

УДК 621.83

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПЛАНЕТАРНЫХ ПЕРЕДАЧ ЭКСЦЕНТРИКОВОГО ТИПА НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

П. Н. ГРОМЫКО, П. С. ГОНЧАРОВ, Е. Г. КРИВОНОГОВА, В. И. ЛЯБИК

Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Наиболее известные способы минимизации влияния на выходные показатели механических передач упругих деформаций звеньев – это использование бочкообразных контактирующих поверхностей взаимодействующих зубьев, а также придание упругих свойств отдельным элементам контактирующих звеньев. На практике доказана целесообразность применения указанных выше способов, однако, конструктивные и технологические сложности при их осуществлении приводят к значительному повышению себестоимости изготовления и сборки.

Особенно актуально стоит вопрос обеспечения наименьшей чувствительности выходных показателей от упругих деформаций звеньев в планетарных передачах эксцентрикового типа.

Для доказательства возможности снижения чувствительности выходных показателей у планетарных передач эксцентрикового типа от упругих деформаций звеньев на основе изменения направления линии контакта взаимодействующих зубьев, воспользуемся методами компьютерного моделирования.

Для сравнительных компьютерных исследований возьмем два варианта планетарной эксцентриковой передачи. Компьютерные модели сравниваемых вариантов планетарной передачи показаны на рис. 1а, б.

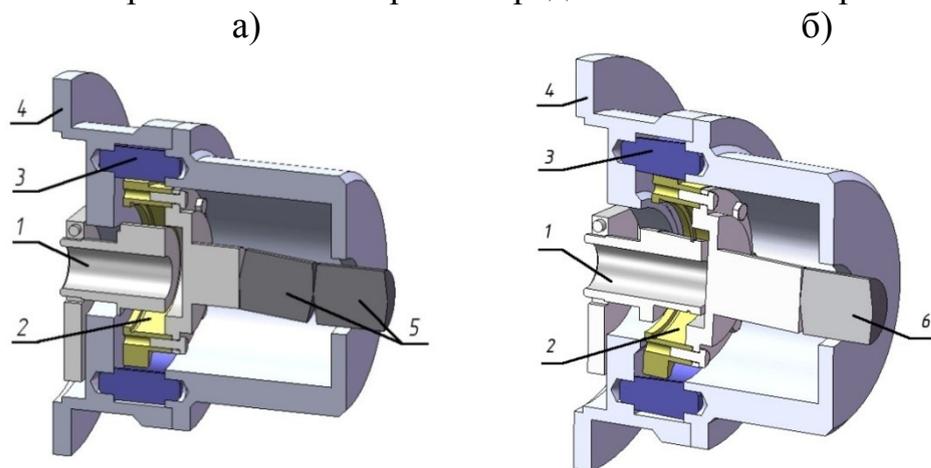


Рис. 1. Общий вид сравниваемых компьютерных моделей планетарной эксцентриковой передачи: а) с эксцентриковым расположением кривошипного вала; б) с наклонным расположением кривошипного вала: 1 – кривошипный вал; 2 – сателлит; 3 – ролики; 4 – корпус; 5 – карданный вал; 6 – угловая муфта

Первый вариант – это планетарная передача типа К-Н-V с эксцентриковым валом и с использованием в зацеплении роликов цилиндрической формы [1]. Второй вариант – планетарная передача типа К-Н-V с наклонным кривошипным валом и использованием роликов конической формы (планетарная прецессионная передача) [2].

Работа вариантов планетарной передачи, показанной на рис. 1, осуществляется следующим образом. При вращении кривошипного вала 1 сателлит 2, расположенный (в случае передачи, показанной на рис. 1, а на эксцентриковой поверхности кривошипа, в случае – рис. 1, б на наклонной поверхности кривошипа) совершает плоскопараллельное движение. Зубчатые венцы сателлита 2 взаимодействуют с роликами 3 (цилиндрическими – рис. 1, а, коническими – рис. 1, б) равномерно расположенными по периметру в корпусе 4, оси которых параллельны оси вращения кривошипного вала 1. Благодаря указанному взаимодействию зубьев с роликами 3 сателлит 2 совершает вращательное движение вокруг своей оси. Указанное движение передается с помощью карданного вала 5 (см. рис. 1, а) или с помощью угловой муфты 6 (см. рис. 1, б) на выходное звено.

Ниже приведены результаты сравнительных компьютерных исследований указанных вариантов планетарной эксцентриковой передачи. Следует отметить, что исследования осуществлялись в САПР COSMOS Motion, а использование шарнирных связей, учитывающих их упругие деформации, позволило приблизить работу компьютерной модели к реальным условиям функционирования планетарной передачи эксцентрикового типа. Подробно методика создания компьютерных моделей, а также проведения компьютерных исследований изложена в работе [3].

