

Разработанный и апробированный метод исследования динамической устойчивости введением тарированной неуравновешенности позволяет на стадии проектирования – в режиме имитационного компьютерного моделирования – проверить динамическую устойчивость шпинделей и определить условия их надежной эксплуатации. Метод является универсальным и применим для различных роторных машин, в которых используются подшипниковые опоры различных типов.

Л и т е р а т у р а

1. Брешев, В. Е. Алгоритм исследования динамических процессов в технологическом оборудовании на газостатических подшипниках / В. Е. Брешев, Ю. С. Долженко // Транспортное машиностроение. – 2025. – № 1 (37). – С. 6–14.
2. Сипенков, И. Е. Прецизионные газовые подшипники / И. Е. Сипенков [и др.]. – СПб. : ГНЦ РФ ЦНИИ Электроприбор, 2007. – 504 с.
3. Brian Rowe, W. Hydrostatic, Aerostatic, and Hybrid Bearing Design / W. Brian Rowe. – Oxford, 2012. – 334 с.
4. Брешев, В. Е. Развитие теории и методов проектирования приводов бесконтактного типа с комбинированным и пассивным обеспечением устойчивости : монография / В. Е. Брешев. – Луганск : Изд-во ЛГУ им. В. Даля, 2016. – 208 с.

УДК 621.9

ПЛАНЕТАРНОЕ ТОЧЕНИЕ НЕКРУГЛЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

В. А. Данилов

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Рассмотрена кинематическая структура станка с функцией планетарного точения и его структурная схема для точения круглых и некруглых поверхностей.

Ключевые слова: некруглые поверхности, схема обработки, планетарное точение, комплексная обработка, точение.

PLANETARY TURNING OF NON-CIRCULAR SURFACES

V. A. Danilov

Belarusian National Technical University, Minsk

This article examines the kinematic structure of a planetary turning machine and its structural diagram for turning round and non-circular surfaces.

Keywords: non-circular surfaces, machining diagram, planetary turning, complex machining, turning.

Профилирование некруглой цилиндрической поверхности резанием возможно двумя согласованными вращательными движениями, образующими формообразующее движение Φ_v , (B_1B_2) . В зависимости от распределения движений B_1 и B_2 между режущим инструментом и заготовкой возможны следующие схемы обработки: одно движение сообщается инструменту, другое – заготовке (полигональное точение); оба движения сообщаются инструменту, совершающему планетарное движение вокруг неподвижной заготовки; оба движения сообщаются заготовке (планетарное точение). Технологическим преимуществом схемы планетарного точения является возмож-

ность обрабатывать на одном станке наружные и внутренние поверхности, т. е. охватываемую и охватывающую детали профильного соединения.

Указанные схемы обработки реализуются на соответствующих станках: первая схема – на специализированных станках для полигонального точения, на токарных станках с ЧПУ с функцией полигонального точения, широкоуниверсальных зубо-шлицефрезерных станках, например, на станке модели ВС50; вторая – на модернизированных универсальных токарных и специальных станках, третья – на станке с планетарным движением шпинделя (патент США № 3593603 и др.).

Кинематическая структура станка с функцией планетарного точения (авторское свидетельство СССР № 1172544 основана на схеме обработки (рис. 1), согласно которой для формирования некруглой цилиндрической поверхности заготовке 1 сообщают одновременно вращение B_1 с частотой n_1 вокруг ее геометрической оси L_1 и вращение B_2 с частотой n_2 вокруг параллельной оси L_2 , а резцу – прямолинейное движение подачи $П_3$.

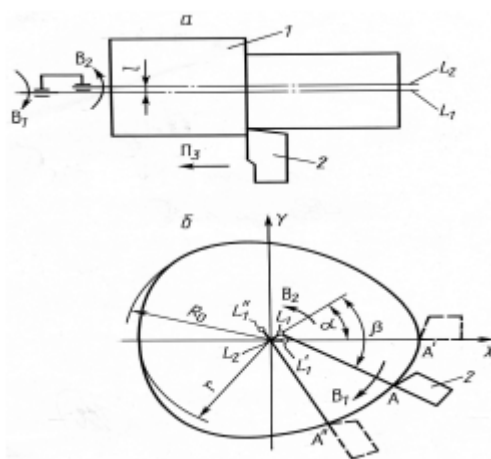


Рис. 1. Схема планетарного точения некруглой цилиндрической поверхности

Если отношение $n_2/n_1 = m$, то формируется m расположенных равномерно по окружности выступов, форма которых зависит от значения n_2/n_1 и расстояния l между осями L_1 и L_2 .

