

УДК 621.83.06

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛОВ ПОДЪЕМА БЕГОВЫХ ДОРОЖЕК СФЕРИЧЕСКИХ РОЛИКОВЫХ ПЕРЕДАЧ

Е. С. ЛУСТЕНКОВА

Белорусско-Российский университет
Могилев, Беларусь

Применение сферических роликовых передач (СРП) в электромеханических приводах позволяет повысить передаваемый момент и снизить частоту вращения без существенного увеличения габаритов и массы привода [1]. СРП имеют широкий диапазон передаточных отношений (16...200), разрабатываются методики их расчета и проектирования [2].

В расчетных моделях передач беговые дорожки заменяются замкнутыми центровыми кривыми, расположенными на сферических поверхностях. Одними из основных геометрических параметров являются углы подъема беговых дорожек, по которым перемещаются тела качения. Они выполняют такую же функцию, как углы давления (дополняют их до 90 °) в кулачковых механизмах и углы подъема винтовой линии в паре «винт – гайка», и определяют силовую схему зацепления и его КПД.

Целью настоящей работы являлась оценка применимости формул для определения средних значений угла подъема кривых, полученных для передач цилиндрического типа, у которых беговые дорожки размещены на цилиндрической поверхности [3]. Средний угол подъема для таких передач определялся как

$$\alpha_m = \operatorname{arctg} \left(\frac{2 \cdot Z \cdot A}{\pi \cdot R} \right), \quad (1)$$

где R – радиус окружности – основания цилиндрической поверхности, где располагаются траектории центров масс тел качения; Z – число периодов кривой; A – амплитуда кривой.

Для сферических передач важными параметрами являются радиус основной сферы R и угол наклона кривошипа ведущего вала Θ , который можно выразить через условную амплитуду A кривой: $\Theta = A/R$. Модуль угла подъема кривой определяется как функция центрального угла φ по формуле

$$|\alpha_M(\varphi)| = \arccos \left(\frac{\alpha_{\tau M}(\varphi) \cdot \tau_{\tau M}(\varphi)}{|\alpha_{\tau M}(\varphi)| \cdot |\tau_{\tau M}(\varphi)|} \right), \quad (2)$$

где $\alpha_{\tau M}$ – вектор касательной к многопериодному центровому профилю в некоторой точке M ; $\tau_{\tau M}$ – вектор касательной к окружности, которая является следом сечения основной сферы плоскостью, перпендикулярной оси z ,

и содержит точку M ; φ – центральный угол, отсчитываемый в экваториальной плоскости основной сферы (плоскости xOy).

При преобразованиях в формулу (2) подставлялись параметрические уравнения центральной кривой, приведенные в [2]. Среднее значение функции $f(s)$ на отрезке $[0, 2\pi \cdot R]$ рассчитывается согласно выражению

$$\alpha_{m0} = \frac{\int_0^{2\pi \cdot R} f(s) ds}{2 \cdot \pi \cdot R}, \quad (3)$$

где s – дуговая координата, которая изменяется от нуля до $2\pi \cdot R$ и отсчитывается вдоль окружности в экваториальном сечении сферы. В выражение (3) в качестве функции $f(s)$ подставлялось выражение (2) с заменой центрального угла φ на дуговую координату, отнесенную к радиусу основной сферы s/R . Значения углов подъема, вычисленные различными способами для сферических и цилиндрических передач с различными параметрами, приведены в табл. 1.

Табл. 1. Сравнение вариантов вычислений угла подъема

Тип передачи	Параметр			α_{m0} , рад	α_m , рад	Погрешность, %
	R , мм	Z	A , мм			
Цилиндрическая	30	15	5	0,916	1,010	10,262
Цилиндрическая	20	11	5	0,790	0,862	9,114
Цилиндрическая	30	15	10	1,152	1,266	9,896
Сферическая	30	15	5	0,916	1,010	10,262
Сферическая	20	11	5	0,786	0,862	9,669
Сферическая	30	15	10	1,214	1,266	4,283

При диаметрах основной сферы 20...30 мм и таких же значениях радиуса основания цилиндрических поверхностей использование формулы для определения среднего угла подъема беговых дорожек как кусочно-винтовых кривых для сферических и цилиндрических передач с промежуточными телами качения приводит к завышению реальных значений углов примерно на 10 %. При этом для сферических передач эта погрешность с увеличением углов подъема снижается.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Лустенков, М. Е.** Механизм с изменяющимся углом между осями валов / М. Е. Лустенков, Е. С. Фитцова // Вестн. Брян. гос. техн. ун-та. – 2014. – № 1. – С. 46–50.
2. **Lustenkov, M. E.** Load Capacity of Spherical Roller Transmission with Double-Row Pinion / М. Е. Lustenkov, Е. S. Lustenkova // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – 795 (2020) 012020. – 6 p.
3. **Лустенков, М. Е.** Шариковые планетарные передачи для средств малой механизации / М. Е. Лустенков // Вестн. машиностроения. – 2004. – № 6. – С. 15–17.