УДК 621.83.06

А.В. Капитонов, канд. техн. наук, доц.

ВЛИЯНИЕ ЗАЗОРОВ И ПОГРЕШНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ НА ПОЛНОТУ КОНТАКТА В ЗАЦЕПЛЕНИИ И КИНЕМАТИЧЕСКУЮ ТОЧНОСТЬ ПЛАНЕТАРНОЙ РОЛИКОВОЙ ПЕРЕДАЧИ

Работа посвящена исследованию влияния величины зазоров и погрешностей деталей зацепления на полноту контакта роликов и кинематическую точность передачи. Получены гармонические составляющие кинематической погрешности передачи, характеризующие величину зазоров и погрешности деталей зацепления.

Планетарные роликовые передачи относятся к силовым передачам. Они работают с невысокими скоростями и могут передавать значительные крутящие моменты. Поэтому одним из основных требований, предъявляемых к этим передачам, является полнота контакта деталей зацепления.

Величину суммарного контакта роликов с деталями зацепления можно определять по площади сопрягающихся поверхностей и по числу роликов, находящихся в зацеплении. Погрешности, уменьшающие величину контакта роликов, приводят к их перекосу и уменьшению числа работающих роликов.

К элементарным погрешностям, приводящим к перекосу роликов, относятся отклонение шагов многопериодных дорожек, погрешность ширины многопериодной дорожки, погрешности диаметров роликов, погрешности расположения прорезей дисков-сепараторов, а также перекосы деталей ведущего, ведомого звеньев и деталей с многопериодными дорожками.

Известно, что в роликовой передаче некоторые ролики не участвуют в работе, являются пассивными, так как углы подъема дорожек равны нулю. Количество пассивных роликов определяется из соотношений представленных в [1]. Для редуктора, например, с передаточным отношением $u = 14$, $z_1 = 1$, $z_2 = 13$ число пассивных роликов равно 2.

Среди участвующих в работе роликов в передаче имеются также и такие, которые передают незначительную величину момента. Это те ролики, которые располагаются вблизи вершин периодической дорожки, в их пассивных зонах, то есть на участках с нулевыми и близкими к нулю углами подъёма дорожек. Эти ролики практически не передают нагрузки и их можно рассматривать как пассивные.

Согласно [1] ролики с номером i являются пассивными, если номер i удовлетворяет соотношению

$$\frac{2z_2 i}{z_2 + z_1} - J\left[\frac{2z_2 i}{z_2 + z_1}\right] \le \lambda, \qquad (1)$$

где $J\left[\frac{2z_2 i}{z_2 + z_1}\right]$ – целая часть отношения $\frac{2z_2 i}{z_2 + z_1}$; λ – характеризует принятую величину пассивной зоны периодической дорожки (обычно $\lambda = 0{,}1\ldots0{,}2$).

Таким образом, согласно формуле (1) ролики 0, 1, 6, 7, 8, 13 находятся в пассивных зонах периодической дорожки (рис. 1).

Некоторые из остальных роликов также могут не участвовать в передаче момента. Основной причиной этого являются зазоры между роликами и деталями зацепления.

Электронная библиотека Белорусско-Российского университета

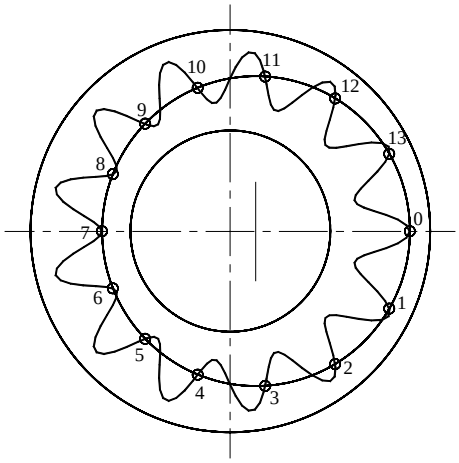

Рис. 1. Схема для оценки количества роликов, расположенных в пассивных зонах многопериодной дорожки

На рис. 2 показаны зазоры δ_1 и δ_2 между роликом и рабочими поверхностями деталей зацепления. Эти зазоры связаны с погрешностью ведущего звена – эксцентрика, периодической дорожки, углового шага прорезей сепаратора и диаметров роликов.

