

А.Ф. КИРИЧЕНКО, д.т.н., **П.С. БЕСЧЕРЕВНЫХ**, асп., г. Харьков,
НТУ «ХПИ»

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ УЗЛОВЫХ ТОЧЕК СЕТКИ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ НА ВЫКРУЖКЕ ЗУБА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ НДС ПРЯМОЗУБОГО КОНИЧЕСКОГО ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА ЭВОЛЬВЕНТНОГО ЗАЦЕПЛЕНИЯ

В представленной работе описана методика нахождения точек для вычисления напряжений на выкружке зуба конического прямозубого зубчатого колеса эвольвентного зацепления, построенного с использованием метода R-функций.

Пусть область зубчатого колеса описана уравнениями [1]:

$$Q = Q_1 \wedge Q_3 \wedge Q_5 \wedge Q_2 \vee Q_4 \wedge Q_6^3 \wedge Q_6^4 \wedge Q_6^5 \wedge Q_{D1} \vee Q_{D1} \wedge Q_{D2} \wedge Q_{D3} \wedge Q_6^2 \wedge Q_6^6 \vee Q_6^1 \quad (1)$$

где

$$Q_1 = x_1 \cos \delta_{1,2} - z_1 \sin \delta_{1,2} + L_e \sin \delta_{1,2} + y_1^2 \leq \operatorname{ctg}^2 \delta_{1,2} \left(x_1 \sin \delta_{1,2} + z_1 \cos \delta_{1,2} - L_e \cos \delta_{1,2} + \frac{L_e}{\cos \delta_{1,2}} \right)^2 \quad (2)$$

$$Q_2 = x_1 \cos \delta_{1,2} - z_1 \sin \delta_{1,2} + L_e \sin \delta_{1,2} + y_1^2 \geq \operatorname{ctg}^2 \delta_{1,2} \left(x_1 \sin \delta_{1,2} + z_1 \cos \delta_{1,2} - L_e \cos \delta_{1,2} + \frac{L_e - b}{\cos \delta_{1,2}} \right)^2 \quad (3)$$

$$Q_3 = x_1 \sin \delta_{1,2} + z_1 \cos \delta_{1,2} - L_e \cos \delta_{1,2} \geq -F \quad (4)$$

$$Q_4 = x_1 \sin \delta_{1,2} + z_1 \cos \delta_{1,2} - L_e \cos \delta_{1,2} \leq -D \quad (5)$$

$$Q_5 = x_1 \cos \delta_{1,2} - z_1 \sin \delta_{1,2} + L_e \sin \delta_{1,2} + y_1^2 \geq r_B^2 \quad (6)$$

$$Q_6^1 = x_1 \cdot L_e - x_{O1} \cdot L_e - z_1 + y_1^2 \cdot L_e^2 \leq R_1^2 \cdot L_e^2 \cdot L_e - z_1^2 \quad (7)$$

$$Q_6^2 = x_1 \cdot L_e - x_{O2} \cdot L_e - z_1 + y_1 \cdot L_e - y_{O2} \cdot L_e - z_1 \geq R_2^2 \cdot L_e^2 \cdot L_e - z_1^2 \quad (8)$$

$$Q_6^3 = x_1 \cdot L_e - x_{O3} \cdot L_e - z_1 + y_1 \cdot L_e - y_{O3} \cdot L_e - z_1 \leq R_3^2 \cdot L_e^2 \cdot L_e - z_1^2 \quad (9)$$

$$Q_6^4 = x_1 \cdot L_e - x_{O4} \cdot L_e - z_1 + y_1^2 \cdot L_e^2 \leq R_4^2 \cdot L_e^2 \cdot L_e - z_1^2 \quad (10)$$

$$Q_6^5 = x_1 \cdot L_e - x_{O3} \cdot L_e - z_1 + y_1 \cdot L_e - y_{O3} \cdot L_e - z_1 \leq R_3^2 \cdot L_e^2 \cdot L_e - z_1^2 \quad (11)$$

