

УДК 621.831

Д.С. Галюжин

ОПТИМИЗАЦИЯ ФОРМООБРАЗУЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ЦЕНТРАЛЬНОГО КОЛЕСА ПО КРИТЕРИЮ ПЛАВНОСТИ ВРАЩЕНИЯ ВЫХОДНОГО ЗВЕНА

В статье рассмотрены современные способы оптимизации формообразующей поверхности центрального колеса по критерию плавности вращения выходного звена и произведен сравнительный анализ полученных моделей.

Анализ динамических свойств различных передач всегда был одним из важнейших этапов при проектировании. В настоящее время для расширения сферы применения прецессионных передач необходимо решить проблему плавности вращения выходного звена. Плавность вращения выходного звена является комплексным показателем, на который влияет, прежде всего, геометрия зубчатых колес, разница чисел зубьев сателлита и колеса, угол нутации, расстояние от сателлита до центра прецессии и т.д.

К настоящему времени мощность ЭВМ возросла до такой степени, что позволило создать программные продукты, с помощью которых с достаточно большой степенью точности можно смоделировать работу механизма в целом.

В данной работе производится сравнительный анализ формообразующих поверхностей центрального колеса планетарной прецессионной передачи (ППП). При изменении формообразующей колеса соответственно меняется и сателлит, т.е. практически изменяется геометрия передачи (форма зуба). Для полного изучения динамических характеристик передачи не достаточно только лишь произвести ее статическое и динамическое уравнивание, т.к. это сказывается при идеально жестких опорах только на реакциях в подшипниковых опорах, и как следствие, полным уравниванием можно лишь добиться уменьшения размеров подшипников. Одним из наиболее важных показателей работы передачи является плавность хода вращения выходного звена, за которую отвечает геометрия зуба. За последнее время изучения передач данного класса было впервые предложено применение другой геометрии зуба – роликового. Для оценки влияния геометрии передачи на плавность вращения выходного звена были созданы твердотельные модели передачи с передаточным отношением $u = 25$ на основе созданного комплекса прикладных программ [1]. На звенья полученных моделей были наложены определенные взаимосвязи, в результате чего были получены динамические модели, представленные на рис. 1.

Для более точной оценки плавности работы передач была создана модель передачи с обычным эвольвентным зацеплением, также имеющей передаточное отношение $u = 25$, которая, в свою очередь, являлась эталонной при анализе передач. На все модели на входной вал была подана частота вращения 1500 мин^{-1} , момент сопротивления на выходном валу $200 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Полученная в результате работы динамических моделей частота вращения выходного звена представлена на рис. 2.

Предварительный анализ плавности вращения выходного звена по полученным графикам свидетельствует о небольшом преимуществе роликовой прецессионной передачи (РПП) по отношению к коническо-цилиндрической передаче (КЦПП). Так, колебание частоты вращения выходного звена на 20 % ниже, чем у коническо-цилиндрической. Причиной таких показателей у роликовой прецессионной передачи может служить наличие большего числа зубьев в зацеплении, и, как следствие, большая площадь пятна контакта, а также смещение пятна контакта, которое имеет совершенно отличный характер от коническо-цилиндрической. В результате этого график угловой скорости выходного звена этой передачи более плавный. На полученных моделях мож-

но оценить как величину пятна контакта, так и визуально его увидеть в анимации.

Это коренным образом меняет картину и самого зацепления, и плавности вращения выходного звена. Сателлиты можно нарезать на стандартном оборудовании с помощью стандартных фрез. Однако определенного рода недостатком такой передачи является сложность получения колес.

