

УДК 621.92



Г.П. Кремнев,
к.т.н., доцент,
Одеський національний
політехнічний
університет



А.Н. Ница,
Senior project engineer,
Principal Engineer Scroll
Labs, Bolingbrook,
Illinois, USA



В.Ф. Соколов,
к.т.н, ст. викладач,
Одеський національний
політехнічний
університет

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ШЛИФОВАНИЯ ПРИ ПРАВКЕ АБРАЗИВНЫХ ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ

Г.П. Кремнев, А.Н. Ница, В.Ф. Соколов. Повышение эффективности процесса шлифования при правке абразивных шлифовальных кругов. В статье представлены результаты эксперимента по правке шлифовальных кругов и установлены оптимальные режимы, обеспечивающие наибольшую эффективность процесса шлифования.

G.P. Kremnev, A.N. Nitsa, V.F. Sokolov. Improving the efficiency of the grinding process when editing abrasive grinding wheels. The article presents the results of an experiment by the sharpening of grinding wheel and optimal modes was found, providing the highest efficiency of the grinding process.

Введение. Режущая способность абразивного круга достигает своего наибольшего значения на коротком отрезке цикла шлифования, а на остальных снижается до малых величин. Такой цикл работы станка обычно заканчивается /или начинается/ правкой круга. Работа с затуплением и периодической правкой шлифовальных кругов является основной сегодня в процессах шлифования, так как при этом наиболее просто и надежно обеспечиваемся точность обработки и качество обработанной поверхности, но не производительность процесса шлифования.

Повышение производительности обработки / черновое, силовое, глубинное, шлифование / либо требует частых, а может быть и непрерывных правок кругов, либо применения самозатачивающихся. Последнее является нежелательным при размерной обработке из-за неравномерного износа круга по образующей и по диаметру, особенно при врезном или глубинном шлифовании за один проход.

Матеріал дослідження. Технологічні методи правки абразивних кругів можна розділити на механічні та спеціальні [1]. Механічні методи включають точення, шліфування та поверхневе деформування з накладенням або без накладення вібрацій. Абразивні круги правлять зазвичай за допомогою точення однокристаліними або багатокристаліними інструментами, до яких можна віднести різці, ігли, алмази в оправі, пластини, гребенки, карандаші, бруски та інші.

Простота конструкції та надійність у роботі правячих інструментів та висока якість правки привели до широкого розповсюдження методу правки точенням. На ВАЗе [2] близько 38% річного витрат на каратах становить правячий інструмент для точення: алмази в оправі та алмазні карандаші, більшого застосування мають алмазні роликів – 58%, але тільки через їхню велику алмазозатратність.

Режим правки впливає на якість шліфувальної поверхні та навантаження правячого інструмента.

Найбільше вплив має продольна подача при правці круга, так як з її зростанням удільна продуктивність карандаша зменшується в 2,3 рази, зростають сили при правці.

З ростом поперечної подачі ця тенденція зберігається, але темпи зростання значно нижчі.

Для більшості $S_{\text{попер.}} = 0,02-0,03$ мм/дв.ход для чорнових проходів та $0,01-0,015$ мм/дв.ход - для чистових, а при профільному або врізному шліфуванні залежно від шорсткості поверхні визначаючою буде величина подачі: $R_a = 0,8$ мкм - $S_{\text{прод.}} = 0,2-0,3$ м/хв; $R_a = 0,2$ мкм - $S_{\text{прод.}} = 0,5-0,8$ м/хв.

У масовому та крупносерійному виробництві знаходять застосування методи правки з використанням правячих роликів, але їхня висока ціна та неможливість застосування на звичайних універсальних станках не дозволяють рекомендувати такі правячі засоби в інших типах виробництва, особливо в умовах багатономенклатурного виробництва та при обробці крупногабаритних деталей.

До спеціальних методів правки можна віднести правку круга з використанням лазера.

У цьому випадку має місце покращення режущих властивостей круга за рахунок термоудару світлового променя при впливі на нього променя лазера та СОТС, але метод, на наш погляд, непродуктивний через малу зону впливу променя лазера, часті рафокусування, а також необхідності знімати круг зі станка для його правки.

