

*А.Ф. КИРИЧЕНКО, д.т.н., Н.В. МАТЮШЕНКО, к.т.н., Харьков,  
НТУ "ХПИ"*

## **АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ В ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧАХ НОВИКОВА ДЛЗ С АРОЧНОЙ ФОРМОЙ ЗУБЬЕВ**

The cylindrical Novikov gears with the arched form of tooth are considered. Questions of deciding the problems of geometrical interference are discussed. The algorithm of geometrical interference calculation is achieved by means of graphic-analytical method.

**Постановка задачи:** На основании выбранного способа зубонарезания (резцовой головкой) применительно к цилиндрическим передачам Новикова ДЛЗ с арочной формой зубьев построена аналитическая модель интерференции в зацеплении.

Для цилиндрических передач Новикова ДЛЗ рекомендуется [1,2,3] решать вопрос об интерференции графо-аналитически, т.е. сводить задачу к определению линий пересечения торцовых профилей зубьев, перемещающихся в плоскости поперечного сечения с заданными угловыми скоростями. Однако такой подход реализован аналитически лишь для зубьев, профиль которых в торцовой плоскости очерчен дугой окружности. Из уравнения поверхности арочных зубьев [4] следует, что в различных секущих плоскостях, параллельных средней торцовой плоскости, получаемые сечения отличны друг от друга. Они не являются ни композицией дуг окружностей, ни дугами эвольвент, поэтому возникает необходимость проверки проектируемой передачи на отсутствие интерференции.

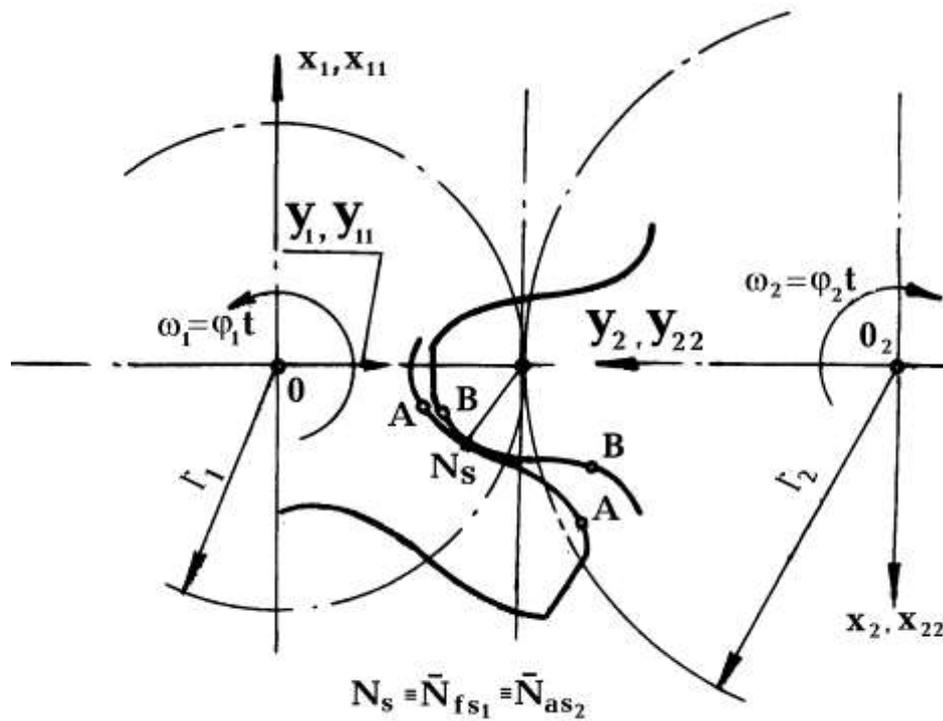


рис.1

Ниже предложена, с учетом [4], методика определения наличия геометрической интерференции для цилиндрических передач Новикова ДЛЗ с арочной формой зубьев.

1. Фиксируем положение секущей плоскости  $z=z_0$ , где  $z_0 \in [-b_w; b_w]$  (здесь  $b_w$ - ширина зубчатого колеса). В соответствии с [4], определяем уравнения торцовых профилей зуба шестерни AA в системе координат  $x_1y_1z_1$  и зуба колеса BB в системе координат  $x_2y_2z_2$ .

2. Используя формулы перехода (1) от неподвижной с.к.  $x_1y_1z_1$  к подвижной с.к.  $x_{11}y_{11}z_{11}$  и от с.к.  $x_2y_2z_2$  к системе  $x_{22}y_{22}z_{22}$ , уравнения AA и BB (рис.1) запишем в общем виде в форме (3) и (4) соответственно. Здесь  $\mu$ - текущий параметр кривой,  $\varphi(z_0)$ -угол, характеризующий положение сечения плоскостью  $z=z_0$  относительно продольной формы арочного зуба. Сделаем несколько пояснений к рис. 1: торцовые профили (в плоскости  $z=z_0$ )

шестерни и колеса контактируют в точке контакта  $N_s$ . Следовательно, она совпадает с доплюсной точкой контакта  $\overline{N_{fs1}}$ , принадлежащей шестерне и

заполюсной точкой контакта  $\overline{N_{as2}}$ , принадлежащей колесу.

