

2. При назначении параметров режима резания по справочникам и каталогам почти невозможно достичь максимальной производительности, если существует ограничение по мощности имеющегося оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ящерицын П.И., Еременко М.Л., Фельдштейн Е.Э. Теория резания. Физические и тепловые процессы в технологических системах: Учеб. Для вузов. - Мн.: Вышэйшая школа, 1990. - 512с.
2. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник/ В.И. Баранчиков, А.В. Юдинов и др.; Под общ. ред. В.И. Баранчикова. - М.: Машиностроение, 1990. - 400с.
3. Гжиров Р.И., Серебренникий П.П. Программирование обработки на станках с ЧПУ: Справочник. - Л.: Машиностроение, 1990. - 591с.
4. Шарин Ю.С. Технологическое обеспечение станков с ЧПУ. - М.: Машиностроение, 1986. - 176 с.
5. Соусеу. Руководство по повышению производительности. Точение - фрезерование - сверление.: Каталог SANDVIK COROMANT, 6-е издание. - 2000. - 216 с.
6. Бачанцев А.И., Туромша В.И. Повышение эффективности обработки на токарных станках с ЧПУ // Машиностроение. - Мн., 2001. - Вып. 17. - С. 9-15.
7. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. - Т2. Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1985. - 496с.
8. Общемашиностроительные нормативы режимов резания: Справочник/ В 2-х т. : Т. 1 / А.Д. Локтев, И.Ф. Гушин и др. - М.: Машиностроение, 1991. - 640с.
9. ISCAR LANE Plus. Каталог ISCAR. -1998.- 250 с.

УДК 621.91.04

В.А. Данилов, Р.А. Киселев

ПРОГРЕССИВНЫЕ СХЕМЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ПЛОСКИХ ПЕРЫВИСТЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

*Полоцкий государственный университет
Новополоцк, Беларусь*

Высокая трудоемкость изготовления деталей, имеющих на торцах прерывистые поверхности с периодическим зубчатым профилем (муфты, роторы, индукторы и т.д.), обуславливает необходимость создания технологий, основанных на прогрессивных методах формообразования. Для традиционных технологий с периодическим движением деления характерны низкая производительность и невысокая точность, что особенно проявляется с увеличением числа нарезаемых зубьев. Более эффективны схемы обработки с совмещенными движениями формообразования и деления, выполняемыми непрерывно в течение обработки всех зубьев (пазов). При непрерывном делении для формообразования зубьев по длине необходимо сложное исполни-

тельное движение, компонентами которого являются согласованные вращательные движения инструмента и заготовки. Характер обработки и движений обуславливают выполнение режущего инструмента в виде резцовой головки с равномерно расположенным и по окружности режущим и элементами. Последние могут быть размещены на наружной или торцовой поверхностях ее корпуса. Согласно этому оси вращения инструмента и заготовки должны скрещиваться или располагаться параллельно друг другу. Здесь рассматриваются схемы с параллельно расположенными осями.

По традиционной схеме обработки пазов [1] инструменту и заготовке сообщают вращательные движения соответственно V_2 и V_1 , а инструменту движение врезания Π_3 вдоль оси вращения заготовки, причем отношение частот указанных вращательных движений N принимают равным двум, а расстояние L между осями инструмента и заготовки - равным радиусу R расположения режущих элементов. Данная схема обработки не позволяет обрабатывать нечетное количество пазов, что обусловлено кинематикой формообразования.

Обработку изделий с четным и нечетным числом пазов обеспечивает схема [2], по которой заготовке и инструменту также сообщают согласованные одинаково направленные вращательные движения вокруг параллельных осей и относительное движение подачи вдоль оси вращения заготовки, однако частоту ее вращения задают циклически переменной с периодом, соответствующим одному обороту инструмента.

Обе схемы позволяют обрабатывать пазы только с параллельными боковыми гранями и шириной, не превышающей длину режущей кромки резца, что налагает технологические ограничения на геометрию пазов. Расширение технологических возможностей достигается за счет формирования пазов по ширине не одновременно, а последовательно, т.е. не методом копирования, а методом следа или сочетанием данных методов. На этом принципе основана схема обработки пазов на торцах деталей [3], согласно которой их ширину обеспечивают не за счет параметров режущей части инструмента, а кинематически, сообщая заготовке дополнительное вращение во время профилирования паза по ширине. В данном случае пазы формируются последовательно выполняемыми этапами врезания и профилирования, что позволяет управлять процессом их обработки.

Более простую кинематику имеет схема формообразования прерывистых поверхностей, управление которой осуществляется за счет параметров настройки обрабатывающей системы (N ; L ; R), определяемых геометрией изделия [4].

Траектория движения точки, принадлежащей кромке резца, при обработке по рассматриваемой схеме (в относительном движении) (рис. 1) описывается системой уравнений:

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

где L - расстояние между осями заготовки и инструмента;
 R - радиус, определяющий положение рассматриваемой точки режущей кромки;
 α - угол поворота заготовки или перемещения режущей головки в относительном движении;

N - отношение частот вращательных движений инструмента и заготовки;

X, Y - координаты рассматриваемой точки.

Условие сходимости пазов к центру выполняется, если точка боковой грани на среднем диаметре расположения пазов принадлежит касательной к траектории движения режущей кромки, проходящей через центр заготовки.

Используя аппарат дифференциальной геометрии и математическую модель (1) процесса формообразования, можно определить связь между параметрами и настройки обрабатывающей системы для выполнения условия сходимости боковых граней пазов к центру заготовки

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

где R - минимальный радиус инструмента;

R_0 - средний радиус расположения пазов.

