

УДК 621.91.04

**ИССЛЕДОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ СХЕМЫ
ПОЛИГОНАЛЬНОГО ТОЧЕНИЯ МНОГОГРАННЫХ
ПОВЕРХНОСТЕЙ РЕЗАНИЕМ**

Студент гр.10305219 Кустов С.В.

Научный руководитель – ст. преподаватель Данилов А.А.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Схемы и параметры полигонального точения. Многогранные детали обрабатывают фрезерованием с периодическим поворотом заготовки, что усложняет конструкцию станка и отрицательно влияет на производительность. Альтернативным фрезерованию является полигональное точение многогранных поверхностей, преимуществом которого является одновременное выполнение процессов профилирования и деления, благодаря чему повышается производительность обработки.

Полигональное точение основано на сложном движении формообразования $\Phi_v(B_1B_2)$, образованном согласованными вращательными движениями B_1 и B_2 вокруг параллельных осей L_1 и L_2 . Возможные схемы полигонального точения различаются типом режущего инструмента (резцовая головка внешнего или внутреннего касания) [1], распределением вращательных движений между инструментом и заготовкой, соотношением направлений этих движений и расстоянием l между их осями (рисунок 1), которое настраивается по формуле

$$l = r \pm R, (1),$$

где знак $+(-)$ соответствует встречной (попутной) схеме резания; r – радиус окружности, вписанной в многогранную поверхность; R – радиус резцовой головки.

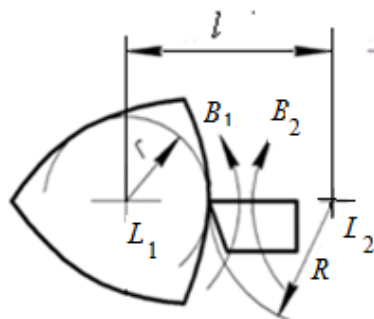


Рисунок 1 – Схема полигонального точения при встречном резании

Более широко применяется схема обработки при сообщении вращательных движений инструменту и заготовке, преимуществом которой является возможность реализации на многооперационных токарных станках, на широкоуниверсальном зубошлицефрезерном станке модели BC50 Витебского станкостроительного завода «Вистан», на станках-профиляторах фирмы «Wera» (Германия), на специализированных станках для полигонального точения, например фирмы Fastcut, и др.

Траектория движения профилирования при встречной схеме резания описывается системой уравнений

$$\begin{cases} x = l \cos \alpha - R \cos \alpha(i - 1) \\ y = l \sin \alpha + R \sin \alpha(i - 1) \end{cases} \quad (2)$$

где $i = \beta/\alpha$ – отношение частот вращательных движений резцовой головки и заготовки; $\beta(\alpha)$ – угол поворота резцовой головки (заготовки).

Уравнения (2) задают множество циклоидальных кривых, которыми в зависимости от значения параметра i могут быть: окружность ($i=1$), эллипс ($i=2$) и другие линии.

При решении задач проектирования и реализации операции полигонального точения практическое значение имеет анализ его технологических возможностей с точки зрения управления макрогеометрией формируемой многогранной поверхности [2], а также точности формообразования, изменения рабочих углов

режущих лезвий в зависимости от параметров схемы обработки и др., что связано с аналитическим исследованием схемы профилирования поверхности. Известные в литературе рекомендации по заданию параметров полигонального точения относятся преимущественно к обработке многогранников с четным числом граней при отношении угловых скоростей инструмента и заготовки, равном 2.

Учитывая, что двумя согласованными вращениями может формироваться множество различных траекторий исполнительного движения и соответственно профилей многогранных поверхностей, целесообразно проводить анализ схем полигонального точения на основе математического моделирования, позволяющего определить параметры, необходимые для обработки поверхностей с различным профилем граней.

