

кинематические группы: главного движения $\Phi_v(\Pi_1)$ для формирования поверхности по длине; движения профилирования $\Phi_s(B_2B_3)$, движения врезания $Bp(\Pi_4)$ и вспомогательного движения отскока $Bcn(O_5)$. Аналогичную кинематическую структуру имеют универсальные зубодолбежные станки обкатного типа, что позволило реализовать технологию формообразования наружных моментопередающих поверхностей с Рело-профилем на зубодолбежном станке.

1. Способ обработки некруглых деталей с треугольным профилем равной ширины: Евразийский патент 031383 / А.А. Данилов, В.А. Данилов. – Оpubл. 28.12.2018.

УДК 621.91.04

МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ФОРМООБРАЗОВАНИЕМ СЛОЖНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ РЕЗАНИЕМ

Данилов В.А.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Формообразование сложной поверхности осуществляется в результате относительного движения инструмента и заготовки (движения формообразования) и срезания с нее слоя металла. Производящие элементы инструмента в процессе обработки контактируют непрерывно или периодически с номинальной поверхностью изделия, осуществляя обычно частичное (неполное) формообразование с допускаемыми отклонениями обработанной поверхности от номинальной. Поэтому одна из задач управления формообразованием сложных поверхностей – минимизация этих отклонений до допустимых значений для обеспечения требуемой точности обработки.

Вторая задача управления формообразованием – обеспечение рациональных условий резания, в частности, путем стабилизация значений рабочих углов режущих лезвий при обработке поверхностей с переменной кривизной производящих линий.

Третья задача – формирование топологии обработанной поверхности, т.е. формы и размеров ее отклонений («ячеек формообразования» [1]) от номинальной поверхности в виде не срезанной части припуска, обусловленных схемой формообразования поверхности и определяющих микрорельеф обработанной поверхности.

Четвертая задача – повышение производительности формообразования (площади поверхности, обрабатываемой в единицу времени) за счет параметров схемы и цикла обработки.

Управление формообразованием возможно геометрическим, кинематическим, цикловым и комбинированным методами [2].

Геометрические методы позволяют управлять формой и взаимным расположением производящих линий с целью обеспечения требуемой точности формообразования. Поскольку она зависит от соответствия формы характеристического образа инструмента и траектории движения формообразования производящим линиям номинальной поверхности, то при синтезе схемы формообразования важны выбор и обеспечение его геометрических параметров. Задача решается на основе исследования геометрии этой поверхности.

В процессе обработки характеристический образ инструмента может трансформироваться дискретно или непрерывно, например, за счет соответствующего изменения его положения относительно траектории движения формообразования [3]. Такое управление характерно при обработке сложных поверхностей (лопаток турбин, штампов и т.п.) на станках с ЧПУ.

Кинематические методы управления формообразованием основаны на изменении в процессе обработки скоростей движений исполнительных органов, создающих сложное движение формообразования. Закономерности изменения скорости этих движений определяются аналитически, исходя из геометрии номинальной поверхности и условия постоянства скорости движения формообразования на всей ее площади. Регулированием по установленным зависимостям скоростей движений исполнительных органов станка, несущих инструмент и заготовку и образующих движения формообразования, обеспечивается требуемое соответствие обработанной и номинальной поверхностей (точность формообразования). Возможность реализации кинематических методов управления необходимо предусмотреть при синтезе кинематической структуры и проектировании кинематики станка.

Универсальным кинематическим методом управления формообразованием является сообщение инструменту или его элементам с режущими лезвиями дополнительного перемещения в направлении к обрабатываемой поверхности для формирования траектории движения формообразования в соответствии с геометрией заданной поверхности. Это позволяет обеспечить полное формообразование поверхности, при котором обработанная поверхность конгруэнтна номинальной поверхности [3].

Цикловой метод управления формообразованием предусматривает задание количества и относительного расположения производящих элементов инструмента, а также направления движения формообразования относительно обрабатываемой поверхности, в частности, при ее обработке строчками, так как от их геометрии и ориентации существенно зависят точность, непрерывность и производительность формообразования. Поэтому возможность управления положением строчек на обрабатываемой поверхности должна быть обеспечена при разработке компоновки и обрабатываемой системы станка.

В общем случае задача управления формообразованием решается путем совместного применения возможных методов управления, т.е. комбинированным методом.

На рассмотренных методах управления формообразованием основаны признанные изобретениями способы обработки изделий со сложными поверхностями, для реализации которых созданы соответствующие станки [3].

1. Радзевич, С.П. Формообразование поверхностей деталей. Основы теории / С. П. Радзевич. – Киев: Растан, 2001. – 592 с.
2. Данилов, В.А. Научные основы технологии формообразования сложных поверхностей резанием: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.03.01, 05.02.08 / В.А. Данилов. – Минск, 2002. – 50 с.
3. Конструирование и оснащение технологических комплексов / А.М. Русецкий [и др.]; под общ. ред. А.М. Русецкого. – Минск: Беларус. навука, 2014. – 316 с.

УДК 621.91.04

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ОБРАБОТКИ СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРИ ФУНКЦИОНАЛЬНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ

Данилов В.А.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Сложные поверхности широко применяются в конструкциях деталей машин и приборов, движителей, энергетических установок, различных инструментов. Основным методом их обработки служит формообразование резанием, которое, благодаря управляемости и гибкости обеспечивает экономичным путем требуемое качество изделий машиностроения. Техничко-экономические показатели технологий формообразования изделий со сложными поверхностями обычно ниже, чем деталей простой геометрической формы, поэтому интенсификация процессов их обработки является актуальной задачей.

Многообразие применяемых в технике сложных поверхностей обуславливает потребность в универсальных принципах синтеза эффективных методов их формообразования, создания станочного оборудования и режущих инструментов – основных компонентов технологий формообразования.

Из возможных направлений решения этой задачи важная роль принадлежит функциональному проектированию обрабатывающей системы (станка и режущего инструмента), так как допущенные здесь ошибки не могут быть компенсированы на последующих стадиях их конструирования, технологической