

Студенты гр.104415 Левкович М. Н., гр.104425 Баранов Д. А.

Научный руководитель – Овчинников П. С.

Белорусский национальный технический университет

г. Минск

Расчет кинематических параметров и крутящего момента на кривошипном валу пресса с круговым движением ползуна.

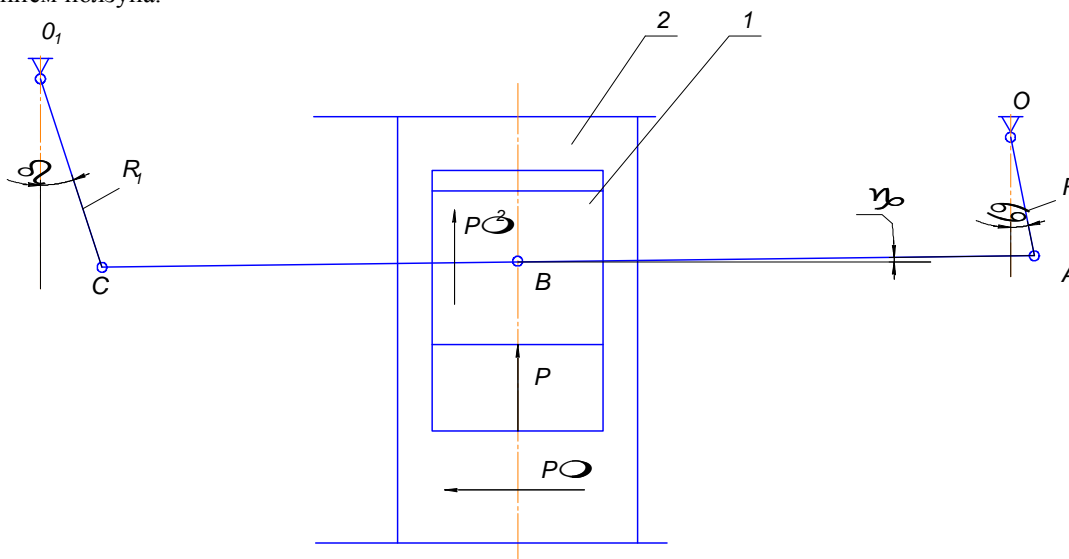


Рисунок 1 – Кинематическая схема пресса с самоподачей ленты

При вращении кривошипного вала R ползун 1 совершает движение вместе с точкой B рычага AC по траектории эллипса. Ползун заключен в раму 2, которая скользит в направляющих станины. Верхняя половина штампа крепится к ползуну, нижняя – к раме 2. Такой пресс обеспечивает самоподачу ленты.

Запишем горизонтальные и вертикальные перемещения точек A и C в зависимости от угла α

$$S_{AX} = R \cdot \sin \alpha; \quad S_{AY} = R \cdot (1 - \cos \alpha); \quad S_{CX} = R_1 \cdot \sin \beta; \quad S_{CY} = R_1 \cdot (1 - \cos \beta);$$

Из схемы, приведенной на рисунке 1, видно, что

$$R \cdot \alpha = R_1 \cdot \beta; \quad \beta = \frac{R}{R_1} \cdot \alpha; \quad \frac{R}{R_1} = K; \quad \beta = K \cdot \alpha;$$

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{S_{AY} - S_{CY}}{L}; \quad \operatorname{tg} \gamma = \frac{R \cdot (1 - \cos \alpha) - R_1 \cdot (1 - \cos(k \cdot \alpha))}{L};$$

Найдем перемещение ползуна:

$$S_{BX} = \frac{1}{2} \cdot (S_{AX} - S_{CX}) = \frac{1}{2} \cdot (R \cdot \sin \alpha - R_1 \cdot \sin(k\alpha)).$$

$$S_{BX} = \frac{R_1}{2} \cdot (k \cdot \sin \alpha - \sin(k\alpha)) \quad (1)$$

$$S_{BY} = \frac{1}{2} \cdot (S_{AY} - S_{CY}) = \frac{1}{2} \cdot (R \cdot (1 - \cos \alpha) - R_1 \cdot \cos(k\alpha)).$$

$$S_{BY} = \frac{R_1}{2} \cdot (k \cdot (1 - \cos \alpha) - (1 - \cos(k\alpha))) \quad (2)$$

