

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ ТВЕРДОСПЛАВНОГО ИНСТРУМЕНТА

В статье представлены результаты исследования качества твердосплавного инструмента, заточенного различными методами электроалмазного шлифования. Выявлены преимущества комбинированного метода электроалмазной обработки. Предложены рекомендации по реализации метода в производственных условиях.

Ключевые слова: инструмент, комбинированная электроалмазная обработка, труднообрабатываемые материалы, качество затачивания.

Вопросы повышения качества и работоспособности режущего инструмента всегда были актуальны для инструментального и обрабатывающего производств. Этой проблемой занимались такие ученые, как Т.Н. Лоладзе, М.Б. Гордон, И.П. Захаренко и др., однако до сих пор она полностью не решена.

На сегодняшний день значительно повышены требования к подготовке и изготовлению режущего инструмента. Формирование качественного режущего лезвия позволяет протекать процессу резания в условиях, благоприятных для инструмента, и обеспечивать качество обрабатываемых изделий. Оптимально подобранная и качественно сформированная геометрия, микрогеометрия режущего лезвия дает возможность снизить нагрузки на инструмент, уменьшить его износ, повысить производительность обработки и качество обработанной поверхности. Получение рациональной микрогеометрии инструмента, оснащенного труднообрабатываемыми инструментальными материалами, – процесс трудоемкий, но необходимый для повышения эффективности обработки различных материалов. К показателям, характеризующим качество подготовленного к работе инструмента, относят шероховатость заточенных поверхностей, их микротвердость, состояние режущей кромки.

На кафедре «Технология машиностроения» ГОУ ВПО «БрГУ» проведены исследования качества твердосплавного инструмента, заточенного различными методами электроалмазной обработки: такими как алмазно-электрохимическое шлифование (ЭХШ), обработка с непрерывной электрохимической правкой (НЭХП), комбинированный электроалмазный метод (КЭМ). Исследования проводились с использованием твердосплавного инструмента, оснащенного пластинами следующей группы: вольфрамокобальтовые (ВК), титано-вольфрамокобальтовые (ТК) и безвольфрамовые (БВТС).

Анализируя результаты исследований, следует отметить, что при использовании метода алмазно-электрохимического шлифования изменение плотности тока травления сильно изменяет

шероховатость обработанной поверхности, причем чем больше значение тока травления, тем ниже шероховатость. Это связано с интенсивным анодным растворением поверхности обработки, при котором происходит дополнительное растворение выступов шероховатости, оставшихся после абразивного резания. В то же время анодное растворение отрицательно сказывается на состоянии режущей кромки, которая под действием этих процессов также растворяется, образуя радиус при вершине в пределах 0,015 мм и более. На представленном рисунке (рис. 1, а) видно сильное растворение режущей кромки с образованием радиуса при вершине в пределах 0,015 мм.

Поверхности твердосплавного инструмента, заточенные методом электрохимического шлифования, по внешнему виду также дефектны, имеют сильно растравленные участки. Режущая кромка заточенных пластин неровная, с большими радиусами округления. Шероховатость обработанной поверхности в этих условиях находится в пределах $R_a = 0,2 \dots 0,4$ мкм.

При затачивании с непрерывной электрохимической правкой алмазного круга на металлической связке, условия резания благоприятнее, но все же в результате чисто механического резания заточенный инструмент имеет макро-дефекты на режущей кромке в виде сколов, вырывов твердого сплава, размеры которых составляют 10...15 мкм (рис. 1, б), а шероховатость обработанной поверхности более 0,8...0,9 мкм.

Исследуя инструмент, заточенный комбинированным методом электроалмазного шлифования с одновременной непрерывной правкой поверхности круга (КЭМ), необходимо отметить, что при всех условиях обработки алмазный круг работал устойчиво в режиме самозатачивания. Дефекты обработанных поверхностей после затачивания таким методом имеют значительно меньшие размеры, чем у инструментов, заточенных другими методами. Размеры этих дефектов составляют не более 2...5 мкм (режимы резания: $V = 35$ м/с; $S = 1,5$ м/мин; $t = 0,03$ мм/дв.ход; $i_{тр} = 20$ А/см²; $i_{пр} = 0,2$ А/см²) (рис. 2).

