

Ш. А. БАХТИАРОВ, В. В. ВОЛКОВ, кандидаты технических наук,
Ю. Н. АБУБЕКЕРОВА (ФГБОУВПО «Пензенский государственный
технологический университет»), А. Г. ТУДОСКА
(ООО «СТМ-Технологии», г. Пенза), e-mail: vvv@pgta.ru,

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛМАЗНОГО КОНТАКТНО-ЭРОЗИОННОГО ШЛИФОВАНИЯ

Технология алмазного контактно-эрозионного шлифования с использованием постоянного тока [1, 2] обеспечивает высокие стабильность и производительность обработки. Электрический ток способствует разрушению срезаемой стружки и связки круга по мере изнашивания алмазных зерен, что предотвращает засаливание рабочей поверхности круга и поддерживает его высокую режущую способность. Данный способ эффективен при шлифовании заготовок из труднообрабатываемых материалов и материалов, имеющих разную твердость, например твердосплавные развертки со стальными хвостовиками. Существенный недостаток этой технологии – низкое качество обработанной поверхности вследствие образования эрозионных лунок в результате воздействия электрических разрядов.

Применяют также шлифование инструментом, состоящим из трех электрически изолированных друг от друга кругов с принудительным распределением тока между ними [3], однако этот способ имеет недостатки. Во-первых, электрический ток не подают на круг, в зоне резания которого электрическое сопротивление наименьшее. Это первый по направлению подачи заготовки круг, срезающий наибольший припуск с заготовки. При этом могут снизиться производительность и нарушиться стабильность шлифования вследствие засаливания поверхности круга. Во-вторых, ток подается на последний по направлению подачи круг, в зоне резания которого электрическое сопротивление наибольшее. При этом

снижается качество обрабатываемых поверхностей вследствие воздействия на них электрических разрядов, аналогично способу в работах [1, 2].

Указанные недостатки можно устранить, если использовать рекомендации, приведенные ниже для круглого алмазного контактно-эрозионного шлифования (рис. 1).

Обработку осуществляют инструментом, состоящим из алмазных кругов 1 и 2, электрически изолированных друг от друга прокладкой 3, который вращается в направлении $v_{кр}$ **(У стрелок вместо позиций дала буквенные обозначения) (но можно оставить как было)** и имеет дискретную врезную подачу $S_{вр}$. Обрабатываемая заготовка 4 вращается в направлении v_3 , имеет возвратно-поступательную продольную подачу $S_{пр}$ и подключена к отрицательному полюсу источника 5 постоянного тока. Подача $S_{вр}$ задается дискретно для каждого продольного хода заготовки 4. Алмазный круг 1 – первый по направлению продольной подачи, подключен к положительному полюсу источника 5 постоянного тока через переключатель б; алмазный круг 2 – второй по направлению продольной подачи, отключен от источника тока.

В процессе шлифования автоматически контролируется направление продольной подачи и отключение электрической энергии от второго по направлению продольной подачи алмазного круга [4, 5]. В результате при любом направлении продольной подачи ток подается в зону резания того алмазного круга, который снимает основной слой материала. При этом обеспечиваются высокие производительность и стабильность обработки. Кроме того, второй по направлению продольной подачи круг удаляет дефектный слой материала заготовки со следами электрической эрозии после взаимодействия с первым кругом, что повышает качество шлифования.

При обработке направление продольной подачи периодически меняется, следовательно, ток подводится то к одному, то к другому кругу,

что обеспечивает их равномерное изнашивание и высокую режущую способность [6, 7].

Продольная подача за один оборот заготовки задается не должна превышать высоту первого по направлению подачи алмазного круга, в противном случае происходит засаливание второго круга и нарушается стабильность шлифования.

