

## РАЦИОНАЛЬНЫЕ СХЕМЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ НЕКРУГЛЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ С СОВМЕЩЕННЫМИ ДВИЖЕНИЯМИ ПРОФИЛИРОВАНИЯ И РЕЗАНИЯ

**В.А. Данилов, А.А. Данилов**

*Полоцкий государственный университет, Новополоцк*

*Рассмотрены особенности формирования некруглых поверхностей методами касания и прерывистого обката и образования отклонений обработанной поверхности от номинальной при обработке по схемам с совмещенными движениями резания и профилирования. Показаны пути управления топологией некруглых поверхностей, обработанных инструментами с конструктивным перемещением производящих элементов.*

Эффективным методом повышения надежности моментопередающих передач является использование профильных (бесшпоночных) соединений, все более широко применяемых в трансмиссиях различных машин и механизмов, инструментальных системах металлорежущих станков. Освоение и удешевление производства таких соединений связано с необходимостью создания прогрессивных технологий, в частности, основанных на рациональных схемах обработки, реализуемых не только на специализированных станках, но и на универсальных станках иного технологического назначения.

Упрощение схем обработки некруглых поверхностей достигается при совмещении движений профилирования и резания, благодаря частичному перенесению функции кинематики формообразования на инструмент. В этом случае необходимые для формирования некруглого профиля перемещения производящих элементов режущего инструмента осуществляются в процессе обработки не путем сообщения ему дополнительного движения, как это имеет место в традиционных схемах обработки некруглых поверхностей, а за счет конструкции и установки режущего инструмента. На этом принципе основаны схемы обработки профильных поверхностей некруглыми или круглыми эксцентрично установленными дисковой и цилиндрической фрезами (рис.). В обоих случаях заготовке 1 сообщают вращение  $B_1$  вокруг оси 2, а инструменту 3 – вращение  $B_2$  вокруг оси 4, установленной параллельно ее геометрической оси 5 с эксцентриситетом  $e$ , от которого зависит геометрия формируемого профиля. Число образуемых граней обработанной поверхности обеспечивается настройкой отношения частот вращения инструмента и заготовки. По длине поверхность формируется за счет движения подачи  $P_3$ .

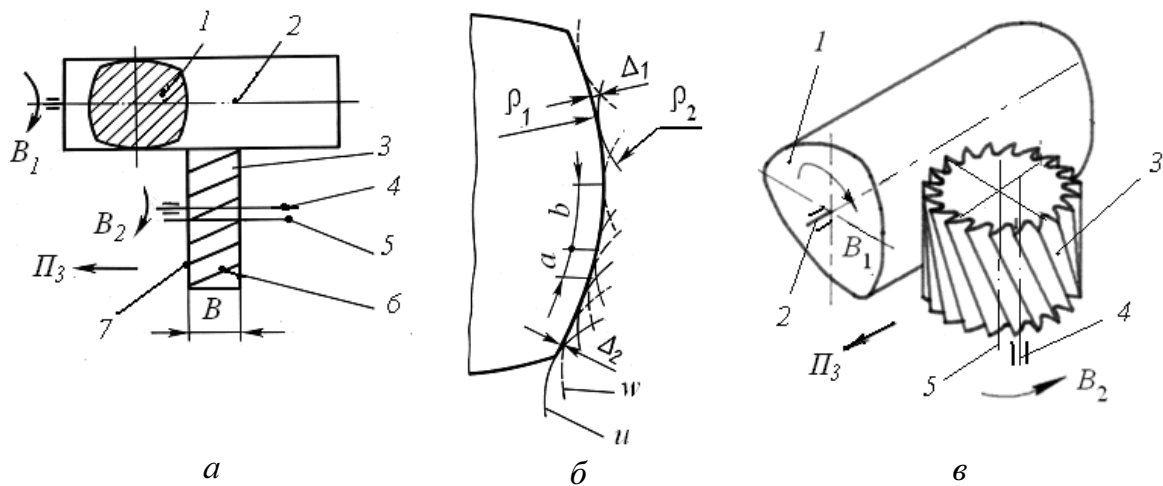


Рис. Схемы формирования некруглых поверхностей при совмещении движений профилирования и резания: эксцентрично установленными дисковой фрезой (*а*, *б*), цилиндрической фрезой (*в*)

