

УДК 621.01

О ПОСТРОЕНИИ ФУНКЦИЙ ПОЛОЖЕНИЯ ДЛЯ РЫЧАЖНЫХ МЕХАНИЗМОВ 2-ГО КЛАССА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ MATHCAD

Н.В. Зима¹, И.Н. Мацюк²

¹ассистент кафедры основ конструирования механизмов и машин, Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепр, Украина, e-mail: zima_natasha@ukr.net

²кандидат технических наук, доцент кафедры основ конструирования механизмов и машин, Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепр, Украина, e-mail: shlyahove@nmu.org.ua

Аннотация. Разработан алгоритм построения функции положения рычажного механизма второго класса с использованием программы MathCad, что позволяет аналитически выполнять кинематический анализ выходного звена механизма с высокой точностью результатов.

Предлагается для применения в курсовом проектировании по дисциплине «Теория машин и механизмов» для замены графического метода кинематических диаграмм.

Ключевые слова: функция положения, кинематический анализ, кинематические диаграммы, MathCad, аналитический метод.

CONSTRUCTION OF THE POSITION FUNCTION FOR SECOND-CLASS LEVER MECHANISMS USING THE MATHCAD SOFTWARE

Nataliia Zyma¹, Irina Matsyuk²

¹assistant of Machinery Design Fundamentals Department, National Mining University, Dnipro, Ukraine, e-mail: zima_natasha@ukr.net

²Ph.D. (Technical), Associate Professor of Machinery Design Fundamentals Department, National Mining University, Dnipro, Ukraine, e-mail: shlyahove@nmu.org.ua

Abstract. An algorithm was developed for designing a function generation of a second class mechanism with using the MathCad, which allows you to analytically perform kinematics analysis of the output link of the mechanism with high accuracy results.

It is proposed for application in the course design on the discipline "Theory of Machines and Mechanisms" to replace the graphical method of kinematic diagrams.

Keywords: function generation, kinematic analysis, kinematic diagrams, MathCad, analytical method.

Введение. Как известно [1], функцией положения механизма называется зависимость угловой (линейной) координаты выходного звена от координаты входного звена либо от времени. Она зависит от структуры, схемы механизма и размеров его звеньев. Функция положения позволяет оценить кинематические возможности механизма.

На протяжении многих лет студенты механических специальностей при выполнении курсового проекта по дисциплине «Теория механизмов и машин» применяли так называемый метод кинематических диаграмм. Этот графический метод кинематического анализа заключается в построении диаграммы перемещения (углового либо поступательного) выходного звена в функции времени, которая и представляла собой функцию положения механизма.

Затем графическим дифференцированием диаграммы перемещения получали диаграмму скорости выходного звена, из которой тем же графическим дифференцированием строили диаграмму ускорения.

Точность этих построений зависела от числа интервалов, на которое разбивалось время одного оборота ведущего кривошипа. Например, на рисунке 1 показана схема рычажного механизма качающегося конвейера, а на рисунке 2 кинематические диаграммы, построенные для звена ползуна 5 при шести интервалах времени одного оборота кривошипа 1.

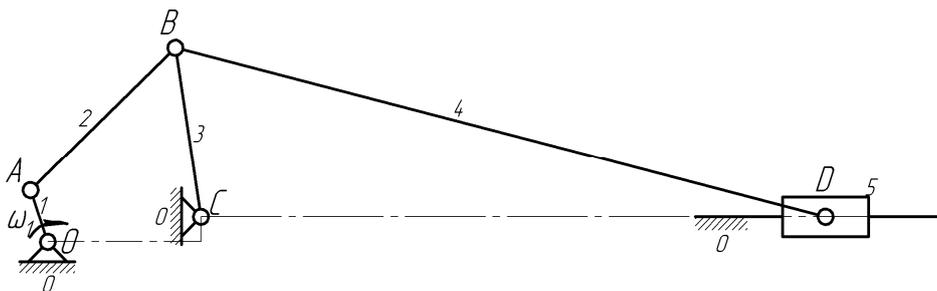


Рисунок 1 – Схема качающегося конвейера

Входным звеном является кривошип 1. Выходное звено – ползун 5. Также в состав механизма входят шатуны 2 и 4, коромысло 3 и стойка 0.

