

Рис. 3. Зависимость минимальной амплитуды A_{\min} от глубины резания при $V_p=90$ м/мин, $S_p=0,15$ мм/об:
1 - 18ХГТ; 2 - Ст.45

На основании проведенных экспериментальных исследований установлено, что при введении одиночных акустических импульсов с амплитудами $A_{\min}=0,03-0,1$ мм дробление стружки достигается без прерывания процесса резания. Наибольшее влияние из режимов резания на выбор задаваемой амплитуды A оказывает подача S_p , а влияние скорости резания V_p и глубины резания t_p на поддержание заданной амплитуды необходимо компенсировать изменением мощности подводимых импульсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Подураев В.Н. Обработка резанием с вибрациями. — М.: Машиностроение, 1970. — 350с.
2. Ахметшин Н.И., Гоц Э.М., Родиков Н.Ф. Вибрационное резание металлов. — Л.: Машиностроение, 1987. - 80с.

УДК 621.83.06

М.Ф. Пашкевич, А.А. Жолобов, А.В. Капитонов

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ДОРОЖЕК И КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ ПЛАНЕТАРНЫХ РОЛИКОВЫХ ПЕРЕДАЧ

Могилевский государственный технический университет
Могилев, Беларусь

Кинематическая точность планетарной роликовой передачи зависит от точности изготовления ее деталей, и в первую очередь, от точности периодических дорожек, которые образованы фрезой, перемещающейся по периодической кривой, описываемой уравнением [1, 2]

$$\rho_z = \sqrt{R^2 - A^2 \sin^2 z_2 \varphi} + A \cos z_2 \varphi, \quad (1)$$

где A – амплитуда периодической кривой; R – радиус средней окружности; z_2 – число периодов.

На рис.1 представлен диск с 10-периодной дорожкой на его торце.

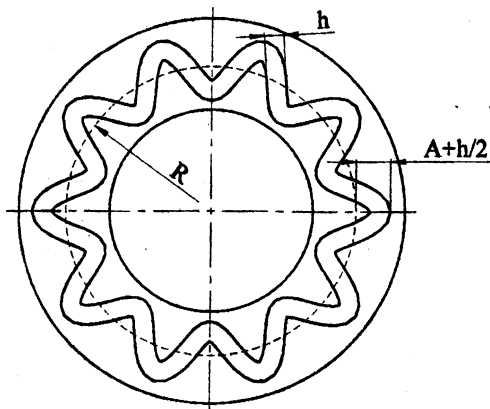


Рис. 1. Геометрические параметры диска с периодической дорожкой

В настоящее время периодические дорожки для торцовых планетарных роликовых передач обрабатывают на фрезерных станках с системами ЧПУ разомкнутого и замкнутого типа. Основными погрешностями при их механической обработке и после термообработки являются [3, 4]:

- погрешность установки детали на станке при шлифовании его центрального отверстия;
- погрешность привода станка;
- погрешность механизма подачи станка;
- погрешность от геометрических неточностей станка;
- погрешность от упругих деформаций станка;
- погрешность от тепловых деформаций станка инструмента и заготовки;
- погрешность от износа инструмента;
- погрешность от упругих деформаций инструмента;
- погрешность интерполяции траектории инструмента;
- погрешность программирования;
- погрешность коробления после термообработки детали.

Наиболее значительной погрешностью при этом является погрешность базирования при шлифовании центрального отверстия детали.

В настоящее время при фрезеровании дорожки в качестве технологической базы используют либо наружную поверхность диска, либо специально выполненные технологические отверстия. Эти же поверхности используют и при шлифовании центрального отверстия. Однако при таком способе базирования, учитывая также коробление диска после его термообработки, появляется значительный эксцентриситет (до 100..150 мкм) средней окружности дорожки радиуса R (рис.1), что приводит к увеличению кинематической погрешности роликовой передачи. Чтобы уменьшить эту погрешность лучше всего при шлифовании центрального отверстия базировать деталь по рабочим поверхностям периодической дорожки. При этом эксцентриситет может быть уменьшен в 2...3 раза.

Также существенными погрешностями при формообразовании периодических дорожек являются погрешности станков с ЧПУ, наибольшие из которых (погрешность привода и погрешность механизма подач станка) составляют 50...70 мкм. Эти погрешности можно исключить, если использовать станки с системами ЧПУ замкнутого типа, у которых обратной связью охвачен привод станка и механизм подач. Другие погрешности также можно уменьшить, используя при окончательной обработке дорожек станки повышенных классов точности.

Погрешности периодических дорожек после термообработки дисков также значительно влияют на кинематическую точность роликовой передачи. В результате термообработки происходит коробление дисков, которое можно уменьшить либо путем использования жестких обкладок, либо путем сборки дисков в пакеты, либо применяя закалку т.в.ч.

Как показывают расчеты точности обработки, а также экспериментальные исследования, износ фрезы также может значительно влиять на точность ширины периодической канавки h (рис.1) и составлять 50...100 мкм в зависимости от материала режущей части. Если использовать при обработке несколько фрез из твердого сплава, каждая из которых предназначена для обработки лишь части профиля дорожки, то эта погрешность уменьшается в 2...3 раза. При такой обработке смену фрез целесообразно производить в вершинах периодического профиля, т.е. там, где ролики при работе передачи не имеют силового контакта с его рабочей поверхностью.

