

ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МЕТОД ОБРАБОТКИ ТВЕРДОГО СПЛАВА НА ПЛОСКОШЛИФОВАЛЬНОМ СТАНКЕ

В статье рассмотрена возможность реализации метода электроалмазного шлифования твердосплавных материалов на плоскошлифовальном станке. Приведены результаты экспериментальных исследований качества обработанной поверхности, удельного расхода алмазного инструмента и эффективной мощности резания в зависимости от режимов обработки. Отражена эффективность и экономическая целесообразность метода комбинированного электроалмазного шлифования твердых сплавов за счет снижения удельного расхода алмазного инструмента и уменьшения затрат энергии на обработку.

Ключевые слова: твердые сплавы, комбинированные методы обработки, алмазное шлифование, качество поверхности, алмазный инструмент.

Развитие инструментальной промышленности является одним из условий успешного решения задач, связанных с повышением конкурентоспособности продукции машиностроения в условиях рыночных отношений. Как результат, в настоящее время для изготовления инструментов все шире применяются новые инструментальные материалы и прогрессивные процессы их обработки, отвечающие уровню высоких технологий. Широкое распространение при изготовлении режущей части инструментов получили быстрорежущие стали повышенной производительности, твердые сплавы, минералокерамика, сверхтвердые материалы. Механическая обработка этих материалов сопряжена с определенными трудностями, обусловленными высокой твердостью компонентов, сопоставимой с твердостью абразивных материалов. Поэтому перечисленные материалы обрабатываются алмазным шлифованием, а высокая режущая способность кругов поддерживается с помощью электрофизикохимических воздействий на рабочую поверхность круга (РПК).

В настоящее время поиск оптимальных режимов затачивания инструментов и шлифования твердых сплавов чаще осуществляется экспериментальными методами, обработка которых дает частные решения и не вскрывает причин ухудшения режущей способности круга. Здесь требуется поиск менее трудоемких и более точных способов определения оптимальных режимов шлифования. В этой связи работа, направленная на повышение производительности и снижение себестоимости алмазного шлифования труднообрабатываемых материалов за счет одновременного электрохимического травления обрабатываемой поверхности и непрерывной правки алмазного шлифовального круга, является актуальной и требует более детального и глубокого изучения [1].

На кафедре «Технология машиностроения» ГОУ ВПО «Братский государственный университет» проводятся исследования обработки твердосплавных материалов различными прогрессивными методами – такими, как комбинированный

электроалмазный метод (КЭМ) и традиционное алмазное шлифование с подачей электролита (ТАШ).

Исследования выполнены при шлифовании твердосплавных пластин на станке модели ЗЕ711В, модернизированном для работы комбинированным электроалмазным методом. Станок оснащен источником технологического тока, который одновременно обеспечивает электрохимическое травление обрабатываемой поверхности и непрерывную правку алмазного круга. Станок также снабжен установкой подачи технологической жидкости в зону резания. Сравнение полученных результатов проводилось с традиционным алмазным шлифованием с подачей электролита (ТАШ).

На кожухе смонтирован катод для правки круга. Зазор между катодом и кругом устанавливается с помощью регулировочных винтов в пределах 0,01-0,05 мм (рис. 1).

В исследованиях использовался алмазный круг марки АС6 80/63 1А1 100 М2-01.

В качестве обрабатываемого материала применялась твердосплавная пластина ВК15. Размеры обрабатываемой поверхности 5,34×32,46 мм.

В экспериментах использовался электролит следующего состава: азотнокислый натрий Na_2NO_3 – 3 %, азотистокислый натрий NaNO_2 – 1 %, углекислый натрий Na_2CO_3 – 0,5 %, остальное – дистиллированная вода H_2O .

В качестве оцениваемых параметров приняты: удельный расход алмазов, зависимость эффективной мощности от продольной и поперечной подачи, шероховатость обработанной поверхности.

