

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ПРАВКИ ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ НА МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ СВЯЗКЕ

Так как алмазосодержащий слой состоит из двух компонентов — материала связки и алмазных зерен, имеющих различные электрофизические и теплофизические свойства, электроэрозионная правка алмазных токопроводящих кругов отличается от обычной электроэрозионной обработки металлов. Механизм разрушения и удаления алмазосодержащего слоя показан на рис. 1.

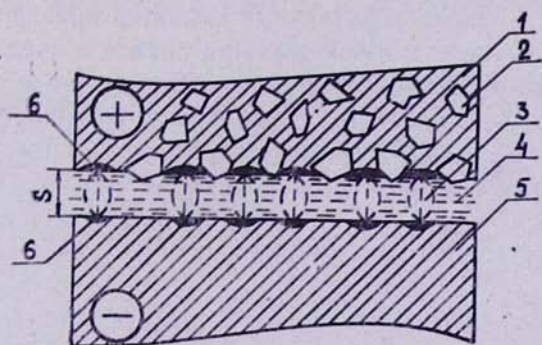


Рис. 1. Схема разрушения и удаления алмазосодержащего слоя при электроэрозионной правке.

При сближении алмазного круга 1 и правящего электрода-инструмента 5 на расстояние, равное пробивному $S_{пр}$ величина которой зависит от приложенного напряжения, между ближайшими точками электрода-инструмента и электропроводной связки происходит электрический разряд (кратковременная искра) 3 вследствие нарушения диэлектрической прочности межэлектродной среды 4. При этом под действием высоких температур, возникающих в зоне разряда, близлежащие к зоне разряда участки поверхностей электродов расплавляются и под действием электродинамических сил [1] металл удаляется, образуя на поверхности электродов лунки определенных размеров. По окончании разряда происходит деионизация межэлектродной среды (восстановление диэлектрической прочности) и удаление продуктов эрозии. После этого вновь происходит электрический разряд и процесс повторяется. Объем удаляемой связки алмазосодержащего слоя есть сумма объемов от действия единичных электрических разрядов. По мере удаления связки алмазные зерна обнажаются. Процесс правки продолжается до тех пор, пока вы-

сота выступающих алмазных зерен не станет больше $S_{пр}$. При этом электрические разряды прекращаются, а алмазные зерна контактируются с поверхностью электрода-инструмента и изнашивают его.

С целью уточнения механизма разрушения и удаления алмазоносного слоя были проведены эксперименты по обработке алмазоносного слоя электрической эрозией в среде нефтепродуктов (керосин, трансформаторное масло) и дистиллированной воды одиоразовой прогонки. В качестве исследуемых образцов были использованы алмазные бруски, размерами $24 \times 8 \times 7$ мм, зернистостью АСП 125/100 150% концентрации, на меднооловянной связке М1 и металлокерамической связке М50, и бруски, размерами $24 \times 8 \times 7$ мм, зернистостью АСП 400/315 50% концентрации на связках М1 и М50. Источником питания служил релаксационный генератор униполярных импульсов типа РС с пределами напряжения холостого хода $U_{xx} = 100-250$ в. Правка осуществлялась в течение 5 минут для каждого бруска при $U_p = 50-60\% U_{xx}$, после чего исследовалось состояние поверхностного слоя бруска на бинокулярном микроскопе типа МБС-1.

Эксперименты показали различный характер правки в среде нефтепродуктов и дистиллированной воды. При правке в среде нефтепродуктов вследствие высоких температур, возникающих в зоне разряда и достигающих несколько тысяч градусов, происходит пиролиз нефтепродуктов [2], которые осаждаются на поверхностях алмазных зерен и образуют электропроводные мостики, которые искусственно уменьшают межэлектродное расстояние в местах выступающих алмазов. Это приводит к тому, что на этих участках напряженность электрического



Рис. 2. Поверхность алмазоносного слоя (АСП 400/315, 50%, М 50), правленного в среде керосина.

