

няться при скорости резания – 850 м/мин (15000 мин-1), минутной подаче – 6000 мм/мин, производительности – 110 см. куб. /мин.

Каждая технологическая система будет иметь свои оптимальные режимы резания. При их выборе необходимо соблюдать следующие правила:

1. Балансировать все элементы роторной подсистемы не хуже, чем по 3-ему классу;
2. Измерять виброскорость шпинделя перед и в процессе резания;
3. Не допускать к эксплуатации шпиндель с вибрациями более 1.1 мм/с и биением оправки более 5 мкм;
4. Прекращать обработку при росте вибраций шпинделя более 4.5 мм/с.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаев А. SURFCAM 2002 plus. Что нового? САПР и графика. Июнь 2003. №6, с. 43-47. 2. Степанов А. Высокоскоростное фрезерование в современном производстве. CAM/CAE Observer. 2003. №4, с. 2-8. 3. Zelinski P. Five sides and one zero: Shopfloor programming for five-side parts. Mod. Mach. Shop. 2003. 76, № 7, с. 54-55. 4. Hans B. Kief. CNC for Industry. 2000. - p. 198. 5. Smith S. Тенденции развития высокоскоростной обработки. ASME, Journal of Manuf. Science, 2002, V. 119, Nr. 4, с. 664 - 666, ил. 3. 6. Popoli B. Шпиндели для высокоскоростной обработки. Tooling & Production. 2002. V. 68. Nr. 5, с. 60 - 62, ил. 3.

УДК 621.7.02

Цыганков Л.Е., Туромша В.И.

ПРОГРЕССИВНЫЕ МЕТОДЫ ПРАВКИ КРУГА ПРИ ПРОФИЛЬНОМ ШЛИФОВАНИИ

*РУПП «Станкозавод «Красный борец», Орша, Беларусь
Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь*

Введение

При профильном шлифовании правка является одним из основных факторов, обеспечивающих производительность и точность обработки деталей, а также качество поверхностного слоя. В настоящее время правка развивается в следующих направлениях:

- обеспечение возможности правки шлифовального круга со сложной рабочей поверхностью;
- автоматизация правки;
- повышение производительности и точности правки;
- упрощение наладки и сокращение простоев станка на правку;
- универсальность (отказ от применения трудоемких в изготовлении переналадке копиров, управление перемещениями правящего инструмента с помощью системы ЧПУ);
- стабилизация качества обработки деталей при профильном шлифовании и обеспечение одновременной обработки нескольких поверхностей.

В современной технологии машиностроения роль правки шлифовального круга постоянно возрастает. Традиционно правку шлифовального круга производили при помощи алмазного карандаша, устанавливаемого в универсальном поворотном приспособлении. Данный метод не отвечает современным требованиям по производительности и точности. Поэтому в последнее время, в связи с широким применением профилированных станков с ЧПУ, для правки шлифовальных кругов стали использоваться алмазные ролики.

Методы правки при помощи алмазных роликов

Эффективность применения правящих алмазных роликов особенно велика в массовом производстве, когда необходимо производить обработку больших партий деталей с одинаковым профилем (например, шлифование зубьев рулевой рейки гидроусилителя руля автомоби-

ля). Важным преимуществом правки роликами является стабильность качества обработки за период всей стойкости ролика из-за исключительно малого износа и усреднения результатов правки большим числом одновременно работающих алмазных правящих зерен. Конструкция алмазного ролика обеспечивает одновременное профилирование по всему контуру режущей кромки шлифовального круга, что обеспечивает высокую производительность правки.

Основными способами правки алмазными роликами являются следующие [1]:

а) по расположению ролика относительно шлифовального круга:

- с параллельными осями;
- с перекрещивающимися осями;
- с пересекающимися осями;

б) по форме режущей кромки шлифовального круга:

- цилиндрическая с прямолинейной образующей;
- цилиндрическая фасонная;
- коническая;
- плоская (торцовая);

в) по характеру перемещения ролика относительно шлифовального круга:

- с радиальной подачей на врезание (поперечная подача);
- с осевой продольной и радиальной поперечными подачами;
- с тангенциальной и радиальной поперечными подачами;
- с движением по сложной траектории и поперечной подачей.

Правка шлифовального круга при помощи профильного алмазного ролика

Этот метод правки является самым производительным, однако он имеет ряд недостатков, основной из которых - очень высокая стоимость качественных алмазных роликов, которая может быть оправдана только при крупносерийном производстве. Вторым недостатком - это необходимость постоянного контроля обработанного профиля, т.к. при потере геометрической точности профиля ролика отсутствует возможность компенсации погрешности и необходимо менять ролик.

