

УДК 621.01:625.084

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БЕЗУДАРНОЙ ДОРОЖКИ ВИБРОВОЗБУДИТЕЛЯ ДОРОЖНЫХ КАТКОВ

© 2011 г.

С.У. Джолдасбеков, Е.С. Темирбеков

Институт механики и машиноведения им. У.А. Джолдасбекова МОН РК, Алматы (Казахстан)

temirbekove@mail.ru

Поступила в редакцию 24.08.2011

Исследование направлено на повышение эффективности вибрационных катков с использованием асимметричных планетарных вибровозбудителей, которые отличаются более высоким уровнем динамических параметров, характеризующих влияние подводящей к вибророльцу энергии на увеличение вынуждающей силы и уплотняющей способности дорожных катков. Выполнение поставленной цели достигалось разработкой методики определения мест соединения переходного участка беговой дорожки вибровозбудителя, удовлетворяющей заданным условиям непрерывности, касания и кривизны. Разработана оригинальная методика по определению формы комбинированной беговой дорожки посредством плавной кривой.

Ключевые слова: вибрационные дорожные катки, непрерывность, касание, гладкость, коника.

Рассмотрим планетарный вибровозбудитель (рис. 1а) с беговой дорожкой, составленной из полудуг окружности радиуса a и эллипса с полуосями a и b . Точки соединения $A(a, 0)$ и $A'(-a, 0)$ расположены вдоль оси Ox . Для эллипса радиус $\rho = (b^4 x^2 + a^4 y^2)^{3/2} / (a^4 b^4)$.

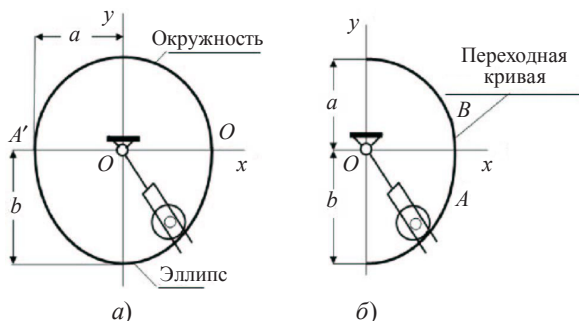


Рис. 1

Ролик бегунка вибровозбудителя совершает движение по комбинированной беговой дорожке, составленной из дуг коник с общими касательными в точках соединения. При переходе из одной части в другую в точках соединения возникает разрыв кривизны, вызывающий скачок центробежных сил. Для того чтобы обеспечить переход без скачка, необходимо вставить переходный участок в виде дуги кривой (рис. 1б), удовлетворяющей условиям: а) дуга должна проходить через точки соединения A и B ; б) соединяющая и соединяемая части должны иметь одинаковую первую производную в точках соединения; в) в точках соединения радиусы кривизны должны быть одинаковыми. Соединение, удовлетворяющее условиям

а), б) и в), соответствует второму порядку гладкости – плавности [1]. Будем рассматривать задачу получения плавной кривой.

Лайминг показал [2], что можно найти уравнение конического сечения, имеющего две заданные касательные и проходящего через третью точку:

$$(1-\lambda)L_1L_2 + \lambda L_3^2 = 0. \quad (1)$$

Уравнение (1) представляет собой пучок конических сечений, проходящих через точки A и B , здесь прямая $L_2 = 0$ – касательная в A , а прямая $L_1 = 0$ – касательная в B , прямая $L_3 = 0$ – хорда, соединяющая A и B (рис. 2).

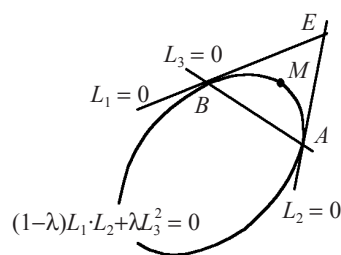


Рис. 2

Параметр λ определяется заданием точки $M(x_M, y_M)$, тогда

$$\lambda = \frac{L_1(x_M, y_M)L_2(x_M, y_M)}{L_1(x_M, y_M)L_2(x_M, y_M) - L_3^2(x_M, y_M)}. \quad (2)$$

Уравнения конического сечения переходного участка беговой дорожки определяется четырьмя точками: двумя точками соединения A и B , пересечения касательных E и некоторой точкой M . Применяя метод Лайминга, можно получить выражение соединяющей дуги в виде уравнения (1),

если заданы следующие пять условий: 1, 2 – две граничные точки, которые удовлетворяют уравнению (1); 3, 4 – две касательные, проведенные через граничные точки; 5 – параметр λ , определяемый из (2). Выбирая λ в (1) определенным образом, можно получить форму кривой, удовлетворяющую условию плавности. А именно, полученная методом Лайминга коника в точках A и B должна иметь радиусы кривизны, равные заданным ρ_A и ρ_B . Для этого требуется найти зависимости, связывающие радиус кривизны с параметром λ . На практике [3] часто конику задают двумя касательными к ней, точками касания на них и еще какой-либо ее точкой или заданием параметра λ . Более удобный для практики способ задания коники – это задание ее двумя касательными, точками касания на них и инженерным дискриминантом (рис. 3).

