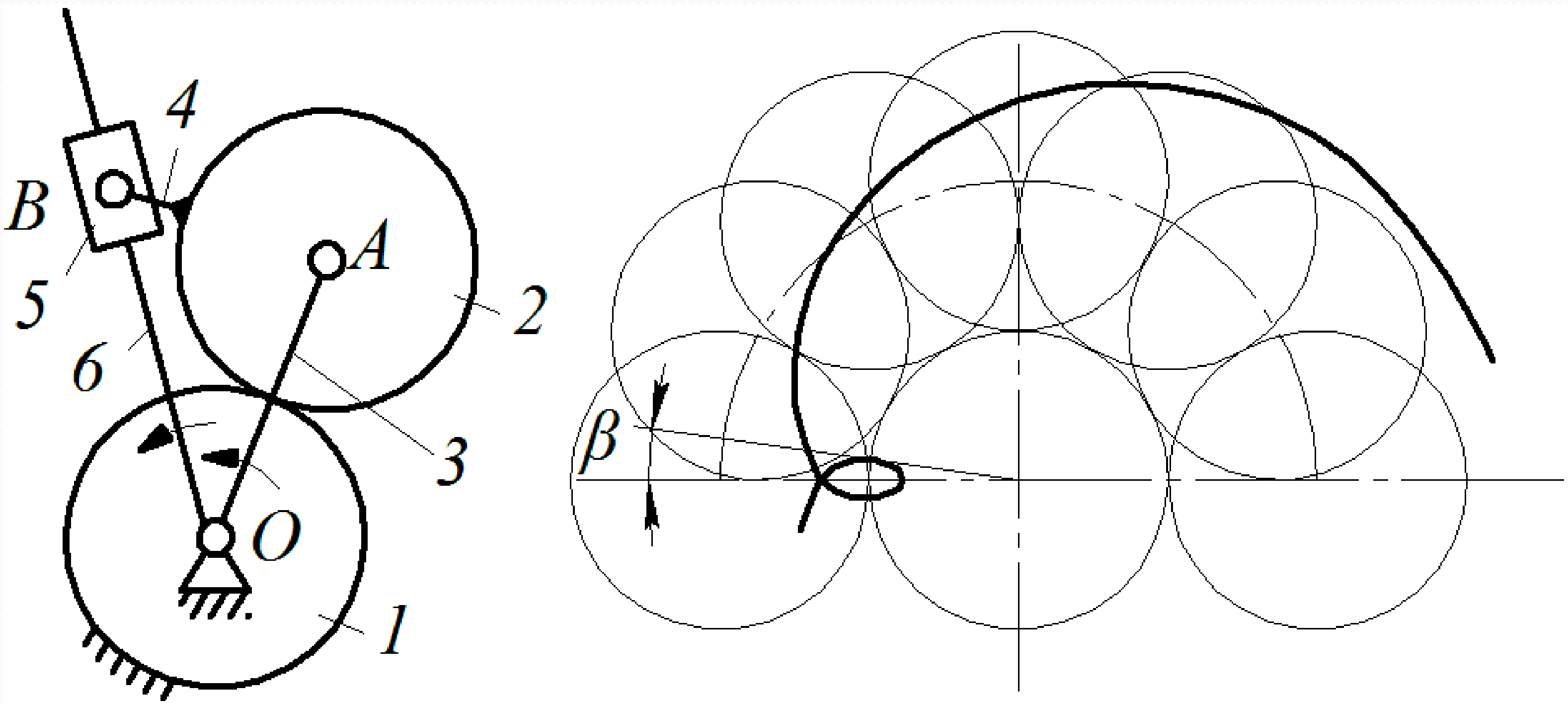

Рисунок 1 – Зубчато-рычажный механизм с квазиостановками

$$x = 2r\cos\alpha + R\cos 2\alpha,$$
$$y = 2r\sin\alpha + R\sin 2\alpha.$$

(1) *уравнения, описывающие траекторию точки В*

$$\frac{dy}{dx} = \frac{y}{x}.$$

(2) *уравнение касательной к траектории точки В*

$$dy = (2r\cos\alpha + 2R\cos 2\alpha)d\alpha,$$
$$dx = -(2r\sin\alpha + 2R\sin 2\alpha)d\alpha.$$