Исследование удельного расхода алмазов. Удельный расход алмазных кругов является одним из самых важных показателей процесса шлифования. Он непосредственно влияет на стоимость обработки. Отсюда вытекает важность исследований, направленных на поиск таких условий шлифования, при которых удельный расход алмазных кругов был бы минимален.

* - автор, с которым следует вести переписку.

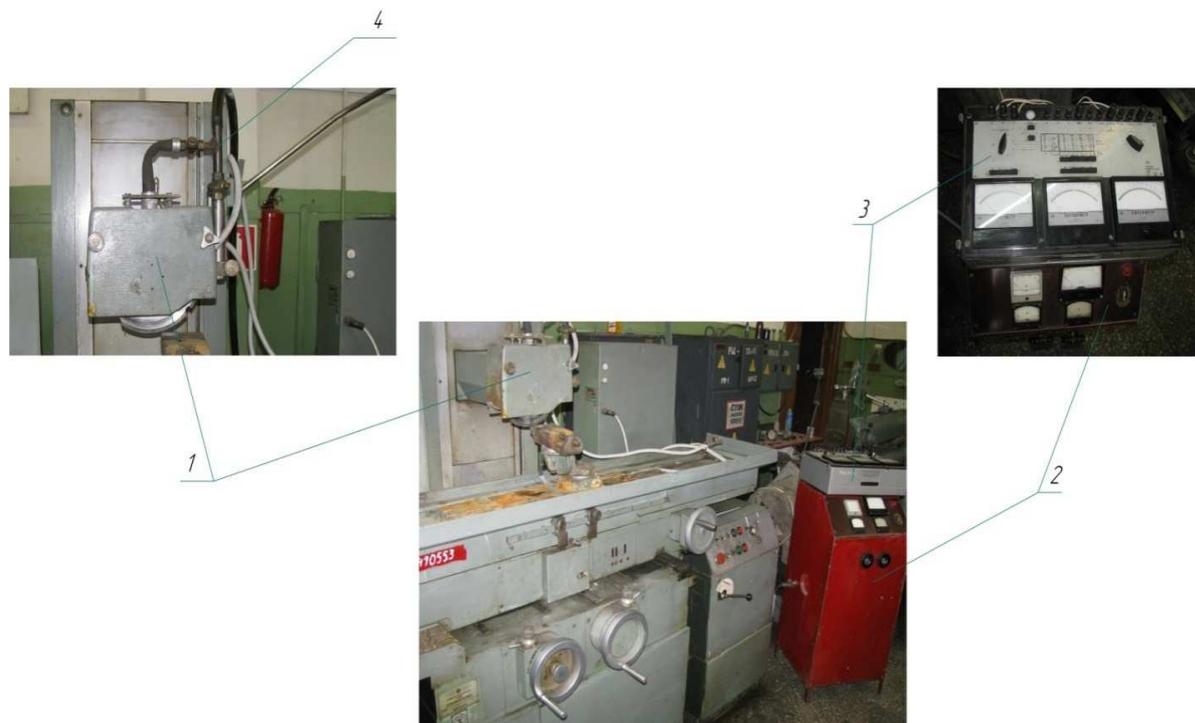


Рис. 1. Модернизированный плоскошлифовальный станок модели ZE711B для комбинированной электроалмазной обработки:

1 – защитный кожух со встроенным правящим катодом; 2 – источник технологического тока; 3 – комплект измерительный К506; 4 – система подачи электролита.

Таблица 1

Экспериментальные данные удельного расхода алмазного круга АС6 при различных методах шлифования, при поперечной подаче 0,01 мм/дв. ход и скорости резания 35 м/с

Обрабатываемый материал	Метод шлифования	S=2 м/мин;	S=4 м/мин;	S=6 м/мин;
		КЭМ	8,81	10,35
ВК15	ТАШ	7,35	14,19	16,22

При КЭМ увеличение удельного расхода алмазного круга обуславливается тем, что с повышением режимов резания происходит увеличение плотности тока правки $i_{пр}$, А/см². Это ведет к интенсивному износу алмазного круга из-за сильного растворения связки круга. Отсюда следует вывод, что нужно подобрать наиболее оптимальный ток правки, который бы обеспечил минимальный расход алмазного круга.

