

УДК 621.83.06

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОЙ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ТЯГОВОГО УСТРОЙСТВА С ЦИКЛОИДАЛЬНО-ЦЕВОЧНОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ

И. И. ГОТТО

Научный руководитель М. Е. ЛУСТЕНКОВ, д-р техн. наук, проф.

Белорусско-Российский университет

Могилев, Беларусь

Планетарные передачи, спроектированные по схеме $2k-h$ с двухрядным сателлитом (рис. 1, а), могут обеспечить передаточные отношения до десятков тысяч при малых габаритах и массе редуктора [1]. Применение циклоидально-цевочного зацепления позволяет увеличить значения передаточных отношений благодаря разнице цевок и зубьев контактирующих колес, равной единице, а также повысить КПД механизма. Данную циклоидально-цевочную передачу (ЦЦП) предполагается применить для создания тягового устройства с рабочим усилием 20 кН. Задачей исследования являлся выбор рациональной кинематической схемы.

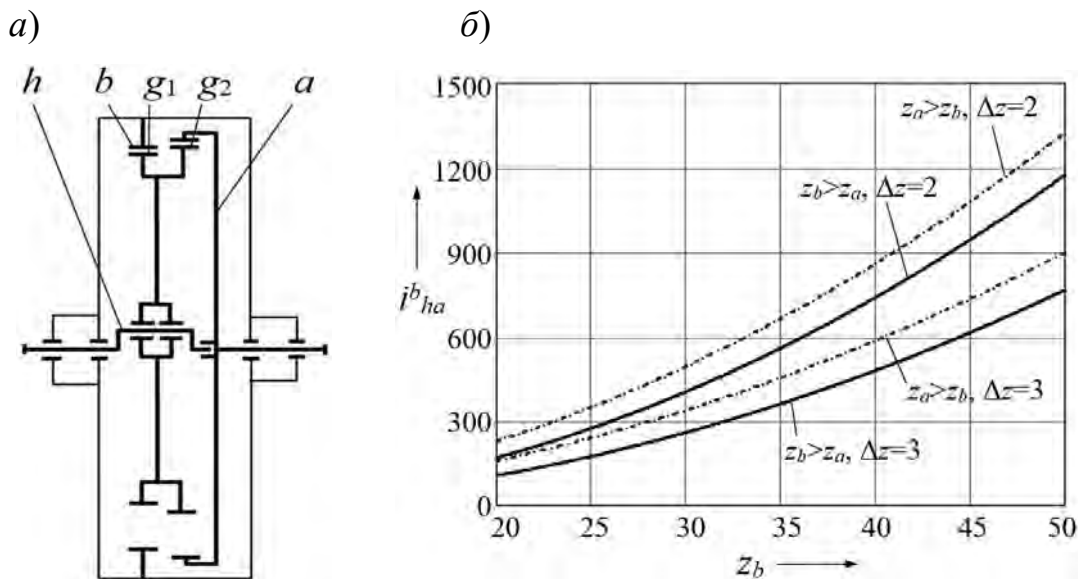


Рис. 1. К анализу кинематических возможностей планетарных ЦЦП с двухрядным сателлитом: а – кинематическая схема планетарного редуктора с двухрядным сателлитом; б – реализуемые передаточные отношения в зависимости от числа зубьев неподвижного колеса

Передаточное отношение ЦЦП при передаче вращения от водила h на центральное колесо a при остановленном колесе b определяется по формуле

$$i^b_{ha} = \frac{1}{1 - \frac{z_b \cdot z_{g2}}{z_a \cdot z_{g1}}}. \quad (1)$$

С точки зрения более благоприятного распределения сил в передаче и

снижения нагруженности ее элементов, необходимо, чтобы ведущий h и ведомый a валы вращались в одном направлении, т. е. передаточное отношение по модулю было положительным [2]. Для цевочно-циклоидальных передач при циклоидальных зубчатых венцах сателлита и цевочных центральных колесах $z_{g1} = z_b - 1$, $z_{g2} = z_a - 1$. Зависимость (1) приводится к виду

$$i_{ha}^b = \frac{z_a \cdot (z_b - 1)}{z_b - z_a}. \quad (2)$$

Необходимое условие сонаправленности вращения валов обеспечивается при условии $z_b > z_a$. Важным параметром является абсолютная разница чисел зубьев $\Delta z = |z_b - z_a|$. Максимальное передаточное отношение при заданных числах зубьев z_a и z_b обеспечивается при Δz . С увеличением Δz реализуемое передаточное отношение уменьшается, однако КПД передачи повышается. Поэтому рекомендуемые значения $\Delta z = 2 \dots 3$. При больших значениях Δz применение ЦЦП с двухрядным сателлитом теряет смысл из-за небольших передаточных отношений, реализуемых одноступенчатыми передачами.

Возможен второй вариант ЦЦП, когда цевочными являются венцы сателлита, а циклоидальные зубья имеют центральные колеса. Результаты компьютерного моделирования показывают, что в этом случае более предпочтительна конструктивная схема с внешними зацеплениями. Внутренние зацепления увеличивают приведенный радиус кривизны и теоретически позволяют снизить контактные напряжения, однако увеличивают площадки контакта зубьев и цевок, что приводит к возрастанию потерь на трение. Для передач с большими передаточными отношениями низкий КПД является критичным, поэтому рассматриваем внешние зацепления. Зависимости зубьев колес для второй схемы имеют вид $z_{g1} = z_b + 1$, $z_{g2} = z_a + 1$. Передаточное отношение в этом случае

$$i_{ha}^b = \frac{z_a \cdot (z_b + 1)}{z_a - z_b}. \quad (3)$$

При одинаковом числе зубьев опорного (неподвижного) центрального колеса на второй схеме передаточные отношения больше (рис. 1, б).

Сравнивая два варианта и зависимости (2) и (3), можно прийти к выводу, что первый вариант конструктивно предпочтительнее, т. к. во втором случае ведомое подвижное центральное колесо больше по размерам, чем неподвижное, при условии одинаковых модулей колес в двух ступенях. Цевки на венцах сателлита будут закреплены консольно, что ухудшает условия силового взаимодействия в зацеплении.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Lustenkov, M. E.** Analysis of contact strength of spherical roller transmission with double-row pinion / M. E. Lustenkov, A. N. Moiseenko // IOP Conf. Series: International Conference on Mechanical Engineering and Modern Technologies (MEMT 2020). – 2021. – Vol. 1118 (2021) 012006. – 6 p.
2. **Лустенков, М. Е.** Силовой анализ передач с промежуточными телами качения / М. Е. Лустенков // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2016. – № 10. – С. 26–31.