На рис. 2 показаны виды контактного взаимодействия роликов с зубьями сателлита в случае двух сравниваемых вариантов планетарной эксцентриковой передачи.

Анализ визуальных картинок контакта, изображенных на рис. 2, позволяет сделать следующие выводы. В рассматриваемой планетарной передаче, в случае эксцентрикового исполнения ее кривошипного вала и использования цилиндрических роликов, при приложении нагрузки на выходном валу линейный контакт в зацеплении трансформируется в кромочный. В случае исполнения в планетарной передаче кривошипного вала наклонным и использовании конических роликов, угол конуса роликов подобран таким образом, чтобы при отсутствии нагрузки контакт зубьев с роликами был кромочным, а при создании нагрузки кромочный контакт переходит в линейный. Это позволяет создать при номинальной нагрузке регламентированные условия работы зацепления в контакте второго варианта планетарной передачи эксцентрикового типа с наклонным кривошипом. Уровень выходных показателей второго варианта планетарной передачи эксцентрикового типа, использующей в зацеплении конические ролики, несмотря на наличие значительных упругих деформаций звеньев, с увеличением нагрузки повышается.

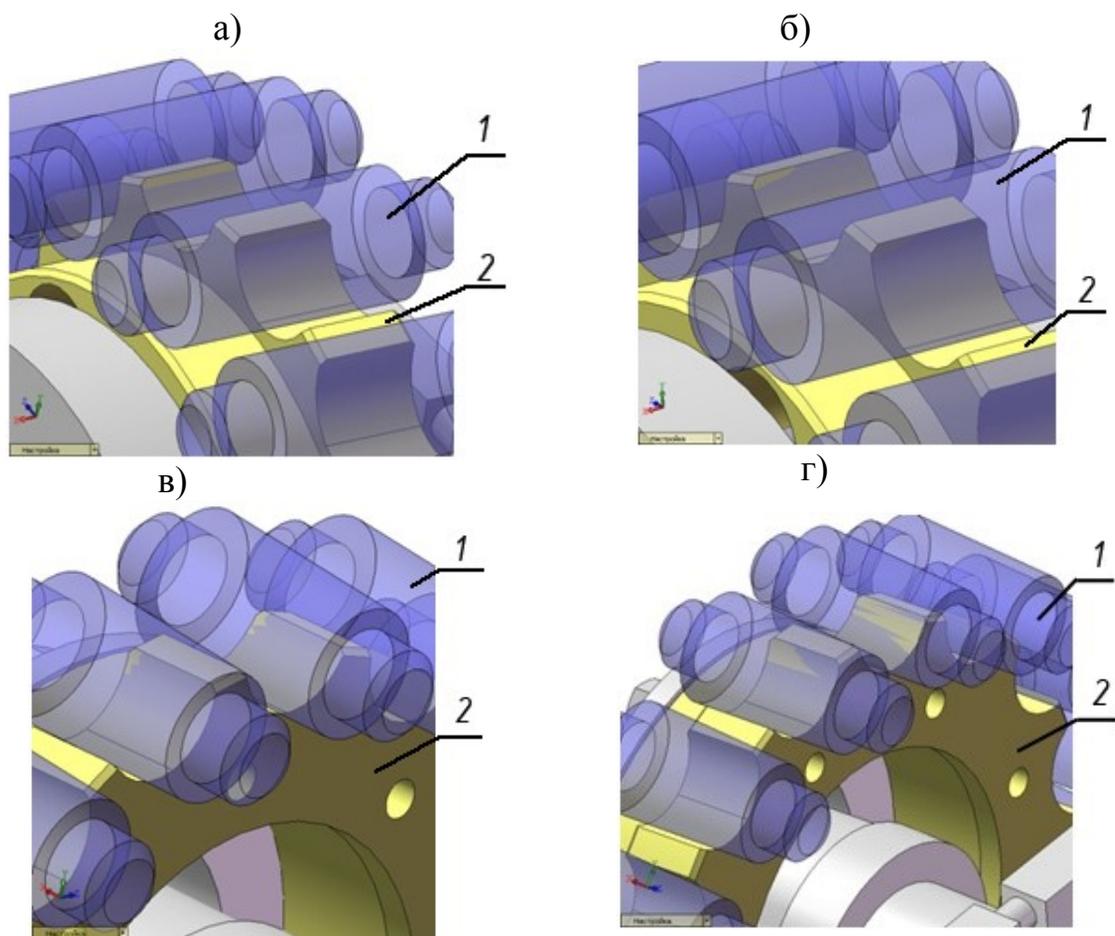
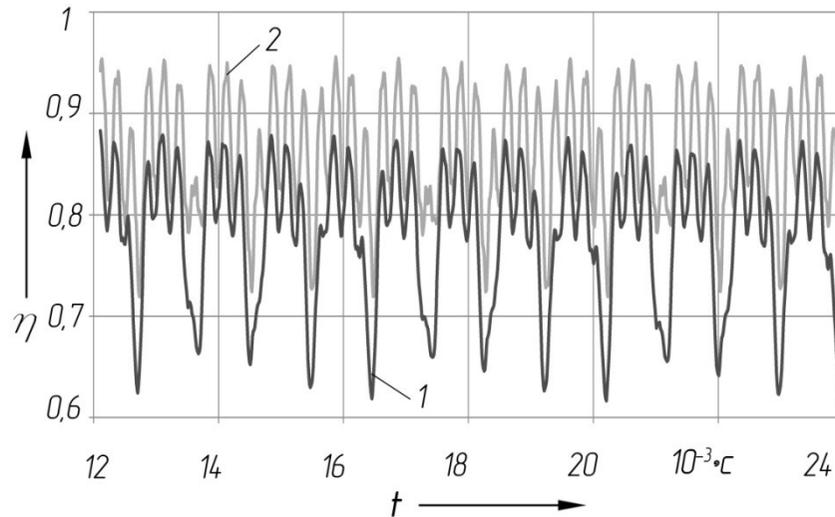