Параметром, определяющим тип контурной кривой, формирующей профиль граней поверхности при полигональном точении, является отношение i частот вращательных движений инструмента и заготовки. Изменение других параметров схемы обработки позволяет модифицировать (корректировать) профиль формируемых граней, например, управлять его кривизной, не изменяя тип контурной кривой. Множество возможных значений параметра i ограничено тем, что его реализуемое значение одновременно с формированием требуемого профиля должно обеспечивать получение заданного числа конгруэнтных, равномерно расположенных по окружности граней обработанной поверхности, так как процессы формообразования и деления при полигональном точении осуществляются одновременно.

Одновременное выполнение этих процессов при кинематическом профилировании поверхности с m гранями резцовой головкой, оснащенной z резцами, возможно при выполнении условия [1]:

$$i = m/pz \quad (3)$$

где p – целое число, задающее последовательность обработки граней: при $p=1$ грани формируются последовательно, при $p=2$ – через одну; при $p=3$ – через две и т.д.

Изменяя последовательность обработки граней, один и тот же профиль многогранной поверхности можно обрабатывать резцовыми головками с различным числом резцов [2], что упрощает реализацию технологии полигонального точения за счет унификации резцовых головок. Условие (3) является исходным для определения числа z резцов режущего инструмента при проектировании операции полигонального точения.

Факторами, влияющими на радиус R резцовой головки для полигонального точения, являются требуемая точность формирования профиля грани и допускаемое изменение рабочих углов режущих лезвий. Возможность настройки этого параметра должна учитываться при конструировании режущего инструмента.

Анализ и обеспечение технологических возможностей полигонального точения многогранных поверхностей при проектировании станочной операции. Технологические возможности полигонального точения по форме обрабатываемых многогранных поверхностей определяются параметрами схемы профилирования и схемы формообразования поверхности по длине, поэтому для их обеспечения конструкции станка и режущего инструмента должны обеспечивать настройку этих параметров с требуемой точностью.

Как следует из уравнений (2), профиль отдельной грани зависит от кинематического i и геометрических r , R , l параметров, а профиль всей поверхности, определяемый количеством и формой граней, зависит от числа режущих элементов (рисунок 2). Например, при $i=1$ формируется грань, очерченная по окружности, при этом количество граней m обработанной поверхности равно числу режущих элементов z резцовой головки.

При $i=2$ на заготовке одним режущим элементом формируются две диаметрально противоположно расположенные грани, которые при определенном соотношении параметров r и R несущественно отличаются от плоских, что, при оснащении инструмента определенным количеством z режущих элементов, позволяет обрабатывать поверхности с четным числом граней: $m=4$, $m=6$, $m=8$ и т.д., соответственно при $z=2$, $z=3$, $z=4$ и т.д.

При $i < 2$ обработанная поверхность имеет выпуклые, а при $i > 2$ – вогнутые грани независимо от числа режущих элементов.

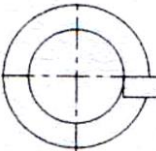

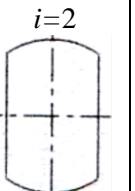
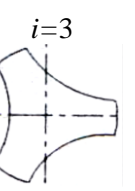
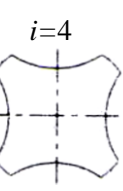
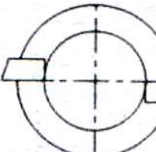
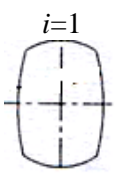
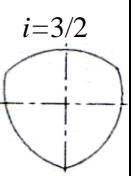
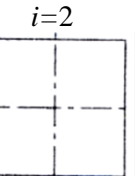
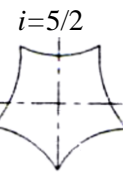
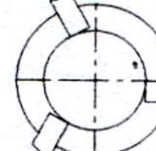

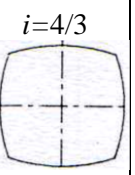


Тип инструмента	Профиль обработанной поверхности в зависимости от параметров i и z			
$Z=1$ 	$i=1$ 	$i=2$ 	$i=3$ 	$i=4$ 
$Z=2$ 	$i=1$ 	$i=3/2$ 	$i=2$ 	$i=5/2$ 
$Z=3$ 	$i=1$ 	$i=4/3$ 	$i=5/3$ 	$i=2$ 