Шлифование периодических дорожек является наиболее эффективным способом повышения кинематической точности роликовой передачи, так как шлифованием можно исправить погрешности после термообработки и погрешности установки дисков при их предварительной обработке. Однако до настоящего времени процесс шлифования дорожек не применяется.

Контролировать погрешности периодических дорожек наиболее удобно на поворотном столе при помощи индикатора через накопленную погрешность шага p на различных радиусах. Схема измерения этой погрешности по внутренней поверхности дорожки представлена на рис.2. Аналогично проводятся измерения и по внешней поверхности.

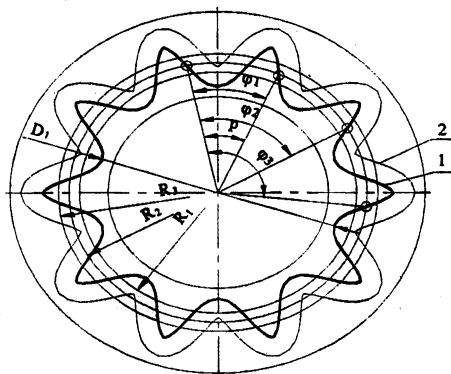


Рис.2. Схема измерения накопленной погрешности шага по внутренней поверхности дорожки:

1 – внутренняя поверхность дорожки; 2 – внешняя поверхность дорожки

В большинстве случаев величина накопленного шага дорожки, выполненной фрезерованием, при базировании диска при шлифовании отверстия по его наружной поверхности составляет 20...40 угловых минут. При этом кинематическая погрешность собранной передачи с передаточным отношением $u = 14$ составляла 40...60 угловых минут. При шлифовании отверстия диска с базированием по периодической дорожке эти погрешности уменьшаются в несколько раз. При этом кинематическая погрешность передачи уменьшается до 20...30 угловых минут.

На рис.3. представлен график кинематической погрешности планетарного роликового редуктора, у которого отверстия дисков с периодическими дорожками получены шлифованием при их базировании по рабочим поверхностям периодической дорожки. Исследования проводились на специальном стенде [5], предназначенном для контроля кинематической точности передач. Для оценки кинематической погрешности на стенде использовался преобразователь угловых перемещений BE178A,

который был связан с ведомым валом исследуемого роликового редуктора с передаточным отношением $i = 14$. За один оборот вала данный преобразователь формирует 2500 импульсов электрического напряжения. Эти импульсы регистрируются при помощи ЭВМ, снабженной специальной платой расширения функциональных возможностей, представляющей собой цифровой осциллограф типа BORDO-50. Математическая обработка записанной информации осуществляется специально разработанной для этой цели программой.

Как видно из графика, наибольшая кинематическая погрешность составляет 23 угловые минуты.

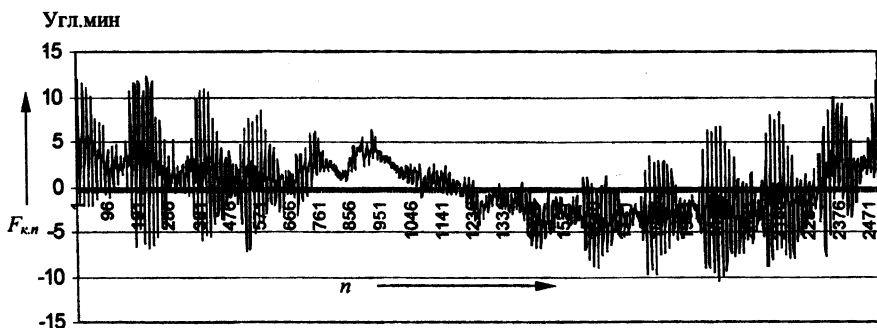


Рис.3. Кинематическая погрешность планетарного роликового редуктора с $i = 14$ за один оборот ведомого вала: n – номера измерений

ЛИТЕРАТУРА

1. Пашкевич М.Ф., Геращенко В.В. Планетарные шариковые и роликовые редукторы и их испытания. – Мн.: БелНИИНТИ, 1992. – 248с.
2. Пашкевич М.Ф. Новые виды планетарных шариковых и роликовых редукторов. – Мн.: БелНИИНТИ, 1990. – 47с.
3. Точность и надежность станков с числовым программным управлением / А.С.Проников, В.С.Стародубов, М.С.Уколов и др.; Под ред. А.С.Проникова. – М.: Машиностроение, 1982. – 256с.
4. Гжиров Р. И., Серебренницкий П. П. Программирование на станках с ЧПУ: Справочник. – Л.: Машиностроение. 1990. – 588с.
5. Заявка РБ № а 19981066. Стенд для контроля кинематической точности передач / Пашкевич М.Ф., Пашкевич В.М., Геращенко В.В., Пашкевич А.М., Капитонов А.В. – Заявл. 7.06.1999. – Оpubл. 2000. – Офиц. бюл. №2 (25). – С.50.