Общий вид смоделированных пятен контакта представлен на рис.1

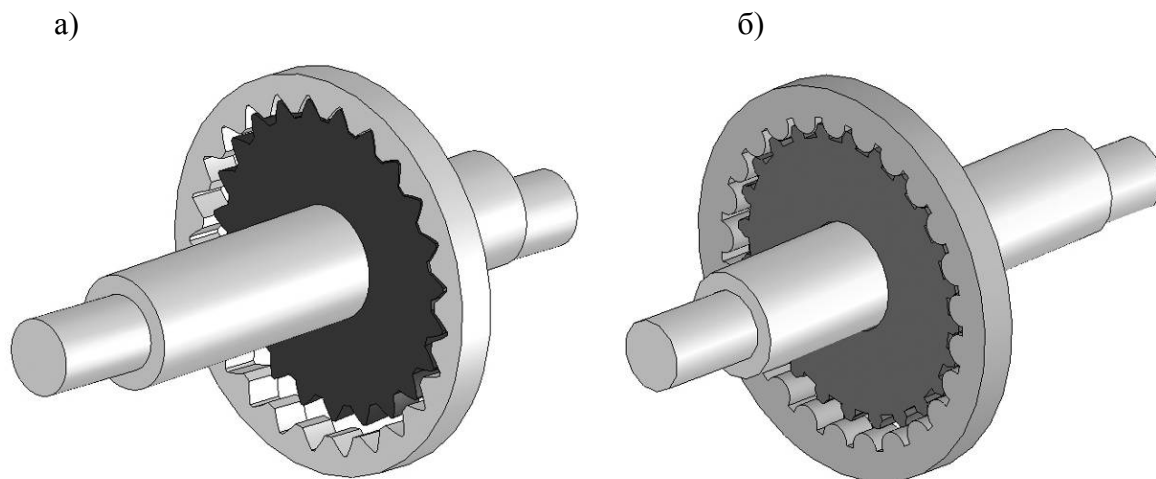


Рис. 1. Общий вид твердотельных моделей: а - коническо-цилиндрическая прецессионная передача, б - роликовая прецессионная передача

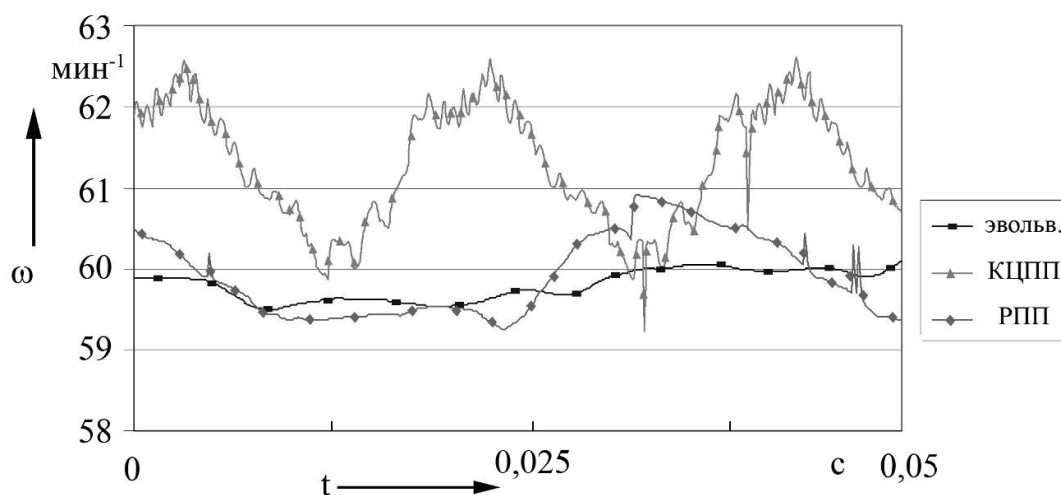


Рис. 2. Значение частоты вращения выходного звена с течением времени

При анализе модели по пятну контакта можно сделать вывод о том, что роликовая передача по сравнению с коническо-цилиндрической имеет большую нагрузочную способность при всех остальных равных условиях, т.к. у нее больше по площади пятно контакта и больше зубьев в зацеплении, что, естественно, влияет коренным образом на плавность вращения выходного звена. Смоделированные пятна контакта представлены на рис. 3 и 4.

