

УДК 621.83.06

## СТАТИЧЕСКОЕ УРАВНОВЕШИВАНИЕ ДВУХРЯДНОГО САТЕЛЛИТА СФЕРИЧЕСКОЙ РОЛИКОВОЙ ПЕРЕДАЧИ

А. Н. МОЙСЕЕНКО

Белорусско-Российский университет  
Могилев, Беларусь

Сферические роликовые передачи (СРП) предназначены для получения больших значений передаточных отношений при малых габаритах и массе привода [1]. В конструкции СРП сателлит с двумя рядами роликов устанавливается на эксцентрик с возможностью вращения относительно него [2, 3]. Эксцентрик жестко соединяется с ведущим валом. Вследствие того, что два ряда роликов расположены вдоль оси сателлита и их число не одинаково, возникает дисбаланс, который при высоких частотах вращения может привести к ухудшению работы передачи. На рис. 1 показана схема сателлита.

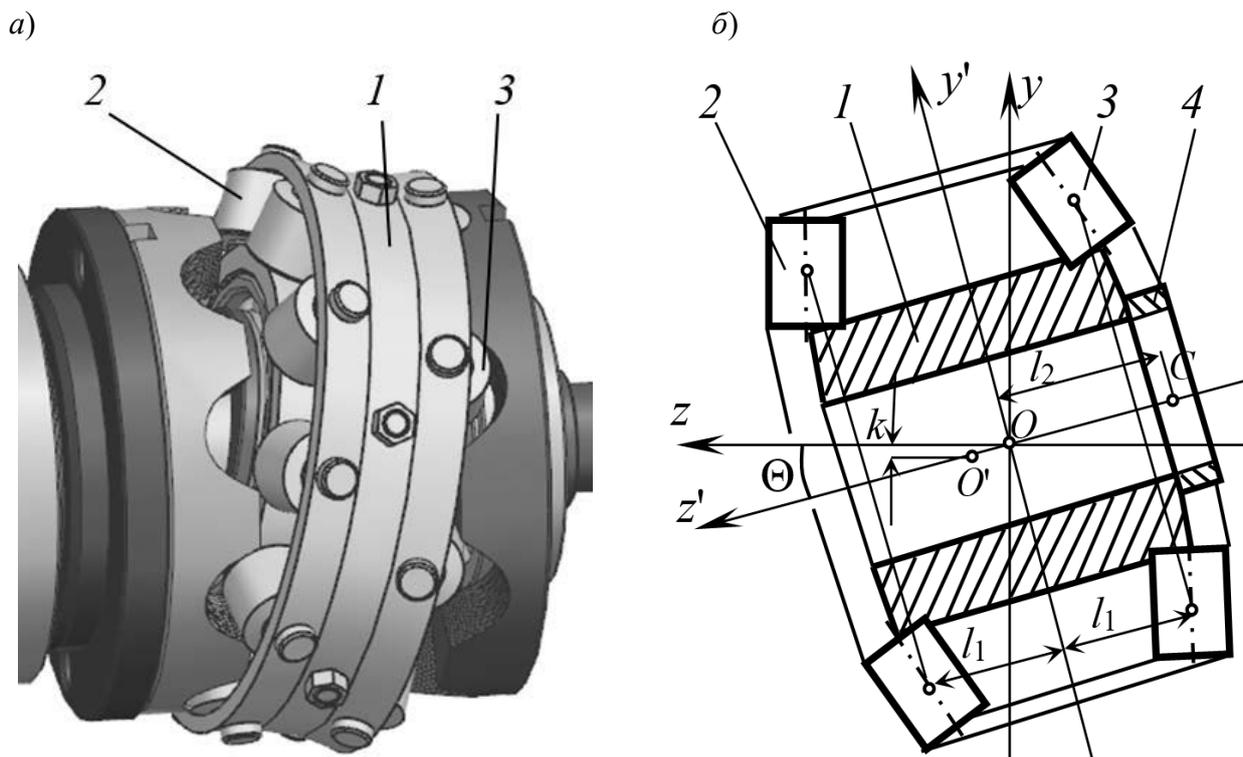


Рис. 1. Компьютерная модель (а) и схема (б) сателлита, устанавливаемого на эксцентрик ведущего вала СРП: 1 – сателлит; 2 – ролики левого ряда; 3 – ролики правого ряда; 4 – уравновешивающий груз