При ТАШ увеличение удельного расхода алмазного круга происходит из-за механической нагрузки и возрастания сил резания, что ведет к более интенсивному разрушению рабочей поверхности круга. При этом алмазные зерна скалываются и вырываются из связки круга, увеличивается трение круга об обрабатываемый материал, что повышает температуру в зоне резания. Все это приводит к повышению линейного износа круга [2].

Следует обратить внимание на более низкий расход алмазных кругов при использовании КЭМ. Это дает значительное преимущество относи-

тельно ТАШ, а дополнительный подбор оптимального тока правки позволяет существенно снизить удельный расход алмазного круга.

Исследование эффективной мощности резания. Для определения эффективной мощности резания авторы данной работы фиксировали показания измерительного прибора при холостом ходе, затем в исследованных режимах обработки. В течение опыта многократно записывались показания ваттметра; при шлифовании среднее значение принималось из 8 ... 10 показаний. Далее производились следующие расчеты: определялось среднее арифметическое значение полученных данных, от полученного числа отнимались показания прибора при холостом ходе, а затем полученное число умножалось на величину мощности, приходящейся на одно деление прибора (N).

На рис. 2 и 3 показаны зависимости мощности от продольной и поперечной подач при обработке твердосплавной пластины ВК15, осуществляемые по схемам КЭМ и ТАШ с подачей электролита.

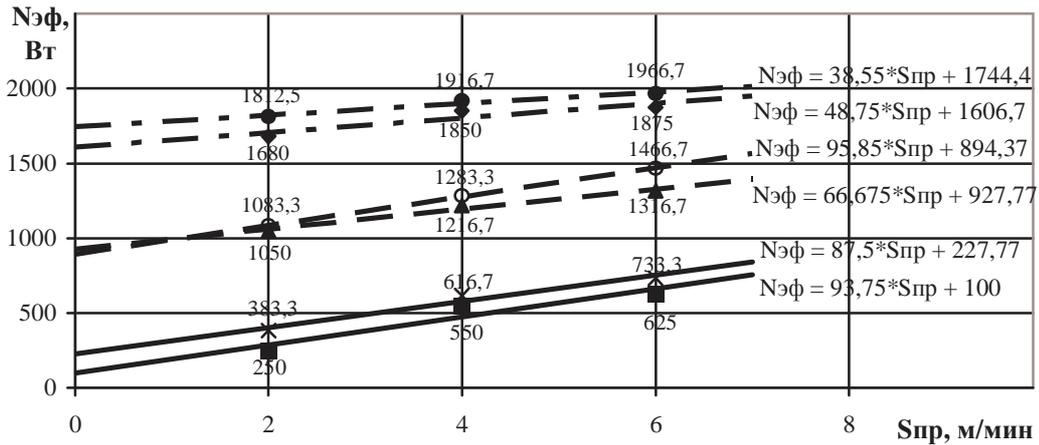


Рис. 2. Зависимость эффективной мощности резания от продольной подачи: круг АС6 80/63 1А1 100 М2-01; обрабатываемый материал ВК15; V=35 м/с

- - ТАШ (t=0,01 мм/дв. ход);
- × - КЭМ (t=0,01 мм/дв. ход; $i_{пр} = 6,51 \text{ A/cm}^2$; $i_{пр} = 0,19 \text{ A/cm}^2$);
- ▲ - ТАШ (t=0,02 мм/дв. ход);
- - КЭМ (t=0,02 мм/дв. ход; $i_{пр} = 10,47 \text{ A/cm}^2$; $i_{пр} = 0,38 \text{ A/cm}^2$);
- ◆ - ТАШ (t=0,03 мм/дв. ход);
- ✱ - КЭМ (t=0,03 мм/дв. ход; $i_{пр} = 15,38 \text{ A/cm}^2$; $i_{пр} = 0,57 \text{ A/cm}^2$).

