

К РАЗРАБОТКЕ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МЕХАНИЗМА УПЛОТНЕНИЯ ПОРОШКООБРАЗНЫХ МАСС ПРЕССА НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

Турдакунуулу Н.
А.Арстанбек

*Бул макалада узгүлтүксүз
прессин жумушчумүчөсүнүн математикалык модели келтирилет.*

калып тоочу

В данной статье приводится разработанная математическая модель рабочего органа пресса непрерывного действия.

This article provides a mathematical model developed by the working body continuous press.

Ачкыч сөздөр: кривошиптүү шатундук механизм, коромысло, инерция моменти, ылдамдык, уравнения, формула, схема.

Ключевые слова: кривошипный-шатунный механизм, коромысло, момент инерции, скорость, уравнения, формула, схема.

Keywords: a crank mechanism, the rocker arm, the moment of inertia, the rate equation, the formula scheme.

Для формования изделий из порошкообразных масс применяют прессы различной конструкции. Объектом нашего исследования является конструкция пресса непрерывного действия (ПНД) приведена на рис. 1. Пресс состоит из рамы 1, бункера питателя 2 с нижней секцией и згрузочного бункера 3 для формовочной смеси, пресующих роликов 4, смонтированных в днище загрузочного бункера 3, ковейера 5 с формами, состоящими из Г-образных пластин 6 с горизонтальными 7 и вертикальными 8 полками, щек 9 с продольными пазами 10, П-образного нагнетателя 11, прикрепленного к балке 12, опирающихся шарнирно посредством рычагов 13 на раму 1, кривошипно-шатунного механизма 14, заглаживающей плиты 15 и ванны 16.

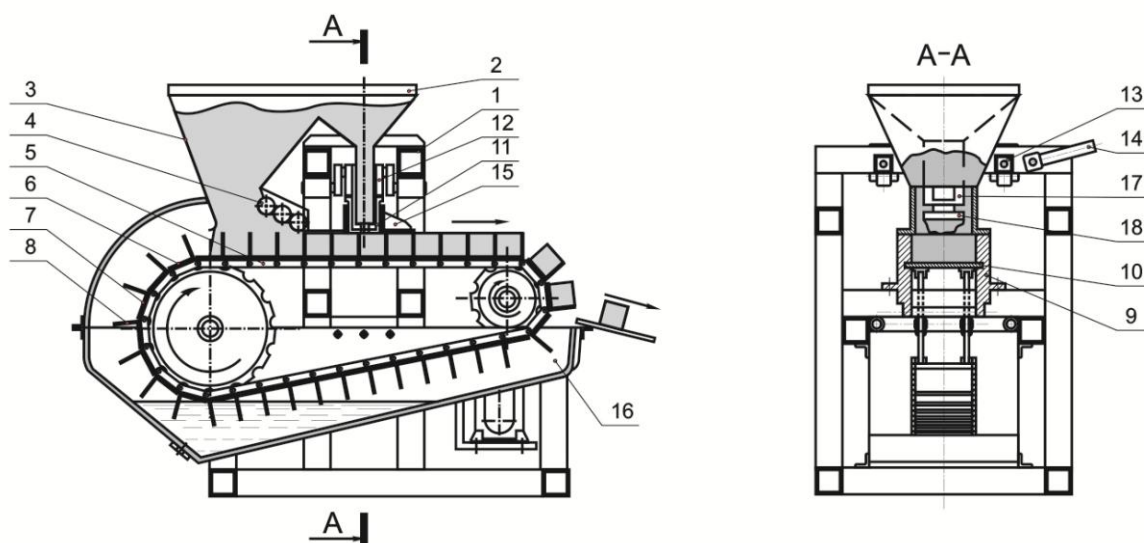


Рисунок 1 Принципиальная схема пресса непрерывного действия.

В качестве рабочего органа используются шатунно-коромысловый механизм, в котором коромысло выполнено в виде параллелограмма, на котором смонтирован прессующий орган (см. Рис. 2) шатунно коромысловый механизм состоит из двигателя, редуктора, кривошипа, шатуна, и песующей части. Шарнирно-рычажные механизмы такого типа широко применяются в конструкциях различных технологических машин. Кривошипно-коромысловый механизм, выполняется в виде четырехзвенного механизма, в состав которого входят кривошип и коромысло. Данный механизм служит для преобразования вращательного движения кривошипа в качательное движение коромысла. Кривошип соединен с коромыслом посредством шатуна. Преимущество этого механизма состоит в простоте устройства - наличии только вращательных пар с движением исполнительного органа по дуге.

Передаточный механизм представляет собой планетарный редуктор с электродвигателем, кинематическая схема приведена на рис. 3. На основе двигателя передаточного механизма и шатунно-коромысловый механизм синтезирован ударный рабочий орган пресса.