Дифференцируем выражения (1) и (2), считая переменными в левых частях время, в правых – угол поворота кривошипа.

$$\left. \begin{aligned} V_X &= \omega \cdot \frac{R_1}{2} \cdot (k \cdot \cos \alpha - k \cdot \cos(k\alpha)); \\ V_Y &= \omega \cdot \frac{R_1}{2} \cdot (k \cdot \sin \alpha - k \cdot \sin(k\alpha)), \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

т. к. $\frac{d\alpha}{dt} = \omega$ - угловая скорость.

Составим уравнение баланса элементарных работ для приведенного механизма.

$$M_K d\alpha = PdS_Y + P\mu^2 dS_Y + P\mu \cdot dS_X + \frac{P}{2} \mu \cdot r_0 d\alpha + \frac{P}{2} \mu \cdot r_A (d\alpha + d\gamma) + P\mu \cdot r_B d\gamma + \\ + \frac{P}{2} \mu \cdot r_C (d\gamma + d\beta) + \frac{P}{2} \mu \cdot r_{01} d\beta.$$

$$M_K = P \cdot (1 + \mu^2) \frac{dS_Y}{d\alpha} + P\mu \frac{dS_X}{d\alpha} + \frac{P}{2} \mu \cdot r_0 + \frac{P}{2} \mu \cdot r_A (1 + \frac{d\gamma}{d\alpha}) + P\mu \cdot r_B \frac{d\gamma}{d\alpha} + \frac{P}{2} \mu \cdot r_C (\frac{d\gamma}{d\alpha} + \frac{d\beta}{d\alpha}) + \\ + \frac{P}{2} \mu \cdot r_{01} \frac{d\beta}{d\alpha}. \quad \text{т. к.}$$

$$\beta = k \cdot \alpha, \quad \frac{d\beta}{d\alpha} = k.$$

$$tg\gamma = \frac{S_{AY} - S_{CY}}{L}; \quad tg\gamma = \frac{R \cdot (1 - \cos \alpha) - R_1 \cdot (1 - \cos(k \cdot \alpha))}{L}.$$

$$d\beta = \frac{R}{R_1} d\alpha; \quad \frac{d\beta}{d\alpha} = k.$$

$$M_K = P \cdot (1 + \mu^2) \frac{R}{2} (\sin \alpha - \sin(k\alpha)) + P\mu \frac{R}{2} (\cos \alpha - \cos(k\alpha)) + \frac{P}{2} \mu \cdot r_0 + \frac{P}{2} \mu \cdot r_A (1 + \\ + k \frac{R_1}{L} (\sin \alpha - \sin(k\alpha)) \cdot \cos^2 \gamma + P\mu \cdot r_B k \frac{R_1}{L} (\sin \alpha - \sin(k\alpha)) \cdot \cos^2 \gamma + \\ + \frac{P}{2} \mu \cdot r_C ((k \frac{R_1}{L} (\sin \alpha - \sin(k\alpha)) \cdot \cos^2 \gamma) + k) + \frac{P}{2} \mu \cdot r_{01} k;$$

$$M_k = P \cdot m_k \quad (4)$$

$$m_k = 0,5k \frac{R_1}{L} (\sin \alpha - \sin(k\alpha)) \cdot \cos^2 \gamma \cdot \mu (r_A + 2r_B + r_C) + 0,5\mu (r_0 + r_A \cdot \cos^2 \gamma + r_C k + r_{01} k) + \\ + (1 + \mu^2) \frac{R}{2} (\cos \alpha - \cos(k\alpha)) \quad (5)$$

Здесь M_K - крутящий момент на кривошипном валу; m_k - приведенное плечо крутящего момента.