Аналізуючи наведені вище дані та дані джерела літератури [1, 2, 3], можна дійти висновку, що для умов серійного

производства методы правки недостаточно универсальны, не могут обеспечить с минимальными расходами непрерывную правку инструментов, а это в свою очередь не позволяет широко применять силовое и глубинное шлифование.

Способ автоматического поддержания режущих свойств абразивного шлифовального круга¹ разработан на кафедре технологии машиностроения ОПИ, при этом размерных изменений инструмента не происходит.

На шлифовальном станке на кожухе круга производится крепление выходного сопла плазмотрона, а в цепь двигателя главного движения встраивается датчик мощности. По приведенной выше методике испытаний определяется величина мощности шлифования на отрезке активной работы круга. После нескольких замеров мощности для данного круга и условий его эксплуатации /режим, состав СОТС и другие/ устанавливается ее рациональная величина для наибольшей производительности процесса шлифования.

При уменьшении мощности в ходе процесса, что свидетельствует об ухудшении режущей способности круга, включается механизм поперечного перемещения плазмотрона на кожухе круга, сопло плазмотрона перемещается в осевом направлении/, подается ток в плазменную установку и плазмообразующий газ в сопло. Плазма «обрабатывает» поверхностный слой круга, то есть только выступающие над уровнем связки зерна. Абразивные зерна получают тепловой удар, что приводит к образованию в зернах микротрещин, к скалыванию отдельных микрочастиц, образованию новых микрокромки и восстановлению режущей способности круга.

При необходимости за счет варьирования режимами плазмотрона и его перемещения над кругом можно добиться и макротрещинообразования в поверхности круга, разрушая мостики связки, то есть можно ввести круг в режим самозатачивания.

Одновременно с воздействием плазмы на круг через имеющееся сопло для подачи СОТС может подаваться и жидкость, при этом эффект термоудара будет достигнут при значительно сниженной температуре плазмы.

Рентгенографические исследования обработанных плазмой образцов шлифовальных кругов 24А 16Н СМ1 6 К5 и абразивных зерен показали, что плазменная обработка приводит к уменьшению размеров блоков мозаики в зерне с 800 Å до 400 Å и снижение напряжений II рода $\Delta\alpha/\alpha$ с $40 \cdot 10^{-4}$ до $11 \cdot 10^{-4}$.

Указанные факторы свидетельствуют о том, что прочность

кристаллической решетки снижена, в ней идет процесс трещинообразования.

Были проведены исследования по влиянию режимов плазменной обработки на стойкость шлифовальных кругов. Установлено, что при обработке поверхности круга струей плазмы размерная стойкость кругов возрастает примерно на 50%.

При температуре плазмы свыше 22000°C в зернах образуются макротрещины, разрушаются мостики связки, круг начинает осыпаться, то есть терчет свою размерную характеристику.

Предлагаемый способ шлифования активно способствует снижению засаливаемости шлифовального круга примерно в 2-2,5 раза по отношению к поверхности круга после обычной правки.

Как известно, при шлифовании с засаленным кругом резко увеличивается шероховатость поверхности, а отсюда возникает и потребность в его правке.

В целом такой способ шлифования весьма эффективен при силовом шлифовании, особенно трудобрабатываемых материалов, а его наибольшая от дача, на наш взгляд, будет иметь место при обработке крупногабаритных деталей кругами большего размера, когда возможности замены круга при переходе от одних деталей к другим весьма ограничены из-за больших физических и временных затрат.

При отсутствии у изготовителя установок для плазменной обработки и невозможности применения роликов непрерывную правку абразивных кругов можно обеспечить другими путями, например, создавая на поверхности круга специальный рельеф. При этом методе воздействия на рабочую поверхность круга решаются две задачи: правка для устранения геометрических погрешностей-биений, огранки и других и нанесение специального рельефа, обеспечивающего повышение режущей способности круга. Обе задачи выполняются однокристалльными алмазными правящими инструментами.

Создание специального, чередующегося выступами и пазами рельефа на рабочей поверхности круга дает ряд преимуществ, подробно описанных в работах проф. А.В.Якимова и его учеников. Сами круги с регулярно чередующимся рельефом получили название прерывистые круги.

