

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(21) **202092364** (13) **A2**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки  
**2021.05.31**

(51) Int. Cl. **B65G 51/00** (2006.01)

(22) Дата подачи заявки  
**2020.10.05**

---

(54) **СПОСОБ ПЛАВНОГО СГЛАЖИВАНИЯ ЭЛЕМЕНТА ОКРУЖНОСТИ И ЭЛЕМЕНТА  
КОНИКИ ПЕРЕХОДНОЙ КОНИКОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КУЛИСНОГО  
МЕХАНИЗМА**

---

(31) **2019/0963.2**

(32) **2019.11.01**

(33) **KZ**

(96) **KZ2020/068 (KZ) 2020.10.05**

(71) Заявитель:

**РЕСПУБЛИКАНСКОЕ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
ПРЕДПРИЯТИЕ НА ПРАВЕ  
ХОЗЯЙСТВЕННОГО ВЕДЕНИЯ  
"ИНСТИТУТ МЕХАНИКИ  
И МАШИНОВЕДЕНИЯ  
ИМЕНИ АКАДЕМИКА У.А.  
ДЖОЛДАСБЕКОВА" КОМИТЕТА  
НАУКИ МИНИСТЕРСТВА  
ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН (KZ)**

(72) Изобретатель:

**Бостанов Баянды Оспанович,  
Темирбеков Ербол Садуахасович,  
Тулешов Аамандык Куатович,  
Джомартов Асылбек Абдразакович,  
Куатова Молдир Жангелдиевна,  
Дудкин Михаил Васильевич (KZ)**

---

(57) Изобретение относится к области судостроения, швейного производства, пассажирского транспорта (трубопроводного). При проектировании и создании криволинейной трубопроводной трассы возникают проблемы, связанные с высокими скоростями. Криволинейный участок трубопроводной трассы обычно выполняется в виде дуги окружности. В месте стыковки криволинейных участков мгновенно возникают ускорения за счет радиуса кривизны. Это в свою очередь приводит к резким толчкам, нежелательным вибрациям и ударам. Предлагаемое изобретение позволяет решить проблему поворотов трассы (траекторий). Технический результат достигается способом плавного сглаживания элемента окружности и элемента коники, согласно которому с использованием кулисного механизма определяют переходную конику, обеспечивающую плавное соединение этих двух кривых, и при задаваемой стартовой точке определяют финишную точку. В предлагаемом способе использование движения камня кулисного механизма обеспечивает выполнение условия непрерывности, касания и равенства радиусов кривизны, выражаемое соотношением: отношение длин касательных отрезков равно отношению радиусов кривизны в кубическом корне.

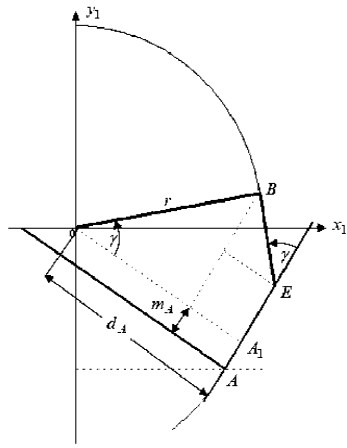
---

**A2**

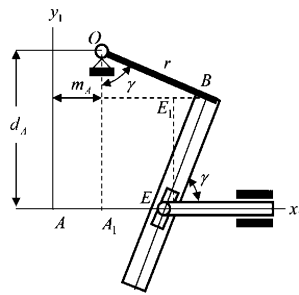
**202092364**

**202092364**

**A2**



Определение положения точки  $B$



Кулисный механизм

**Способ плавного сглаживания элемента окружности и элемента коники  
переходной коникой с использованием кулисного механизма**

Изобретение относится к области судостроения, швейного производства, пассажирского транспорта (трубопроводного).

При проектировании и создании криволинейной трубопроводной трассы возникают проблемы, связанные с высокими скоростями. Криволинейный участок трубопроводной трассы обычно выполняется в виде дуги окружности. В месте стыковки криволинейных участков мгновенно возникают ускорения за счет радиуса кривизны. Это в свою очередь приводит к резким толчкам, нежелательным вибрациям и ударам.

Предлагаемое изобретение позволяет решить проблему поворотов трассы (траектории).

Известно изобретение RU 2674392, кл.G06M3/02, оп.07.12.2018, «Способ борьбы с беспилотными летательными аппаратами», в котором одной из выполняемых функций является экстраполирование маршрута дальнейшего полета беспилотного летательного аппарата, основывающееся на сглаживающих кубических параметрических сплайнах в трехмерном пространстве. Недостатком использования сплайн-функций является то, что сплайны не учитывают радиусов кривизны.

Задача изобретения - получение физической величины - коники, обеспечивающей плавное соединение двух кривых, которая позволяет при задаваемой стартовой точке определить конкретную финишную точку.