$$Q_6^6 = x_1 \cdot L_e - x_{O2} \cdot L_e - z_1 + y_1 \cdot L_e - y_{O2} \cdot L_e - z_1 \geq R_2^2 \cdot L_e^2 \cdot L_e - z_1^2 \quad (12)$$

$$Q_{D1} = \delta_1 \cdot L_e - x_{O1} \cdot \delta_1 - z_1^2 + y_1^2 \cdot L_e^2 \leq R_j^2 \cdot L_e^2 \cdot \delta_1 - z_1^2 \quad (13)$$

$$Q_{D2} = y_1 \delta_{O2} - x_{O1} \geq y_{O2} \delta_1 - x_{O1} \quad (14)$$

$$Q_{D3} = y_1 \delta_{O2} - x_{O1} \leq y_{O2} \delta_1 - x_{O1} \quad (15)$$

Здесь приняты такие обозначения:

$Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5, Q_6^1, Q_6^2, Q_6^3, Q_6^4, Q_6^5, Q_6^6, Q_{D1}, Q_{D2}, Q_{D3}$ – R-функции, описывающие элементарные области;

L_e — длина образующей делительного конуса;

$\delta_{1,2}$ — угол делительного конуса, шестерни и колеса соответственно;

b — ширина венца зубчатого колеса.

D – расстояние от вершины делительного конуса до внутреннего торца ступицы (рис. 1)

F – то же до внешнего торца ступицы:

$x_{O1}, y_{O1}, R_1, x_{O2}, y_{O2}, R_2, x_{O3}, y_{O3}, R_3, x_{O4}, y_{O4}, R_4$. – параметры окружностей на развертке дополнительного конуса (рис. 2)

Для выкружки зуба можно записать такое параметрическое уравнение:

$$\begin{cases} x_{\delta, u} = \frac{L_e - u}{L_e} R_3 \cos \delta + x_{O3} \\ y_{\delta, u} = \frac{L_e - u}{L_e} R_3 \sin \delta + y_{O3} \\ z_{\delta, u} = u \end{cases} \quad (16)$$

где $t_0 = \arctg \frac{y_{O3} - y_2}{x_2 - x_{O3}}$

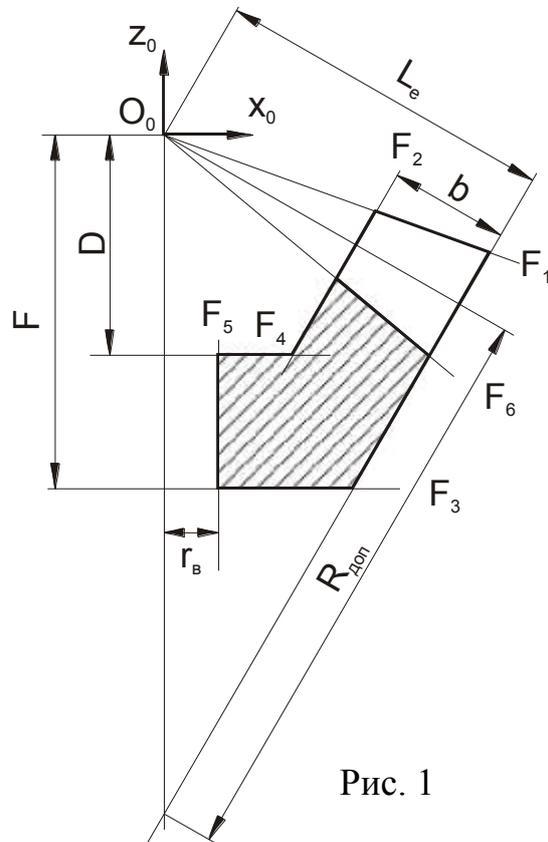


Рис. 1

Таким образом, очевидно, что точки A_1 и A_2 имеют координаты в параметрах t и u $\left(\arctg \frac{x_{O1} - x_{O2}}{y_{O1} - y_{O2}}, 0\right)$ и $\left(\arctg \frac{x_{O3} - x_{O2}}{y_{O3} - y_{O2}}, 0\right)$ соответственно.

