

УДК 621.833

## ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ПОГРЕШНОСТИ ПРЕЦЕССИОННОЙ ПЕРЕДАЧИ

И. В. КОТОВ

Научный руководитель С. Н. ХАТЕТОВСКИЙ, канд. техн. наук, доц.  
БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

В настоящее время трудно найти какую-либо область техники, где не использовались бы механизмы. Значительная часть таких механизмов требует надежного притока кинетической энергии вращательного движения, осуществляемого с небольшой угловой скоростью под действием значительного крутящего момента, что реализуется при помощи приводов с большим передаточным отношением. Эти приводы используются в сельском хозяйстве, подъемно-транспортной технике, строительной технике, в пищевом производстве и других областях деятельности человека.

При этом типы компоновок таких приводов не отличаются большим разнообразием. Можно выделить три основных типа приводов с большим передаточным отношением: последовательное соединение различных редукторов с использованием ременных и цепных передач; последовательное соединение определенных планетарных передач в виде отдельных модулей в единую структуру редуктора; многоступенчатые редукторы с цилиндрическими и червячными передачами в одном корпусе.

Недостатками этих приводов являются, как правило, большие габариты и масса, высокая удельная масса, высокая себестоимость, принципиально неудачные компоновочные решения.

Эти недостатки создают значительные проблемы при проектировании технических объектов с приводами с большим передаточным отношением.

Весьма заманчивыми компоновочными решениями, позволяющими снизить габариты и массу привода, а также снизить его удельную массу, понизить себестоимость и создать выгодное соосное решение являются эксцентриковые редукторы типа К-Н-V.

Недостатком эксцентриковой передачи, которая реализуется в основном при помощи плоского цевочного зацепления, является высокая чувствительность к погрешностям изготовления и монтажа. Т. е. при наличии указанных погрешностей кинематическая погрешность резко возрастает. Более того, из-за значительных упругих деформаций звеньев, которые всегда сопутствуют малым габаритам редуктора, кинематическая погрешность увеличивается еще больше.

Прецессионная передача выгодно отличается от эксцентриковой передачи простотой конструкции: для снятия движения с сателлита достаточно использовать ШРУС вместо сложного механизма параллельных кривошипов или пары муфт Гука. Центральное колесо прецессионной передачи, как и эксцентриковой передачи, имеет зубья внутреннего зацепле-

ния, выполненные в виде роликов. Формообразование зубьев сателлита может быть эффективно осуществлено на станке с ЧПУ стандартным инструментом без использования специальных станочных приспособлений (рис. 1).

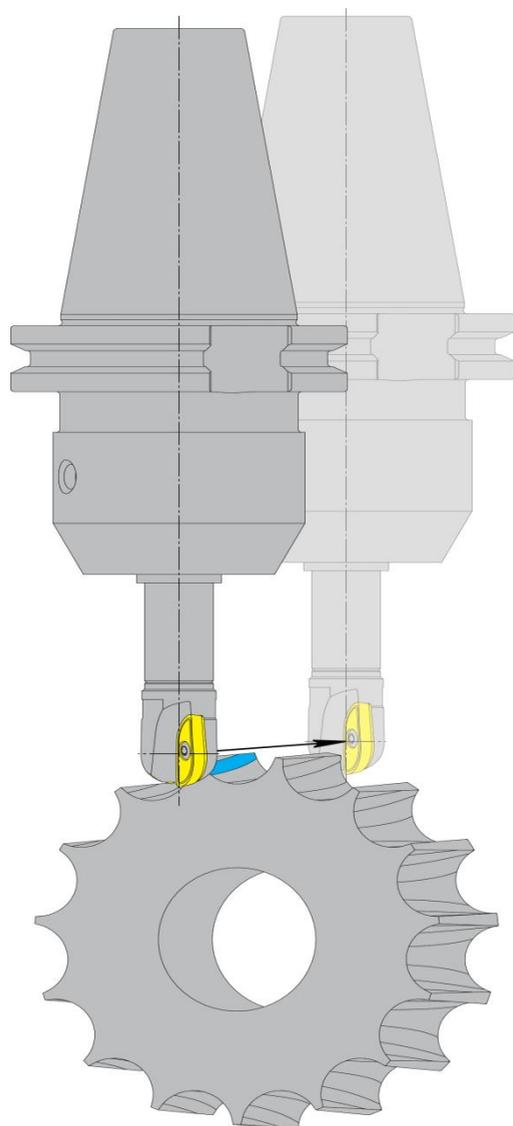


Рис. 1. Формообразование зубьев сателлита

Делительное движение сателлита осуществляется при помощи наклонно-поворотного или поворотного стола, встроенного в станок и управляемого его системой ЧПУ. Указанное выше оборудование и режущий инструмент являются стандартными и серийно выпускаются соответствующими фирмами-производителями. В частности в университете имеется парк данного оборудования производства HAAS.

В среде САПР NX было осуществлено компьютерное моделирование прецессионной передачи. Суть метода моделирования основывалась на технологии булевых операций с твердыми телами: инструмент – ролик, т. е. зуб центрального колеса, вычитался при разных относительных положениях как твердое тело из заготовки сателлита, представляющей собой также твердое тело. При заданном относительном положении ролика и заго-

товки сателлита удаляется определенная часть материала из указанной заготовки. Для автоматизации процесса моделирования была разработана программа на языке C++, способная работать в среде САПР NX.

Для оценки кинематической погрешности прецессионной передачи при различных погрешностях монтажа и погрешности изготовления сателлита и роликов в среде САПР NX была разработана динамическая компьютерная модель.

Были исследованы различные сочетания геометрических параметров прецессионной передачи, в частности: угол нутации  $3^\circ$ ; межцентровое расстояние роликов 100 мм; радиус роликов 14 мм; передаточное отношение – 15 (количество роликов 16, количество зубьев сателлита 15).

Для исследования было выделено четыре вида погрешности: погрешность формы и размеров поверхности зуба сателлита, зависящая от количества проходов сферической фрезы; погрешность угла нутации; погрешность диаметра роликов; погрешность межцентрового расстояния роликов.

Наибольший диаметр ролика при варьировании количества проходов сферической фрезы менялся от 14-0,02 до 14-0,04 для наиболее точной обработки и для наименее точной обработки соответственно. Наименьший диаметр ролика был взят, равным 13,9 мм.

Межцентровое расстояние роликов варьировалось от 100 до 100,1 мм.

Угол нутации варьировался от  $3$  до  $2,8^\circ$ .

При наличии какого-либо одного вида погрешности кинематическая погрешность, определенная средствами САПР NX, не превышала  $0,5^\circ$ . Наиболее худший случай, когда использовался наименее точный зуб сателлита, диаметр ролика 13,9 мм, межцентровое расстояние 99,9.

Таким образом, прецессионная передача имеет кинематическую погрешность в пределах  $3,5^\circ$  при выполнении основных ее звеньев в пределах 9 качества точности.

