

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **045293**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.11.14

(51) Int. Cl. **B43L 11/00** (2006.01)

(21) Номер заявки
202092364

(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**

**НАУКИ МИНИСТЕРСТВА
ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН (KZ)**

(32) **2019.11.01**(33) **KZ**(43) **2021.05.31**(96) **KZ2020/068 (KZ) 2020.10.05**

(72) Изобретатель:

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**РЕСПУБЛИКАНСКОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ
ПРЕДПРИЯТИЕ НА ПРАВЕ
ХОЗЯЙСТВЕННОГО ВЕДЕНИЯ
"ИНСТИТУТ МЕХАНИКИ
И МАШИНОВЕДЕНИЯ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА У.А.
ДЖОЛДАСБЕКОВА" КОМИТЕТА**

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

(56) SU-A1-1475833
SU-A1-1475834
SU-A1-1454736
SU-A1-1519926

(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 (траектории). 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.

B1**045293****045293****B1**

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. G06M 3/02, оп.07.12.2018 г., "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 ОВЕ предлагаемого механизма состоит из взаимноперпендикулярно расположенных стержней ОВ и ВЕ, в котором стержень ОВ может поворачиваться вокруг неподвижной стойки О и имеет длину r , а во внутренней полости стержня ВЕ расположен ползун Е, который может перемещаться по прорези ВЕ а также вдоль направления Bx_1 . Стойка О расположена на плоскости ОВЕ и отстоит от выбранных осей Ax_1 и Ay_1 на расстоянии d_A и m_A соответственно. Точка А - 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 ВЕ на угол γ , который отсчитывается от вертикали OA_1 . Механизм предназначен для определения конечного положения В (финишную точку В) дуги $\cup AB$ переходной коники для плавного соединения круговой дуги радиуса r с дугой любой кривой со стартовой точкой А с радиусом кривизны ρ_A , т.е. определяет положение финишной точки В на круговой дуге радиуса r . Конические дуги обладают свойством, что длины касательных $AE = l_A$, $BE = l_B$ 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 А совпадает со стартовой точкой соединяемой кривой и направляющий стержень Ex_1 совпадает с направлением касательной Ax_1 (фиг. 1).

Предлагается процесс определения положения точки В с условием выполнения соотношения

$$\frac{l_A}{l_B} = \eta$$

моделировать кулисным механизмом. Стержни ОВ и ВЕ, направленные по касательным и нормали к окружности в точке В и жестко соединенные между собой под прямым углом в точке В, образуют кулису ОВЕ (фиг. 2).

Камень кулисы Е перемещается в прорези ВЕ и шарнирно соединен в точке Е со стержнем Ex_1 , которая направлена вдоль касательной к эллипсу в точке А. Кулиса ОВЕ вращаясь в плоскости $Ax_1 y_1$ вокруг неподвижной точки О приводит в движение камень Е. Камень Е скользя в прорези ВЕ в свою очередь приводит в поступательное движение стержень Ex_1 вдоль оси Ax_1 . Следовательно камень Е все время движения остается в пересечении направляющих ВЕ и Ex_1 .

При таком движении камня Е кулисного механизма происходит одновременное изменение расстояний АЕ и ВЕ, т.е. изменения длин касательных $L_{A\tau}$ и $L_{B\tau}$. Определяя уравнение движения камня Е можно обеспечить выполнение соотношения

$$\frac{l_A}{l_B} = \eta$$

Пусть γ - угол поворота кулисы ОВЕ вокруг неподвижного шарнира О, отсчитываемый от вертикали OA_1 против хода часовой стрелки. Угол γ также определяет положение стороны ВЕ кулисы относи-

тельно 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

$$l_A = AE = \sqrt{x_E^2 + y_E^2} \text{ и } l_B = BE = \sqrt{(x_B - x_E)^2 + y_B^2}$$

а также выражая

$$\sin \gamma = \frac{\operatorname{tg} \gamma}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \gamma}}, \quad \cos \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \gamma}}$$

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

$$k_{Bn} = \frac{k + k_{An}}{1 - k k_{An}}$$

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

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

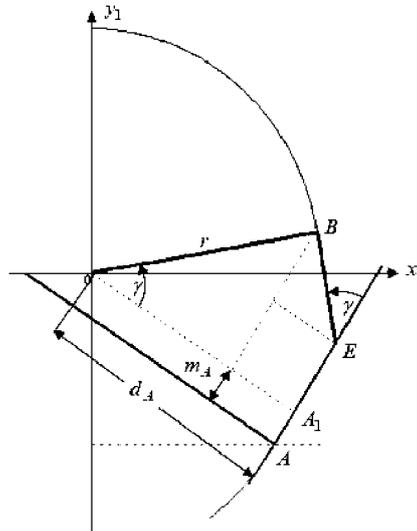
ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Способ плавного сглаживания элемента окружности и элемента коники, отличающийся тем, что с использованием кулисного механизма, выполненного из Г-образной кулисы, одно первое плечо которого в виде стержня шарнирно соединено с неподвижной стойкой, являющейся центром элемента окружности, а второе плечо в виде стержня, перпендикулярного к первому плечу, выполнено в виде направляющей для камня кулисы, который в свою очередь шарнирно соединен со стержнем в неподвижных направляющих по касательной к элементу коники в стартовой точке, определяют на элементе окружности финишную точку переходной коники, обеспечивающей плавное соединение элемента окружности и элемента коники в соответствие с решением формулы

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

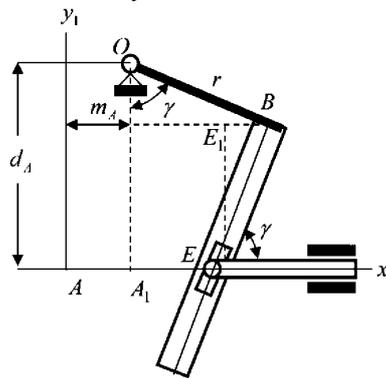
где m_A, d_A - координаты стартовой точки на элементе коники; r - радиус кривизны элемента окружности; $k = \operatorname{tg} \gamma$ - тангенс угла наклона первого плеча кулисы относительно вертикали.

Определение положения точки В



Фиг. 1

Кулисный механизм



Фиг. 2