Выполнение кинематического анализа графическим методом во время всеобщей компьютеризации может быть оправдано только на этапе изучения основ теории механизмов, поскольку этот метод обладает неоспоримым преимуществом – наглядностью. Среди графических методов исследования кинематики на первом месте стоит метод планов. Многие университеты используют его при выполнении студентами курсовых проектов по ТММ [2-4]. А построение функции положения для выходного звена механизма, на наш взгляд, рациональнее выполнять не графическим методом кинематических диаграмм, а аналитически с помощью ПК.

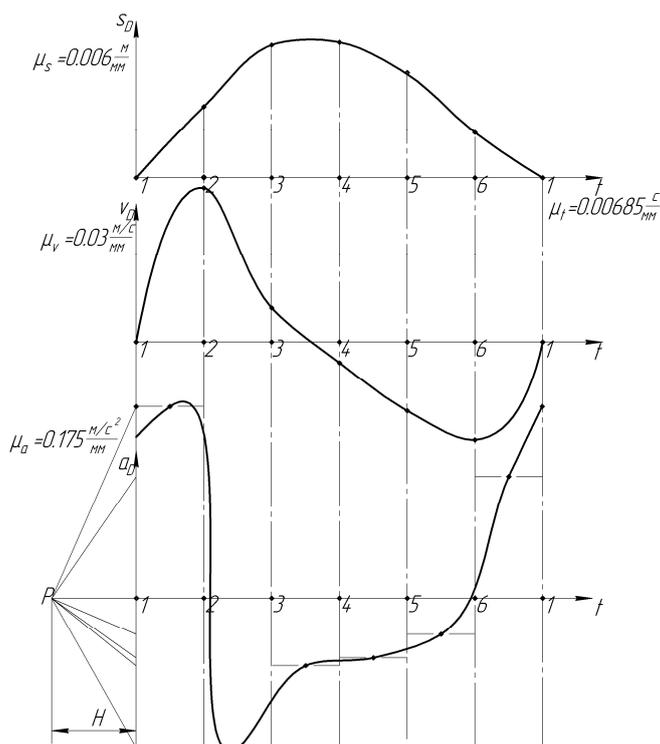


Рисунок 2 – Кинематические диаграммы для ползуна 5

Цель работы. Разработать алгоритм построения функции положения рычажного механизма используя аналитические методы исследования.

Материал и результаты исследований. В данной работе предпочтение отдано популярному программному продукту MathCad-11. Кафедра основ конструирования механизмов и машин Государственного высшего учебного заведения «Национальный горный университет» системно работает в плане внедрения этого программного продукта в учебный процесс и в курсовое проектирование по ТММ в частности [5, 6].

Покажем последовательность аналитического построения функции положения для выходного звена вышеупомянутого качающегося конвейера (рис. 1).

Представим звенья рычажного механизма соответствующими векторами (рис. 3).

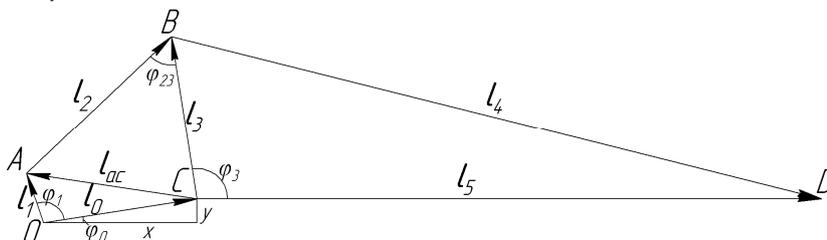


Рисунок 3 – Векторное представление звеньев качающегося конвейера

В качестве функции положения примем зависимость перемещения ползуна 5 от его крайнего правого положения, характеризуемого величиной l_{5max} , в функции угла поворота кривошипа OA.

