

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ АЛМАЗНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

Новиков Ф. В., докт. техн. наук, проф.

(Харьковский национальный экономический университет им. С. Кузнеця, Харьков, Украина)

Показана эффективность применения экологически безопасных технологий шлифования и электроэрозионной правки алмазных кругов на металлических связках при обработке материалов повышенной твердости

Ключевые слова: *шлифование, электроэрозионная правка, алмазный круг на металлической связке, экологически безопасные технологии, порошковая металлургия*

Показано ефективність застосування екологічно безпечних технологій шліфування та електроерозійної правки алмазних кругів на металевих зв'язках при обробці матеріалів підвищеної твердості

Ключові слова: *шліфування, електроерозійна правка, алмазний круг на металевій зв'язці, екологічно безпечні технології, порошкова металургія*

The efficiency of the use of environmentally friendly technologies of grinding and EDM dressing of diamond wheels on the metal ligaments in the processing of high hardness materials

Keywords: *grinding, EDM dressing, diamond grinding wheel Metal bond, environmentally sound technologies, powder metallurgy*

В 1960-е годы возникла острая проблема эффективного использования алмазных кругов на металлических связках при обработке высокотвердых металлических и неметаллических материалов, поскольку, обладая высокой работоспособностью, эти круги быстро затуплялись, засаливались и теряли режущую способность. Одним из рациональных решений стало применение электрохимической правки алмазного круга для непрерывного восстановления в процессе шлифования его режущей способности. Однако, использование сильных электролитов в процессе электрохимической правки круга ограничивало ее применение, так как это, во-первых, вызывало коррозию металлорежущего оборудования и преждевременный выход его из строя, во-вторых, отрицательно сказывалось на здоровье рабочего. Так, при обработке в зоне шлифования образуется туман из электролита (он содержит вредные составляющие для организма человека), который необходимо удалять вытяжными устройствами.

В ряде случаев применяется химическое травление режущей поверхности алмазного круга на металлической связке. Для этого алмазный круг на металлической связке М2-01 помещают в концентрированную кислоту (в 42%-й раствор азотной кислоты) и выдерживают определенное время. После обработки для предохранения связки от коррозии и нейтрализации процесса травления алмазный круг необходимо промыть. Этот метод достаточно эффективен, не требует сложного оборудования и приспособлений, кроме вентиляционных устройств, однако не является экологически безопасным методом.

Поэтому вместо электрохимической правки и химического травления круга предложено применять электроэрозионную правку круга, основанную на

введении в зону резания или автономно к кругу дополнительной электрической энергии в виде электрических разрядов [1]. Этот метод правки является экологически более безопасным и чистым, так как не требует применения вредных электролитов, процесс протекает с использованием обычной технической воды, которая не вызывает отрицательного воздействия на рабочего как это имеет место при электрохимической правке. Кроме того, электроэрозионная правка алмазного круга обеспечивает более высокие технологические показатели процесса шлифования: производительность и качество обработки.

Сущность электроэрозионной правки алмазного круга при использовании высокочастотного генератора электрических импульсов представляется следующим образом: при сближении правящего электрода с алмазосодержащим слоем круга и подачей в зазор СОТС (используется техническая вода с антикоррозионной добавкой, 1,5 – 3 %-й содовый раствор) по кратчайшим расстояниям между токопроводящими участками металлической связки круга и электрода при наличии потенциала происходят разряды. Термическое воздействие импульсного разряда приводит к эрозии участков связки и образованию лунок. Продукты эрозии связки в виде застывших частиц вымываются из зоны обработки межэлектродной среды. В результате суммарного эрозионного воздействия электрических разрядов удаляется определенное количество связки, что приводит к обнажению зерен и восстановлению режущей способности алмазного круга на металлической связке [2].