Прецизионная профильная правка шлифовального круга позволяет реализовать совмещенное шлифование нескольких поверхностей, например, конической, цилиндрической и торцевой (рис. 1). В этом случае время правки мало зависит от ширины шлифовального круга, что позволяет значительно сократить простой станка на правку. В ряде случаев правка роликом по времени совмещается со сменой обрабатываемой детали и не вызывает дополнительного простоя станка.

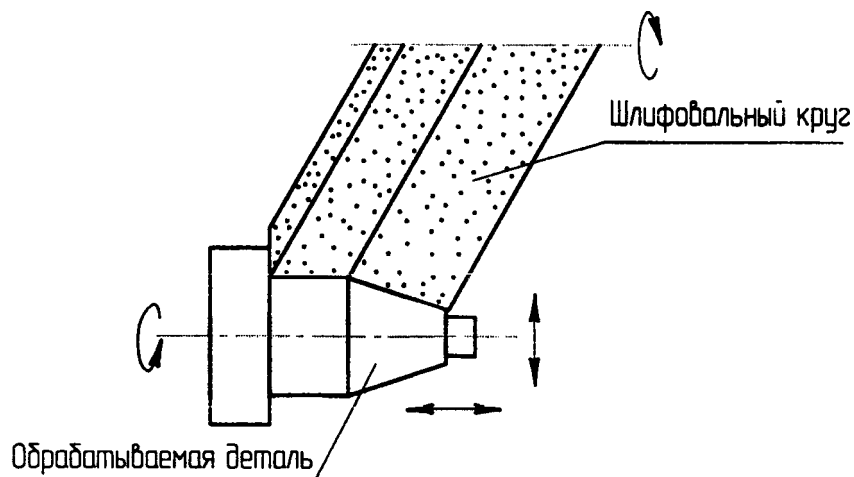


Рис. 1. Совмещенное шлифование нескольких поверхностей детали профильным шлифовальным кругом

Данный метод правки шлифовального круга имеет две разновидности.

Правка шлифовального круга методом врезания. В этом случае механизм правки установлен на зеркале стола профилешлифовального станка, а алмазный ролик только вращается и не имеет координатных перемещений (рис. 2).

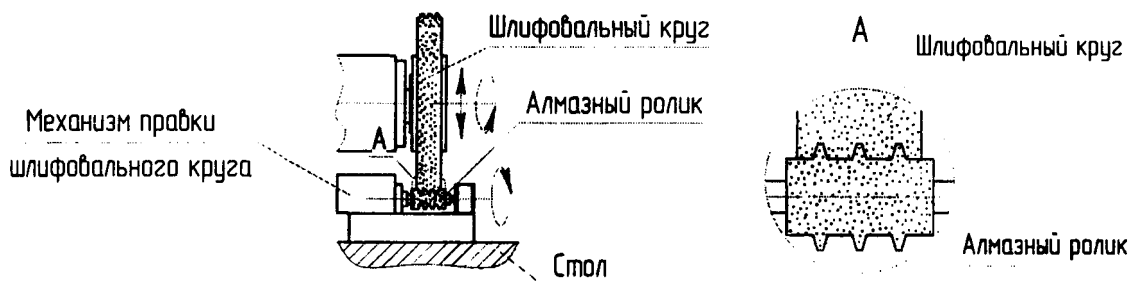


Рис. 2. Правка шлифовального круга при помощи профильного алмазного ролика методом врезания

По запрограммированному циклу шлифовальный круг выходит в зону правки и врезается на заданную величину в алмазный ролик (скорость врезания задается оператором и зависит от ширины шлифовального круга и его характеристик), после чего "отскакивает". Затем производится компенсация положения шлифовального круга на величину снятого при правке слоя абразива, а также компенсация частоты вращения шлифовального круга для поддержания заданной скорости резания. После завершения цикла правки начинается цикл шлифования деталей.

Количество правок за один цикл обработки задается оператором, например, правка только в начале цикла и перед чистовым шлифованием. Определяющими факторами являются: марка обрабатываемого материала и его твердость; характеристики шлифовального круга; ширина и длина обработки; марка смазывающе-охлаждающей жидкости и ее расход; и т.д.

Непрерывная правка шлифовального круга. Механизм правки устанавливается непосредственно на шлифовальной головке (рис. 3) и имеет независимую, управляемую от системы ЧПУ станка, координату перемещения алмазного ролика. С помощью системы ЧПУ изменяется и частота вращения ролика.

