

УДК 621.83

ВЛИЯНИЕ УПРУГИХ ДЕФОРМАЦИЙ ЗВЕНЬЕВ НА КПД ЗАЦЕПЛЕНИЯ ЭКСЦЕНТРИКОВОЙ И ПРЕЦЕССИОННОЙ ПЕРЕДАЧ

* А. Т. СКОЙБЕДА, П. Н. ГРОМЫКО, С. Н. ХАТЕТОВСКИЙ
* БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Могилев, Республика Беларусь

Известно множество разновидностей механических передач эксцентрикового типа [1]. Однако наиболее широкое распространение получила эксцентриковая передача типа К-Н-V. На основе цевочной эксцентриковой передачи типа К-Н-V налажено серийное производство компактных малогабаритных редукторов известными фирмами-производителями. Однако широкого спроса на рынке РБ эти редукторы не получили по причине достаточно большой отпускной цены. Высокая себестоимость изготовления цевочных эксцентриковых редукторов объясняется жесткими требованиями к точности изготовления деталей и сборки, применением дорогостоящих материалов и специальных методов термообработки. Все эти меры необходимы для того, чтобы ослабить зависимость эксплуатационных показателей цевочной эксцентриковой передачи от нарушения теоретически точной геометрии зацепления в процессе изготовления и сборки. Указанная зависимость особенно характерна для цевочной эксцентриковой передачи и, как правило, приводит к резкому ухудшению эксплуатационных показателей, таких как КПД. Однако, как показывают эксперименты, нарушение теоретически точной геометрии зацепления цевочной эксцентриковой передачи вызвано в меньшей мере погрешностями изготовления и сборки, в большей мере - упругими деформациями звеньев, возникающими из-за значительных сил в контакте зубьев. Минимизировать влияние упругих деформаций звеньев на значения КПД эксцентриковой передачи возможно путем наклона оси эксцентрика к оси его вращения. В результате указанного изменения эксцентриковая передача трансформируется в прецессионную передачу [2]. Сравнительный анализ эксцентриковой и прецессионной передач по критерию КПД зацепления может быть проведен на основе следующей зависимости [3]:

$$\eta = 1 - \frac{z_1 \cdot z_2 \cdot f \cdot \sum_{i=1}^n N_i \cdot S_i \cdot \Delta\varphi}{2 \cdot M \cdot \pi \cdot (z_1 - z_2)},$$

где $\Delta\varphi$ – элементарное угловое перемещение входного вала, рад; n – количество элементарных угловых перемещений входного вала; S_i – перемещение точки контакта зубьев за элементарное угловое перемещение входного вала, м/рад; M – крутящий момент на выходном валу, Нм; z_1 – количество зубьев центрального колеса; z_2 – количество зубьев сателлита; N_i – нормальная составляющая силы в зацеплении, Н; f – коэффициент трения.

Определение значений S_i и N_i при различных углах поворота входного вала возможно на основе использования метода компьютерного моделирования. Сущность этого метода заключается в создании компьютерной модели передачи, наложении на нее взаимосвязей, запуск модели на расчет и снятии результатов расчета, а именно указанных выше значений [4]. Следует отметить, что имитация упругих деформаций звеньев передач при исследовании компьютерных моделей осуществляется путем придания различных значений жесткости в связях, имитирующих подшипники. Анализ результатов сравнительных исследований показывает, что, при одинаковом снижении жесткости опорных подшипников, КПД эксцентриковой передачи существенно падает по отношению к КПД прецессионной передачи [3]. Экспериментальные исследования подтвердили, что в процессе работы прецессионной передачи при наличии значительных упругих деформаций не наблюдается существенного падения КПД [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Шанников, В. М.** Планетарные редукторы с внецентроидным зацеплением / В. М. Шанников. – М. : Машгиз, 1948. - 172с.
2. Планетарные прецессионные передачи (ППП). Кинематический, силовой и технологический аспекты их создания / П. Н. Громыко [и др.] ; под. общ. ред. А. Т. Скойбеда. – Минск : БГПА, 2000. – 252 с.
3. **Громыко, П. Н.** Исследование влияния на выходные показатели планетарной прецессионной передачи упругих деформаций ее контактирующих звеньев / П. Н. Громыко [и др.]. // Изв. НАН. – 2012. – № 3. – С. 66–70.
4. Компьютерное моделирование планетарных прецессионных передач: монография / П. Н. Громыко [и др.]; под общ. ред. П. Н. Громыко. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2007. – 271 с.
5. Прецессионные редуцирующие механизмы для приводных устройств различного назначения : монография /П. Н. Громыко [и др.] ; под общ. ред. П. Н. Громыко. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2013. – 273 с.