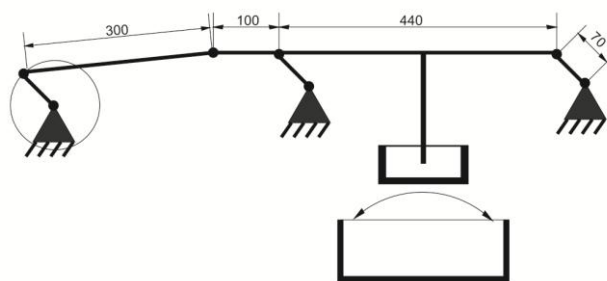


Рис. 2 схема шатунно-коромыслового механизма

Он состоит из двигателя, передаточного механизма и шатунно-коромыслового ударного механизма. Расчетная схема машины не содержит ременных или цепных передач, упругих муфт, поэтому все звенья объекта исследования можно считать жесткими, а динамическую модель можно представить в виде одной массы (рис.4) с приведенным моментом инерции, зависящим от обобщенной координаты. На эту массу действует приведенный момент движущихся сил M_d и приведенный момент сил сопротивления M_c .

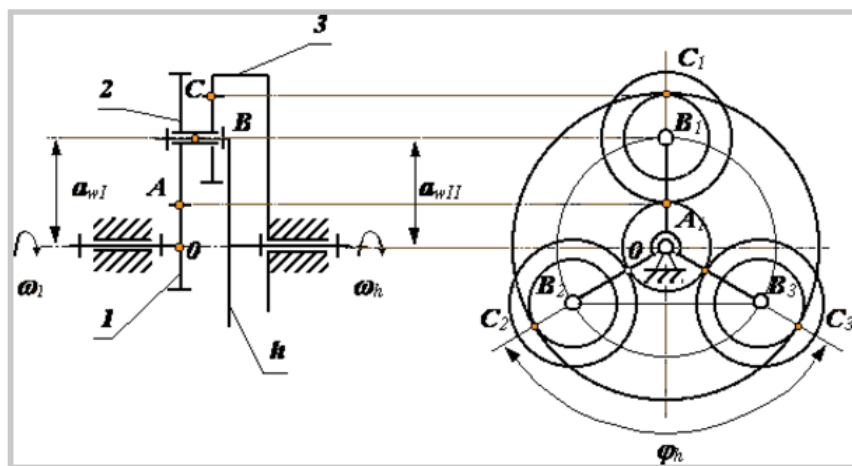


Рис. 3 кинематическая схема редуктора планетарного типа.

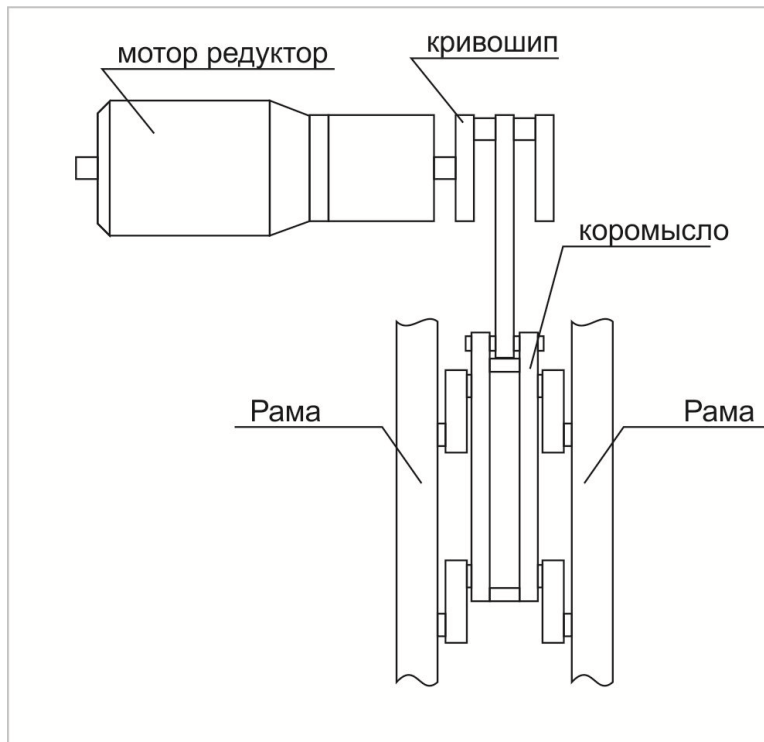


Рис.4

В качестве звена привода в данном случае принимаем вал приводного двигателя, а в качестве обобщенной координаты – соответственно угол поворота вала двигателя.