* - автор, с которым следует вести переписку

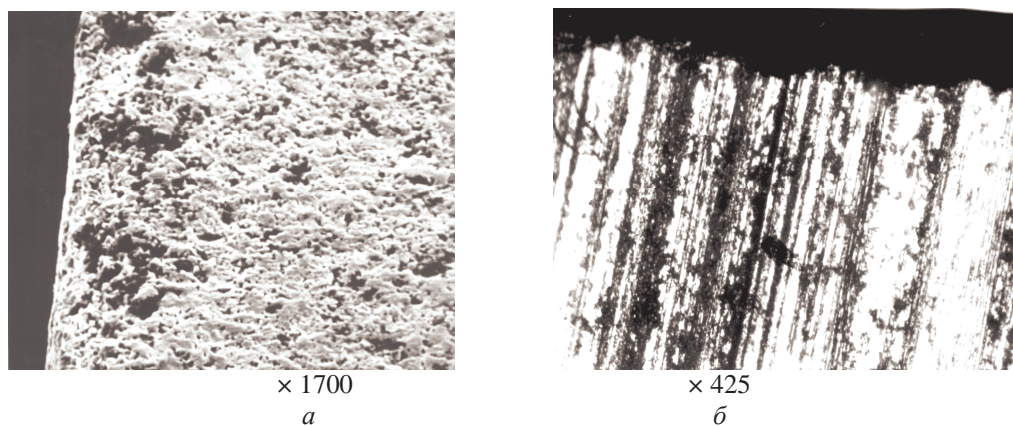


Рис. 1. Фотографии передней (а) и задней (б) поверхностей твердого сплава, заточенных кругом АСВ 125/100 М013-100 % различными методами:

а – ЭХШ: $V = 35$ м/с; $S = 1,5$ м/мин; $t = 0,03$ мм/дв.ход; $i_{\text{тр}} = 40$ А/см²;
 б – НЭХП: $V = 35$ м/с; $S = 1,5$ м/мин; $t = 0,03$ мм/дв.ход; $i_{\text{пр}} = 0,4$ А/см²

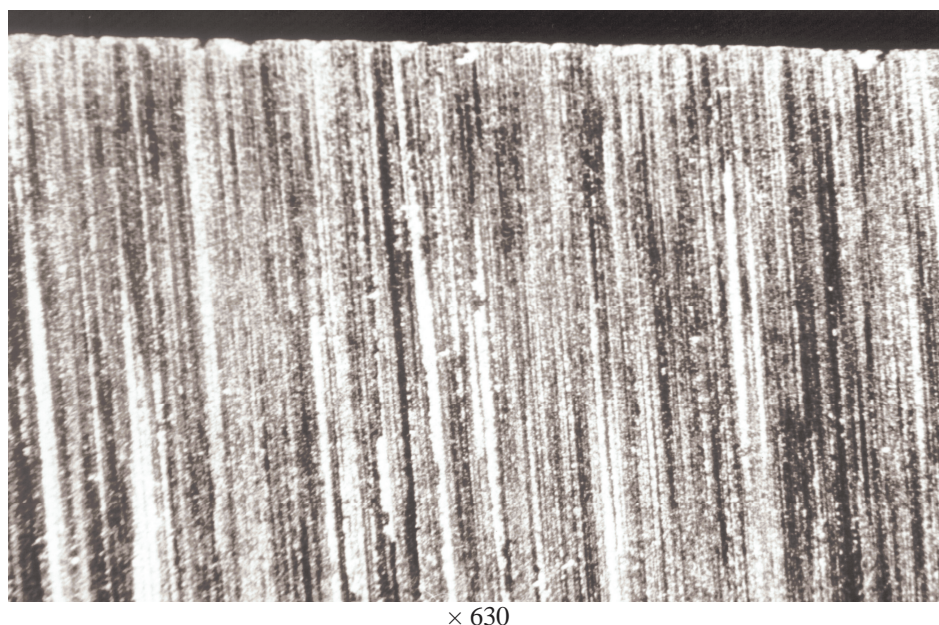


Рис. 2. Фотография задней поверхности твердосплавного инструмента, заточенной кругом АСВ 125/100 М013 100 % с помощью комбинированного электроалмазного метода

Комбинированное воздействие абразивного резания и анодного растворения обработанной поверхности позволяет также снизить шероховатость до значений $R_a = 0,4 \dots 0,5$ мкм (рис. 3).

При проведении исследования распределения микротвёрдости по передней (смежной с заточенной) поверхности от режущей кромки вглубь у твёрдосплавных пластин, заточенных различными методами электроалмазной обработки, выявлено, что микротвёрдость на передней поверхности снижается по мере приближения к режущей кромке (рис. 4).

Исследованиями установлено: наименьшие значения микротвёрдости вблизи режущей кромки наблюдаются при затачивании по методу электро-

химического травления, что объясняется разупрочнением поверхностного слоя при электрохимической обработке. Величина разупрочненной зоны даже в благоприятных условиях доходит до $0,1 \dots 0,15$ мм. Наибольшая микротвёрдость около режущей кромки сохраняется при затачивании с электрохимической правкой круга, т.к. в данном случае происходит только механическое резание. Однако, как уже отмечалось, эта кромка имеет сколы, которые не позволяют твердосплавному режущему инструменту реализовать его уникальные режущие свойства.