дифференциалы функций (1)

$$-\frac{r\cos\alpha + R\cos 2\alpha}{r\sin\alpha + R\sin 2\alpha} = \frac{r\sin\alpha + 0,5R\sin 2\alpha}{r\cos\alpha + 0,5R\cos 2\alpha},$$

$$-(r^2\cos^2\alpha + 1,5Rr\cos\alpha\cos 2\alpha + 0,5R^2\cos^2 2\alpha) =$$
$$= r^2\sin^2\alpha + 1,5Rr\sin\alpha\sin 2\alpha + 0,5R^2\sin 2\alpha.$$

$$(r^2 + 0,5R^2) + 1,5Rr\cos\alpha = 0, \qquad (3)$$

$$\cos\alpha = -\frac{r^2 + 0,5R^2}{1,5Rr} = -\frac{1}{3}\left(2\frac{r}{R} + \frac{R}{r}\right),$$

$$\sin\alpha = \pm\frac{\sqrt{5 - 4\frac{r^2}{R^2} - \frac{R^2}{r^2}}}{3},$$

$$\sin 2\alpha = \mp\frac{2}{9}\left(2\frac{r}{R} + \frac{R}{r}\right)\sqrt{5 - 4\frac{r^2}{R^2} - \frac{R^2}{r^2}},$$

$$\cos 2\alpha = \frac{1}{9}\left(8\frac{r^2}{R^2} + 2\frac{R^2}{r^2} - 1\right).$$

решения уравнения (3)

Введем обозначение

$$\varepsilon = \frac{R}{r}.$$

$$\left.\begin{aligned}
\cos\alpha &= -\frac{1}{3}\left(\frac{2}{\varepsilon}+\varepsilon\right),\\
\sin\alpha &= \pm\frac{1}{3}\sqrt{5-\frac{4}{\varepsilon^2}-\varepsilon^2},\\
\sin 2\alpha &= \mp\frac{2}{9}\left(\frac{2}{\varepsilon}+\varepsilon\right)\sqrt{5-\frac{4}{\varepsilon^2}-\varepsilon^2},\\
\cos 2\alpha &= \frac{1}{9}\left(\frac{8}{\varepsilon^2}+2\varepsilon^2-1\right).
\end{aligned}\right\} \quad \textit{решения уравнения (3) в } \varepsilon$$

Подставляем полученные решения в уравнения (1) и получаем

$$x=-\frac{1}{9}r\varepsilon\left(\frac{4}{\varepsilon^2}+7-2\varepsilon^2\right),$$

$$y=\mp\frac{2}{9}y(\varepsilon^2-1)\sqrt{5-\frac{4}{\varepsilon^2}-\varepsilon^2}.$$

$$tg\beta = 2\frac{(\varepsilon^2-1)\sqrt{5-\dfrac{4}{\varepsilon^2}-\varepsilon^2}}{\varepsilon(7+\dfrac{4}{\varepsilon^2}-2\varepsilon^2)}$$

- угловой коэффициент касательных к петле траектории, исходящих из начала координат

$$\varepsilon = 1,2$$

$$\alpha = 162,85°,$$

$$x = -0,91970,$$

$$y = \mp 0,08648,$$

$$tg\beta = \pm 0,09403,$$

$$\beta = 5,37°.$$

Рисунок 2 – Петля траектории с характерными точками

Определение угла поворота водила по мере прохождения петли

$$y = r(2\sin\alpha + \varepsilon\sin 2\alpha) = r(2\sin\alpha + \varepsilon 2\sin\alpha\cos\alpha) =$$
$$= 2r\sin\alpha(1+\varepsilon\cos\alpha) = 0$$

-уравнение точки самопересечения петли

$$\cos\alpha_1 = -\frac{1}{\varepsilon} = -\frac{1}{1,2} = -0,83333,$$
$$\alpha_1 = 146,44^\circ.$$

- угол поворота водила по мере перемещения вдоль траектории от начала до точки самопересечения

$$\alpha_2 = 162,85^\circ$$

- угол поворота водила по мере перемещения от начала до точки касания петли с прямой, исходящей из начала координат

$$\gamma_1 = 162,85^\circ - 146,44^\circ = 16,41^\circ$$

- угол поворота водила по мере перемещения от точки самопересечения до точки касания

$$\gamma_2 = 180^\circ - 162,85^\circ = 17,15^\circ$$

- угол поворота водила по мере перемещения от точки касания до точки поворота

$$\gamma = \gamma_1 + \gamma_2 = 16,41^\circ + 17,15^\circ = 33,56^\circ$$

-угол, соответствующий прохождению полупетли

Для полной петли угол будет составлять 67,12°.

Спасибо за внимание!