АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ КОНИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ ЭКСЦЕНТРИКОВЫМ УСТРОЙСТВОМ

Ахмеджанов Ю.А., доцент

Тащкентский государственный технический университет, г. Ташкент

На рис. 1 показана одна из конструкций конической передачи, в которой пространственное регулирование осуществляется совмещенным эксцентриковым регулировочным устройством [1]. Внутренняя поверхность крышки 1 подшипникового узла выполнена конической, а сопряженная с ней поверхность стакана 2 - сферической радиусом *r*. Обе поверхности имеют эксцентриситеты e_1 и e_2: первая - относительно посадочной поверхности в корпусе 3, вторая - относительно посадочной поверхности наружного кольца подшипника 4. Кольцо 5 и сферическая поверхность радиуса *R* на правом торце стакана 2 обеспечивают осевую фиксацию и возможность поворота оси конического колеса 6 вокруг точки С и, тем самым, перемещение вершины конуса колеса *O'* по сфере радиуса *RQ*.

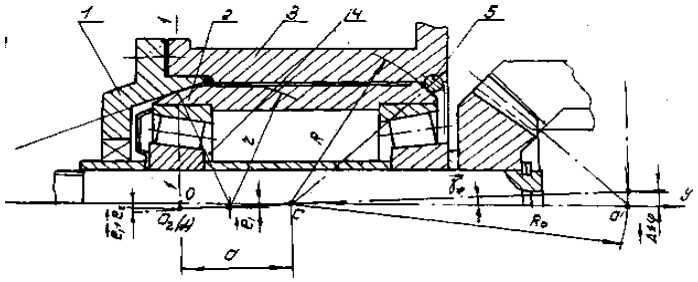


Рис. 1. Коническая передача с эксцентриковым регулированием зацепления

При взаимном повороте эксцентриков стакана и крышки левый торец (сечение 1-1 на рис. 1) получит радиальное перемещение на величину суммарного эксцентриситета

$$\vec{e}_{\Sigma\varphi} = \vec{e}_1 + \vec{e}_2. \tag{1}$$

Ось стакана, совпадающая с осью конического колеса, повернется относительно центра правой сферы точки С на угол

$$\gamma_\varphi \approx e_{\Sigma\varphi}\frac{1}{a}, \tag{2}$$

а вершина делительного конуса конического колеса точки *O* получит суммарное перемещение

$$\vec{\Delta}_{\Sigma\varphi} = -\vec{\gamma}_\varphi \cdot \overrightarrow{OC} = \vec{e}_{\Sigma\varphi} \cdot \frac{R_0}{a}. \tag{3}$$

Величина $\Delta_{\Sigma\varphi}$ может быть представлена векторной суммой:

$$\vec{\Delta}_{\Sigma\varphi} = \vec{\Delta}z + \vec{\Delta}x, \tag{4}$$

в которой $\Delta z = f_{ar}$, $\Delta x = E_{\Sigma r}$, то есть соответственно равны отклонениям межосевого расстояния и межосевого угла. Очевидно, что взаимным и совместным поворотами стакана и крышки могут быть устранены реальные отклонения f_{ar} и $E_{\Sigma r}$,

На рис. 2 представлена схема эксцентрикового регулирования. За начало системы координат примем точку *O* на номинальной осп конического колеса, совпадающую с осью вращения крышки. Ось вращения стакана (точка O_1) совпадает с осью конической поверхности крышки и находится от оси корпуса на расстоянии эксцентриситета e_1. Геометрическое место возможных положений сочки *O* (траектория движения) описывается окружностью радиуса e_1. Действительная ось шестерни совпадает с осью посадочных поверхностей подшипников (точка O_2*)* и отстоит от оси конической поверхности на расстоянии эксцентриситета e_2.

Действительное положение оси шестерни относительно номинального определяется положением точки O_2, то есть величиной суммарного эксцентриситета $e_{\Sigma\varphi}$ и фазовым углом θ.