Особенно значительный эффект от применения электроэрозионной правки алмазных кругов формы 1А1 на металлической связке был достигнут на операциях огранки природных алмазов в бриллианты. Традиционно эти операции производятся в условиях непрерывной электрохимической правки алмазного круга. Для этого вращающийся алмазный круг на металлической связке устанавливается в ванночку с электролитом, в результате чего происходит восстановление его режущей способности за счет электрохимического растворения металлической связки и постоянного обновления режущего контура круга. Однако, такой метод правки алмазного круга, во-первых, ограничивает возможности увеличения скорости круга (т.е. увеличения производительности обработки) в связи с разбрызгиванием электролита, а во-вторых, приводит к загрязнению рабочего места химически активными веществами и возможному заболеванию рабочего. Поэтому переход от электрохимической правки алмазного круга к электроэрозионной правке открыл новые технологические возможности операций огранки природных алмазов в бриллианты, состоящие в исключении вредного воздействия электролита на здоровье рабочего, а также в повышении качества и производительности обработки.

Кроме алмазных кругов формы 1А1 на металлических связках, изготовленных методом порошковой металлургии, на этих операциях используются алмазные круги, изготовленные электрогальваническим методом. Как известно, этот метод является еще менее экологически «чистым» методом по сравнению с электрохимической правкой круга, так как приходится использовать значительные объемы вредных для здоровья рабочих электролитов. Поэтому, для исключения алмазных кругов, изготовленных электрогальваническим методом, из

технологического цикла обработки природных алмазов в бриллианты, предложено использовать специальные ограночные алмазные круги на металлических связках (например, связке МЗ-04 с характеристиками 6А2 300x60x5x50 АС6 10/7 4), изготовленные методом порошковой металлургии.

При обработке ограночный круг базируется на оправке-оси и закрепляется механическим способом (рис. 1 [3]). Для нормального протекания процесса обработки биения режущей поверхности ограночного круга не должно превышать 0,01 мм. Поэтому ограночный круг обязательно проходит динамическую балансировку, т.к. вибрации существенно влияют на величину биения его режущей поверхности (диаметр круга - 300 мм, а частота вращения превышает 3000 об./мин).

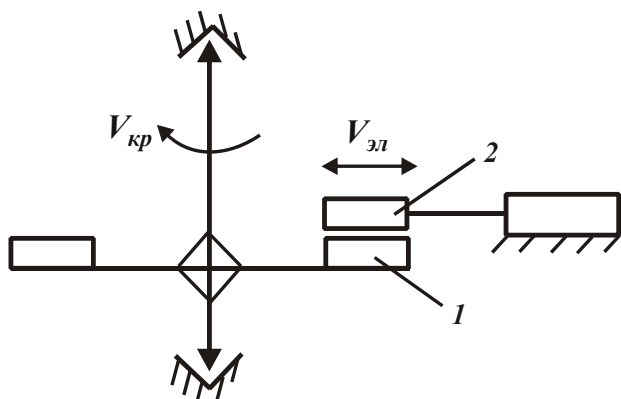


Рис. 1 – Схема электроэрозионной правки ограночного алмазного круга:

- 1 – алмазоносный слой круга;
- 2 – электрод

Практикой установлено, что устранить механическим способом увеличенное биение круга не приводит к положительным результатам. Несмотря на то, что происходит снятие алмазоносного слоя, профиль режущей поверхности фактически не изменяется (остается исходным) и биение не устраняется. Поэтому выполнять огранку природных алмазов этим кругом невозможно. В связи с этим была предложена идея устранения биения режущей поверхности круга с использованием метода электроэрозионной правки.

Для этого было изготовлено специальное оборудование. Чтобы исключить ряд погрешностей при электроэрозионной правке круга, его обработку производили на ограночном станке, где размещали все необходимые элементы правки. Важным моментом данного решения стало то, что ограночный круг правился в собранном виде (на оправке-оси). Правящий электрод был изготовлен из графитового материала и имел пазы для попадания охлаждающей жидкости в зону исправления. Электроду сообщали возвратно-поступательные движения на всю ширину алмазоносного слоя круга (рис. 1). Направляющие электрода изготавливались из закаленной стали и соединялись между собой с помощью шариков. Такая конструкция исключала вибрации электрода и уменьшала погрешности при выравнивании режущей поверхности круга. Возвратно-поступательные движения электрода осуществлялись от электродвигателя с редуктором с помощью кривошипно-шатунного механизма. Величину движения электрода регулировали увеличением или уменьшением штанги шатуна. Электродвигатель с редуктором имел небольшие габариты и легко устанавливался на приспособлении. Все устройство крепилось на столе станка. Врезная подача графитового электрода на алмазоносный слой круга осуществлялась с помощью пары "винт-гайка" по штифтовым направляющим. Длина этого перемещения составляла 1 ... 4 мм. С помощью винта можно вводить графитовый электрод в контакт с режущей поверхностью ограночного круга. Про-