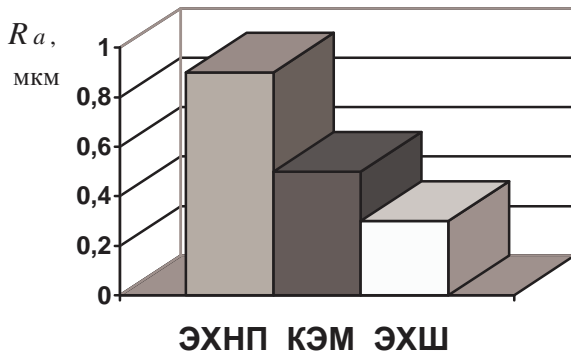


Рис. 3. Диаграмма шероховатости заточенной поверхности в зависимости от метода обработки

При затачивании комбинированным методом микротвёрдость возле заточенной поверхности отлична от исходного состояния твердого сплава и занимает промежуточное значение в сравнении с другими методами, что объясняется преобладанием в данном методе двух противоположных воздействий на обрабатываемую поверхность: механического резания алмазными зёрнами, вскрытыми при непрерывной правке круга, и дополнительного анодного растворения обрабатываемой поверхности.

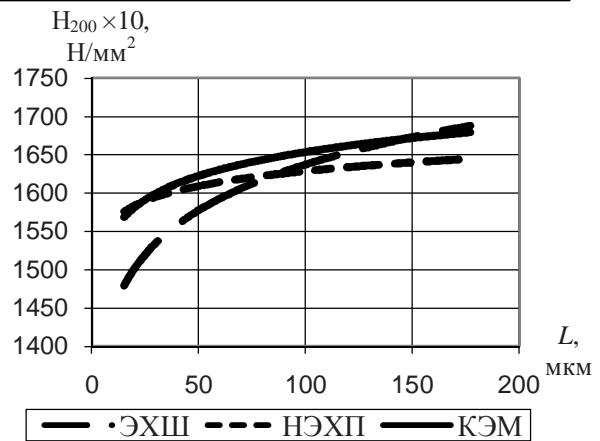


Рис. 4. Распределение микротвёрдости у твёрдосплавных пластин марки ВК8 по передней поверхности по мере удаления от режущей кромки

В качестве примера на рис. 5 показаны режущие кромки инструмента, заточенные на рациональных режимах резания при различных методах. Видно, что даже при большом увеличении режущая кромка, заточенная только комбинированным электроалмазным методом (рис. 5, в), ровная без видимых сколов, вырывов, зазубрин. Следует ожидать, что такой инструмент будет обладать и более высокой стойкостью по сравнению с известными традиционными методами.

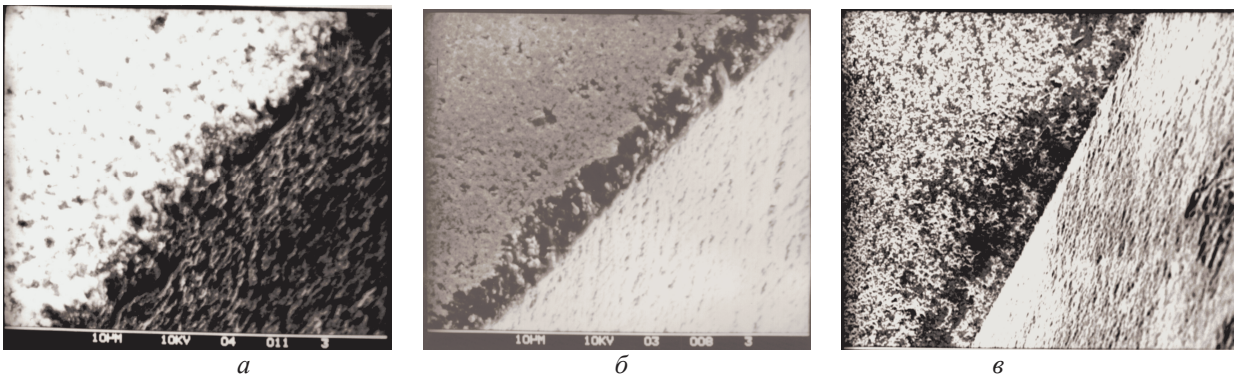


Рис. 5. Состояние режущих кромок твёрдосплавного инструмента после различных методов затачивания ($\times 1600$): а – ЭХШ; б – НЭХП; в – КЭМ

Сравнение других качественных показателей поверхностей, заточенных различными методами, показало, что комбинированный метод электрохимического шлифования является наиболее рациональным и рекомендуется для эффективного затачивания твёрдосплавного инструмента.