$$\begin{pmatrix} x_{11} \\ y_{11} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos\varphi_1 & -\sin\varphi_1 \\ \sin\varphi_1 & \cos\varphi_1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

$$\begin{pmatrix} x_{22} \\ y_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos u\varphi_1 & \sin u\varphi_1 \\ -\sin u\varphi_1 & \cos u\varphi_1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_2 \\ y_2 \end{pmatrix} \quad (2)$$

$$\begin{cases} x_{11} = f_{11}(\mu, \varphi(z_0)) \\ y_{11} = f_{12}(\mu, \varphi(z_0)) \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} x_{22} = f_{21}(\mu, \varphi(z_0)) \\ y_{22} = f_{22}(\mu, \varphi(z_0)) \end{cases} \quad (4)$$

Используя матрицу перехода (5) уравнение ВВ примет вид (6):

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_2 \\ y_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ \phi_1 O_2 \end{pmatrix}, \quad (5)$$

где  $[O_1 O_2] = a_w$  – межцентровое расстояние.

$$\begin{cases} x_{11} = -\cos(\varphi_1 - u\varphi_1) f_{21}(\mu, \varphi(z_0)) + \sin(\varphi_1 - u\varphi_1) f_{22}(\mu, \varphi(z_0)) \\ y_{11} = -\sin(\varphi_1 - u\varphi_1) f_{21}(\mu, \varphi(z_0)) - \cos(\varphi_1 - u\varphi_1) f_{22}(\mu, \varphi(z_0)) + a_w \end{cases} \quad (6)$$

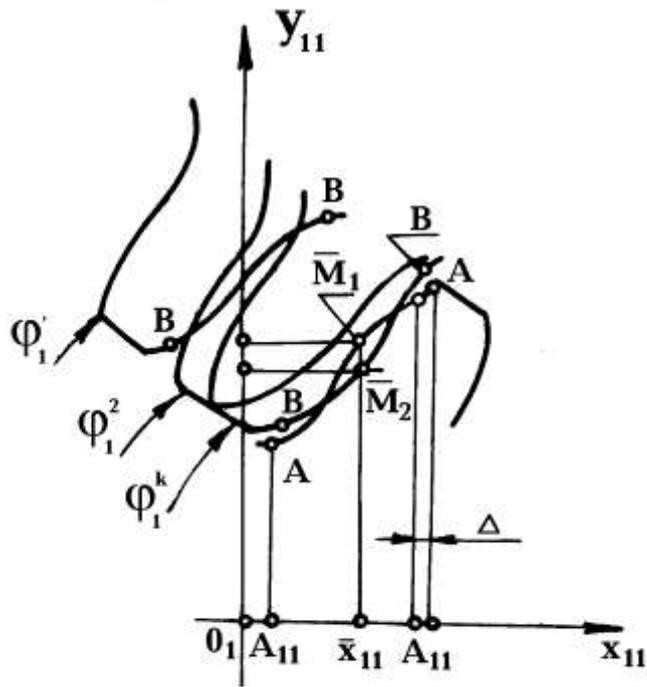


рис.2

4. Находим отрезок  $[A_{11}; A_{11}]$  оси абсцисс, как проекцию (рис.2) дуги AA на  $O_1x_{11}$ . На нем с шагом  $\Delta$  отмечаем узловые точки  $x_{11}^i$ :

$$x_{11}^i = x_{11}^0 + \Delta i, \quad i = 0, \dots, \left\lceil \frac{A_{11} - A_{11}}{\Delta} \right\rceil.$$

5. По  $x_{11}^i$  согласно (3) находим ординату  $y_{11}^i$  на дуге AA:

$$y_{11}^i = f_{12}(f_{11}^{-1}(x_{11}^i)),$$

где угол  $\mu^i = f_{11}^{-1}(x_{11}^i)$  находится численно с использованием метода половинного деления применительно к уравнению  $x_{11} = f_{11}(\mu)$  системы (3).

6. Устанавливаем диапазон изменения угла поворота

$$\varphi_i \in \left[ -\frac{\pi}{z}; \frac{\pi}{z} \right]$$

шестерни, проводим его дискретизацию:

$$\varphi_1^j = \varphi_1^0 + \delta_j,$$

$$\varphi_1^0 = -\frac{\pi}{z},$$

$j=0,1,2,3,\dots,n$ . Здесь  $n$  определяется согласно условию  $\varphi_1^n = \frac{\pi}{z}$ .

7. Для каждого  $j$  при фиксировании  $x_{11}^i$ , согласно [4], находим ординату  $y_{11}^i$   $\ast aBB^-$ , по методологии пункта (5).

Тогда необходимое и достаточное условие наличия интерференции выражается строгим равенством:

$$y_{11}^i \ast aAA^- \leq y_{11}^i \ast aBB^-$$

**Список литературы:** 1. Краснощеков Н.Н., Федякин Р.В., Чесноков В.А. Теория зацепления Новикова. -М.: Наука, из-во АН СССР, 1976.- 173с. 2. Литвин Ф.Л. Теория зубчатых зацеплений. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Наука, 1968.-584с. 3.Новиков М.Л. Зубчатые передачи с новым зацеплением - М.: ВВИА им. Н.Е. Жуковского, 1958.-186с. 4. Кириченко А.Ф., Матюшенко Н.В. Уравнение поверхности арочных зубьев цилиндрических передач Новикова ДЛЗ, нарезаемых резцовой головкой // Вестник Харьковского государственного политехнического университета Харьков, 1999, вып. №50.- С.118-127.