

УДК: 621.923.6

А. С. Янюшкин, Д. В. Лобанов, В. А. Батаев, П. В. Архипов, О. И. Медведева*

ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ АЛМАЗНЫХ КРУГОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

В статье представлены результаты исследования работоспособности алмазных кругов на металлической связке при обработке твердых сплавов.

Ключевые слова: алмазные круги, потеря работоспособности алмазных кругов, качество затачивания твердых сплавов.

Труднообрабатываемые композиционные материалы находят все большее применение в различных отраслях промышленности, эффективная и качественная обработка таких материалов является актуальной проблемой. Существующие на сегодняшний день технологии не всегда обеспечивают высокие качественные показатели изделий при высокой эффективности. Например, изделия из инструментальных твердых сплавов традиционно обрабатываются на черновых операциях инструментом из карбида кремния, а затем, качество поверхности окончательно формируется алмазными кругами, как правило, на органической связке. Круги из карбида кремния наносят серьезные дефекты обрабатываемым поверхностям [1], а алмазные круги на органических связках не всегда исправляют эти дефекты и имеют большой расход алмазов, что снижает эффективность обработки.

Решить эти проблемы можно с использованием алмазных кругов на металлической связке, но проблема заключается в быстрой потере работоспособности у таких кругов из-за отсутствия режущих зерен на поверхности круга уже после нескольких минут обработки, в особенности при шлифовании всухую (рис. 1).

В настоящее время нет однозначного описания механизма образования засаженного слоя алмазных кругов в процессе шлифования. Между тем, актуальной задачей при обработке труднообрабатываемых материалов является необходимость продлить срок работы алмазного

круга, при этом создавая условия, позволяющие сохранить и улучшить свойства обрабатываемого материала. В связи с этим, необходимы изучение и анализ процессов, происходящих на алмазном зерне, связке круга и на поверхности обрабатываемого материала.

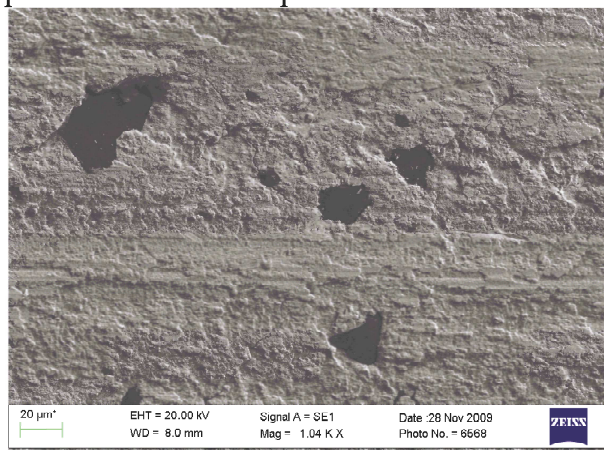


Рис. 1. Поверхность алмазного круга AC6 80/63 M2 – 01 100%, потерявшая работоспособность после обработки всухую.

Так как соседние атомы в кристаллической решетке колеблются несогласованно, при поступлении извне дополнительной энергии происходит энергетическая флуктуация и, как следствие, появляются вакантные узлы в кристаллической решетке. При этом вакансии обретают самостоятельность только в том случае, когда атом удаляется от нее на достаточное расстояние. При шлифовании атомы вокруг такого точечного дефекта несколько смещаются от положения, в котором они были до его появления. Блуждающие атомы, образованные ва-

* - автор, с которым следует вести переписку.

кансии непосредственно влияют на свойства кристаллов, поэтому один и тот же материал ведет себя по-разному в состоянии покоя или в предлагаемых обстоятельствах статической или динамической нагрузки.

На зерно алмаза при шлифовании действуют как собственные внутренние напряжения, так и накладывающиеся внешние. В структуре обрабатываемого сплава создается ситуация, когда нарушенная обработкой кристаллическая решетка обменивается электронами с элементами связки и самим зерном круга. Алмаз круга является основным «поставщиком» углерода для роста карбидов. В связи с несовершенствами структуры (трещины, сколы на кромке алмазного зерна), процессы адгезионного взаимодействия в этой области происходят наиболее интенсивно.

Дефекты, встречающиеся в твердых телах, не являются независимыми. Они, перемещаясь, сталкиваются друг с другом. Дефекты одного типа или их совокупность при определенных условиях переходят в дефекты другого типа. Совокупность вакансий переходит в дислокацию или пору, совокупность дислокаций может перейти в трещину. Проявлением этого явления на алмазном зерне может быть разрушение самого зерна как на вершине, так и в областях, прилегающих к связке (рис. 2).