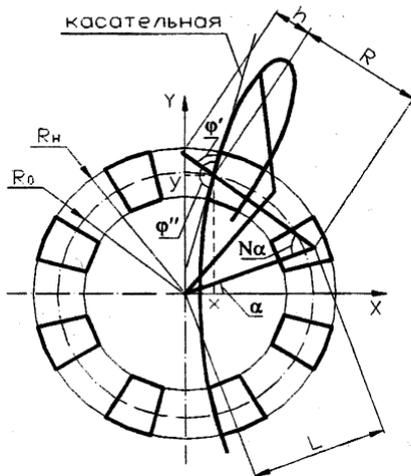


Рис. 1 Схема и графическая модель формообразования прерывистых поверхностей

Радиус инструмента настраивается в зависимости от формы пазов. Если ширина паза равна ширине выступа на среднем радиусе R_0 , то радиус инструмента при об-

работке по схеме с одинаково направленными вращательными движениями определяется из системы уравнений

$$\begin{cases} R = \frac{R_0 - \frac{N+2}{N} R_0}{-2 \cos(N\alpha + (\lambda - \alpha))}; \\ \alpha = \frac{1}{N} \cdot \left(\frac{\arccos R_0^2 \left(1 - \frac{N+2}{N}\right) - 2R^2}{-2R\sqrt{R^2 + \frac{N+2}{N} R_0^2}} \right); \end{cases} \quad (3)$$

где λ - половина угла между противоположными и боковыми поверхностями соседних пазов.

Ширина реза, необходимая для полного удаления материала между боковыми гранями паза, находится из системы уравнений, полученной из условия расхождения траекторий крайних точек режущей кромки на внешнем радиусе заготовки

$$\begin{cases} x = L \cos \alpha - (R+h) \cos((N-1)\alpha); \\ \alpha = \pm \frac{1}{N} \cdot \left(\arccos \left(\frac{R_n^2 - L^2 - (R+h)^2}{-2L(R+h)} \right) \right); \\ x = R_n \sin \left(\frac{\pi}{2} - \frac{3\pi}{2N} \right), \end{cases} \quad (4)$$

где h - необходимая ширина реза;

R_n - наружный радиус заготовки.

В процессе обработки по рассматриваемой схеме происходит изменение углов резания. Для исключения затирания реза с боковыми и гранями пазов значения углов в плане φ' и φ'' должны удовлетворять условиям:

$$\begin{aligned} \varphi' &= 180 - \left(\left(\frac{\pi}{2} - N\alpha + \alpha \right) + \arctg \frac{X}{Y-Y'} \right); \\ \varphi'' &= 180 - \varphi'. \end{aligned} \quad (5)$$

Здесь угол φ' относится к одной стороне траектории вершины режущей кромки, а φ'' - к другой ее стороне, что обусловлено симметричностью данной траектории.

На основе системы уравнений (1) разработаны графическая модель, иллюстрирующая движение режущей кромки реза при обработке пазов (см. рис. 1), и специальный режущий инструмент (рис. 2). За счет управления схемой формообразования обеспечивается требуемая вогнутость или выпуклость боковых граней формируемых кулачков, что необходимо для исключения их кромочного контакта в зацеплении.

Рассмотренная схема обработки реализована на широкоуниверсальном зубошлифферезерном станке модели ВС-50 производства Витебского станкостроительно-

го завода им. Коминтерна применительно к обработке кулачков муфт с выпуклыми и вогнутыми боковыми гранями, используемых в трансмиссиях тракторов Минского тракторостроительного завода (рис. 3).

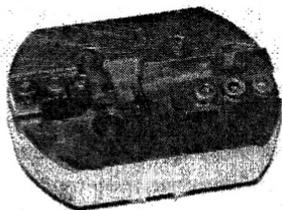


Рис. 2 Инструмент для обработки плоских прерывистых поверхностей

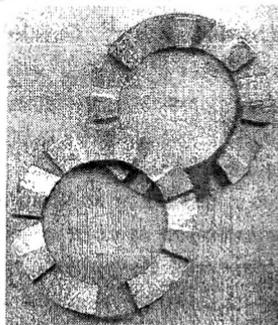


Рис. 3 Изделия с кулачками, обработанные по схеме с непрерывным процессом деления

Данный станок, описанный выше способ формообразования прерывистых поверхностей и режущий инструмент, созданные по заданию государственной научно-технической программы “Станки и инструмент”, решают актуальную задачу высокоточной обработки рассмотренного класса деталей за счет расширения технологических возможностей универсального станочного оборудования, что имеет важное практическое значение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дружинский И.А. Методы обработки сложных поверхностей на металлорежущих станках. – М.: Машиностроение, 1965. – 600 с. 2. Данилов В.А., Киселев Р.А. Способ обработки пазов на торцах деталей и станок для его осуществления. №19990206, В23С 3/28. Афищный бюлетень № 3(28), 2000 г. - С. 21. 3. А.с. 1798053, СССР. МКИ В23С 3/00. Способ обработки пазов на торцах деталей/ В.А.Данилов и Л.А.Данилова. - Опувл. Бюллетень изобретений, 1993, №8. 4. Данилов В.А., Киселев Р.А. Способ обработки пазов на торцах деталей. №19980652, В23С 3/28. Афищный бюлетень № 1(24), 2000 г. - С. 64.