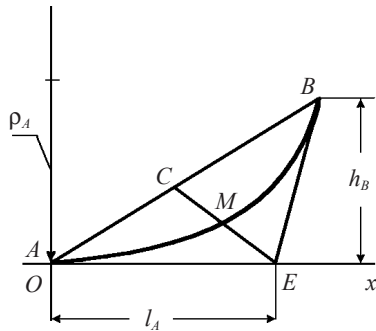


Рис. 3

При этом способе точка M , рассматриваемая на кривой между точками A и B , задается как точка пересечения медианы CE базисного треугольника AEB с искомой кривой. При этом точка M определяется коэффициентом $f = CM/CE$, называемым инженерным дискриминантом. Радиус кривизны в A определяется как [1]:

$$\rho_A = \frac{2f^2 l_A^2}{(1-f)^2 h_B}, \tag{3}$$

где $l_A = AE$ длина касательной, проведенной в A до E ; h_B – расстояние от B до касательной в A .

Пусть переходной участок $\cup AMB$ имеет эллиптическую форму (рис. 4).

Возьмем $A(x_A, y_A)$ и $B(x_B, y_B)$ с ρ_A и ρ_B и проведем через них касательные $L_{A\tau}$ и $L_{B\tau}$, они пересекутся в E . Соединив A , B и E , получим базисный треугольник ΔAEB , составленный из касательных $L_{A\tau}$ и $L_{B\tau}$, хорды L_{AB} , где ED – медиана. Введем [4] коэффициент отношения радиусов кривизны $\eta = \sqrt[3]{\rho_A/\rho_B} = d_B/d_A$, при этом из рис. 4 получены следующие отношения:

$$\frac{\sin \beta}{\sin \alpha} = \frac{\sin \beta_E}{\sin \alpha_E} = \frac{d_B}{d_A} = \frac{l_A}{l_B} = \frac{h_A}{h_B} = \sqrt[3]{\frac{\rho_A}{\rho_B}} = \eta. \tag{4}$$

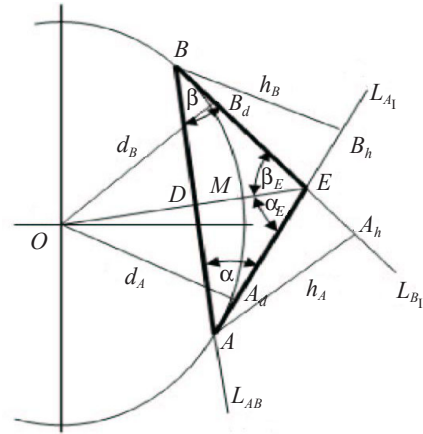


Рис. 4

Предлагается процесс определения положения B с условием выполнения (4) моделировать кулисным механизмом (рис. 5).

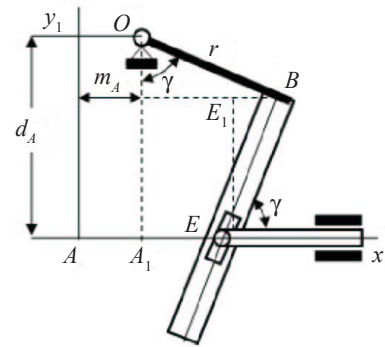


Рис. 5

С учетом (4) получаем уравнение относительно $k = \text{tg } \gamma$:

$$\frac{m_A k \sqrt{1+k^2} - d_A \sqrt{1+k^2} + r(1+k^2)}{\sqrt{1+k^2} (d_A \sqrt{1+k^2} - r)} = \eta. \tag{5}$$

Таким образом, разработана методика по определению формы комбинированной беговой дорожки, составленных из дуг коник и соединенных между собой плавной кривой. Алгоритм методики заключается в следующем. Решая соотношение (5), получим значение γ . Определяем координаты точек E и B , на основании их значений из (3) найдем значение f и точку M , по которой из (2) определяем параметр λ . Наконец, по найденным параметрам из (1) определяем уравнение плавной кривой, соединяющей эллипс и окружность в точках A и B .

Список литературы

1. Мишустин Н.А., Жуленов Е.П., Толкунова Т.В. Плоские кривые в инженерной практике: Уч. пособие. ВолгГТУ. Волгоград, 1995. 54 с.
2. Фокс А., Пратт М. Вычислительная геометрия.

Применение в проектировании и на производстве: Пер. М.: Высш. школа, 1988. 351 с.
с англ. М.: Мир, 1982. 304 с. 4. Выгодский М.Я. Справочник по математике. М.:
3. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение. АСТ, 2006. 991с.

SHOCK-FREE RACE TRACK OF ROAD ROLLER VIBRATION EXCITERS

S.U. Dzholdasbekov, E.S. Temirbekov

This study is aimed at the improvement of the efficiency of vibration road rollers using an asymmetrical planetary vibration exciter, characterized by a higher level of dynamic parameters indicating how the energy supplied to the vibration drum affects the increase of the disturbing force and the sealing capacity of the road rollers. To achieve the above goal, several studies were conducted, and one of their objectives was to develop a method for determining the vibration exciter road rollers transition areas junction point that meets the integrity, tangency and curvature requirements. The original methodology of determining the combined race track shape composed by conic arcs and linked by a smooth curve was developed.

Keywords: vibration road rollers, integrity, tangency, curvature, conic.