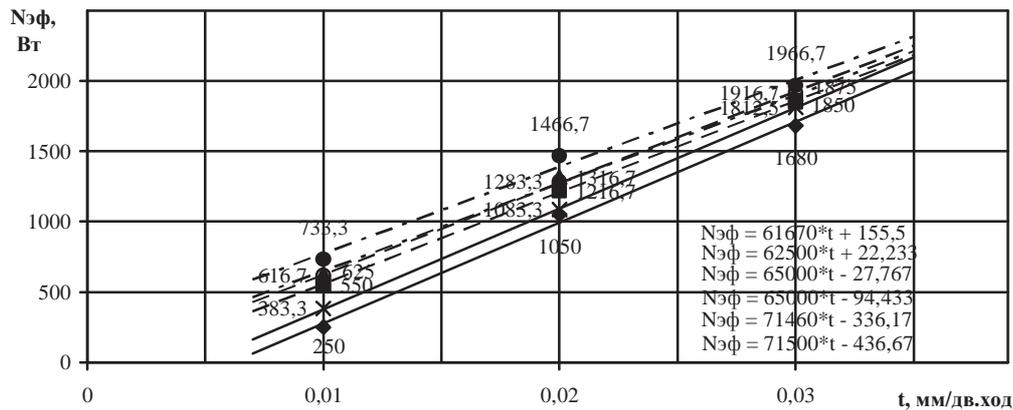


Рис. 3. Зависимость эффективной мощности резания от поперечной подачи: круг АС6 80/63 1А1 100 М2-01; обрабатываемый материал ВК15; V=35 м/с

- ◆ - ТАШ ($S_{пр} = 2 \text{ м/мин}$);
- × - КЭМ ($S_{пр} = 2 \text{ м/мин}$; $i_{пр} = 0,19 \text{ A/cm}^2$; $i_{пр} = 6,51 \text{ A/cm}^2$);
- - ТАШ ($S_{пр} = 4 \text{ м/мин}$);
- ▲ - КЭМ ($S_{пр} = 4 \text{ м/мин}$; $i_{пр} = 0,38 \text{ A/cm}^2$; $i_{пр} = 10,47 \text{ A/cm}^2$);
- - ТАШ ($S_{пр} = 6 \text{ м/мин}$);
- ✱ - КЭМ ($S_{пр} = 6 \text{ м/мин}$; $i_{пр} = 0,57 \text{ A/cm}^2$; $i_{пр} = 15,38 \text{ A/cm}^2$).

Из зависимостей на рис. 2 видно, что с увеличением продольной подачи мощность резания увеличивается, поскольку растет площадь среза обрабатываемого материала и повышаются силы резания. Как видно из графиков, при КЭМ мощность значительно ниже. Это объясняется тем, что при данном методе параллельно со шлифованием протекают еще два процесса: электрохимическое

травление обрабатываемой поверхности и непрерывная правка алмазного круга. За счет электрохимического травления съём материала происходит значительно легче, что позволяет значительно снизить силы резания, следовательно, и эффективную мощность. При непрерывной правке алмазный круг всегда находится в работоспособном

состоянии, отсутствует засаленный слой и обеспечиваются его высокие режущие свойства.

Проанализировав полученные зависимости, можно сделать вывод, что КЭМ в сравнении с ТМ является более предпочтительным при обработке твердых сплавов.

Исследование шероховатости обработанной поверхности. Шероховатость является одним из значимых показателей качества обработанной поверхности.

Установлено, что при увеличении глубины резания (рис. 4) шероховатость растет. Известно, что с увеличением глубины резания растут глубина царапин от алмазных зерен, возрастают пластические деформации, возможно появление микро- и макротрещин и сколов кромки алмазных зерен.

С повышением продольной подачи (рис. 5) растет радиальная составляющая силы P_y , снижается доля электрохимического растворения, вследствие чего происходит также повышение шероховатости.