Поэтому для сетки из $n \times m$ узлов (n – вдоль сечения (по окружности), m – вдоль образующей зуба), получим параметрическое уравнение для узлов разбиения:

$$\begin{cases} x_{i,j} = \left(1 - \frac{j-1}{m-1} \cdot \frac{b}{L_e}\right) \cdot \left(R_3 \cos\left(t_1 + \alpha_2 - t_1 \cdot \frac{i-1}{n-1}\right) + x_{O3}\right) \\ y_{i,j} = \left(1 - \frac{j-1}{m-1} \cdot \frac{b}{L_e}\right) \cdot \left(R_3 \sin\left(t_1 + \alpha_2 - t_1 \cdot \frac{i-1}{n-1}\right) + y_{O3}\right) \\ z_{i,j} = \frac{j-1}{m-1} \cdot b \end{cases} \quad (17)$$

где $i = 1, \dots, n$ и $j = 1, \dots, m$ номера точек в сетке разбиения (рис. 3).

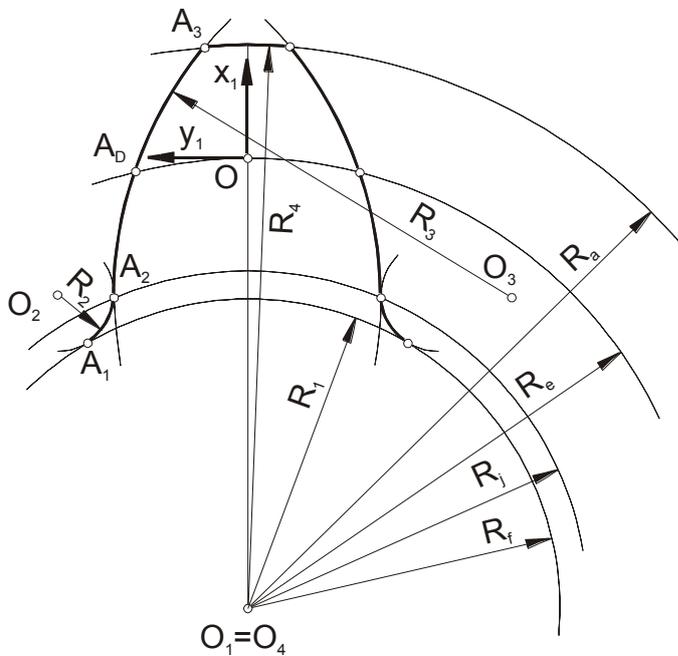


Рис. 2

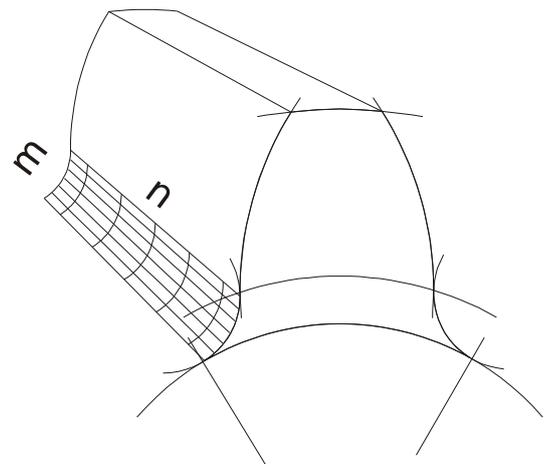


Рис. 3

Таким образом, система уравнений (17) задает систему точек, необходимую для отискания напряжений на выкружке зуба конического прямозубого зубчатого колеса эвольвентного зацепления.

Список литературы: 1. Кириченко А.Ф., Бесчеревных П.С. Геометрическое моделирование граничной поверхности области зуба прямозубого конического зубчатого колеса // Вестник Харьковского Государственного Политехнического Университета. №50 – Харьков, 1999.- с.128-134.
2. Кириченко А.Ф., Бесчеревных П.С. Геометрическое моделирование

граничной поверхности области зуба прямозубого конического зубчатого колеса // Вестник Харьковского Государственного Политехнического Университета. №50 – Харьков, 1999.- с.128-134.