Электрические параметры контактно-эрозионного шлифования задаются из условия предотвращения засаливания алмазных кругов и обеспечения их высокой режущей способности в результате удаления из связки изношенных алмазных зерен и вскрытия новых [8 – 10]. При этом для определения оптимального технологического режима используют разные способы. Так, при алмазном контактно-эрозионном шлифовании, описанном в работе [2], напряжение источника повышают до значения, при котором появляется стабильное разрядное свечение в зоне обработки и происходит эрозионное разрушение всех срезаемых стружек, и на этом напряжении ведут обработку. Однако на практике для стабильного шлифования без засаливания инструмента такое высокое напряжение в зоне резания излишне, так как это приводит к эрозионному разрушению всей стружки, повышенному износу инструмента и чрезмерному расходу алмазов.

Для устранения этого недостатка необходимо скорректировать электрические параметры обработки. В отличие от способа [2] предлагается в процессе обработки напряжение уменьшать до значения, при котором сила тока начинает увеличиваться при прежних значениях механических параметров обработки, затем напряжение увеличивают до значения, при котором увеличение силы рабочего тока прекращается, и дальнейшую обработку ведут при этом напряжении. В результате устанавливается минимально допустимое напряжение, при котором обеспечиваются высокая режущая способность инструмента и минимальный его износ. Уменьшением напряжения определяют его

предельное значение, при котором сила тока увеличивается, что связано с уменьшением межэлектродного зазора в результате изнашивания алмазных зерен и/или засаливания поверхности инструмента (налипания стружки на поверхность связки и зерен).

Попеременное уменьшение и увеличение напряжения до указанных значений позволяет задать минимальное напряжение, при котором сила тока не увеличивается, что свидетельствует о стабильности межэлектродного зазора и, следовательно, высоты рабочих алмазных зерен. Объясняется это достаточной (для удаления изношенных и вскрытия из связки новых алмазных зерен) скоростью эрозионного разрушения связки и/или предотвращением засаливания поверхности инструмента.

Напряжение U в процессе обработки изменяют ступенчато, например с шагом 2 В, и контролируют изменения силы I тока, сопоставляя эти изменения при разных напряжениях и одинаковых параметрах шлифования: скорости и глубине резания, скорости подачи **заготовки** и др. В процессе обработки контакт инструмента с заготовкой периодически прерывается, что вызывает изменение площади F их взаимодействия и, следовательно, силы тока. Это необходимо учитывать: сопоставлять следует значения силы тока, зафиксированные при одинаковых площадях взаимодействия электродов. Следует отметить, что уменьшение шага изменения напряжения позволяет задать минимальное напряжение, обеспечивающее качественную обработку.

Суть предлагаемого решения поясняют зависимости силы рабочего тока I от продольного перемещения S **(мм)** заготовки при разных напряжениях U (рис. 2). При перемещении на отрезке $0 - S_1$ инструмент входит в контакт с заготовкой, поэтому площадь их взаимодействия и, следовательно, сила тока I постепенно увеличиваются. На отрезке $S_1 - S_2$ инструмент находится в контакте с заготовкой и площадь их взаимодействия постоянна. На отрезке $S_2 - S_3$ инструмент выходит из

контакта. Зависимость U соответствует напряжению, при котором происходит разрядное свечение в зоне обработки. Зависимости U_2 , U_3 и U_4 соответствуют напряжениям, уменьшенным на один, два и три шага соответственно. При напряжении U_4 сила тока I увеличивается на отрезке S_2 . Следовательно, обработку необходимо вести при большем напряжении, обеспечивающем стабильную силу тока, т. е. при U_3 .

Эффективность предлагаемого способа исследовали при обработке развертки с пластинами из твердого сплава ВК8 алмазным кругом 1А1 250×16×5×75 АС6 100/80 М1 100 % на модернизированном универсально-заточном станке 3М642Е, оснащенный источником постоянного тока мощностью 1 кВт с регулированием выходного напряжения от 0 до 36 В [6]. Первоначальное напряжение источника – 5 В. Заготовке сообщали продольную подачу 10 м/мин и поперечную подачу 3 мм/дв. ход. Глубина резания составляла 0,025 мм. Стабильное разрядное свечение в зоне обработки наблюдалось при напряжении $U = 15$ В и силе тока $I = 22$ А.