Приведенный момент инерции определяется в общем случае так:

$$J = J_0 + J_{k1} + (J_{k2} + J_1)u_{10}^2 + (J_{2s}u_{21}^2 + m_2x_{21}^2 + m_3u_{31}^2)u_{10}^2, \quad (1.1)$$

где J_0 – момент инерции ротора двигателя; $J_{k1}J_{k2}$ – моменты инерции зубчатых колес, расположенных соответственно на валу двигателя и на валу кривошипа; J_1 – момент инерции кривошипа; J_{2s} – момент инерции шатуна 2 относительно его центра масс; m_2m_3 – массы шатуна 2 и ползуна 3; u_{10} – передаточное отношение от кривошипного вала к валу двигателя; u_{21}, u_{31}, x_{21} – кинематические передаточные функции от звеньев рычажного механизма 2 и 3 кривошипу:

$$u_{21} = \frac{\omega_2}{\omega_1}, u_{31} = \frac{V_3}{\omega_1}, x_{21} = \frac{V_{2s}}{\omega_1}, \quad (1.2)$$

где ω_1, ω_2 – угловые скорости соответственно кривошипа и шатуна; V_3 – скорость ползуна; V_{2s} – линейная скорость центра масс шатуна.

Приведенный момент инерции масс (1.1) можно представить в виде:

$$J = \bar{J} + \bar{j}u_{10}^2, \quad (1.3)$$

где $\bar{J} + \bar{j}$ – соответственно постоянная и переменная составляющие приведенного момента инерции машины, определяемые как

$$\bar{J} = J_0 + J_{k1} + (J_{k2} + J_1)u_{10}^2, \quad (1.4)$$

$$\bar{j} = J_{2s}u_{21}^2 + m_2x_{21}^2 + m_3u_{31}^2 \quad (1.5)$$

Приведенный момент движущих сил в данном примере равен моменту сил на валу двигателя M_0 , а приведенный момент сил сопротивления:

$$M_c = P u_{31} u_{10},$$

где P -сила сопротивления движению пуансона

Уравнение, описывающее движение этой модели, может быть получено различными способами. Оно может быть записано в интегральной или в дифференциальной форме.

В основе уравнения движения механизма в интегральной форме лежит теорема об изменении его кинематической энергии, в соответствии которой

$$T - T_0 = A_0 - A_c, \quad (1.6)$$

где T_0, T – соответственно кинематическая энергия механизма в начальный момент времени и в момент времени t ; A_0, A_c – соответственно работа всех движущих сил и работа всех сил сопротивления, действующих на звенья механизма. /1/

Кинематическая энергия механизма выражается через приведенный момент инерции и угловую скорость звена приведения ω как

$$T = 0,5J\omega^2, \quad T_0 = 0,5J_0\omega_0^2, \quad (1.7)$$

где J_0, ω_0 - значения момента инерции и угловой скорости в начальном положении механизма (в начальный момент времени).

Работа всех сил запишем через приведенные моменты движущихся сил и сил сопротивления как

$$A_0 = \int_{\varphi_0}^{\varphi} M_0 d\varphi \quad A_c = \int_{\varphi_0}^{\varphi} M_c d\varphi, \quad (1.8)$$

Подставляя соотношения (1.7), (1.8) в (1.6), и получим уравнение движения механизма в интегральной и энергетической форме:

$$J\omega^2 - J_0\omega_0^2 = 2 \int_{\varphi_0}^{\varphi} (M_0 - M_c) d\varphi. \quad (1.9)$$

Если приведенные моменты сил, стоящие под интегралом, зависят только от положения механизма, т.е. его обобщенной координаты или являются постоянными величинами, то угловая скорость звена равна приведения находятся непосредственно из уравнения движения (1.9):

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{J} \left[J_0\omega_0^2 + 2 \int_{\varphi_0}^{\varphi} (M_0 - M_c) d\varphi \right]}. \quad (1.10)$$

При этом интеграл под корнем имеет знак, который следует учитывать.

Формула (1.10) позволяет построить зависимость угловой скорости звена приведения угла поворота $\omega(\varphi)$, которая называется фазовым портретом движения машины.

Зависимость угла поворота звена приведения от времени находится из соотношения $\omega = d\varphi/dt$ как

$$dt = \frac{d\varphi}{\omega}, \quad t = t_0 + \int_{\varphi_0}^{\varphi} \omega^{-1} d\varphi. \quad (1.11)$$

Получив функцию $t(\varphi)$, можно преобразовать её в функцию $\varphi(t)$, а исключая из функций $\omega(\varphi)$, $t(\varphi)$, параметр φ , можно построить функцию $\omega(t)$.

Зависимость углового ускорения звена приведения от угла его поворота определится из соотношений:

$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d\omega}{d\varphi} \frac{d\varphi}{dt} = \omega \frac{d\omega}{d\varphi}. \quad (1.12)$$

В формулах (1.11), (1.12) функция ω имеет вид (1.10)

Таким образом, при постоянных моментах сил, или при моментах сил, зависящих от обобщенной координаты, все кинематические параметры движения машины находятся аналитически решением уравнения управления её движения.

Литература:

1. Учебник для вузов К.В. Фролов, С.А. Попов, А.К. Мусатов, и др. « Теория механизмов и машин» с 144