Скорость резания при планетарном точении зависит от параметров схемы обработки и соотношения направлений движений B_1 и B_2 в соответствии с формулой

$$v = 2\pi(r + l)n_2 \pm 2\pi rn_1, \quad (1)$$

где r – радиус окружности, вписанной в формируемый профиль, знак «плюс» соответствует одинаково, а «минус» – противоположно направленным движениям B_1 и B_2 .

Производительность формообразования при планетарном точении пропорциональна частоте вращения заготовки, которая при заданной скорости резания v , согласно (1), составляет:

$$n_1 = \frac{0,5v}{\left(\pi r \left(\left(1 + \frac{l}{r} m \right) \pm 1 \right) \right)}. \quad (2)$$

Из (2) следует, что производительность больше при противоположно направленных вращательных движениях B_1 и B_2 .

Структурная схема станка (рис. 2) содержит кинематическую группу движения профилирования со скоростью резания $\Phi_v (B_1 B_2)$ и группу движения подачи $\Phi_s (П_3)$, необходимые для обработки некруглых цилиндрических поверхностей методом планетарного точения.

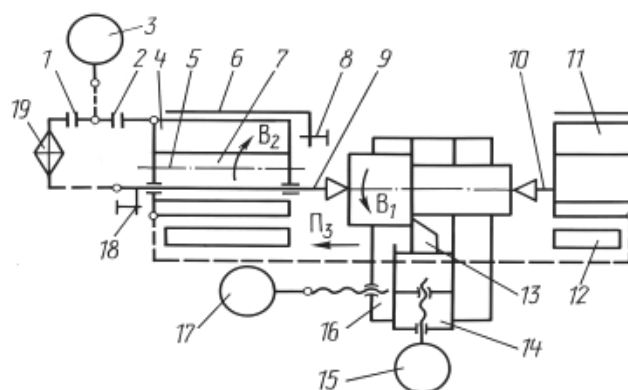


Рис. 2. Структурная схема станка для точения круглых и некруглых поверхностей

В корпусе 6 с возможностью вращения вокруг оси 5 смонтирована обойма 4 со шпинделем 9, который расположен эксцентрично относительно оси 5. Шпиндель установлен эксцентрично во втулке 7, которая имеет возможность поворота в обойме вокруг оси, параллельной оси 5 для настройки эксцентриситета l с целью управления геометрией формируемого профиля. Привод 3 обеспечивает вращательные движения B_1 и B_2 соответственно шпинделя и обоймы. Для этого шпиндель соединен с обоймой кинематической цепью, содержащий орган настройки 19 для задания требуемого отношения n_2/n_1 , а также муфты 1 и 2 для включения (отключения) вращения соответственно шпинделя и обоймы. Согласование вращательных движений обоймы и шпинделя в станке с ЧПУ может обеспечиваться также мехатронной системой (авторское свидетельство СССР № 1404269). Продольный 16 и поперечный 14 суппорты снабжены приводами 17 и 15. Для закрепления длинных изделий служит задняя бабка 12, вращающаяся втулка 11 которой кинематически связана с обоймой и имеет механизм регулирования эксцентриситета. Для формообразования поверхности изделия по длине суппорт 16 получает продольное движение подачи от привода 17. Обработка производится резцом 13 или инструментом для поверхностного пластического деформирования.

Обойма может быть зафиксирована механизмом 8 относительно корпуса 6 при обработке круглых поверхностей, а шпиндель – механизмом 18 относительно обоймы при обработке эксцентриков. При обработке некруглых поверхностей от привода 3 получают взаимосвязанные вращательные движения B_2 и B_1 соответственно обоймы и шпиндель. При этом муфты 1 и 2 включены, а механизмы 8 и 18 не препятствуют вращению обоймы и шпинделя. В результате шпиндель с заготовкой получают планетарное движение, благодаря которому на ней формируется некруглый профиль. Его форма определяется передаточным отношением органа настройки 19 и значением эксцентриситета l .

Таким образом, станок для планетарного точения обеспечивает комплексную обработку деталей с круглыми и некруглыми поверхностями.