Алмазный ролик постоянно находится в контакте со шлифовальным кругом. В процессе шлифования ролик врезается в шлифовальный круг с заданной скоростью. При этом одновременно происходит компенсация положения шлифовального круга и частоты его вращения для поддержания постоянной скорости резания. Оптимальное отношение частоты вращения шлифовального круга к частоте вращения алмазного ролика составляет 0,8. С этой целью при изменении частоты вращения шлифовального круга автоматически изменяется частота вращения алмазного ролика.

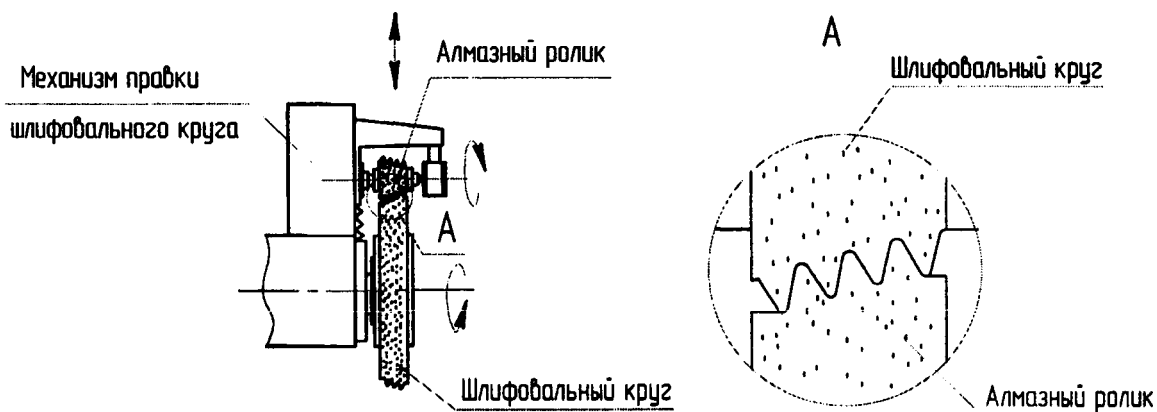


Рис. 3. Непрерывная правка шлифовального круга алмазным роликом

Данный метод правки шлифовального круга в максимальной степени обеспечивает стабильность качества обработанной поверхности, а именно - отсутствие прижогов и стабильную шероховатость. Поэтому он получил наибольшее применение в авиастроительной промышленности, и в частности, при изготовлении деталей реактивного двигателя (например, лопаток тур-

бины). Для таких деталей в первую очередь необходимо обеспечить требования безопасности. Из-за скрытых дефектов (прижогов) возникает вероятность поломки детали и, как следствие, выход из строя всего двигателя. Кроме того, сама такая деталь очень дорогая, поскольку для ее изготовления используется редкий титановый сплав и очень сложный метод получения заготовки.

В процессе шлифования лопаток турбины происходит очень быстрое засаливание шлифовального круга и ухудшаются его режущие свойства. Непрерывная правка шлифовального круга в сочетании с подачей СОЖ под давлением обеспечивает удаление частиц налипшего материала.

Для реализации данного метода правки требуется разработка сложного математического и программного обеспечения. Метод является дорогостоящим и оправдывается в конкретных случаях.

Правка шлифовального круга при помощи радиусных алмазных роликов

Этот метод имеет очень широкую универсальность и нашел применение в самых различных отраслях промышленности. Рассмотрим некоторые его разновидности.

Правка шлифовального круга при помощи двух алмазных роликов. Механизм правки установлен на зеркале стола профилешлифовального станка (рис. 4).