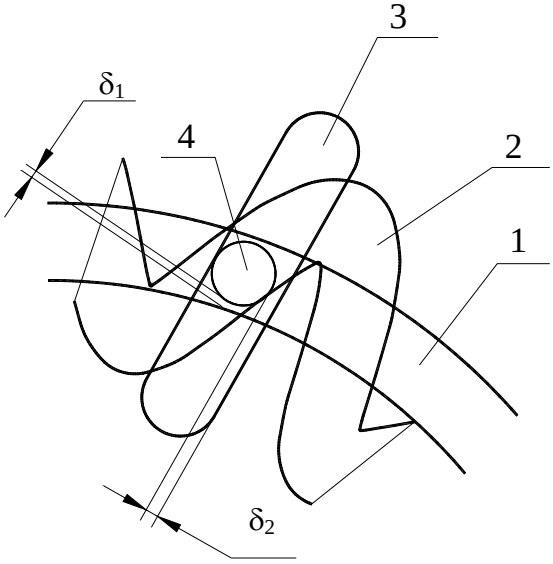

Рис. 2. Схема для определения зазоров в планетарной роликовой передаче: 1 – ведущее звено; 2 – многопериодная дорожка; 3 – паз сепаратора; 4 – ролик

Как видно из рис. 2, ролик 4, не находясь в пассивной зоне, является пассивным и не участвует в передаче вращения. Зазор δ_1 между этим роликом и ведущим звеном 1, приводит к тому, что эксцентрик не воздействует на ведомое звено. В этой связи вращение ведомого звена (сепаратора) начинается с некоторым запозданием по отношению к вращению ведущего звена, что приводит к отклонению действительного угла поворота ведомого звена от номинального. Зазор между роликом и пазом сепаратора δ_2

Электронная библиотека Белорусско-Российского университета

также приводит к запаздыванию вращения ведомого звена и появлению кинематической погрешности.

Геометрическое моделирование погрешностей деталей зацепления планетарной роликовой передачи с помощью программы AutoCAD показало, что в каждый момент времени при наличии зазоров и погрешностей, в зацеплении находится малое число роликов (один или несколько роликов). Частота смены роликов зависит от величины зазоров и погрешностей деталей передачи.

При моделировании не учитывались силы, действующие в зацеплении, и нагрузка на выходном валу. При их наличии небольшие зазоры будут выбираться, и в зацеплении будет находиться большее число роликов. Поэтому, чем меньше будут зазоры и погрешности деталей зацепления, тем больше роликов будет участвовать в работе передачи.

Зазоры между роликами и деталями зацепления также приводят к нарушению плавности работы передачи, которую можно оценить по спектру амплитуд кинематической погрешности. При этом возникают высокочастотные погрешности с номерами гармоник, значительно превышающими передаточное отношение передачи. На рис. 3 представлен график кинематических погрешностей для передачи с u = 5, а на рис. 4 их спектр амплитуд, полученные моделированием и характеризующие влияние зазоров вследствие уменьшения диаметров роликов на кинематическую погрешность передачи.

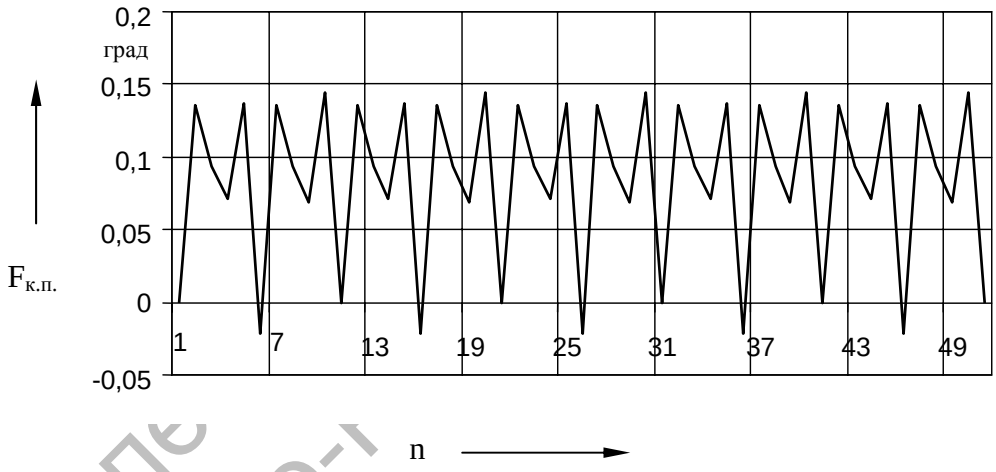

Рис. 3. График кинематических погрешностей, характеризующий влияние зазоров, на кинематическую погрешность передачи (n – количество измерений за оборот ведомого звена)

График кинематических погрешностей представляет собой периодические кривые (так как погрешности повторяются за каждый оборот ведомого вала), характеризующие в спектре амплитуд высокочастотные гармоники.