поля возрастает и создаются благоприятные условия для прохождения электрических разрядов по сравнению с другими участками. Электрическая эрозия на поверхностях, прилегающих к алмажным зернам, преобладает над эрозией других участков. На связке вокруг зерен по их периметру образуются углубления (кратеры) рис. 2, глубина которых за-

зисит от материала связки, зернистости и конфигурации алмазных зерен, а также от величины межэлектродного расстояния. Эти кратеры приводят, с одной стороны, к уменьшению прочности закрепления зерен в связке, с другой — к улучшению условий удаления стружки при шлифовании. Для связок, материал которых имеет низкую электроэрозионную обрабатываемость, это явление выражается сильнее, так как в данном случае влияние выступающих зерен более заметно. В исследуемых образцах при прочих равных условиях наиболее глубокие кратеры получались на связках М50 при напряжениях $U_p = 50$ в и достигали величины порядка межэлектродного расстояния. При увеличении U_{xx} , вследствие увеличения $S_{пр}$, влияние выступающих зерен уменьшается и вероятность прохождения разрядов на этих участках уменьшается. Для связки М1 явление образования кратеров выражается более слабо. При правке в среде дистиллированной воды электропроводные мостики на поверхностях зерен отсутствуют, вероятность прохождения электрических разрядов по всей поверхности алмазоносного слоя одинакова, кратеры вокруг зерен отсутствуют (рис. 3) и, следовательно, прочность за-



Рис. 3. Поверхность алмазоносного слоя (АСП 400/315, 50%, М1), правленного в среде дистиллированной воды.

крепления зерен в связке выше. Таким образом, на механизм формирования рабочей поверхности алмазоносного слоя большое влияние оказывают параметры электроэрозионной правки, основными из которых являются межэлектродная среда и величина напряжения на межэлектродном промежутке.

С целью определения оптимальных параметров правки были проведены эксперименты по определению влияния параметров электроэрозионной правки на работоспособность алмазных кругов. Как известно, работоспособность алмазных кругов оценивается интенсивностью съема металла, силами резания, стойкостью и износом круга, достижимой точностью и качеством обработанной поверхности [3]. Исходя из вышесказанного установлены следующие критерии работоспособности алмазных

кругов: износ круга, режущая способность круга и шероховатость обработанной поверхности.

В качестве исследуемых были использованы алмазные круги АПП 250×15×5 двух зернистостей АСК 125/100 150% и АСК 50/40 150%. Правка кругов осуществлялась на плоскошлифовальном станке 3Г71 после небольшой модернизации узла шпиндельной бабки, заключающейся в изоляции круга от корпуса бабки и токоподвода к кругу. Питание осуществлялось от релаксационного генератора типа РС. Энергия электрических импульсов $W_{\text{и}} = 2,5 \cdot 10^4$ мкдж. Напряжение на межэлектродном промежутке $U_{\text{xx}} = 150$ в и $U_{\text{хх}} = 250$ в. В качестве электрода-инструмента использовался металлический диск, приводимый во вращение двигателем РД-09 со скоростью $n = 30$ об/мин. В качестве межэлектродной среды использовались керосин и дистиллированная вода одноразовой прогонки. Подача жидкости в зону правки осуществлялась смачиванием электрода-инструмента в ванне с жидкостью. Правка кругов осуществлялась до обнажения зерен на высоту $1/3d$ (d —средний диаметр зерна данной зернистости).

При определении износа круга использовался основной способ в условиях нормальных нагрузок [3], при котором износ круга характеризуется удельным расходом алмаза

$$q = \frac{G_{\text{а}}}{G_{\text{м}}},$$

где $G_{\text{а}}$ — масса алмаза, содержащегося в изношенном алмазоносном слое, в мг,

$G_{\text{м}}$ — масса сошлифованного металла в г.

Количественным критерием режущей способности круга было принято отношение

$$K_y = \frac{Q}{P_y},$$

где Q — объем сошлифованного материала в мин, $\text{мм}^3/\text{мин}$,

P_y — радиальная сила в кг.

Величина P_y определялась при шлифовании пластинок, размерами 50×50 мм, из материала ВК8, установленных на двухкомпонентном динометре по отклонению луча светолучевого осциллографа Н500.

При определении шероховатости обработанной поверхности обработка контрольных образцов Р6М5 производилась подачей $S_{\text{пр}} = 10$ м/мин при глубине шлифования $t = 0,01$ мм/ход без выхаживания. Состояние поверхностей определялось на профилометре—профилографе модели 201 завода «Калибр». По данным экспериментов построены графики удельного расхода алмаза (рис. 4а, 4б), режущей способности круга (рис. 5а, 5б) в зависимости от массы сошлифованного материала.