В процессе обработки напряжение снижали ступенчато с шагом 1,5 В до 10,5 В ($I = 11$ А), при котором сила тока начала увеличиваться. Затем напряжение увеличили до 12 В, при этом сила тока стабилизировалась и составила $I = 15$ А, дальнейшую обработку вели при этом напряжении.

Исследования показали, что предлагаемый способ обработки обеспечивает в 1,2÷1,3 раза меньший износ инструмента по сравнению с известным способом [2] и такую же высокую его режущую способность.

Таким образом, предлагаемый способ алмазного контактно-эрозионного шлифования позволяет снизить расход алмазного инструмента в результате оптимизации режима обработки путем коррекции электрических параметров процесса и обеспечить высокие стабильность и производительность обработки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. **Чачин В. Н., Дорофеев В. Д.** Профилирование алмазных шлифовальных кругов. Минск: Наука и техника, 1974. 160 с.
2. **Пахалин Ю. А.** Алмазное контактно-эрозионное шлифование. Л.: Машиностроение, 1985. 178 с.
3. **А. с. 1183311 СССР: МКИ⁴ В 23 Н 5/04.** Способ электроэрозионного шлифования.
4. **Bakhtiarov Sh. A.** Improvement of diamond electro-erosion grinding // Russian Engineering Research. New York: Allerton Press, Ins. 1995. V. 15. N. 12. P. 84, 85. (Дать ссылку на русский источник) **Ссылка на русский источник: Бахтиаров Ш. А. Повышение эффективности алмазного контактно-эрозионного шлифования // Станки и инструмент. 1995. № 12. С. 30- 32.**
5. **Бахтиаров Ш. А., Тудоска А. Г.** Повышение эффективности алмазного контактно-эрозионного шлифования // Автоматизация и современные технологии. 2006. № 6. С. 37, 38.
6. **Бахтиаров Ш. А.** Работоспособность алмазных кругов после контактно-эрозионной правки // Станки и инструмент. 1989. № 1. С. 18, 19.
7. **Пат. 2055717 Рос. Федерации: МПК⁷ В 24 В 1/00 // В 23 Н 7/00.** Способ шлифования.
8. **Повышение** эффективности контактно-эрозионного профилирования алмазных шлифовальных кругов и алмазного профильного круглого шлифования / Ш. А. Бахтиаров, В. В. Волков, Ю. Н. Абубекерова, А. Г. Тудоска // Вестник машиностроения. 2013. № 1. С. 41–43.
9. **Bakhtiarov Sh. A.** Dressing the diamond wheel in bilateral plane face grinding // Russian Engineering Research. New York: Allerton Press, Ins. 2002. V. 22. N. 5. P. 106, 107. (Дать ссылку на русский источник)

Ссылка на русский источник: **Бахтиаров Ш. А.** Правка алмазных кругов торцовой рабочей поверхности // Станки и инструмент. 2002. № 5. С. 30-32.

10. **Бахтиаров Ш. А.** Повышение эффективности плоского торцового алмазного шлифования // Вестник машиностроения. 2006. № 11. С. 49–52.

Подписи под рисунками

Рис. 1. Схема круглого алмазного контактно-эрозионного шлифования:

1 и *2* – алмазные круги; *3* – изолирующая прокладка; *4* – заготовка; *5* – источник напряжения; *6* – переключатель; $v_{кр}$ и v_3 – направления вращения кругов и заготовки; $S_{вр}$ – подача врезания; $S_{пр}$ – возвратно-поступательная продольная подача

Рис. 2. Зависимости силы тока I от продольного перемещения S заготовки при напряжениях $U_1 > U_2 > U_3 > U_4$

(На рисунке вместо цифр даны буквенные обозначения. Так можно?)

можно

