

УДК 621.833.6

М. Н. Каракулов, доктор технических наук, доцент, Воткинский филиал Ижевского государственного технического университета имени М. Т. Калашникова

А. С. Мельников, Воткинский филиал Ижевского государственного технического университета имени М. Т. Калашникова

ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИИ ПЕРЕДАТОЧНОГО ОТНОШЕНИЯ ПЛУНЖЕРНОГО ЗАЦЕПЛЕНИЯ

Рассмотрен метод определения передаточного отношения плунжерной передачи и проведен анализ влияния на него параметров плунжерного зацепления. Приводятся результаты численного решения задачи для опытно-промышленного образца изделия.

Ключевые слова: плунжерный редуктор, передаточное отношение.

Кулачковые механизмы получили широкое распространение в технике. С их помощью может быть получен практически любой закон движения толкателя, что позволяет решить большинство задач механизации и автоматизации управления приводами во многих областях промышленности.

Но в кулачковых механизмах используется одна высшая пара взаимодействующих поверхностей, в то время как для воспроизведения непрерывного движения в одном направлении необходимо иметь несколько последовательно взаимодействующих пар сопряженных поверхностей, образующих зубчатое зацепление.

Плунжерные передачи являются механизмами, совмещающими в себе признаки и структуру двух типов кулачковых механизмов: нецентрального кулачкового механизма и зубчатого зацепления. Такое сочетание позволяет значительно расширить область возможного применения полученных механизмов.

В таком механизме (рис. 1) эксцентриковый вал 4 с помощью стакана 2 и подшипников 1 установлен и закреплен к зубчатой муфте 3, которая является неподвижным звеном. Сепаратор 5 с крышкой 6 закреплен к зубчатой муфте 3. Выходной вал, состоящий из подвижного зубчатого колеса 7 и стакана 8, с помощью подшипников 9 установлен на вал 4. Крышка 10 полученного таким образом редуктора закреплена к зубчатой муфте 3 и имеет отверстие для слива масла. При работе механизма эксцентриковый вал 4, совершая вращательное движение, заставляет плунжеры, установленные в пазах сепаратора 5 совершать возвратно-поступательное движение. Последние, входя в контакт с зубьями подвижного зубчатого колеса 7, заставляют его совершать вращательное движение [1].

Передаточное отношение плунжерной передачи при остановленном сепараторе определяется зависимостью

$$i_{3К}^C = \frac{\tau_K}{\tau_K - \tau_{II}}, \quad (1)$$

где $\tau_K = \frac{2\pi}{Z_K}$ – угловой шаг между зубьями колеса;

$\tau_{II} = \frac{2\pi}{Z_{II}K}$ – угловой шаг между плунжерами;

Z_K, Z_{II} – количество зубьев колеса и плунжеров; K – кратность передачи.

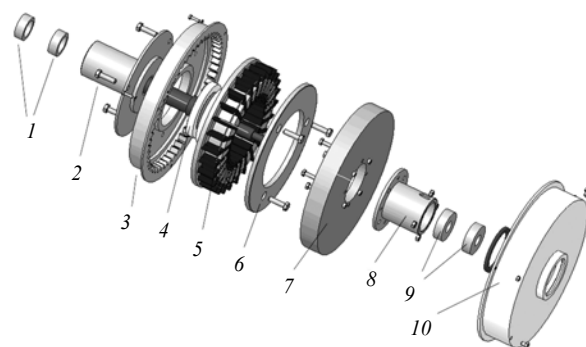


Рис. 1. Плунжерный волновой редуктор

Но зависимость (1) справедлива только при рассмотрении передаточного отношения $i_{3К}^C$ по делительным диаметрам эквивалентного зубчатого колеса плунжеров и взаимодействующего с ним колеса.

При рассмотрении теоретической картины зацепления (рис. 2) при работе передачи становится очевидно, что длины дуг l'_{II} и l'_{K2} , расположенных на диаметре $d'_2(\varphi) = d_{a1} + 2(a_w + r(\varphi))$, имеют длину, отличную от длин дуг, определяющих окружные шаги по делительным диаметрам колеса и плунжеров. С другой стороны, изменение окружных шагов можно рассмотреть как изменение угловых шагов τ при неизменных длинах дуг, отмеренных на делительных диаметрах и диаметре $d'_2(\varphi)$.

