

УДК 621.83.06

СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ СФЕРИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ
С ПРОМЕЖУТОЧНЫМИ ТЕЛАМИ КАЧЕНИЯ

И. С. САЗОНОВ, М. Е. ЛУСТЕНКОВ, Е. С. ЛУСТЕНКОВА

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Сферические передачи с промежуточными телами качения обладают низкой материалоемкостью, высокой нагрузочной способностью и могут применяться в приводах технологического оборудования. Изготовление пространственных беговых дорожек стало возможным благодаря появлению обрабатывающих центров нового поколения.

Разработаны конструкции двух- и трехзвенных сферических передач с составными промежуточными телами качения. Данное классифицирование произведено по количеству элементов, с которыми взаимодействует каждое из тел качения при передаче нагрузки. В трехзвенных передачах оси тел качения не зафиксированы на общем основании, каждый из роликов контактирует одновременно с двумя беговыми дорожками ведущего и остановленного звеньев и с поверхностями пазов сепаратора. В двухзвенных передачах ведущее звено, совершающее сферическое движение, содержит зубья (цевки, выступы и др.), которые контактируют с беговой дорожкой корпусной детали. Структурная формула кинематической цепи общего вида (формула Сомова – Малышева) [1]:

$$W = 6 \cdot V - \sum_{j=1}^5 j \cdot p_j, \quad (1)$$

где W – число степеней свободы системы с учетом дублирующих связей; V – число подвижных звеньев механизма; p_j – число кинематических пар j -го класса (j – класс пары).

Рассмотрим схему сферической роликовой двухзвенной передачи (рис. 1) без учета механизма передачи вращательного движения на ведомый вал от сферически движущегося тела, т. к. кинематическая цепь этого механизма, как правило, проектируется с нулевой степенью подвижности, т. е. она не добавляет лишних степеней свободы.

У передачи с одним телом качения с двумя подвижными звеньями (вариант I, ролик жестко соединен с генератором) и двумя вращательными парами пятого класса число степеней свободы равно единице. Для передачи с числом зубьев n получим: $W = 2 - n$, т. е. механизм с двумя и более зубьями уже будет являться переопределенным.

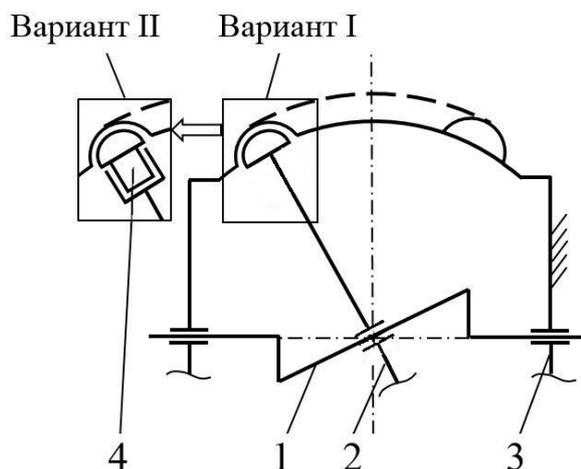


Рис. 1. Кинематическая схема двухзвенной роликовой передачи: 1 – ведущий вал с эксцентриком; 2 – генератор; 3 – корпус с беговой дорожкой; 4 – ролик

Для конструкции передачи с одним роликом (вариант II), имеющим возможность вращаться относительно собственной оси, число степеней свободы механизма равно двум. Одноподвижная связь ролика и генератора является пассивной, и не оказывает влияние на число степеней передачи, работающей в редукторном режиме, которое равно единице. Однако пассивные связи и степень переопределенности системы влияют на равномерность распределения нагрузки по потокам, необходимость повышения точности изготовления и сборки, и в конечном итоге на стоимость редуктора [2]. Для конструкции передачи с n роликами (вариант II) $W = 2$. Это число постоянно и не зависит от количества роликов.

Для трехзвенных передач с учетом составной конструкции тела качения (стержень со сферической поверхностью на торце и две втулки с цилиндрическими наружными поверхностями) $W = 2 - n$.

Таким образом, наиболее рациональной конструкцией, с точки зрения структурного анализа, обладают двухзвенные сферические передачи с промежуточными телами качения. Данный вывод подтверждается результатами испытаний изготовленных экспериментальных образцов редукторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Левитский, Н. И. Теория механизмов и машин / Н. И. Левитский. – М. : Наука, 1979. – 576 с.
2. Лустенков, М. Е. Передачи с промежуточными телами качения: определение и минимизации потерь мощности : монография / М. Е. Лустенков. – Могилев: Беларус.-Росс. ун-т, 2010. – 274 с.