Вводим заданные геометрические параметры механизма. В программе MathCad-11 это выглядит следующим образом (все линейные размеры в м).

$$x := 0.32 \quad y := 0.05$$

$$l_1 := 0.11 \quad l_2 := 0.42 \quad l_3 := 0.35 \quad l_4 := 1.4$$

С помощью средств модульного программирования пакета MathCad составим пользовательскую функцию, определяющую искомую зависимость перемещения ползуна 5 от угла поворота кривошипа 1.

$$\Phi(\phi_1) := \left| \begin{array}{l} l_0 \leftarrow \sqrt{x^2 + y^2} \\ \phi_0 \leftarrow \operatorname{asin}\left(\frac{y}{l_0}\right) \\ l_{ac} \leftarrow l_0 \cdot \exp(i \cdot \phi_0) - l_1 \cdot \exp(i \cdot \phi_1) \\ \phi_{1min} \leftarrow \phi_0 + \operatorname{acos}\left[\frac{l_0^2 - l_3^2 + (l_1 + l_2)^2}{2l_0 \cdot (l_1 + l_2)}\right] \\ \phi_{3min} \leftarrow \phi_0 + \operatorname{acos}\left[\frac{(l_1 + l_2)^2 - l_0^2 - l_3^2}{2 \cdot l_0 \cdot l_3}\right] \\ \phi_{23} \leftarrow \begin{cases} \operatorname{acos}\left[\frac{l_3^2 + l_2^2 - (|l_{ac}|)^2}{2 \cdot l_2 \cdot l_3}\right] & \text{if } l_2 + l_3 > |l_{ac}| \\ \text{break otherwise} \end{cases} \\ \phi_3 \leftarrow \operatorname{arg}\left(\frac{l_{ac}}{l_2 \cdot \exp(-i \cdot \phi_{23}) - l_3}\right) \\ l_{5max} \leftarrow l_3 \cdot \cos(\phi_{3min}) + l_4 \cdot \cos\left(\operatorname{asin}\left(\frac{-l_3 \cdot \sin(\phi_{3min})}{l_4}\right)\right) \end{array} \right.$$

$$\begin{pmatrix}
 l_5 \leftarrow \left(l_3 \cdot \cos(\phi_3) + l_4 \cdot \cos \left(\arcsin \left(\frac{-l_3 \cdot \sin(\phi_3)}{l_4} \right) \right) \right) \\
 x_D \leftarrow l_{5\max} - l_5 \\
 \begin{pmatrix}
 \phi_{1\min} \\
 \phi_{3\min} \\
 x_D
 \end{pmatrix}
 \end{pmatrix}$$

В первых двух строках данной функции определяется модуль и направление вектора l_0 . Далее определяется вектор, соединяющий точки А и С, для записи которого используются комплексные числа. После чего находятся минимальные значения углов $\phi_{1\min}$ и $\phi_{3\min}$, определяющие крайнее правое положение коромысла ВС и, соответственно, ползуна 5.

В следующей строке находится угол между звеньями 2 и 3 при выполнении условия существования треугольника ABC. После чего определяется угол ϕ_3 . Затем, находится модуль вектора l_5 , предварительно определив его максимальное значение, которое принимается за начало отсчета. И, наконец, определяется величина смещения ползуна 5 от своего крайнего правого положения x_D . Результаты расчета выводим в виде однострочной трехстрочной матрицы и строим функцию положения (рис. 4).

$$\phi_{1\min} := \Phi(0)_0 \quad \phi_{3\min} := \Phi(0)_1 \quad x_D(\phi_1) := \Phi(\phi_1)_2$$

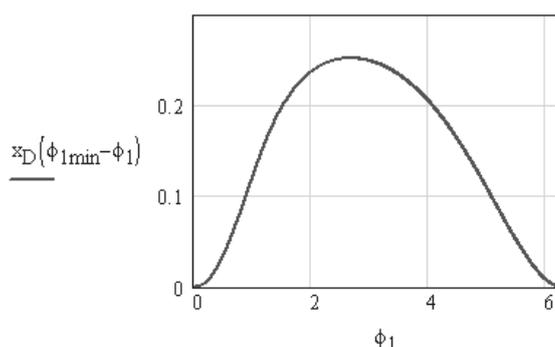


Рисунок 4 – Функция положения рычажного механизма качающегося конвейера

Дважды продифференцировав данную функцию получаем графики изменения аналога скорости (рис. 5) и аналога ускорения (рис. 6) соответственно.