Сателлит в процессе работы передачи совершает сферическое движение относительно центра  $O$ . Из-за разного количества роликов в левом и правом рядах центр масс сателлита смещается вдоль его центральной оси симметрии  $z'$  в точку  $O'$ , что приводит к появлению эксцентриситета  $k$  относительно оси передачи  $z$  и дисбаланса. Предположим, что все ролики имеют одинаковые

размеры и массу, сателлит имеет центр симметрии, совпадающий с точкой  $O$ . Из проекции уравнения для определения положения центра масс сателлита на ось  $z'$  получим выражение для определения искомой координаты в системе  $z'Oy'$

$$z_{O'} = \frac{1}{M} \cdot \sum_{i=1}^{n_{s2}+n_{s3}} m_s \cdot z_{si} = \frac{m_s \cdot (n_{s2} - n_{s3}) \cdot l_1}{M}, \quad (1)$$

где  $M$  – масса сателлита с роликами;  $n_{s2}$ ,  $n_{s3}$  – количество роликов левого и правого рядов соответственно;  $m_s$  – масса одного ролика;  $l_1$  – расстояния от точки  $O$  до центров масс рядов роликов;  $z_{si}$  – расстояние от центра масс  $i$ -го ролика до точки  $O$ .

Статическая уравновешенность системы возможна при равенстве нулю числителя в правой части уравнения (1). Это возможно при равенстве чисел роликов в рядах или при добавлении уравновешивающей массы. Из формулы (1) получено выражение

$$m_4 \cdot l_2 = (n_{s2} - n_{s3}) \cdot l_1 \cdot m_s, \quad (2)$$

где  $m_4$  – масса уравновешивающего груза;  $l_2$  – расстояния от точки  $O$  до центра масс груза 4.

В левой части уравнения (2) имеем две переменные, значениями которых можем варьировать. Приняв из конструктивных соображений заданным расстояние  $l_2 = OC$ , получим необходимую массу уравновешивающего груза 4 (см. рис. 1, б), что позволяет провести статическую балансировку сателлита.

Рассмотрим численный пример. Масса сателлита без груза 4 составляет  $M = 0,2013$  кг, угол  $\Theta = 11,5^\circ$ . Число роликов в рядах  $n_{s2} = 10$  и  $n_{s3} = 8$ , масса одного ролика (с учетом оси, стопора и втулки) составляет  $m_s = 0,0053$  кг. При расстоянии  $l_1 = 7$  мм эксцентриситет  $k$ , равный  $(n_{s2} - n_{s3}) \cdot m_s \cdot \cos(\Theta) \cdot l_1 / M$ , составит всего 0,369 мм. Однако следует учесть, что при частоте вращения ведущего вала  $3000 \text{ мин}^{-1}$  главный вектор сил инерции сателлита может достигать 36,4 Н. При установленном расстоянии  $l_2 = 12$  мм необходимая масса уравновешивающего груза  $m_4 = 0,0062$  кг.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Лустенков, М. Е.** Определение основных геометрических параметров планетарных шариковых передач / М. Е. Лустенков // Сборка в машиностроении и приборостроении. – 2008. – № 1. – С. 12–17.
2. **Lustenkov, M. E.** Load Capacity of Spherical Roller Transmission with Double-Row Pinion / M. E. Lustenkov, E. S. Lustenkova // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – № 795 (2020) 012020. – P. 6.
3. **Лустенков, М. Е.** Сферическая роликовая передача с двухрядным сателлитом: силовые расчеты и определение КПД / М. Е. Лустенков, Е. С. Лустенкова // Вестн. Брянского гос. техн. ун-та. – 2019. – № 5. – С. 32–43.