

УДК 621.83.06

ИССЛЕДОВАНИЯ КПД МУЛЬТИПЛИКАТОРА СО СФЕРИЧЕСКОЙ ШАРИКОВОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ

Е. С. ЛУСТЕНКОВА
Белорусско-Российский университет
Могилев, Беларусь

При применении сферических передач с промежуточными телами качения с двухрядным сателлитом [1, 2] в качестве мультипликаторного механизма важным вопросом является обеспечение высокого КПД [3]. В данном случае для сферических шариковых передач (СШП) аналогом выступают планетарные передачи с двухвенцовым сателлитом с двумя внутренними зацеплениями.

На основе разработанной модели СШП по методике В. Л. Кудрявцева и [3] для передачи с радиусом основной сферы $R = 50$ мм было исследовано влияние на КПД передачи разницы ΔZ_s периодов беговых дорожек ведомого Z_2 и остановленного Z_3 сферических кулачков, что также соответствует разнице чисел взаимодействующих с кулачками роликов n_{s1} и n_{s2} соответственно:

$$\Delta Z_s = |Z_2 - Z_3| = n_{s2} - n_{s3}. \quad (1)$$

Параметры сравниваемых вариантов передач представлены в табл. 1. Среднее передаточное отношение $u = 30$ для всех СШП задавалось изначально, однако у различных вариантов передач оно впоследствии уточнялось и могло существенно отличаться от заданного значения. По результатам расчета определялись также оптимальные значения угла Θ_{opt} , при которых обеспечивался максимальный КПД передачи η_{max} .

Табл. 1. Параметры сравниваемых СШП

Вариант	Z_2	Z_3	n_{s2}	n_{s3}	u	Редуктор		Мультипликатор	
						Θ_{opt}	η_{max}	Θ_{opt}	η_{max}
1 ($\Delta Z_s = 1$)	5	4	6	5	25	0,53	0,606	0,53	0,349
2 ($\Delta Z_s = 2$)	8	6	9	7	28	0,42	0,628	0,42	0,408
3 ($\Delta Z_s = 3$)	11	8	12	9	33	0,36	0,623	0,36	0,394
4 ($\Delta Z_s = 4$)	13	9	14	10	32,5	0,34	0,642	0,34	0,474
5 ($\Delta Z_s = 5$)	9	14	10	15	28	0,33	0,650	0,33	0,529

Результаты анализа показаны на рис. 1, где приведены зависимости КПД СШП от основного геометрического параметра – угла наклона кривошипа Θ . Для всех вариантов передач принимался приведенный коэффициент трения $f = 0,01$. Номера кривых соответствуют номерам вариантов. На рис. 1, а показаны зависимости КПД для СШП, работающей в редукторном режиме, на рис. 1, б – в мультипликаторном. Номером б обозначена кривая, показывающая изменение

оптимального значения угла Θ при различных ΔZ_s .

Также был проверен вариант, при котором $Z_3 > Z_2$. При этом передаточные отношения имеют отрицательные значения, что означает разнонаправленность вращения ведущего и ведомого валов. Но на зависимости, показанные на рис. 1, это влияния не оказывает, варианты $Z_2 > Z_3$ и $Z_3 > Z_2$ оказались равнозначными, поэтому рассматривался только первый вариант.

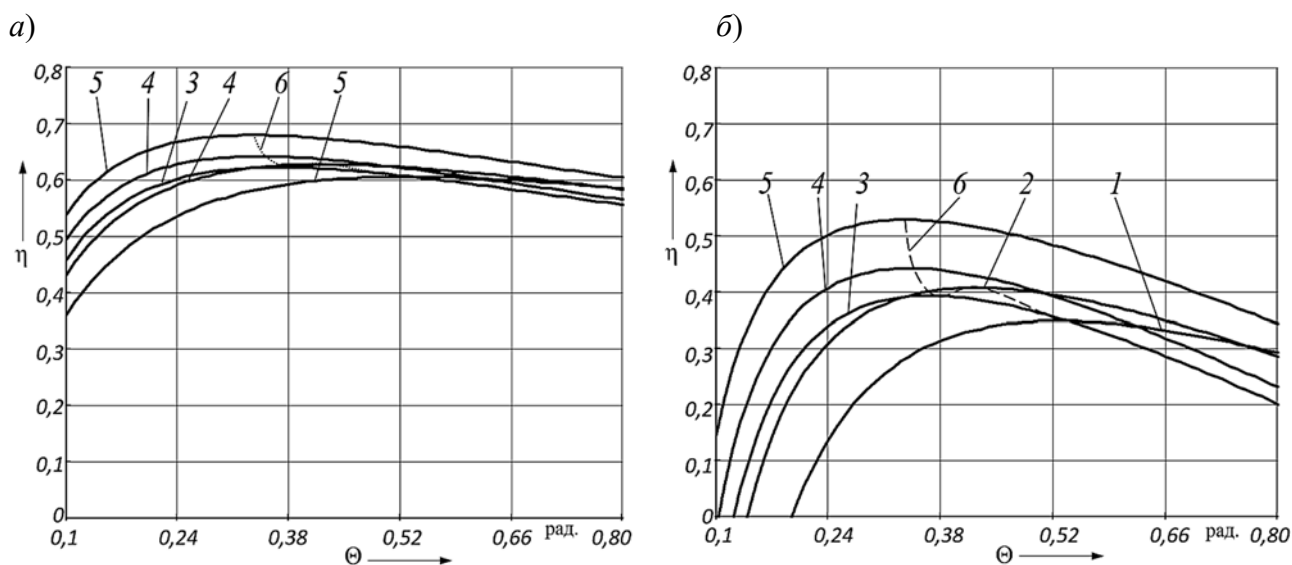


Рис. 1. Зависимость КПД СШП от угла наклона кривошипа Θ , работающей в редукторном (а) и мультипликаторном (б) режимах

Выводы.

КПД СШП, работающих в мультипликаторном режиме, при прочих равных условиях ниже, чем КПД СШП, работающих в редукторном режиме. С увеличением разности чисел периодов беговых дорожек (чисел роликов в двух рядах) ΔZ_s КПД передачи и в редукторном, и в мультипликаторном режимах возрастает. При увеличении разности ΔZ_s для обеспечения максимального КПД требуются меньшие значения угла наклона кривошипа Θ . Для передачи в редукторном и мультипликаторном режимах оптимальные значения Θ одинаковы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лустенков, М. Е. Механизм с изменяющимся углом между осями валов / М. Е. Лустенков, Е. С. Фитцова // Вестн. Брянского гос. техн. ун-та. – 2014. – № 1. – С. 46–50.
2. 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.
3. Лустенков, М. Е. Определение КПД передач с составными промежуточными телами качения / М. Е. Лустенков // Изв. вузов. Машиностроение. – 2014. – № 6. – С. 13–19.