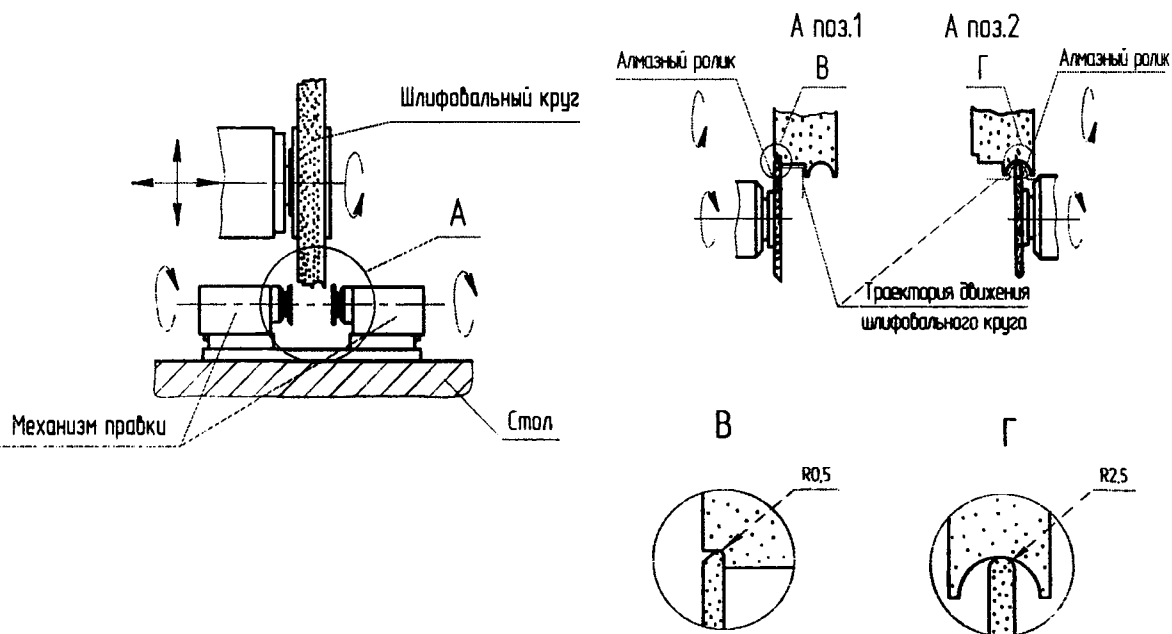


Рис. 4. Правка шлифовального круга двумя алмазными роликами

Механизм имеет два вращающихся алмазных ролика с различными радиусами при вершине. Подбором варианта радиусов и конфигурации вершин роликов можно добиться обеспечения правки профиля шлифовального круга практически любой сложности. Алмазные ролики не имеют координатных перемещений. Шлифовальный круг выходит в зону правки с заданной глубиной врезания. Перемещаясь с круговой интерполяцией относительно одного или другого ролика, или поочередно относительно обоих роликов в зависимости от сложности профиля, шлифовальный круг запрограммируется по заданному профилю. После правки шлифовальный круг "отскакивает" и происходит компенсация частоты его вращения и положения на величину снятого при правке слоя абразива.

Этот метод нашел наибольшее применение в инструментальной промышленности при изготовлении различных пресс-форм и сложного инструмента. Его широкая универсальность позволяет с минимальными переналадками производить обработку самых сложных деталей разного профиля.

Профиль, который воспроизводится на шлифовальном круге, ограничивается его шириной. В случае, когда ширина обрабатываемого профиля превышает ширину шлифовального круга, используется метод правки одним алмазным роликом.

Правка шлифовального круга одним алмазным роликом. Шлифовальный круг запрограммируется по выпуклому радиусу, а обработка профиля детали производится при помощи постепенного перемещения круга с заданной круговой или линейной интерполяцией (рис.5).

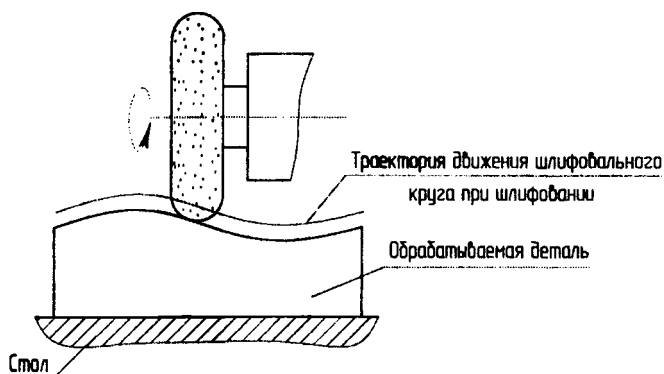


Рис. 5. Профильное шлифование детали радиусным шлифовальным кругом

Правка круга производится в процессе его перемещения по двум координатам относительно алмазного ролика (рис. 6). Недостатком метода являются значительные потери времени на переходы шлифовального круга в зону правки.

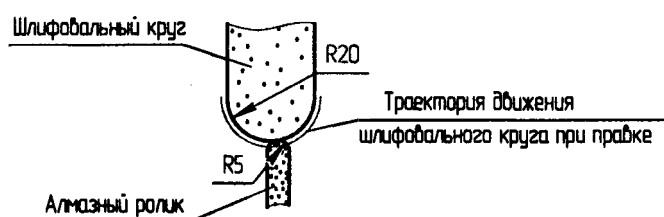


Рис. 6. Правка шлифовального круга одним алмазным роликом

Для повышения производительности при одновременном обеспечении высокой точности правки разработан метод, приведенный на рис. 7. Механизм правки имеет две независимые, управляемые от ЧПУ, координаты перемещений и установлен непосредственно на шлифовальной головке. Алмазный ролик находится непосредственно возле шлифовального круга. Правка происходит при помощи перемещения с линейной или круговой интерполяцией алмазного ролика относительно шлифовального круга. После правки в обязательном порядке происходит компенсация положения шлифовального круга и частоты его вращения.