Рисунок 2 – Технологические возможности полигонального точения по форме обработанных многогранных поверхностей

Следует отметить, что в некоторых станках, реализующих функцию полигонального точения, не предусмотрен орган настройки параметра i , а конструктивным исполнением кинематической цепи между инструментом и заготовкой его значение обеспечивается равным двум. Это ограничивает технологические возможности таких станков обработкой только многогранных деталей с четным числом граней, спрофилированных по эллипсу.

Для расширения технологических возможностей станка по форме обрабатываемых поверхностей указанная кинематическая цепь должна содержать орган настройки отношения частот вращения инструмента и заготовки в зависимости от профиля обрабатываемых граней. Конструктивно эта цепь может быть механического, электромеханического или мехатронного типов.

Кинематические цепи первого и второго типов снабжают механическими органами настройки, например, в виде гитары сменных зубчатых колес, а цепи мехатронного типа, характерные для станков с ЧПУ, – соответствующим электронным органом настройки отношения частот вращательных движений шпинделей, несущих режущий инструмент и заготовку.

Настраиваемое значение i должно соответствовать формируемому профилю и условию (3).

Инструменты для полигонального точения в зависимости от геометрических параметров обрабатываемых изделий могут быть дискового или стержневого типа, а в зависимости от предъявляемых требований к схеме обработки в отношении универсальности – регулируемые и нерегулируемые [2].

Из изложенного следует, что при проектировании операции полигонального точения многогранной поверхности по исходным данным, включающим: заданное количество граней, форму их профиля и радиус вписанной в него окружности, необходимо дополнительно к общему алгоритму проектирования операции механической обработки решить следующие задачи:

- установить отношение i частот вращательных движений режущего инструмента и заготовки, обеспечивающее формирование заданного профиля граней;
- определить число зубьев режущего инструмента, при котором и установленном значении i обеспечивается формирование требуемого числа граней поверхности;
- определить радиус режущего инструмента, исходя из требуемой точности формообразования граней и допустимого изменения рабочих углов его режущих зубьев, а также настраиваемое расстояние между осями инструмента и заготовки;
- определить настраиваемую частоту вращения заготовки с учетом схемы резания (встречная или попутная).

Закключение. Из возможных схем полигонального точения многогранных поверхностей более простой в реализации является схема обработки резцовой головкой внешнего касания, основанная на сообщении ей и заготовке одинаково направленных вращательных движений вокруг параллельных осей. Необходимость одновременного выполнения процессов формообразования и деления ограничивает технологические

возможности метода полигонального точения в отношении профиля обработанных граней, что необходимо учитывать при проектировании технологической операции. Повышение универсальности станка для полигонального точения по форме поверхностей граней обеспечивается при введении в кинематическую цепь профилирования органа настройки отношения частот вращательных движений инструмента и заготовки.

Литература

1. Данилов, В.А. Формообразующая обработка сложных поверхностей резанием / В.А. Данилов. – Мн. : Наука и техника, 1995. – 264 с.
2. Данилов, А.А. Анализ и реализация схем полигонального точения многогранных поверхностей / А.А. Данилов // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. – Промышленность. Прикладные науки. – 2016. – № 11, с. 19-27.

УДК 621.91.04

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ПАЗОВ НА ТОРЦЕ КОЛЬЦЕВОЙ ДЕТАЛИ МЕТОДОМ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЛЕНИЯ

Магистрант Наранович В.Ф.

Научный руководитель – профессор Данилов В.А.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Постановка задачи. Детали машин, имеющие на торце равномерно расположенные по окружности пазы, широко применяются в изделиях машиностроения для выполнения различных функций (индукторы АБС, храповые и кулачковые муфты и др.). Высокая производительность и точность расположения пазов обеспечиваются при их обработке методом непрерывного деления благодаря совмещению процессов