

Таким образом, представленная кинематическая структура может служить основой, как при создании специальных станков для обработки КВП, так и при модернизации универсального станочного оборудования.

Литература

1. Федотенок, А.А. Кинематическая структура металлорежущих станков / А.А. Федотенок. – М. : Машиностроение, 1970. – 403 с.
2. Люкшин, В.С. Теория винтовых поверхностей в проектировании режущих инструментов / В.С. Люкшин. – М.: Машиностроение, 1968. – 372 с.
3. Балденко, Д.Ф. Одновинтовые гидравлические машины / Д.Ф. Балденко, Ф.Д. Балденко, А.Н. Гноевых. Т.1. – М: ООО ИРЦГазпром», 2005. – 341 с.
4. Данилов, В.А. Разработка и реализация технологий формообразования круговых винтовых поверхностей резанием / В.А. Данилов, А.А. Чепурной, Ю.В. Ситько // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. – Прикладные науки. – 2009. – № 8. – С. 147-153.

УДК 621.91.04

СХЕМЫ ОБРАБОТКИ КУЛАЧКОВЫХ МУФТ ПО МЕТОДУ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЛЕНИЯ

Студент гр. 10305219 Дулуб А.Д.

Научный руководитель – профессор Данилов В.А.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Постановка задачи. Формирование множества равномерно расположенных по окружности пазов кулачковых муфт обеспечивается исполнительным движением, образованным двумя согласованными вращательными движениями вокруг параллельных осей [1]. Реализация данной схемы формообразования возможна тремя практическими схемами обработки, различающимися распределением вращательных движений между инструментом и заготовкой: оба движения сообщаются или инструменту, или заготовке или одно вращательное движение сообщается

инструменту, а второе – заготовке. Более универсальным и простым в реализации является третий вариант распределения движений между инструментом и заготовкой. Режущим инструментом является резцовая головка 2 (рисунок 1) с равномерно расположенными на торце режущими зубьями 4 при сообщении ей вращательного движения B_2 вокруг оси 3, параллельной оси 5 вращения заготовки 1. Для формирования паза по глубине резцовой головке сообщают прямолинейное перемещение (движение врезания) Π_3 вдоль оси заготовки.

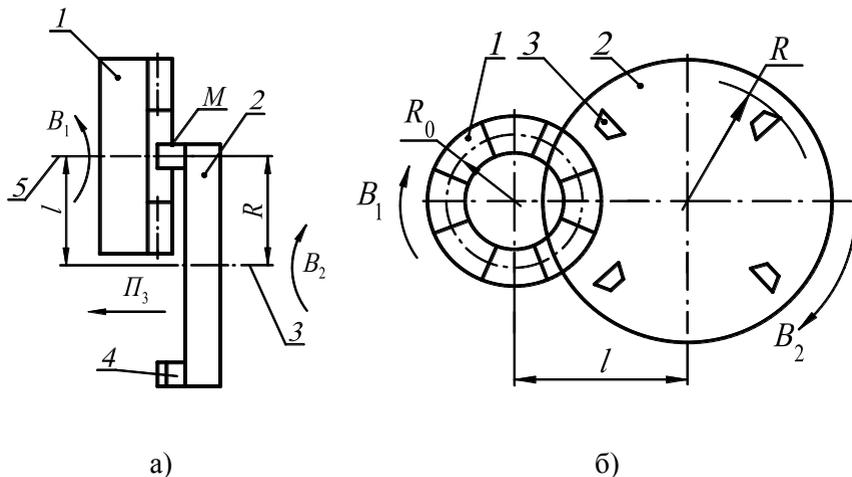


Рисунок 1 – Схемы обработки пазов резцовой головкой при $R=l$ (а) и $R \neq l$ (б)

Расстояние L между осями 3 и 5 равно радиусу R резцовой головки. Форма обработанных пазов зависит от отношения N угловых скоростей движений B_1 и B_2 и расстояния L . В частности, при $N=2$, $L=R$ и одинаково направленных вращательных движениях инструмента и заготовки формообразующая точка перемещается по эллипсу, проходящему через ось вращения заготовки. С увеличением R траектория формообразующей точки приближается к прямой, что обеспечивает возможность обрабатывать с допустимой погрешностью прямолинейные пазы. Так как отношение частот вращательных движений инструмента и

заготовки равно двум, то в этом случае число пазов в 2 раза больше числа резцов в головке и поэтому возможна обработка ТЗК только с четным числом пазов.

В относительном движении траектория точки, совершающей два вращательных движения, представляет собой циклоидальную кривую, описываемую системой уравнений

$$\begin{cases} x = L \cos \alpha - R \cos(\alpha (N - 1)) \\ y = L \sin \alpha + R \sin(\alpha (N - 1)) \end{cases} \quad (1)$$

где x, y – текущие координаты траектории, формируемой производящими элементами резцовой головки в прямоугольной системе координат с центром на оси вращения заготовки; L – расстояние между осями резцовой головки и заготовки; R – радиус резцовой головки; α – текущее значение угла поворота заготовки; N – отношение частот вращательных движений резцовой головки и заготовки.

В частности, при $N=2$, $L=R$ и одинаково направленных вращательных движениях инструмента и заготовки формообразующая точка перемещается по эллипсу, проходящему через ось вращения заготовки. С увеличением R траектория формообразующей точки приближается к прямой, что обеспечивает возможность обработки с допустимой погрешностью прямолинейных пазов. Данная схема реализована, например, на широкоуниверсальном зубошлицефрезерном станке модели ВС-50 производства Витебского станкостроительного завода «Вистан».

