

УРАВНЕНИЕ ВАЛЬЦА ПЛАНЕТАРНОГО ВИБРОВОЗБУДИТЕЛЯ

Темирбеков Е.С., Джолдасбеков С.У., Бостанов Б.О.

Алматы, Каспийский общественный университет, temirbekove@mail.ru

Аннотация: В статье рассматривается планетарный вибровозбудитель, валец которого имеет комбинированную форму, состоящей из дуг окружности, эллипса и переходного участка.

Ключевые слова: радиус, геометрический центр, эллиптическая часть, вальцы, полярная координата, окружность, эллипс, переходная коника.

EQUATION OF THE PLANETARY VIBRATION EXCITER ROLLER

E. S. Temirbekov, S. U. Dzholdasbekov, Bostanov B. O.

Caspian public University, Almaty, Kazakhstan

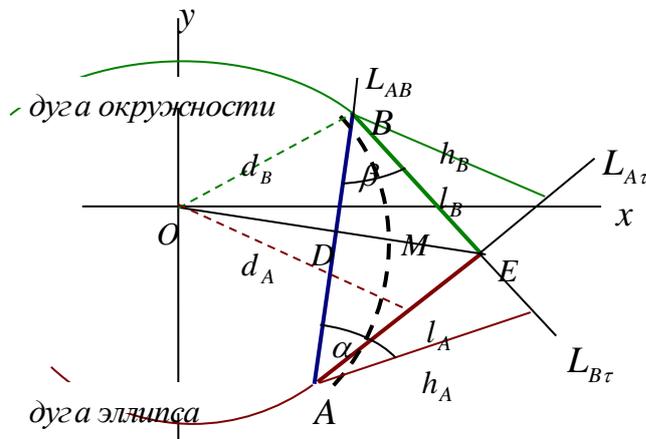
Annotation: The article deals with a planetary vibration exciter, the roller of which has a combined shape consisting of a circle arc, ellipse and transition section.

Key words: the radius of the geometric center of the elliptical portion, rollers, polar coordinate, circle, ellipse, conic transition.

Две точки - точка A на эллипсе и точка B на окружности - определяют места соединения дуг и ρ_A и ρ_B радиусы кривизны в этих точках.

Проведем касательную $L_{A\tau}$ к окружности в точке A , касательную $L_{B\tau}$ к эллипсу в точке B и проведем прямую L_{AB} , проходящую через точки соединения A и B . Касательные имеют точку пересечения E . Получаем базисный треугольник $\triangle AEB$, сторонами которого являются отрезки касательных $l_A = AE$, $l_B = BE$ и хорды $l_{AB} = AB$.

Рис.1. Базисный треугольник



Искомая переходная коника $\cup AMB$ будет заключена в этом базисном треугольнике. Установлено, что переходной участок обеспечивает гладкость второго порядка (плавность), если выполняется условия

$$\frac{l_A}{l_B} = \frac{h_A}{h_B} = \eta, \tag{1}$$

где $\sqrt[3]{\frac{\rho_A}{\rho_B}} = \eta$, h_A и h_B - расстояния от точек A и B до касательных $L_{A\tau}$ и $L_{B\tau}$ соответственно [1].

Используя (1) и применяя метод, моделируемый кулисным механизмом, можно найти коническое сечение, имеющее две заданные касательные в двух точках с заданными радиусами кривизны и проходящее через третью точку. Искомая коника представляется в виде смещенного повернутого эллипса

$$\frac{[(x - a_0)\cos\alpha + (y - b_0)\sin\alpha]^2}{a_k^2} + \frac{[-(x - a_0)\sin\alpha + (y - b_0)\cos\alpha]^2}{b_k^2} = 1, \quad (2)$$

где a_k и b_k полуоси искомой коники, a_0, b_0 - координаты центра смещения коники, а α - угол поворота фокальной оси.

Движение центра бегунка вибровозбудителя описывается изменением расстояния от центра бегунка до точки закрепления водилы, т.е. полярным радиусом R . Поэтому все составляющие кривые (окружность, эллипс и переходная коника), с помощью которых мы формируем валец, должны описываться в полярных координатах (R, φ) .

Точка закрепления водилы (начало координат) находится в общем геометрическом центре круговой и эллиптической частей вальца.

Составляющие - круговая и эллиптическая части - вальца в полярных координатах описываются уравнениями $R = a$ и $R = \frac{b}{\sqrt{1 - e^2 \cos^2 \varphi}}$ соответственно, где a и b

полуоси заданного эллипса, $e = \frac{a^2 - b^2}{a^2}$ - эксцентритет этого эллипса.

Сделав математические преобразования, из декартового уравнения (2) можно получить полярное уравнение переходной коники.

Тогда

$$R^2[1 - e^2 \cos^2(\varphi - \alpha)] + 2Rq \sin(\varphi - \alpha) - p \cos(\varphi - \alpha)(1 - e^2) + [p^2(1 - e^2) + q^2 - b^2] = 0$$

где $p = a_0 \cos\alpha + b_0 \sin\alpha$, $q = a_0 \sin\alpha - b_0 \cos\alpha$, $g = p^2(1 - e^2) + q^2 - b^2$.

