

ОСНОВЫ СИНТЕЗА РАЦИОНАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ПРОФИЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

А.А. ДАНИЛОВ

**Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь**

Рассмотрены кинематические и геометрические факторы, важные для реализации на универсальных станках производительных методов формообразования некруглых поверхностей, в частности, с профилем в виде треугольника Рело (Рело-профиля).

Синтез рационального метода формообразования поверхности относится к концептуальному проектированию станочного оборудования. Важность этого этапа обусловлена тем, что допущенные здесь ошибки не могут быть компенсированы на последующих этапах проектирования. Множество возможных методов формообразования профильной поверхности (ПП) может быть определено на основе универсальной их классификации [1], предусматривающей формирование производящих линий поверхности методами: Кп – копирование, Кпд – копирование с делением, Слн – след непрерывный, Слп – след прерывистый, Кс – касания; Обн – обкат непрерывный, Обп – обкат прерывистый, Огн – огибание непрерывное, Огп – огибание прерывистое, а также комбинированными методами, например Кп+Слн. По сравнению с классификацией [2] предложенная отличается применением метода огибания, прерывистых и комбинированных методов формообразования производящих линий, что существенно расширяет возможности синтеза методов формообразования различных поверхностей. Заслуживает внимания метод огибания, при котором формируемая линия является огибающей множества режущих кромок инструмента, форма которых, в отличие от метода обката, не зависит от параметров формируемой линии, благодаря чему существенно упрощается конструкция режущего инструмента [1].

Возможные сочетания методов формирования профиля и формы поверхности по длине образуют множество методов ее формообразования, выбор из которых рациональных (простых по кинематике и реализуемых на универсальных станках) является ответственным этапом синтеза технологии формообразования поверхности. Существенными при выборе из множества возможных рационального метода профилирования поверхности являются следующие факторы:

Во-первых, учитывается то, что формирование профиля поверхности возможно геометрическим, кинематическим, и комбинированным методами, от выбора которых зависит сложность станка и режущего инструмента. Например, кинематическое формирование стороны Рело-профиля в виде дуги окружности возможно не только методом обката (согласованными вращательными движениями заготовки и инструмента

с криволинейной режущей кромкой [3]), но и методом непрерывного следа одним вращательным движением точки (вершины резца) вокруг центра этой окружности, т.е. круговым точением. Этот метод положен в основу способа кругового точения поверхностей с Рело-профилем [патент BY 22235] при сообщении вращательного движения не заготовке, а режущему инструменту, преимуществами которого по сравнению с аналогичным способом по патенту RU 463125 являются возможность реализации на универсальных станках различного назначения и высокая технологическая производительность, пропорциональная числу режущих лезвий при использовании многолезвийного инструмента [1].

Если центр формируемой окружности не совпадает с центром вращательного движения, то она может быть образована двумя взаимосвязанными элементарными движениями, например, вращением B_1 заготовки и осциллирующим движением O_2 инструмента, т. е. исполнительным движением $\Phi_v (B_1 O_2)$ при некруглом точении методом Слн-Слн или двумя согласованными вращательными движениями B_1 и B_2 , создающими исполнительное движение $\Phi(B_1 B_2)$ при полигональном профилировании тем же методом. Такую кинематику имеет, в частности, предложенная схема формирования Рело-профиля по Евразийский патенту № 034377.

Во-вторых, важным фактором, упрощающим поиск рационального метода профилирования поверхности, является то, что зачастую допускается приближенное формирование заданного профиля. Это позволяет, в пределах допускаемой погрешности формы профиля, заменять одну линию другой, например, отрезок прямой или участок кривой линии – дугой окружности или эллипса, что упрощает схему формообразования. Универсальным решением данной задачи является полигональное профилирование поверхности двумя вращательными движениями, обеспечивающее формирование множества разнообразных циклоидальных кривых.

В-третьих, линии, ограничивающие некруглый профиль, являются линиями переменной кривизны относительно центра поперечного сечения поверхности, даже если они представляют дуги окружности, как в Рело-профиле, что при обработке некруглой поверхности точением обуславливает изменение рабочих углов режущего лезвия, которое в процессе обработки не должно превышать допускаемую величину. С учетом этого обстоятельства необходимо аналитически определить геометрические параметры схемы профилирования поверхности и геометрические параметры режущего лезвия, при которых его рабочие углы стабильны или изменяются в допустимых пределах.

В-четвертых, важным требованием к синтезу эффективного метода формообразования поверхности является обеспечение высокой технологической производительности, поскольку она зависит от метода формообразования: с возрастанием темпа образования производящих линий поверхности производительность формообразования увеличивается. Поэтому для обеспечения высокой технологической производительности следует задавать формирование хотя бы одной производящей линии поверхности методом копирования или непрерывного следа. Например, на профилирование поверхности прерывистым следом или прерывистым огибанием в сочетании с формированием ее по длине методом непрерывного следа основаны предложенные способы

обработки на зубодолбежном станке поверхностей с Рело-профилем инструментам со сменными многогранными и круглыми (Евразийский патент № 034377) режущими пластинками. Такие инструменты существенно проще применяемых для обработки на таком же станке поверхностей с Рело-профилем методом обката инструментами с криволинейными режущими кромками [2], благодаря отмеченному выше преимуществу метода огибания по сравнению с методом обката.

Разработанные методы Огп-Слн и Слп-Слн являются рациональными методами формообразования поверхностей с Рело-профилем, так как реализуются на универсальном зубодолбежном станке простыми по конструкции режущими инструментами и обеспечивают требуемую точность и шероховатость обработанных поверхностей с таким профилем [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. Данилов А.А. Технология формообразования наружных моментопередающих поверхностей с профилем в виде треугольника Рело на универсальных станках: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.02.07 / Белорусский национ. техн. ун-т.— Минск, 2022. — 22 с.
2. Федотенок А. А. Кинематическая структура металлорежущих станков. — М. : Машиностроение, 1970. — 403 с.
3. Понкратов, П. А. Разработка эффективного долбежного инструмента для обработки сложных криволинейных поверхностей по методу обкатывания : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.02.08 / Юго-западн. гос. ун-т. — Курск, 2013. — 20 с.