

Рис. 1. Зависимость температуры от угла контакта:
1 – расчетная; 2 – экспериментальная

Из графиков (см. рис. 1) видно, что с увеличением угла контакта температура в заготовке повышается, причем расчетные значения температуры выше, чем экспериментальные. Это объясняется тем, что измеряемая температура является «среднеинтегральной», и она значительно меньше «мгновенной» температуры, создаваемой при срезании слоя зубом фрезы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ способов обработки сферических поверхностей деталей / Н.Н. Попок [и др.] // Вестник Полоцкого государственного университета. Сер. «Прикладные науки». – Новополоцк: ПГУ. – 2006. – № 12. – С. 42 – 45.
2. Ящерицин, П.И. Теория резания: учебник / П.И. Ящерицин, Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич. – Минск: Новое издание, 2005. – 512 с.: ил.

УДК 621.91.04

ФОРМООБРАЗОВАНИЕ ЛИНЕЙЧАТЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ ЛУЧОМ

В.А. Данилов, Р.А. Киселев

Полоцкий государственный университет, Новополоцк

Показаны особенности формообразования поверхностей высококонцентрированным потоком энергии в виде луча. Применительно к станкам для раскрытия материала рассмотрены кинематика формообразования линейчатых поверхностей, в том числе элементов сопряжения обрабатываемых фасок, пути ее реализации для расширения технологических возможностей оборудования.

В схемах обработки высококонцентрированным потоком энергии (плазменная, лазерная, гидроабразивная резка и т.п.) производящий элемент представляет собой луч. Согласно первой модели формообразования поверхность формируется как множество положений ее образующей, в рассматриваемом случае прямой. Последней для получения заданной поверхности сообщается прямолинейное, вращательное или винтовое движение.

Кинематика формообразования поверхности энергетическим лучом аналогична обработке прямолинейной режущей кромкой, поскольку для создания образующей поверхности в обоих случаях не требуется исполнительное движение, а движение формообразования должно быть таким, чтобы производящий элемент соприкасался с номинальной поверхностью изделия. При высокой энергоемкости рассматриваемого процесса линейное касание производящего элемента с номинальной поверхностью изделия обеспечивает минимальные затраты энергии.

Особенности методов обработки энергетическим лучом накладывают определенные ограничения на схемы формообразования, в частности, при раскрое материала не применяется построчная обработка поверхности, как, например, при формировании сложных поверхностей фрезерованием, так как энергетический луч производит полное отделение детали от заготовки. Известно, что формообразование номинальной поверхности производящей поверхностью возможно, если в точках касания этих поверхностей скорость их относительного перемещения направлена по касательной к обеим поверхностям, то есть лежит в общей для них касательной плоскости. В рассматриваемом случае производящая поверхность трансформирована в прямую, поэтому положение касательной плоскости определяется номинальной поверхностью детали.

Перемещение прямой в пространстве в зависимости от формы направляющей линии, ее положения и вида движения (прямолинейное, вращательное, винтовое) позволяет формировать различные линейчатые поверхности, сочетание которых определяет геометрию обработанной поверхности. Следует отметить, что формообразующие возможности рассматриваемых инструментов используются недостаточно, что ограничивает технологические возможности оборудования. Обычно инструменты энергетического типа (лазерные, плазменные, гидроструйные и т.п.) используются для раскроя листового материала с использованием простых линейчатых поверхностей в виде плоскости, замкнутой или незамкнутой цилиндрической поверхности. При соответствующих движениях и ориентации энергетического луча образуются поверхности в виде конуса, однополосного гиперboloида, геликоида.

Механика технологического оборудования базируется на кинематике реализуемых схем обработки. В этой связи рассмотрим формообразование линейчатой поверхности в виде фаски на плоской заготовке. По геометрии

можно выделить четыре группы фасок, в пределах каждой из которых формообразование осуществляется определенной совокупностью движений. При формообразовании плоской фаски необходимы формообразующее движение $\Phi(\Pi_1)$ и движение ориентации $Op(B_2)$, первое из которых обеспечивает перемещение образующей по прямолинейной направляющей, а второе служит для установки угла фаски. Фаска в виде цилиндрической поверхности формируется движениями $\Phi(\Pi_1, \Pi_2)$ и $Op(B_3)$. Сочетание движений Π_1 и Π_2 обеспечивает перемещение образующей по направляющей в виде плоской кривой, что определяет необходимость кинематической связи между ними. Движение $\Phi(\Pi_1, \Pi_2)$ может быть заменено движением $\Phi(B_1, B_2)$.