цесс электроэрозионной правки протекал при обильном охлаждении зоны правки с использованием технической воды. Принудительная подача жидкости осуществлялась от насосной станции (с использованием водяной помпы от точного станка модели ЗД642Е). Для сбора отработанной жидкости под вращающимся ограночным кругом установлен специальный поддон, откуда вода поступает обратно в бачок насосной станции. Для исключения разбрызгивания жидкости при вращении круга используется защитный кожух. В качестве источника технологического тока электроэрозионной правки применялся специальный импульсный генератор.

Электроэрозионная правка ограночных алмазных кругов с зернистостью 5 ... 10 мкм имеет свои особенности, связанные, прежде всего, с поддержанием необходимого зазора между электродом и правящей поверхностью круга. Решить эту задачу удалось путем использования электрода из графита и обильной подачи охлаждающей жидкости непосредственно в зону правки.

Электроэрозионная правка характеризуется переносом снятого материала связки алмазного круга на правящий электрод (на круг подается положительный заряд, а на электрод - отрицательный), который в застывшем виде накапливается в пазах электрода. Наступает такой момент, когда в отдельных местах он перемыкает зазор между электродом и связкой круга. В результате резко увеличивается сила тока правки и на поверхности круга образуются борозды (за счет более интенсивного съема материала). При дальнейшей правке на режущей поверхности круга образуются значительные неровности. Описанный выше случай относится к правке электродом, изготовленным из металла. Устранить застывший на электроде материал связки сложно из-за небольшой величины выступания зерен. Данная задача успешно решается при использовании электрода из графита. Перенесенный на электрод материал связки легко отрывается от графитового электрода, т.к. температуры плавления графита и материала связки разные и между ними не происходит прочного сцепления.

Практика показывает, что при обработке природных алмазов все же эффективнее применять ограночные круги, изготовленные электрогальваническим методом. Это обусловлено меньшими затратами дорогостоящего алмазного порошка. Вместе с тем, изготовление ограночных кругов электрогальваническим методом является экологически вредным производством и поэтому ограничивает применение. Как отмечалось выше, вместо этих кругов следует применять специальные ограночные алмазные круги на металлических связках (связке МЗ-04 с характеристиками 6А2 300х60х5х50 АС6 10/7 4), изготовленные методом порошковой металлургии, с их периодической электроэрозионной правкой. Для этого определены оптимальные условия электроэрозионной правки ограночных алмазных кругов, обеспечивающие биение их режущей поверхности в пределах 0,01 мм, чего другими методами не достигалось [4]. Это позволило произвести эффективную замену алмазных кругов, изготовленных электрогальваническим методом, и таким образом исключить их экологически вредное производство на ПО «Кристалл».

Список литературы: 1. Беззубенко Н.К. Повышение эффективности алмазного шлифования путем введения в зону обработки дополнительной энергии в форме электрических разрядов:

автореф. дис. ... докт. техн. наук: спец. 05.03.01 "Процессы механической обработки, станки и инструменты" / *Н.К. Беззубенко*. – Харьков, 1995. – 56 с. **2.** *Новиков Г.В.* Повышение эффективности алмазно-искрового шлифования деталей с высокопрочными покрытиями: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.08 / *Новиков Григорий Васильевич*. – Харьков, 1989. – 210 с. **3.** *Новиков Г.В.* Прогрессивные технологии алмазно-абразивной обработки природных алмазов в бриллианты / *Г.В. Новиков* // Вісник НТУ "ХП". Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Технології в машинобудуванні. – Харків: НТУ "ХП". – 2011. – № 40. – С. 72-90. **4.** Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения / Под общ. ред. *Ф.В. Новикова* и *А.В. Якимова*. В десяти томах. – Одесса: ОНПУ, 2002. – Т. 4. "Теория абразивной и алмазно-абразивной обработки материалов". – 802 с.