Общим признаком для рассматриваемых методов обработки некруглых поверхностей является совмещение движений профилирования и резания в одно двухэлементарное движение  $\Phi_{vs}(B_1B_2)$ , благодаря чему упрощается кинематика формообразования поверхности и обеспечивается возможность их реализации на простых по кинематике станках, например, на зубошлицефрезерном станке модели ВС50 производства ОАО «Вистан» или на современных токарно-фрезерных многооперационных станках с ЧПУ.

При обработке эксцентрично установленной дисковой фрезой (рис., *а*) профиль некруглой поверхности на заготовке *1* формируется методом касания как воображаемая линия, касательная к множеству вспомогательных циклоидальных кривых *u* и *w* (рис., *б*) – траекторий точек режущих кромок *б* инструмента *3* в движении относительно заготовки.

При обработке эксцентрично установленной цилиндрической фрезой (рис., *в*) профиль некруглой поверхности на заготовке *1* формируется методом прерывистого обката как воображаемая линия, огибающая множество положений прямолинейной образующей цилиндрической инструментальной поверхности в относительном движении. Так как производящим элементом является прямая линия, то профиль поверхности не зависит от диаметра инструмента, что позволяет последовательно обрабатывать ее различными по диаметру и типу цилиндрическими инструментами для формирования требуемой топологии обработанной поверхности процессами резания и поверхностно-пластического деформирования [1].

При профилировании некруглых поверхностей рассматриваемыми методами касания и прерывистого обката из-за точечного контакта формируемых режущими кромками поверхностей резания с номинальной поверхностью детали образуются отклонения обработанной поверхности в виде выступов – не срезанной части припуска.

Повышение точности обработки достигается минимизацией указанных отклонений путем управления формообразованием. Следует отметить, что совмещение движений профилирования и резания ограничивает возможность управления высотой указанных отклонений, поэтому разработка эффективных методов управления точностью профилирования некруглых поверхностей имеет важное практическое значение. При прочих равных условиях погрешность профиля уменьшается с увеличением радиуса кривизны и числа образующих его вспомогательных линий. Поэтому погрешность профилирования некруглой поверхности цилиндрической фрезой меньше, чем дисковой при одинаковом числе режущих зубьев.

Возможность увеличения количества вспомогательных линий за счет числа режущих зубьев инструмента для рассматриваемых схем профилирования ограничена конструктивными факторами (диаметром инструмента, углом между режущими зубьями и др.).

Заслуживает внимания метод повышения точности за счет многократного профилирования поверхности в одном цикле обработки, что равнозначно увеличению числа режущих зубьев инструмента.

Технически просто многократное профилирование некруглой поверхности осуществляется при обработке дисковой фрезой благодаря винтовой форме режущих зубьев (см. рис., *a*). За время перемещения фрезы относительно заготовки на расстояние, равное ширине  $B$  ее режущей части, с подачей  $S$  за один оборот заготовки некруглая поверхность формируется в каждом сечении  $B/S$  раз, каждый раз множеством кривыми  $w$  (показаны на рис., *б* штриховыми линиями), смещенными относительно множества кривых  $v$ , сформированных точками  $7$  режущей кромки  $b$ , на величину  $a = bS/B$ . В результате высота отклонений профиля уменьшается в  $(B/S)^2$  раз, что характеризует эффективность данного метода повышения качества обработки при совмещении движений профилирования и резания.

### Литература

1. Данилов, В.А. Управление топологией некруглых поверхностей, обработанных по схемам неполного формообразования / В.А. Данилов, А.А. Данилов // Вест. Полоц. гос. ун-та. Сер. В. Промышленность. Прикладные науки. – 2015. – № 4. – С. 2 – 9.