Фаска, ограниченная поверхностью коноида, формируется движением $\Phi(\Pi_1, B_3)$, при этом движение Π_1 служит для перемещения образующей по направляющей, а кинематически связанное с ним движение B_3 обеспечивает заданный угол α между образующей формируемой поверхности и поверхностью заготовки.

Для обработки фаски в виде поверхности общего порядка необходимо формообразующее движение $\Phi(\Pi_1, \Pi_2, B_3, B_4)$. Его элементарные движения Π_1 и Π_2 обеспечивают перемещение образующей по направляющей, вращательное движение B_3 – необходимый угол между образующей формируемой поверхности и поверхностью заготовки, а вращательное движение B_4 задает плоскость движения B_3 .

Кинематика формообразования определяется формой заготовки (плоская, круглая и т.п.), поверхностями, формирующими деталь, и геометрией сопряжения этих поверхностей. Например, две плоские фаски могут быть сопряжены по прямой, конической поверхности и плоскости (рис. 1).

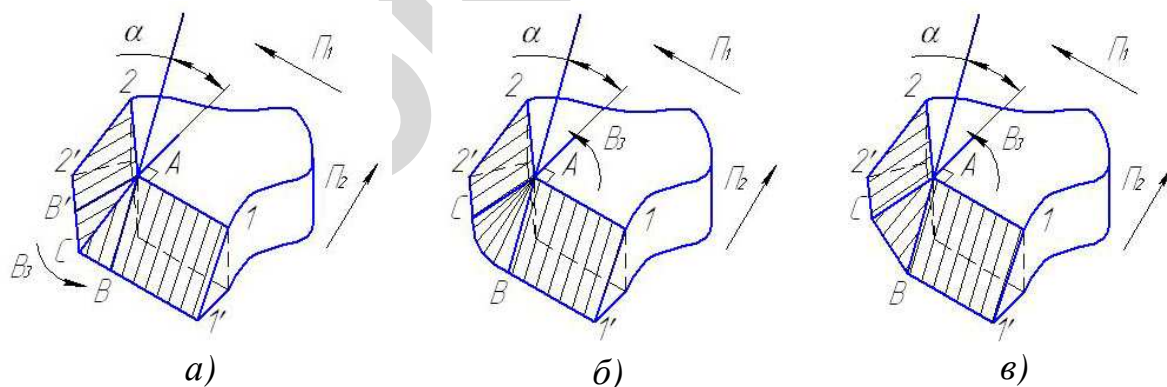


Рис. 1. Геометрия и кинематика формообразования элементов сопряжения фаски:
 а – по прямой; б – по конической поверхности; в – по плоскости

Каждое из этих сопряжений может быть получено различными сочетаниями исполнительных движений и последовательностью их выполнения, что необходимо учитывать при проектировании обрабатывающей системы станка.

Движение формообразования $\Phi(P_1, P_2)$ присуще станкам для раскроя металла с декартовой системой позиционирования. Для обеспечения обработки рассмотренных геометрических элементов сопряжения в данную систему необходимо ввести дополнительный модуль, позволяющий изменять создаваемыми им движениями положение образующей (направление энергетического луча), в том числе с сохранением неподвижной точки ее поворота.

Дополнительный модуль может быть построен на базе механизмов традиционного, нетрадиционного (параллельной кинематики) или смешанного типов. Так как для формирования рассмотренных сопряжений линейчатых поверхностей требуется не более трех дополнительных движений, то для построения механики дополнительного модуля из нетрадиционных механизмов целесообразно использовать трипод с тремя степенями свободы, позволяющий сообщать установленному на его платформе исполнительному органу два вращательных и одно поступательное движения. Конструкция трипода обеспечивает необходимую точность позиционирования инструмента и возможность поворота его в любой плоскости из любого положения.

Оснащение таким дополнительным модулем станка портального типа для раскроя материала позволяет значительно расширить его технологические возможности. Автономность дополнительного модуля создает возможность модернизации существующих станков этого типа.

УДК 621.5.048

УМЕНЬШЕНИЕ МАТЕРИАЛОЕМКОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОНКОСТЕННЫХ СПИРАЛЬНЫХ ТРУБ

Н. Н. Попок

Полоцкий государственный университет, Новополоцк

Н. В. Мамонов, Д. Н. Мамонов

ОДО НПП Термопасс, Полоцк

Рассматривается возможность применения труб большого диаметра (100 – 700 мм) из тонкостенной стали со спиральной накаткой в технологическом оборудовании.

Сопротивление внешним воздействиям и устойчивость к температурным деформациям являются основными моментами в применимости и целесообразности изготовления изделий, использующих тонкостенные трубы. Рассмотрим прямошовную трубу из нержавеющей стали диаметром