Рис. 2. Вид контактного взаимодействия роликов с зубьями сателлита в зацеплении планетарной передачи эксцентрикового типа: а – первый вариант передачи с минимальным значением нагрузки на выходном валу; б – первый вариант передачи с номинальным значением нагрузки на выходном валу; в – второй вариант передачи с минимальным значением нагрузки на выходном валу; г – второй вариант передачи с номинальным значением нагрузки на выходном валу

Графики, изображенные на рис. 3, а и рис. 3, б получены на основе результатов работы компьютерных моделей. Они отображают зависимость КПД от времени при различных значениях нагрузки на выходном валу и подтверждают факт улучшения условий работы зацепления во втором варианте передачи при увеличении нагрузки на выходном валу.

На основании анализа графиков рис. 3 можно сделать вывод, что с возрастанием нагрузки на выходном валу при наличии упругих деформаций звеньев, КПД у передач с наклонным расположением кривошипа возрастает, в то время как у передач с эксцентриковым расположением кривошипа – падает. Более низкие значения амплитуды колебаний значений КПД второго исследуемого варианта передачи, по сравнению с первым, также свидетельствуют о более благоприятных условиях его контактного взаимодействия и создании регламентированных условий работы зацепления.

а)



б)

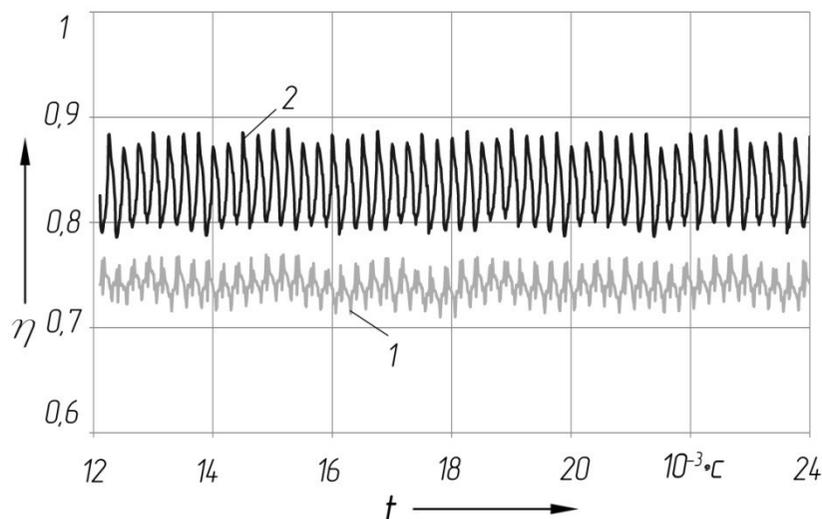


Рис. 3. Графики зависимости КПД планетарных передач эксцентрикового типа от времени при различных значениях нагрузки на выходном валу: а – первый вариант передачи; б – второй вариант передачи; 1 – с минимальным значением нагрузки на выходном валу; 2 – с номинальным значением нагрузки на выходном валу

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <http://www.sumitomodriveeurope.com>
2. Пат. 11078 РБ, МПК<sup>8</sup> F 16H 1/32. Планетарная прецессионная передача / П. Н. Громько, Д. М. Макаревич, С. Д. Макаревич, Л. Г. Доконов; заявитель и патентообладатель Белорус.-Рос.ун-т. – № а20060411; заявл. 28.04.2006; опубл. 30.12.2007. – 4 с.
3. Компьютерное моделирование планетарных прецессионных передач : монография / П. Н. Громько [и др.]; под общ. ред. П. Н. Громько. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2007. – 271 с. : ил.