ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ ТОЧКИ КОНТАКТА ЗУБЬЕВ В ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧЕ

В.А. РОМАНОВА, *доцент,*
В.М. МАТВЕЕВ, *канд. техн. наук, доцент*
Российский университет дружбы народов,
117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6.

В статье рассматривается возможность визуализации в среде AutoCAD перемещения точек зацепления при вращении зубчатых колес.

Ключевые слова: визуализация, зубчатое колесо, зубчатая передача, линия зацепления.

Если в цилиндрической зубчатой передаче выполняется условие $\varepsilon_\alpha = \varphi_\alpha/\tau > 1$, где ε_α - коэффициент торцового перекрытия, φ_α - угол торцового перекрытия, τ - угловой шаг зубчатого колеса, то в такой передаче в зацеплении одновременно могут находиться несколько пар зубьев. В зубчатых передачах, составленных из эвольвентных зубчатых колёс, нарезанных инструментом со стандартными значениями параметров

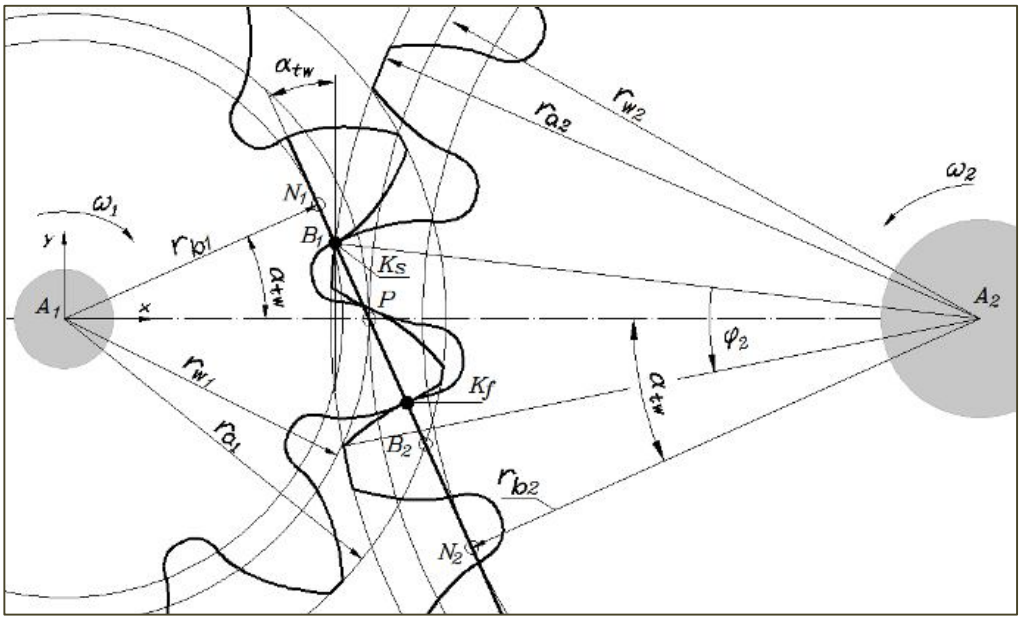

Рис.1. Начальное положение зубчатых колес

исходного производящего контура, чередуются однопарное и двухпарное зацепления.

Рис. 1 иллюстрирует момент входа в зацепление в точке B_1 второй пары зубьев, тогда как предыдущая пара еще не вышла из зацепления. Здесь обозначено: K_S – точка входа пары зубьев в зацепление; K_f - положение точки контакта взаимодействующей пары зубьев в момент входа в зацепление последующей пары.

Последующая пара зубьев входит в зацепление при повороте зубчатых колёс предыдущей пары на величину углового шага τ (рис. 2).

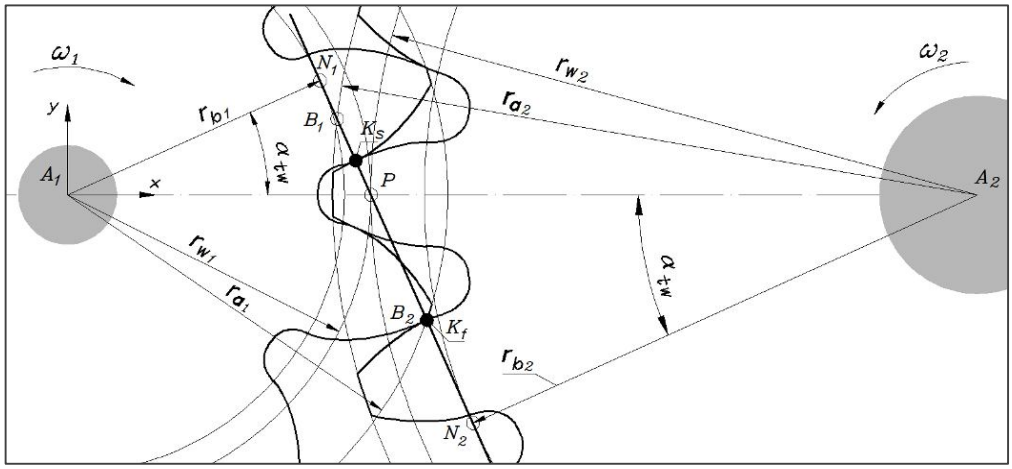

Рис. 2. Выход точки K_f из зацепления

Визуализация движения точек контакта при двухпарном зацеплении реализуется в системе AutoCAD программой «Зубчатое зацепление», разработанной на языке AutoLisp. Исходными данными для работы программы являются модуль зубчатой передачи m, числа зубьев зубчатых колёс z_1 и z_2 , а также результаты расчета геометрических параметров этих колёс.