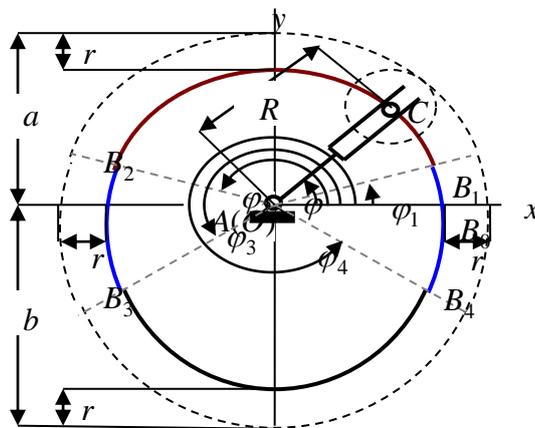


Рис.2.

Движение центра бегунка C будем рассматривать по участкам, разделенным по местам соединений дуг кривых. Полярный угол φ отсчитывается от оси абсцисс против хода часовой стрелки.

1. Участок 1 – дуга B_0B_1 . Точка $B_0(x_0, 0)$ – точка пересечения дуги коники с положительной абсциссой, точка $B_1(x_1, y_1)$ – точка соединения дуги коники с дугой окружности, $0 \leq x \leq x_1$, $0 \leq y \leq y_1$; Полярный угол $0 \leq \varphi \leq \varphi_1$.

$$R = \frac{1}{1 - e^2 \cos^2(\varphi - \alpha)} \{-A \cos(\varphi - \beta) + \sqrt{A^2 \cos^2(\varphi - \beta) - g[1 - e^2 \cos^2(\varphi - \alpha)]}\}$$

где

$$q \sin(\varphi - \alpha) - p(1 - e^2) \cos(\varphi - \alpha) = A \cos(\varphi - \beta),$$

$$A = \sqrt{p^2(1 - e^2)^2 + q^2}, \quad \cos \beta = \frac{p(1 - e^2)}{A}, \quad \sin \beta = \frac{q}{A}.$$

2. Участок 2 – дуга B_1B_2 . Точка $B_2(x_2, y_2)$ – точка соединения дуги окружности с дугой коники, $x_2 \leq x \leq x_1$, $0 \leq y \leq y_2$; Полярный угол $\varphi_1 \leq \varphi \leq \varphi_2$.

$$R = a$$

3. Участок 3 – дуга B_2B_3 . Точка $B_3(x_3, y_3)$ – точка соединения дуги коники с дугой эллипса, $x_2 \leq x \leq x_3$, $0 \leq y \leq y_3$; Полярный угол $\varphi_2 \leq \varphi \leq \varphi_3$.

$$R = \frac{1}{1 - e^2 \cos^2(\varphi + \alpha)} \{A \cos(\varphi - \beta) + \sqrt{A^2 \cos^2(\varphi - \beta) - g[1 - e^2 \cos^2(\varphi + \alpha)]}\}$$

4. Участок 4 – дуга B_3B_4 . Точка $B_4(x_4, y_4)$ – точка соединения дуги эллипса с дугой коники, $x_3 \leq x \leq x_4$, $0 \leq y \leq y_4$; Полярный угол $\varphi_3 \leq \varphi \leq \varphi_4$.

$$R = \frac{b}{\sqrt{1 - e^2 \cos^2 \varphi}}$$

5. Участок 5 – дуга B_5B_0 – часть правой коники.

График изменения полярной координаты R представлен на рис.3.

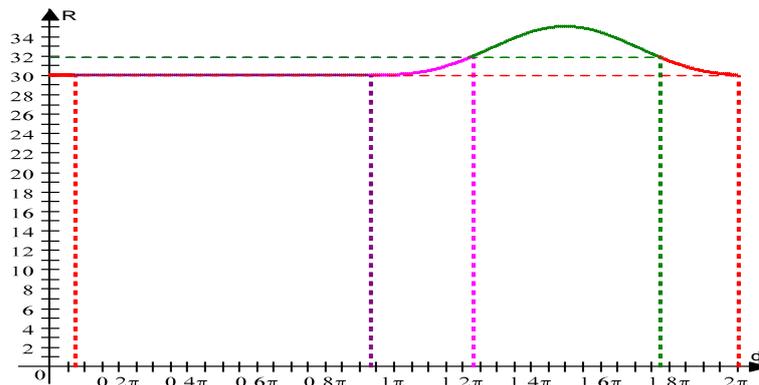


Рис. 3. График изменения полярной координаты

Использованная литература

1. Темирбеков Е.С., Дудкин М.В., Бостанов Б.О. Плавное соединение вальца вибровозбудителя по заданным условиям непрерывности и касания // Мат. III межд. научной конференции "Актуальные проблемы механики и машиностроения". КазНТУ им.К.И.Сатпаева. – Алматы, 17-19 июня 2009, Т.2. – С.118-127.