Следовательно, передаточное отношение в этом случае будет определяться зависимостью

$$i_{3К}^C = \frac{\tau'_K}{\tau'_K - \tau'_{II}}, \quad (2)$$

где τ'_K и τ'_Π – условные угловые шаги между зубьями колеса и плунжерами из условия равенства длин дуг по делительному диаметру и диаметру $d'_2(\varphi)$.

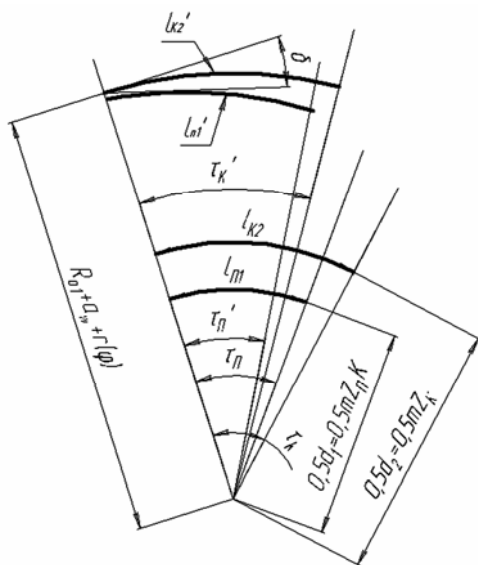


Рис. 2. К определению условных угловых шагов

Величины τ'_K и τ'_Π могут быть определены с помощью рис. 2:

$$\tau'_\Pi = \frac{\pi m}{(0,5d_{a1} + a_w - r(\varphi))}, \quad \tau'_K = \frac{\pi m}{(0,5d_{a1} + a_w)}, \quad (3)$$

где m – модуль передачи; $r(\varphi)$ – закон движения точек, принадлежащих плунжеру; a_w – межосевое расстояние эквивалентной передачи; d_{a1} – диаметр выступов эквивалентного колеса плунжеров.

Принимая во внимание зависимости (2) и (3), проведя несложные преобразования, получим выражение, с помощью которого можно определить мгновенное значение передаточного отношения:

$$i_{3К}^C = -\frac{(0,5d_{a1} + a_w) - r(\varphi)}{r(\varphi)} = 1 - \frac{(0,5d_{a1} + a_w)}{r(\varphi)}. \quad (4)$$

На рис. 3 показан график изменения передаточного отношения плунжерной передачи в активной зоне зацепления при угле поворота эксцентрикового вала $\varphi \in [0^\circ; 15^\circ]$ со следующими геометрическими параметрами: $(0,5d_{a1} + a_w) = 116$ мм, эксцентриситет передачи $e_0 = 5$ мм.

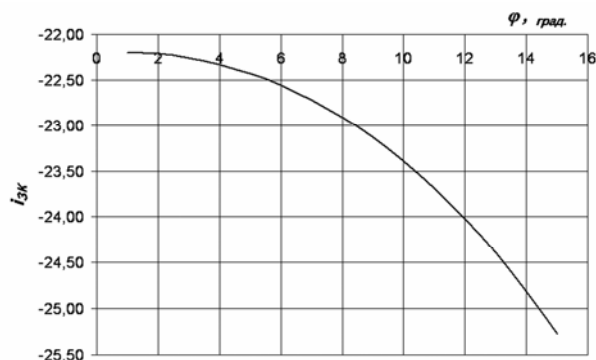


Рис. 3. График изменения передаточного отношения плунжерной передачи

Анализ полученной зависимости позволяет сделать вывод, что e_0 существенно влияет на передаточное отношение плунжерного механизма в отличие от волновых зубчатых передач, в которых это влияние из-за малости деформаций, по утверждению автора [2], практически отсутствует.

Библиографические ссылки

1. Каракулов М. Н., Каракулова Е. В. Модификация геометрии плунжерного зацепления по условию снижения интенсивности заедания // Вестник машиностроения. – 2009. – № 11. – С. 7–9.
2. Иванов М. Н. Волновые зубчатые передачи. – М.: Высш. шк., 1981. – 192 с.

M. N. Karakulov, DSc in Engineering, Associate Professor, Votkinsk Branch of Kalashnikov Izhevsk State Technical University
A. S. Melnikov, Votkinsk Branch of Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Research of Reduction Ratio of Plunger Gearing

The method of the reduction ratio evaluation of a plunger transmission is considered. The data of evaluation for pre-production model are resulted.

Key words: plunger transmission, reduction ratio.