В начальном положении колес $\boldsymbol{\varphi_2 = \tau_2}$. Поэтому в программе предусмотрено движение точки зацепления K_f при $\tau_2 \le \varphi_2 \le \varphi_{\alpha 2}$, а точки K_S -

при $\tau_2 \le \varphi_2 \le 2\tau_2$.

Точки зацепления движутся поступательно по линии зацепления, составляющей с осью A_1A_2 угол $\frac{\pi\cdot}{2} - \alpha_{tw}$. Координаты точек зацепления определяются в цикле с параметром φ_1.

В начальном положении $K_sN_2 = B_1N_2$. Перемещение точки K_s при повороте колеса z_1 на угол $\Delta\varphi_1$ определяется из выражения

$$\Delta s = \Delta\varphi_1 \cdot r_{B_1},$$

а величина отрезка K_sN_2 на каждом шаге цикла равна:

$$K_sN_2 = K_sN_2 - \Delta s.$$

Отрезок PK_s определяется из выражения

$$PK_s = K_sN_2 - PN_2,$$

где

$$PN_2 = \sqrt{r_{w2}^2 - r_{b2}^2},$$

а координаты точки K_s - из выражений:

$$x = r_{w_1} - PK_s \cdot \sin\alpha_{tw},\ y = PK_s \cdot \cos\alpha_{tw}.$$

Для точки K_f координаты определяются по формулам:

$$PK_f = K_fN_2 - PN_2,\ x = r_{w_1} - PK_f \cdot \sin\alpha_{tw}, y = PK_s \cdot \cos\alpha_{tw}.$$

Координаты точек K_f и K_S вычисляются пользовательскими функциями Ptz и Ptz@. В конце цикла выполняется переименование точек.

Ниже приведен фрагмент программы «Зубчатое зацепление»:

```
(setq n (getint "\n Введите число зацеплений:_"))
(repeat n
(while (< fi2t (< fi2t fialfa2)
(setq fi2t (+ fi2t dfi2a))
(command "rotate" e1 ""  A1 dfi1a)
(command "rotate" e2 "" A2 dfi2a)
(command "delay" 30)
(if (> KN2 B2N2)
(progn
(setq kf2 (ptz df1))
(command "move" Kf "" kf1 kf2);   движение первой  точки зацепления - Kf
(setq kf1 kf2)
))
(if  (> KN2@ B2N2)
(progn
(setq ks2 (ptz@ dfi2a))
(command "move" Ks "" ks1 ks2);  движение второй точки зацепления  -Ks
(setq ks1 ks2)) ))
(if (< KN2 B2N2) (command "erase" Kf "")(princ)); удаление точки Kf
(while (and (> fi2t fialfa2) (<= fi2t 2tau2))
(setq fi2t (+ fi2t dfi2a))
(command "rotate" e1 ""  A1 dfi1a)
(command "rotate" e2 "" A2 dfi2a)
(command "delay" 30)
(if (> KN2@ B2N2)
(progn
(setq ks2 (ptz@ dfi2a))
(command "move" Ks "" ks1 ks2); на линии зацепления только точка Ks
(setq ks1 ks2)
)))
(setq fi2t (- fi2t tau2))
(setq Kf Ks kf1 ks1 KN2 KN2@);  переименование точки Ks в Kf
(setq KN2@ B1N2  Kks1 B1)
(command "donut" 0.0 2.0 B1 "")
(setq Ks (entlast));  точка зацепления  в B1 - Ks
(if  (/= (rem k 2.0) 0.0)(command "change" Ks "" "p" "c" "4" "")
(command "change" Ks "" "p" "c" "6" ""))
(setq k (1+ k)))
```

Литература

1. *Левицкий Н.И.* Теория механизмов и машин. – М.: «Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1990. - С. 590.

2. *Романова В.А.* Особенности изображения процесса образования поверхностей в системе САПР AutoCAD// Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. – 2012. – №4. – С. 3-5.

References

1. *Levitzkiy, N.I.* (199). *Teoriya Mehanizmov i Mashin*, Moscow: “Nauka, Glavnaya redaktziya fiz.-mat. literatury”, 590 p.

2. *Romanova, V.A*. (2012). Features of the image of process of formation of surfaces in AutoCAD system, *Structural Mechanics of Engineering Constructions and Buildings*, №4, pp. 3-5.

VISUALIZATION OF THE MOVEMENT OF A CONTACT POINT IN CYLINDER COG-TRANSMISSION

V.A. Romanova, V.M. Matveev

Peoples’ Friendship University of Russia, Moscow

The article considers the possibility to visualize in the AutoCAD system the process of moving contact points during rotation of cog-wheels by creating mini-film, which can be used for students and teachers.

KEY WORDS: visualization, cog-wheel, cog-transmission, catch line.