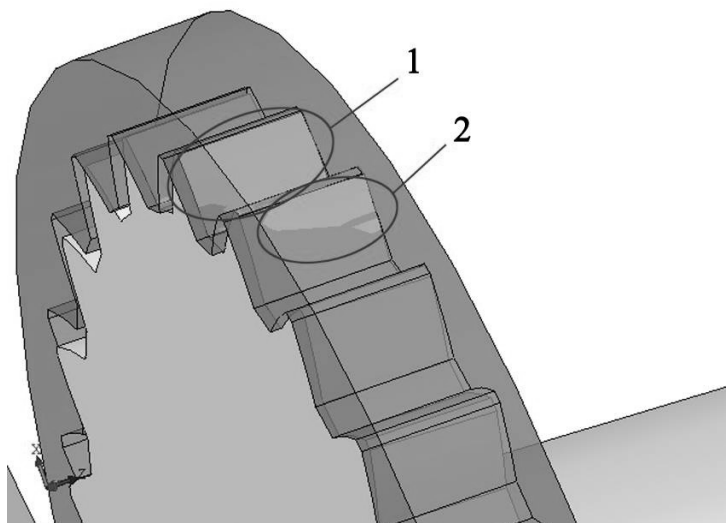


Рис. 3. Смоделированное пятно контакта КЦПП

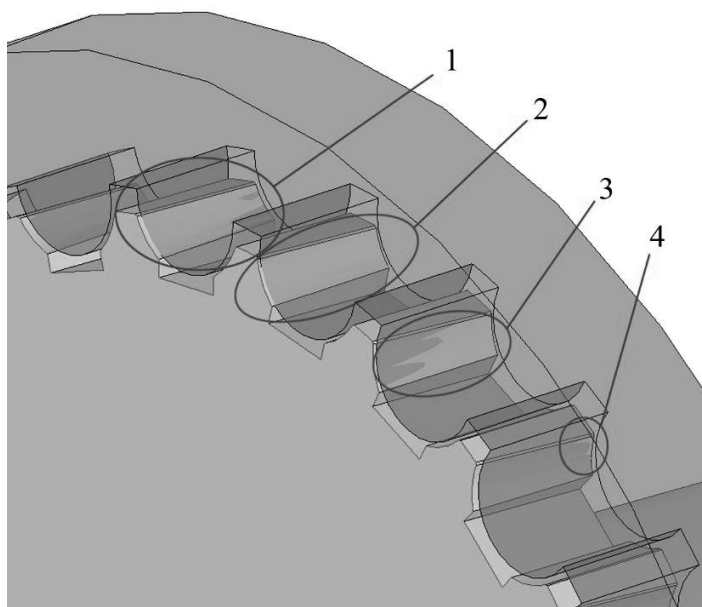


Рис. 4. Смоделированное пятно контакта РПП

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод о том, что применение роликового прецессионного редуктора в данном случае может быть оправдано, т.к. он в результате исследований показал наилучшие результаты.

Исследования в данной области только ведутся и для полного комплексного исследования необходимо произвести еще ряд экспериментов с различными передачами: влияние разности чисел зубьев колеса и сателлита, влияние угла нутации, критический износ передачи, несовершенная геометрия зуба и т.д. Поэтому судить о преимуществе роликовой прецессионной передачи еще рано, однако она займет достойное место в классе прецессионных передач.

Созданные модели открывают совершенно новые перспективы для прецессионных передач, т.к. можно произвести полный комплексный анализ, не прибегая к изготовлению и измерениям на высокоточных измерительных стендах. Стоит отметить, что

модели позволяют снять и кинематическую погрешность зацепления. Поэтому можно закладывать погрешности на отдельные зубья и изучать их влияние на динамику передачи в целом. На основании Результатом данных исследований будет изготовление опытного образца редуктора с передаточным отношением, равным 25, и встраивание его в привод бетоногладильной машины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Хатетовский, С. Н.** Моделирование на ЭВМ зуба сателлитного колеса коническо-цилиндрической прецессионной передачи / С. Н. Хатетовский, П. Н. Громыко // Теория и практика машиностроения. – 2004. – № 1. – С. 21-24.

Белорусско-Российский университет
Материал поступил 29.10.2005

D.S. Galyuzhin
The optimization of central gearing
forming surface according to the criterion
of non-discrete output shaft rotation
Belorussian-Russian University

The ways of optimization of central gear ring forming surface according to non--discrete output shaft rotation have been researched. The compatible analysis of the models calculated has been carried out.