В целях проверки влияния методов затачивания по интегральному показателю качества – стойкости, проведены стойкостные испытания твёрдосплавных резцов Т15К6, заточенных при постоянных режимах резания: $V = 35$ м/с; $S = 1,5$ м/мин; $t = 0,03$ мм/дв.ход. При этом затачи-

вание с НЭХП осуществлялось с $i_{пр} = 0,4$ А/см²; АЭХМ – с $i_{пр} = 40$ А/см²; КЭМ – с $i_{пр} = 0,3$ А/см²; $i_{пр} = 15$ А/см².

Каждая экспериментальная точка получена при 6..8 повторных замерах. Лабораторные исследования, проведенные при точении стали 65Г без СОЖ на режимах: $V = 4$ м/с; $S = 0,15$ мм/об; $t = 1,0$ мм, показали (рис. 6), что самую высокую стойкость имеют резцы, заточенные КЭМ, меньше – заточенные АЭХМ и НЭХП.

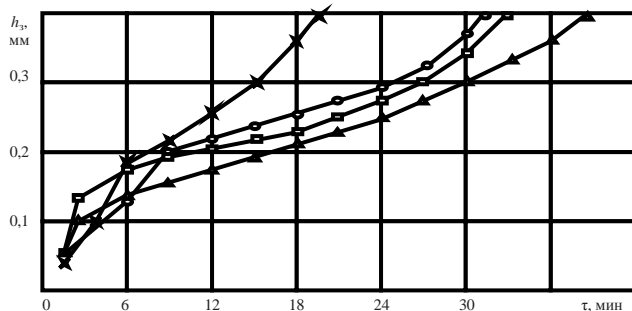


Рис. 6. Изнашивание резцов Т15К6, заточенных различными методами:

—x— без СОЖ; —o— НЭХП;
—□— АЭХМ; —Δ— КЭМ;

точение стали 65Г при $V = 4$ м/с; $S = 0,15$ мм/об; $t = 1$ мм

Стойкость резцов, заточенных КЭМ, по отношению к заточенным без СОЖ, выше примерно в 2 раза. Аналогичные испытания проведены в производственных условиях, где получены аналогичные результаты.

Наблюдаемое увеличение средней стойкости резцов, заточенных КЭМ, объясняется меньшим дефектным слоем и более высоким качеством резцов.

Важно отметить, что характер изнашивания резцов, заточенных разными методами, весьма специфичен. Типичным для всех электрохимических методов является то, что резцы, заточенные в этих условиях, в начальный период работы изнашиваются более интенсивно, чем заточенные без СОЖ и с НЭХП. Однако затем (при увеличении износа более $h_3 = 0,2$ мм) интенсивность изнашивания резцов, заточенных электроалмазными методами, заметно падает. После же заточивания инструмента без СОЖ, а иногда и с постоянной

правкой круга наблюдалось неожиданное разрушение резцов.

Таким образом, резцы, заточенные по предлагаемой технологии, имеют такую стабильность и надежность работы твердосплавного инструмента, которая в 1,5 раза выше в сравнении с другими методами.

С целью практической реализации выполненных исследований нами разработана технология комбинированного заточивания твердосплавного инструмента, включающая электрохимическое травление его поверхности и одновременную электрохимическую правку поверхности шлифовального круга, а также определены рациональные режимы заточивания [1...3], обеспечивающие качественную обработку заточиваемого инструмента.

Применение данного метода при изготовлении и восстановлении (перезаточивании) твердосплавного инструмента позволит улучшить его режущие свойства, увеличить его стойкость и ресурс работы, повысить производительность обработки и качество выпускаемой продукции.

Литература

1. Янюшкин, А.С. Технология комбинированного электроалмазного заточивания твердосплавных инструментов. – М.: Машиностроение-1, 2003. – 242 с.
2. Патент RU 2239525 / МПК С1 В23 Н5/00, В24 В53/00. Устройство для комбинированной электроалмазной обработки с непрерывной правкой круга / Янюшкин А.С., Ереско С.П., Лобанов Д.В., Сурьев А.А., Кузнецов А.М. – № 2003105413, заяв. 2004.02.25, опубл. 2004.11.10. Бюл. № 31.
3. Патент РФ2268118 / Способ электроабразивной обработки токопроводящим кругом с его одновременной правкой / Янюшкин А.С., Ереско С.П., Сурьев А.А., Ереско В.С., Кузнецов А.М. – № 2004118239/02, заяв. 15.06.2004, опубл. 20.01.2006.