Они сохраняют режущую способность в течение длительного времени работы, примерно в 3-5 раз большую в сравнении со сплошными кругами той же характеристики, в связи с возникновением в упругой системе шпиндельного узла вынужденных высокочастотных колебаний с частотой 800-1000 Гц, которые существенно изменяют условия трения и изнашивания зерен, облегчают образование и удаление стружки, снижают

засаливание круга. Несмотря на ряд положительных свойств прерывистых кругов они имеют и недостатки: практически эти круги не выпускаются абразивными заводами, пазы в круге необходимо формировать методами механической обработки, что значительно увеличивает их стоимость, пазы по условиям прочности круга могут быть выполнены малой глубины и поэтому требуется периодическое их возобновление в условиях завода-потребителя. При шлифовании точных деталей из-за повышенного уровня вибраций прерывистые круги на чистовых операциях применять нежелательно, необходимо вводить две операции шлифования – предварительную или черновую обработку кругом прерывистым и чистовую обработку кругом сплошным.

Не отбрасывая саму идею прерывания процесса теплового насыщения, было предложено создавать на поверхности шлифовального круга специальный рельеф, выполняющий те же функции, что и пазы у прерывистого круга². Рельеф наносится однокристалльными правящими инструментами /01 ГОСТ 607-80/, установленными в специальном устройстве на кожухе круга. Это устройство кинематически связано с вращением круга, и за счет несложных регулировок на периферии круга можно наносить риски-канавки, размеры которых, количество и характер расположения варьируются в широком диапазоне. Можно строить и различные по длительности циклы правки круга – от периодической до непрерывной. Кинематика и схемы реализации более подробно изложены в [4].

Апробация этого метода шлифования и правки круга была произведена на станке для глубинного шлифования ОШ-154 при шлифовании точных деталей из закаленных сталей типа ШХ15 и 40Х. Для обработки деталей из этих материалов обычно применяют подачи стола 0,05-0,08 м/мин при глубинах резания от 0,8 до 1 мм. Круги мягкие, самозатачивающиеся – 24А 25Н МЗ 7 К5.

Глубинное шлифование с непрерывной правкой круга, обеспечивающей 12 заходов-пазов с шагом 0,05 мм позволяет шлифовать те же детали более твердыми кругами и поэтому более производительными – 24А 25Н СМІ 7 К5 на режимах, резания: подача стола - 0,9 м/мин; глубина резания – до 2 мм/ход стола. Уменьшение количества заходов-пазов до 6 ухудшает способность круга эффективно снять весь объем металла и поэтому необходимо подачу стола станка уменьшить до 0,5 м/мин.

Отсутствие в процессе шлифования с непрерывной правкой круга высокочастотных вынужденных колебаний шпинделя позволяет вести точную размерную обработку одним к тем же инструментом, что и глубинное шлифование. Для этого необходимо изменить только режим

правки или выключить устройство непрерывной правки и воспользоваться имеющимся при станке.

Подводя итог рассмотренным выше технологическим решениям, следует отметить, что разработанные методы плазменного воздействия на поверхность шлифовального круга и метод шлифования непрерывной правкой круга являются источниками повышения режущей способности шлифовального круга, а главное – позволяют в широком диапазоне варьировать возможности кругов, при этом непосредственно в ходе процесса шлифования, то есть в зоне резания.

Технико-экономические показатели предлагаемых методов шлифования значительно превосходят показатели обычного процесса шлифования. Так, при шлифовании на глубинном станке с непрерывной правкой круга в связи со значительным увеличением производительности труда затраты уменьшаются примерно в три раза по сравнению с базовым вариантом шлифования и составляют около 0,5 рубля в час работы.

Литература:

1. Маслов Е.Н. и др. О создании единой методики контроля качества абразивных кругов //Машиностроитель. - 1970, - № 11, - С. 23-24.
2. Маслов Е.Н. и др. Ускоренные испытания шлифовальных кругов //Машиностроитель. – 1972. - № 1. - С. 28-30.
3. Муцяно В.И. и др. Ускоренные эксплуатационные испытания шлифовальных кругов //НТРС Абразивы, 1976. - Вып. 4. - С. 4-7.
4. Кремнев Г.П., Ница А.Н. Опыт разработки и внедрения прогрессивных методов шлифования с постоянной режущей способностью круга – К., - 28 с.

Надійшла до редакції 26.01.2015