Задавая расстояние L между осями инструмента и заготовки, не равным радиусу резцовой головки R (рисунок 1, б), можно управлять траекторией исполнительного движения и, следовательно, геометрией обрабатываемых поверхностей. На этом основана, в частности, схема, обеспечивающая обработку как четного, так и нечетного числа пазов ТЗК с выпуклыми и вогнутыми боковыми поверхностями

В этом случае ось резцовой головки 2 устанавливается от оси заготовки 1 на расстоянии $L \neq R$. Для обеспечения движения

деления отношение N частот движений B_2 и B_1 настраивают пропорционально количеству пазов m :

$$N = \frac{n_2}{n_1} = \frac{m}{k} \quad (2)$$

где n_1 – частота вращения заготовки; n_2 – частота вращения резцовой головки; k – целое число, меньшее m и не кратное ему.

Требуемую форму обрабатываемого паза получают за счет настройки расстояния между осями резцовой головки и заготовки, а также радиуса установки режущих элементов на резцовой головке. При обработке сходящихся пазов указанное расстояние настраивают по зависимости [1]

$$L = \sqrt{R^2 + R_0^2 \frac{i \pm 2}{i}} \quad (3)$$

где R_0 – средний радиус расположения пазов; знак «минус» соответствует одинаково направленным, знак «плюс» – противоположно направленным вращательным движениям резцовой головки и заготовки.

Управление шириной пазов. Недостатком рассмотренных схем обработки являются ограниченные возможности по ширине формируемого паза, так как его профиль образуется методом копирования, и поэтому при увеличении его ширины возрастает сила резания, что затрудняет процесс обработки. Рассмотрим схему обработки, позволяющую обрабатывать пазы разной ширины одним и тем же инструментом. Для исключения влияния ширины обрабатываемых пазов на виброустойчивость станка и повышения универсальности режущего инструмента целесообразно формировать паз по ширине не одновременно, а последовательно, т.е. не методом копирования, а методом следа или комбинированным методом, представляющим сочетание методов копирования и следа. На этом принципе основана схема обработки пазов на торцах деталей [1], которая от рассмотренной отличается тем, что требуемую ширину пазов обеспечивают, сообщая заготовке

дополнительное вращение B_4 для профилирования пазов по ширине (рисунок 2).

В данном случае процесс обработки состоит из последовательно выполняемых этапов врезания и профилирования. На этапе врезания заготовке сообщают вращение B_1 с частотой n_1 , а резцовой головке – вращение B_2 с частотой n_2 в том же направлении, что и вращение B_1 . При этом $n_2/n_1=2$. Одновременно с движениями B_1 и B_2 резцовой головке сообщается также движение врезания $П_3$ вдоль оси Z , как и в предыдущем случае. При переходе к этапу профилирования изменяют отношение частот вращательных движений заготовки и резцовой головки, имевшее место на этапе врезания. Тем самым создается движение профилирования – относительное перемещение режущих зубьев резцовой головки вдоль контура заготовки.

Отношение частот вращательных движений заготовки и резцовой головки задают в зависимости от скорости и направления движения профилирования по формуле [2]

$$L = \sqrt{R^2 + R_0^2 \frac{i \pm 2}{i}} \quad (4)$$

$$\frac{n_1}{n_2} = 0,5 \pm \frac{S}{\pi d n_2}$$

где S – скорость движения профилирования; d – диаметр заготовки; знак «плюс» соответствует одинаково направленным вращению заготовки и движению профилирования, «минус» – противоположно направленным этим движениям.

Для обеспечения условия (5) частоту вращения заготовки изменяют по сравнению с этапом врезания на величину $\Delta n_1 = \frac{S}{\pi d}$

или частоту вращения резцовой головки на $\Delta n_2 = \frac{2S}{\pi d}$. Практически

это обеспечивается, например, при сообщении дополнительного вращения B_4 заготовке или резцовой головке соответственно с частотой Δn_1 или Δn_2 . Поэтому в первом случае частоту вращения заготовки n_1 на этапе профилирования задают по формуле

$$n_1 = 0,5n_2 \pm \frac{S}{\pi d} \quad (5)$$

а во втором – изменяют частоту вращения резцовой головки

$$n_2 = 2n_1 \pm \frac{2S}{\pi d} \quad (6)$$

В обоих случаях скорость движения профилирования $S = S_z z n_2$, где S_z – подача на зуб резцовой головки за один ее оборот.

Благодаря тому, что после выполнения этапа врезания изменяют соотношение частот вращательных движений резцовой головки и заготовки, обеспечивается возможность обрабатывать пазы, ширина которых не зависит от длины режущей кромки зуба инструмента, а определяется временем этапа профилирования. Поэтому данная схема позволяет обрабатывать более широкий диапазон деталей и обеспечивает универсальность инструмента.

Литература

1. Данилов, В.А. Прогрессивные технологии формообразования торцовых зубчатых контуров деталей машин / В.А. Данилов, Р.А. Киселев, О.В. Яловский. – Новополоцк: УО ПГУ, 2015. – 220 с.
2. Данилов, В.А. Анализ условий формирования пазов на торцах деталей методом кинематического профилирования / В.А. Данилов О.В. Яловский // Теория и практика машиностроения: междунар. научн.-техн. журнал.– 2004. – №2. – С. 14–16.