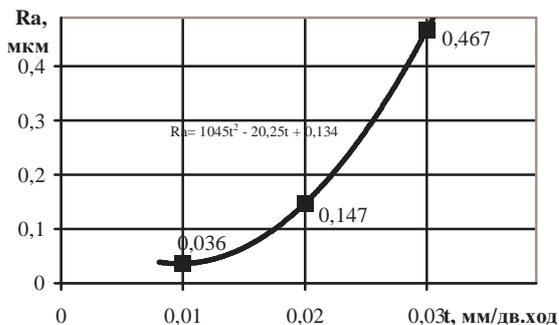


Рис. 4. Зависимость шероховатости от глубины резания: $V=35$ м/мин; $S=2$ м/мин; $i_{np}=0,19$ А/см²; $i_{пр}=6,51$ А/см²

■ - BK15; AC6 80/63 1A1 100 M2-01

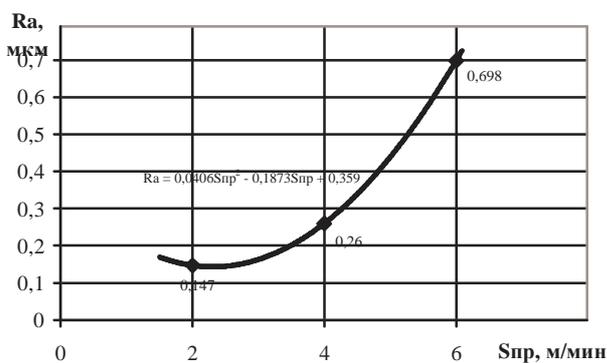


Рис. 5. Зависимость шероховатости от продольной подачи: $V=35$ м/мин; $t=0,01$ мм/дв.ход; $i_{np}=0,19$ А/см²; $i_{пр}=6,51$ А/см²

◆ - BK15; AC6 80/63 1A1 100 M2-01

Комбинированное воздействие абразивного резания и анодного растворения обработанной поверхности позволяет существенно снизить шероховатость до значений $R_a=0,036 \dots 0,147$ мкм и определить рациональную область режимов резания.

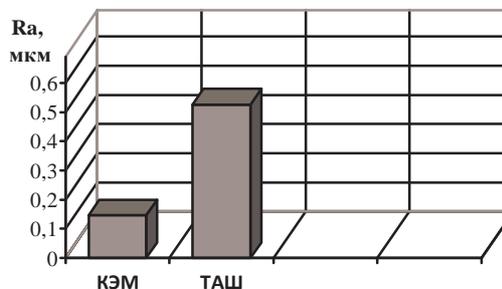


Рис. 6. Диаграмма шероховатости обработанной поверхности в зависимости от метода обработки

Проведенные исследования показали эффективность применения КЭМ для обработки твердых сплавов. Применение электролита и технологического тока обеспечивает резкое снижение прочности поверхностного слоя обрабатываемого материала, возникают условия для облегченного механического удаления срезаемого слоя алмазными зернами инструмента, а возникающие в межэлектродном промежутке электрофизикохимические процессы облегчают регенерацию режущей способности алмазного инструмента. В результате значительно повышается производительность операции обработки, уменьшается износ абразивных зерен, следовательно, и расход алмазных кругов в целом.

Литература

1. Матюха, П. Г. Шлифовальный алмазный круг с регулируемой высотой / П. Г. Матюха, В. Б. Стрелков; Дон. гос. техн. ун-т. – Режим доступа :<http://www.uran.donetsk.ua/~masters/2000/mehf/strelkov/rabota/stat2.htm>
2. Янюшкин, А. С. Комбинированная электроалмазная обработка инструментальных сталей : моногр. / А. С. Янюшкин, В. Ю. Попов, Е. В. Васильев, А. Ю. Попов; под ред. А. С. Янюшкина; БрГУ – Братск, 2009. – 228 с.
3. Янюшкин, А. С. Контактные процессы при электроалмазном шлифовании / А. С. Янюшкин, В. С. Шоркин. – М. : Машиностроение – 1, 2004. 230 с.