Анализ полученных зависимостей показывает, что удельный расход алмазов зависит как от режимов правки, так и от межэлектродной среды. Наибольший расход наблюдается у кругов зернистостью 50/40 при

правке в среде керосина при напряжениях $U_p = 50$ в (при малых межэлектродных расстояниях), что связано наличием кратеров вокруг зерен, приводящих к ослаблению степени их закрепления в связке. При увеличении зернистости их влияние заметно снижается. При правке в

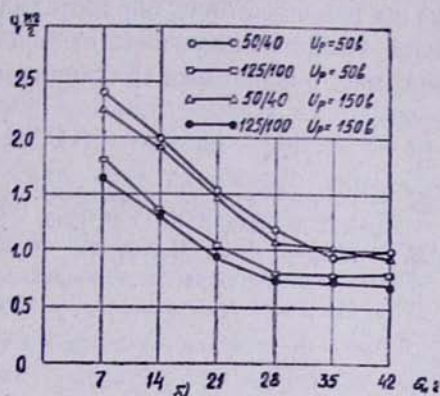
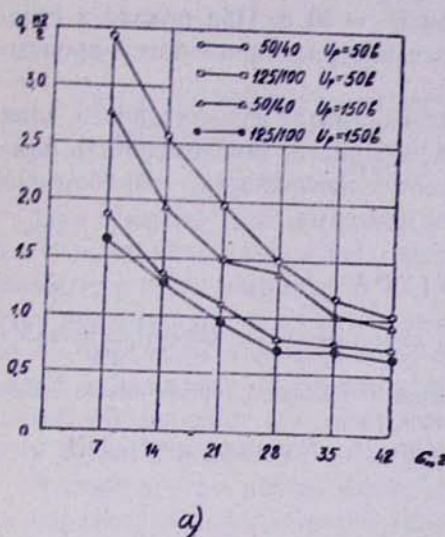


Рис. 4. Зависимость удельного расхода алмаза (q) от массы сошлифованного материала, G_m

- а) правленного в среде керосина,
б) правленного в среде воды.

среде дистиллированной воды влияние величины напряжения на удельный расход не замечается. Эксперименты показывают также, что износ алмазных кругов, правленных электроэрозионным способом, определяется общими закономерностями процесса шлифования.

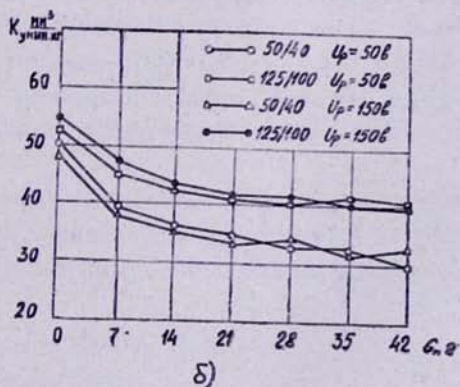
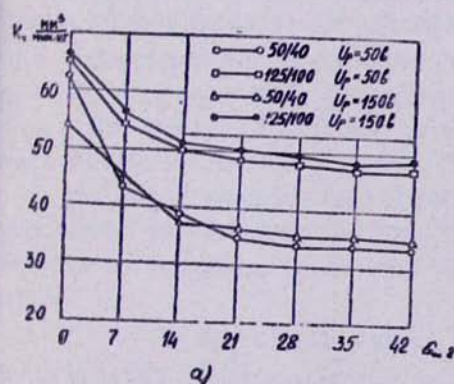


Рис. 5. Зависимость режущей способности круга K_y от массы сошлифованного материала, G_m

- а) правленного в среде керосина,
б) правленного в среде воды.

Режущая способность алмазных кругов, правленных в среде керосина, выше, чем в среде воды, что также объясняется наличием кратеров, улучшающих процесс удаления стружки при шлифовании. Однако при этом происходит интенсивное уменьшение режущей способности круга в начальный период — приработки. Это особенно заметно для кругов зернистости 50/40, правленных при $U_p = 50$ в. При правке в среде воды уменьшение режущей способности в период приработки происходит менее интенсивно.

Изменение параметров правки не оказывает существенного влияния на шероховатость обработанной поверхности, закономерность изменения которой аналогична шероховатости поверхности, обработанной кругами, правленными традиционными методами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б. Р. Лазаренко, Н. И. Лазаренко. В сб. «Электронская обработка металлов», вып. 2, М., Изд. АН СССР, 1960.
2. Н. С. Печуро, А. Н. Меркурьев. Электрокрекинг жидкого органического сырья. «Электронная обработка материалов», 1965, № 2.
3. Е. Н. Маслов. Теория шлифования материалов. М., «Машиностроение», 1974.