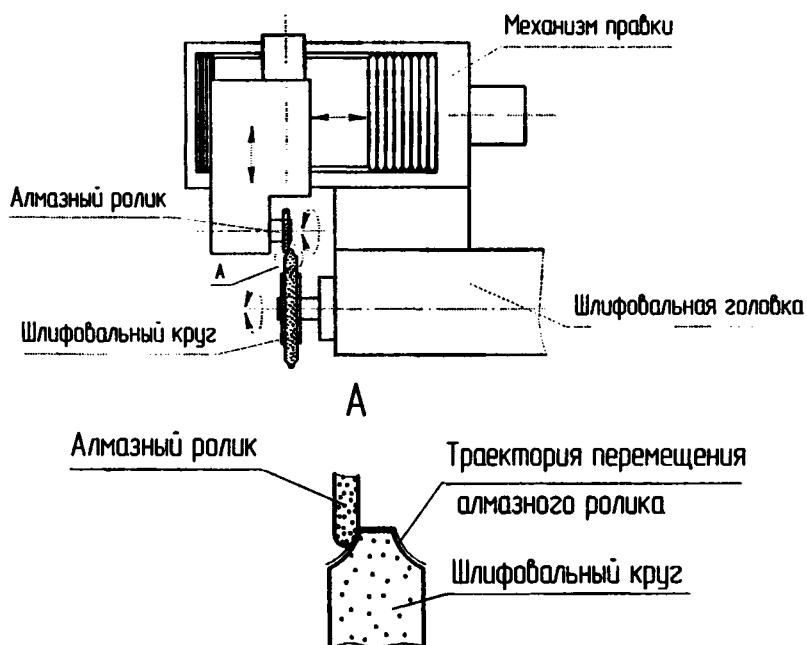


Рис. 7. Профильная правка шлифовального круга одним алмазным роликом, имеющим перемещения по двум независимым координатам

Основные преимущества метода:

- широкая универсальность (отпала необходимость в изготовлении копиров);
- обеспечение высокой производительности обработки (при обработке крупногабаритных деталей не тратится время на переходы в зону правки);
- высокая точность правки и обработки.

Заключение

В настоящее время на РУПП "Станкозавод "Красный борец" (г. Орша) наиболее часто применяется метод правки шлифовального круга одним алмазным роликом, имеющим перемещения по двум независимым координатам, управляемые от системы ЧПУ. Наряду с высокой точностью и производительностью, этот метод правки обеспечивает снижение себестоимости выпускаемой продукции и широкую универсальность. В последнее время предприятием выпущены станки с данным методом правки:

- шлицшлифовальный станок модели ОШ-628Ф3;
- сферошлифовальный станок модели ОШ-643Ф3;
- торцекруглошлифовальный станок модели ОШ-650Ф3.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ящерицын, П.И., Попов, С.А., Наерман, М.С. Прогрессивная технология финишной обработки деталей. – Мн.: Беларусь, 1978. – 176 с.

УДК 621.06.62

Данилов В.А.

СИНТЕЗ ВНУТРЕННИХ СВЯЗЕЙ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ГРУПП ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

*УО «Полоцкий государственный университет»
г. Новополоцк, Беларусь*

Введение. Кинематическая структура станка, как объединение множества кинематических групп движений исполнительных органов, определяя функциональные связи между ними в соответствии с реализуемыми схемами формообразования обрабатываемых поверхностей, служит основой его кинематики и конструкции [1]. Синтез рациональной кинематической структуры является ответственным этапом концептуального проектирования обрабатывающей системы станка, поскольку допущенные здесь недостатки не могут быть устранены при его конструировании и изготовлении. Данный этап включает оптимизацию структуры внешних и внутренних связей кинематических групп, расположения в них органов настройки с учетом применения современных систем управления и приводов координатных перемещений [2]. Важной задачей синтеза структуры сложной кинематической группы является построение ее внутренней связи, обеспечивающей траекторию исполнительного движения и, следовательно, точность формообразования обработанной поверхности. В статье рассматривается подход к решению этой задачи на базе типовых кинематических модулей [3].