Технический результат достигается способом плавного сглаживания элемента окружности и элемента коники, согласно которому с использованием кулисного механизма определяют переходную конику, обеспечивающую плавное соединение этих двух кривых, и при задаваемой стартовой точке определяют финишную точку.

В предлагаемом способе использование движения камня кулисного механизма обеспечивает выполнение условия непрерывности, касания и равенства радиусов кривизны, выражаемое соотношением: отношение длин касательных отрезков равно отношению радиусов кривизны в кубическом корне.

Рассмотрим механизм, представленный на фиг. 1. Качающаяся часть *OBE* предлагаемого механизма состоит из взаимноперпендикулярно расположенных стержней *OB* и *BE*, в котором стержень *OB* может поворачиваться вокруг неподвижной стойки *O* и имеет длину  $r$ , а во внутренней полости стержня *BE* расположен ползун *E*, который может

перемещаться по прорези  $BE$  а также вдоль направления  $Bx_1$ . Стойка  $O$  расположена на плоскости  $OBE$  и отстоит от выбранных осей  $Ax_1$  и  $Ay_1$  на расстоянии  $d_A$  и  $m_A$  соответственно. Точка  $A$  - заранее заданная (стартовая) точка некоторой искомой переходной кривой, положение этой точки и радиус кривизны в ней известны. Механизм имеет одну степень свободы и определяется поворотом стержня  $BE$  на угол  $\gamma$ , который отсчитывается от вертикали  $OA_1$ . Механизм предназначен для определения конечного положения  $B$  (финишную точку  $B$ ) дуги  $\cup AB$  переходной коники для плавного соединения круговой дуги радиуса  $r$  с дугой любой кривой со стартовой точкой  $A$  с радиусом кривизны  $\rho_A$ , т.е. определяет положение финишной точки  $B$  на круговой дуге радиуса  $r$ . Конические дуги обладают свойством, что длины касательных  $AE = l_A$ ,

$$BE = l_B \text{ и радиусы кривизны связаны соотношением: } \frac{l_A}{l_B} = \sqrt[3]{\frac{\rho_A}{r}} = \eta \quad (1).$$

Пусть механизм расположен так, что точка  $A$  совпадает со стартовой точкой соединяемой кривой и направляющий стержень  $Ex_1$  совпадает с направлением касательной  $Ax_1$  (фиг. 1).

Предлагается процесс определения положения точки  $B$  с условием выполнения соотношения  $\frac{l_A}{l_B} = \eta$  моделировать кулисным механизмом. Стержни  $OB$  и  $BE$ , направленные по касательным и нормали к окружности в точке  $B$  и жестко соединенные между собой под прямым углом в точке  $B$ , образуют кулису  $OBE$  (фиг. 2).

Камень кулисы  $E$  перемещается в прорези  $BE$  и шарнирно соединен в точке  $E$  со стержнем  $Ex_1$ , которая направлена вдоль касательной к эллипсу в точке  $A$ . Кулиса  $OBE$  вращаясь в плоскости  $Ax_1y_1$  вокруг неподвижной точки  $O$  приводит в движение камень  $E$ . Камень  $E$  скользя в прорези  $BE$  в свою очередь приводит в поступательное движение стержень  $Ex_1$  вдоль оси  $Ax_1$ . Следовательно камень  $E$  все время движения остается в пересечении направляющих  $BE$  и  $Ex_1$ .

При таком движении камня  $E$  кулисного механизма происходит одновременное изменение расстояний  $AE$  и  $BE$ , т.е. изменения длин касательных  $L_{Ar}$  и  $L_{Br}$ . Определяя уравнение движения камня  $E$  можно обеспечить выполнение соотношения  $\frac{l_A}{l_B} = \eta$ . Пусть

$\gamma$  - угол поворота кулисы  $OBE$  вокруг неподвижного шарнира  $O$ , отсчитываемый от вертикали  $OA_1$  против хода часовой стрелки. Угол  $\gamma$  также определяет положение стороны  $BE$  кулисы относительно неподвижного направления  $Ax_1$ . Пусть  $d_A$  и  $m_A$  - расстояния от неподвижного шарнира  $O$  до направляющей  $Ax_1$  и нормали  $Ay_1$  соответственно. Тогда координаты точек  $E$  и  $B$  имеют вид:

$$\begin{cases} x_E = AE = (m_A + r \sin \gamma) - BE_1 = (m_A + r \sin \gamma) - \frac{EE_1}{\operatorname{tg} \gamma} = (m_A + r \sin \gamma) - \frac{d_A - r \cos \gamma}{\operatorname{tg} \gamma} \\ y_E = 0 \end{cases}$$

и

$$\begin{cases} x_B = m_A + r \sin \gamma \\ y_B = d_A - r \cos \gamma \end{cases}$$