Так, в спектре кинематической погрешности, учитывающей уменьшение диаметров роликов (рис. 4), наибольшую амплитуду имеет гармоника с номером 20, что соответствует произведению количества роликов в передаче на число периодов диска с многопериодной дорожкой. Эта зависимость была подтверждена при экспериментальной оценке кинематической погрешности редукторов.

Таким образом, наличие зазоров и многократная смена рабочих ходов роликов за один оборот ведущего звена приводят к высокочастотным кинематическим погрешно-

Электронная библиотека Белорусско-Российского университета

стям. Для погрешностей эксцентриситета и смещения оси ведущего звена при данном моделировании проявляются те же закономерности в графиках кинематических погрешностей и их спектрах амплитуд, что и при моделировании погрешности диаметров роликов. При этом наиболее значимые гармоники соответствуют результатам, полученным экспериментально.

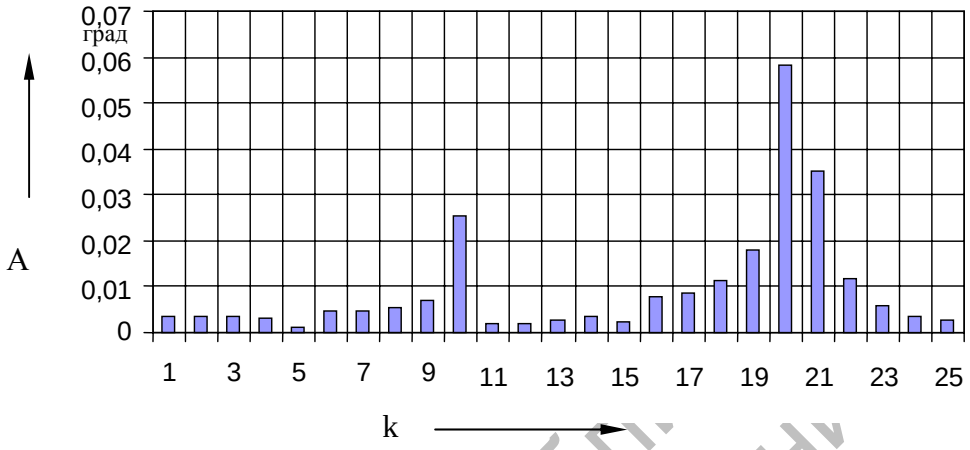

Рис. 4. Спектр амплитуд кинематических погрешностей, характеризующий влияние зазоров на кинематическую погрешность передачи (k – номер гармоники)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Пашкевич, М. Ф.** Планетарные шариковые и роликовые редукторы и их испытания / М. Ф. Пашкевич, В. В. Геращенко. – Мн. : БелНИИНТИ, 1992. – 248 с.

2. **Пашкевич, М. Ф.** Кинематическая точность планетарных роликовых передач / М. Ф. Пашкевич, А. В. Капитонов ; Могилев. гос. техн. ун-т. – Могилев, 1999. – 11 с. – Библиогр. : с. 3-5. – Рус. - Деп. в ВИНИТИ 23.09.99, № 2905-В99.

Белорусско-Российский университет
Материал поступил 30.10.2005

A.V. Kapitonov
Influence of backlashes and inaccuracy of details on completeness of contact in gearing and kinematical accuracy of planetary roller transfer
Belarusian-Russian University

Work is dedicated to study of influence of size of backlashes and inaccuracy of details of gearing on completeness of contact of rollers and kinematical accuracy of transfer. Harmonics of a kinematical inaccuracy of transfers describing size of backlashes and an inaccuracy of details of gearing are received.

Электронная библиотека Белорусско-Российского университета