УДК 621.83.06

ПОВЫШЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЦИКЛОИДАЛЬНЫХ РЕДУКТОРОВ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ПАКЕТНОГО САТЕЛЛИТА

А. П. ПРУДНИКОВ
Белорусско-Российский университет
Могилев, Беларусь

Как показывает анализ технических характеристик современных электромеханических приводов, к наиболее востребованному диапазону передаточных отношений относится 30...100 при радиальных габаритных размерах передачи (редуктора), не превышающих 200 мм. Анализ конструкций малогабаритных редукторов показывает, что для достижения передаточных отношений 30…100 целесообразно применять специальные кинематические схемы. В циклоидальных передачах, в отличие от волновых, нет гибких элементов, что обеспечивает высокую жесткость и устойчивость к пиковым нагрузкам. При этом они обладают высоким КПД, малыми габаритными размерами и позволяют реализовать широкий диапазон передаточных отношений – от 2 до 100. Новым этапом развития циклоидальных передач стало появление редуктора RV – двухступенчатого планетарного механизма, который сочетает преимущества планетарной и циклоидальной передач, обеспечивая высокую точность, жесткость и нагрузочную способность в компактном корпусе.

Ключевые конструктивные особенности редуктора RV.

1. Два сбалансированных циклоидальных диска полностью компенсируют инерционные силы от вращающихся масс, обеспечивая высокую плавность хода и позволяя выдерживать большие нагрузки на высоких оборотах.

2. Многозонное зацепление. В любой момент времени в зацеплении с цевками находится около 30 %...40 % зубьев одного циклоидального диска. Это значительно увеличивает нагрузочную способность и износостойкость.

3. Выходной вал-водило опирается на подшипники качения, интегрированные прямо в корпус, что позволяет воспринимать большие опрокидывающие моменты без дополнительных опор.

4. Отсутствие механизма съема вращения с сателлита упрощает конструкцию редуктора и повышает его КПД.

Для повышения технологичности конструкции циклоидальной передачи, топологической оптимизации, реализации материаловедческих резервов и конструктивной оптимизации системы смазки предлагается изготавливать сателлит не как монолитную деталь, а в виде пакета (набора) дисков.

Преимущества такого подхода.

1. Повышение технологичности благодаря возможности изготавливать сателлит практически любой толщины без оборудования большой мощности.

2. Повышение демпфирующих свойств. Энергия ударных нагрузок гасится на границах слоев между дисками благодаря наличию клея или микрозазоров (если диски стянуты винтами).

3. Управление свойствами материала сателлита (гибридные материалы). Возможность создавать сателлит с комбинированными свойствами.

4. Ремонтопригодность. Можно заменять не всю шестерню, а часть дисков по мере износа или поломки.

5. Если в дисках выполнять специальные пазы или оставлять между ними зазоры, эти пазы (канавки) могут использоваться для удержания смазки в зоне контакта.

6. Возможность введения между дисками токопроводящих прокладок с тензорезистивным эффектом, что позволит реализовать «интеллектуальную шестерню» – контролировать нагрузку на зубья в реальном времени.

Предлагаемые конструктивные схемы изготовления сателлита в виде пакета (*набора*) *дисков*.

1. Биметаллический сателлит. Внутренние диски (ступицу) изготавливают из конструкционной стали (например, Ст3, 20), а наружные диски, формирующие зубья, – из износостойкой легированной стали (например, 20ХН3А).

2. Демпфирующий сателлит. Диски с зубьями из износостойкой легированной стали чередуются с тонкими прокладочными дисками из более мягкого демпфирующего материала (медь, латунь, полимер). Это снижает шум и вибрацию при работе передачи.

Рассмотрим конструкции сателлита в виде пакета (набора) дисков, представленные на рис. 1. На рис. 1, *а* приведена конструкция биметаллического сателлита, состоящего из внутренних и наружных дисков, которые соединены между собой посредством профильного соединения. На рис. 1, *б* приведена конструкция демпфирующего сателлита. На рис. 1, *в* приведен сателлит с дисками, имеющими внутренние полости (канавки), которые могут применяться для удержания смазки в зоне контакта или для установки датчиков (сенсорные слои).

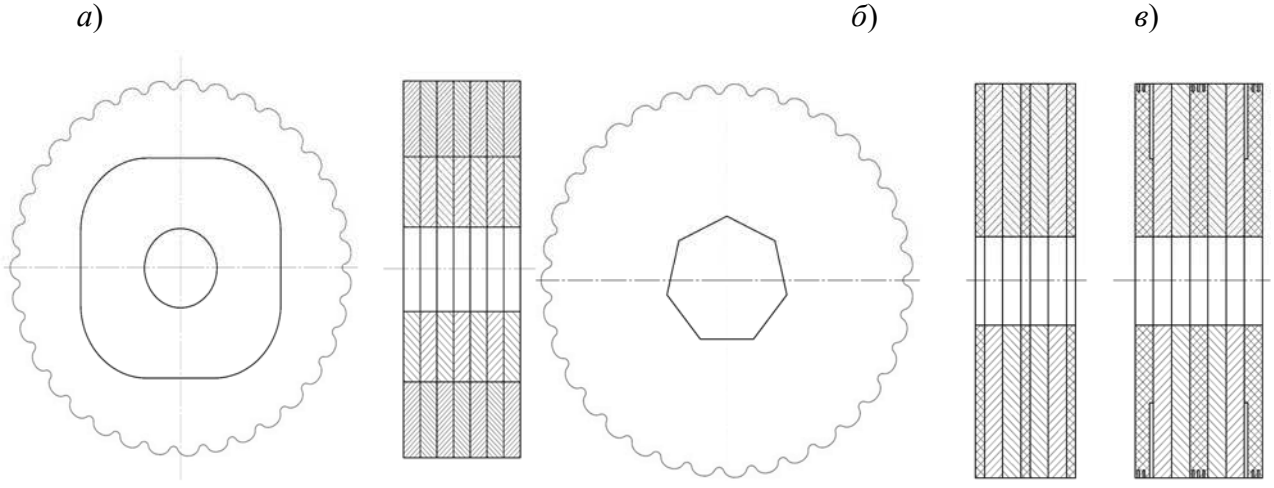


Рис. 1. Конструктивные схемы изготовления сателлита в виде пакета (набора) дисков