Учитывая что  $l_A = AE = \sqrt{x_E^2 + y_E^2}$  и  $l_B = BE = \sqrt{(x_B - x_E)^2 + y_B^2}$ , а также выражая  $\sin \gamma = \frac{\operatorname{tg} \gamma}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \gamma}}$ ,  $\cos \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \gamma}}$ , найдем изменение длин как функцию угла поворота кулисы:

$$l_A = \frac{m_A \operatorname{tg} \gamma \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \gamma} - d_A \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \gamma} + r(1 + \operatorname{tg}^2 \gamma)}{\operatorname{tg} \gamma \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \gamma}}$$

$$l_B = \frac{d_A \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \gamma} - r}{\operatorname{tg} \gamma}$$

Таким образом, с учетом соотношения (1) получаем уравнение относительно  $k = \operatorname{tg} \gamma$

:

$$\frac{m_A k \sqrt{1 + k^2} - d_A \sqrt{1 + k^2} + r(1 + k^2)}{\sqrt{1 + k^2} (d_A \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \gamma} - r)} = \eta \quad (2)$$

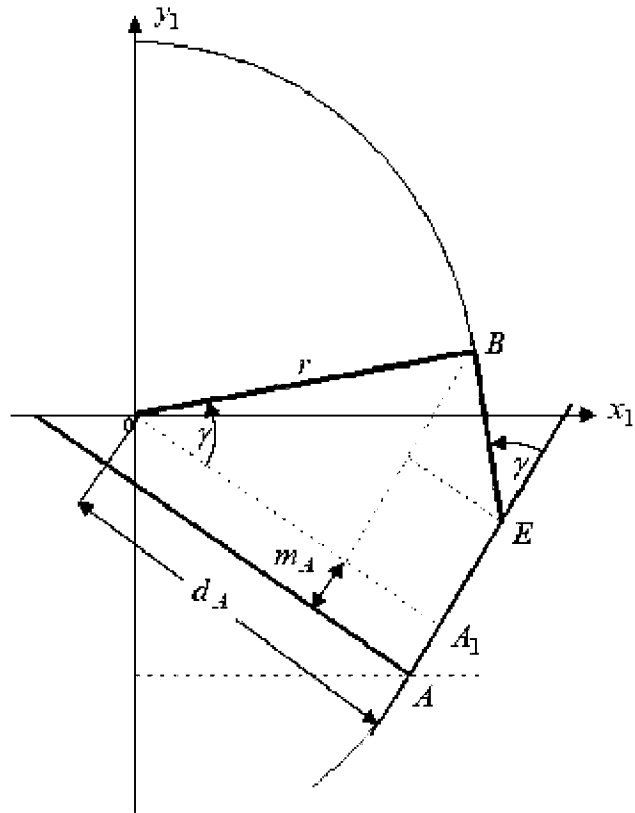
Решение уравнения (2) можно получить графическим методом. Пусть  $k_{An}$  - угловой коэффициент нормали  $L_{An}$ , а  $k_{Bn}$  - угловой коэффициент нормали  $L_{Bn}$ . Тогда можно определить  $k_{Bn} = \frac{k + k_{An}}{1 - kk_{An}}$ .

Пересечение прямой  $y = k_{Bn}x$  с окружностью  $x^2 + y^2 = r^2$  определяет точку  $B$ :

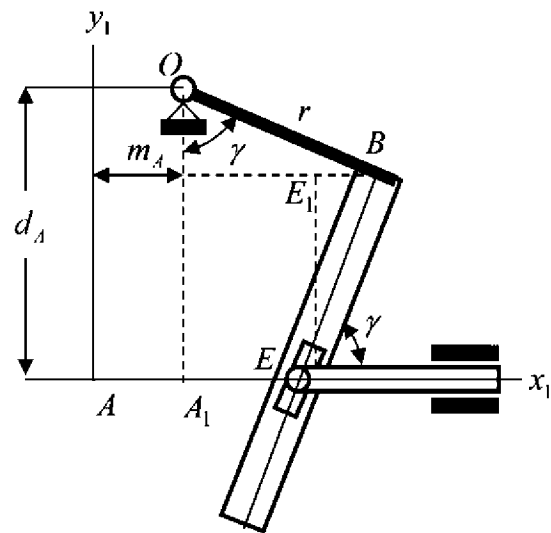
$$\begin{cases} y = \sqrt{r^2 - x^2} \\ y = k_{Bn}x \end{cases}$$

### **Формула изобретения**

Способ плавного сглаживания элемента окружности и элемента коники, *отличающийся тем*, что с использованием кулисного механизма определяют переходную конику, обеспечивающую плавное соединение этих двух кривых, и при задаваемой стартовой точке определяют финишную точку.



Фигура 1 - Определение положения точки  $B$



Фигура 2 – Кулисный механизм