$$v_{aD}(\phi_1) := \frac{d}{d\phi_1} x_D(\phi_{1min} - \phi_1)$$

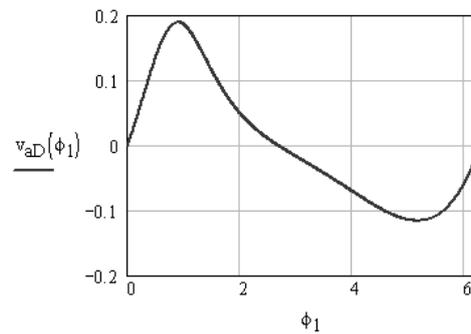


Рисунок 5 – График изменения аналога скорости ползуна 5

$$a_{aD}(\phi_1) := \frac{d^2}{d\phi_1^2} x_D(\phi_{1min} - \phi_1)$$

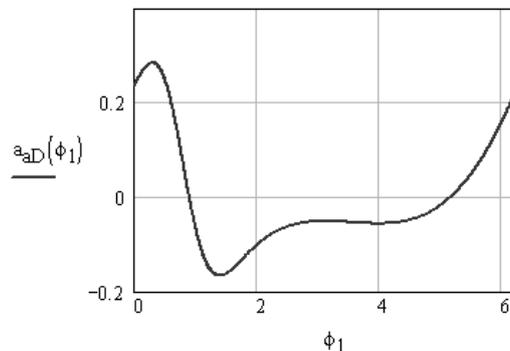


Рисунок 6 – График изменения аналога ускорения ползуна 5

Сравним полученные результаты с кинематическими диаграммами (Рис. 2), построенными графически.

Нетрудно убедиться в качественной идентичности полученных зависимостей.

Выводы. Таким образом, использование программы Mathcad в курсовом проектировании по ТММ позволяет студенту освоить аналитический метод кинематического анализа, базирующийся на получении функции положения механизма с последующим её двойным дифференцированием. Результаты анализа могут быть получены с любой наперед заданной точностью. Пользовательская программа-функция позволяет быстро исследовать влияние на функцию положения отдельных геометрических параметров механизма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин: Учеб. для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. – 640 с.
2. Кірієнко О.А. Теорія механізмів і машин. Методичні вказівки до виконання курсового проекту для студентів інженерно-хімічних спеціальностей. –К.: НТУУ «КПІ». 2010. - 72 с.
3. Брицкий В.Д., Заморуев Г.Б. Ноздрин М.А. Исследование рычажного механизма /Учебное пособие. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2007.
4. Федоров Н.Н., Гололобов Г.И. Курсовое проектирование по теории механизмов и машин: Учебное пособие для студентов машиностроительных специальностей Центра дистанционного образования. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2006, - 139 с.
5. Мацюк, И.Н. Определение кинематических и кинетостатических параметров плоских стержневых механизмов сложной структуры / И.Н. Мацюк, Э.М. Шляхов // Современное машиностроение. Наука и образование: Материалы 3-й Международ. науч.-практ. конференции. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013. –С. 788 –796.
6. Зиборов К.А. Преподавание теории механизмов и машин с использованием компьютерных технологий. / К.А. Зиборов, И.Н. Мацюк, Э.М. Шляхов // Современное машиностроение. Наука и образование: материалы 2-й Международной научно-практической конференции. 14-15 июня 2012 года, Санкт-Петербург. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – С. 53 – 65.

УДК 004.4+528.06

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ КАРТОГРАФИИ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ, СТАНДАРТ WFS

Н.В. Карпенко¹, Д.С. Попов²

¹кандидат физико-математических наук, доцент кафедры электронных вычислительных машин, Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара, г. Днепр, Украина, e-mail: karpenko_nadija@mail.ru

²студент группы KI-13-1, кафедра ЭВМ, Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара, г. Днепр, Украина, e-mail: sonarnoir@gmail.com

Аннотация. Проанализированы наиболее популярные сервисы картографии и их API. Определены преимущества, недостатки и проблемы картографических сервисов. Исследованы основные принципы визуализации геоданных.

Ключевые слова: WFS, онлайн карты, Cloud Made (или Open Street Map), Bing, API, ArcGis, GIS.