Рассмотрим треугольник OO_1O_2 (рис. 2), из которого следует:

$$e_{\Sigma\varphi} = \left[e_1^2 + e_2^2 + 2e_1e_2\cos\left(\varphi_2 - \varphi_1\right)\right]^{1/2}. \tag{5}$$

Из практических соображений целесообразно принять $e_1 = e_2 = e$, тогда

$$e_{\Sigma\varphi} = 2e_1e_2\cos\frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2}. \tag{5a}$$

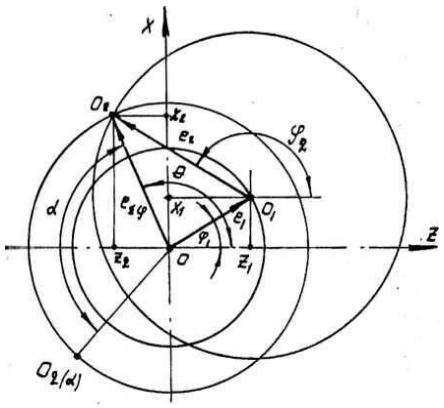


Рис. 2. Схема эксцентрикового регулирования

Фазовый угол θ найдется также из рис. 2:

$$\cos\left(180^0-\vartheta\right)=\frac{x_2}{e_{\Sigma\varphi}}=\frac{e_2\cos\left(180^0-\varphi_2\right)-e_1\cos\varphi_1}{e_{\Sigma\varphi}};$$

$$\cos\vartheta=\frac{e_1\cos\varphi_1+e_2\cos\varphi_2}{e_{\Sigma\varphi}}, \tag{6}$$

где $e_{\Sigma\varphi}$ находится по формуле (5).

При равенстве эксцентриситетов обоих эксцентриков $e_1 = e_2 = e$

$$\cos\vartheta=\frac{e\left(\cos\varphi_1+\cos\varphi_2\right)}{2e\cos\dfrac{\varphi_2-\varphi_2}{2}}=\cos\frac{\varphi_1+\varphi_2}{2}. \tag{6а}$$

Отсюда фазовый угол суммарного эксцентриситета

$$\vartheta=\frac{\varphi_1+\varphi_2}{2}. \tag{7}$$

Максимальный суммарный эксцентриситет по формуле (5а)

$$e_{\Sigma\max}=2e\cos\vartheta=2e$$

и имеет место при $(\varphi_2-\varphi_1)/2 = 0$ и фазовом угле $\theta = \varphi_1 = \varphi_2$

Минимальный суммарный эксцентриситет

$$e_{\Sigma\min}=2e\cos\pi=-2e$$

при $(\varphi_2 - \varphi_1)/2 = \pi$ и фазовом угле $\theta = 2(\varphi_1 + \pi)/2 = \pi + \varphi_1$.

Суммарный эксцентриситет отсутствует при $(\varphi_2 - \varphi_1)/2 = \pi/2$ и $\varphi_2 = \pi + \varphi_1$ то есть тогда, когда эксцентрики собраны в протифазе

$$e_{\Sigma\vartheta}=2e\cos\frac{\pi}{2}=0.$$

Таким образом, взаимным поворотом эксцентриков ($\varphi_2 - \varphi_1$) устанавливается величина суммарного эксцентриситета $e\Sigma\alpha$, а совместным поворотом на угол α конец его вектора перемещается по окружности, например, в точку O_2 (рис. 2). При этом ось конического колеса повернется относительно центра поворота точки C на угол γ_φ, вершина делительного конуса (точка O) получит перемещение $\Delta_{\Sigma\varphi}$, а совместный поворот эксцентриков приведет к ее перемещению по окружности радиуса $\Delta_{\Sigma\varphi}$ на угол $(-\alpha)$. Очевидно, что фазовый угон вершины конуса при установке $\Delta_{\Sigma\varphi}$ соответствует $\theta = -\theta$ и определяется формулой (7).

Указанными поворотами эксцентриков можно перевести вершину конуса шестерни в любую точку сферической поверхности радиуса R_0 с углом конуса $2\gamma_\varphi$, а следовательно, и в точку, соответствующую требуемому положению вершины делительного конуса шестерни в передаче ($\Delta_{\Sigma\varphi}$, α) в зависимости от погрешностей взаимного положения конических колес (4).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Айрапетов Э.Л., Ковалевский В.И., Курганбеков М.М.* Коническая передача с эксцентриковым регулированием зацепления. Технологические

методы обеспечения качества и надежности зубчатых передач *И* Тез. докл. зон. науч.-техн. конф. - Курган, 1990.-С. 3-5.

2. https://www.euroricambigroup.com/sites/default/files/2020-11/depli%20CWP%20pagine%20singole%20x%20Web-RU-EURO_0.pdf

Заявка на участие в конференции

Ахмеджанов Юсуф Аббасович

Доцент Ташкентского государственного технического университета

Тема статьи: Анализ пространственного регулирования конической передачи эксцентриковым устройством

Тел.: 97 7744694

E-mail: yusuf1956@mail.ru

Секция конференции: Современные технологии материаловедения, литейной, обработки давлением и сварки в машиностроении, проблемы и их научно-практические решения в системах наземного транспорта и обслуживания, а также в технологиях криогенной техники