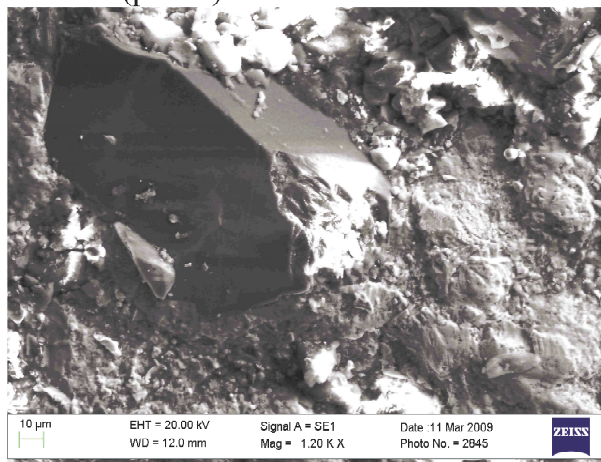


Рис. 2. Микровыкрашивание зерна в процессе эксплуатации.

Некоторые зерна под действием возрастающей нагрузки вырываются с поверхности круга, оставляя после себя углубления – места заделки выпавших зерен (рис. 3).

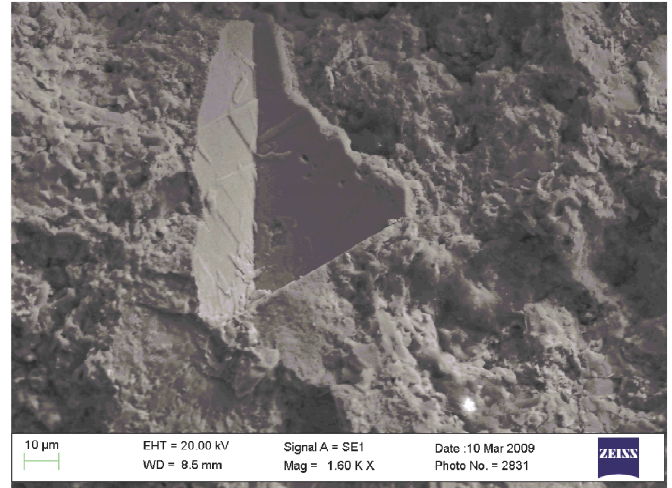


Рис. 3. Место заделки выпавшего алмазного зерна.

По мере затупления зерен круг быстро теряет свою режущую способность, активизируются процессы, ответственные за процесс засаливания. При исследовании засаливания шлифовальных кругов была установлена зависимость этого процесса от структуры, состава связки кругов и свойств обрабатываемого материала.

Рентгеноструктурный и спектральный анализ алмазного шлифовального круга АС6 80/63 М2 – 01 100%, Проведенный после шлифования твердого сплава ВК8 всухую через промежутки времени 15 и 30 минут соответственно, показал, что после 15 минут шлифования на поверхности алмазного круга возникают локальные очаги образования засаленного слоя, частично скрывающего алмазное зерно, который в большей степени формируется из вольфрама (*W*). После 30 минут шлифования засаленный слой практически полностью скрывает алмазное зерно, на поверхности круга образуются кобальт (*Co*), вольфрам (*W*) и оксиды, позже засаленный слой состоит в основном из карбида вольфрама (*WC*) и соединений (*Co₃W₃C*).

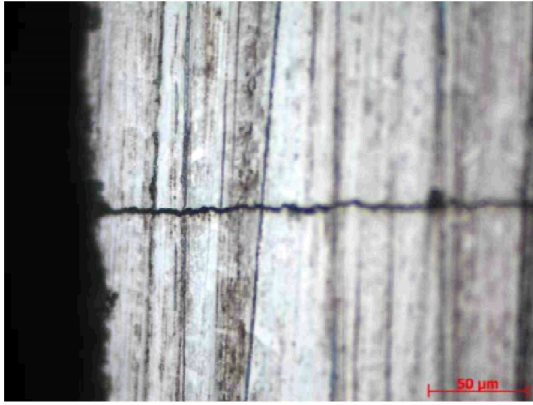


Рис. 4. Трещина на обработанной поверхности сплава ВК8 после обработки кругом, потерявшим работоспособность.

Обработка твердосплавного инструмента кругом, потерявшим работоспособность, приводит к ухудшению условий резания, увеличению температур, что ведет к потере качества обработки, появлению трещин на поверхности твердого сплава (рис. 4), «вырыву» материала с обрабатываемых поверхностей (рис. 5) и не позволяет получить качественную режущую кромку инструмента (рис. 6).

Для достижения рациональных качественных характеристик твердосплавного инструмента наиболее перспективны методы электрофизического и электрохимического затачивания инструмента, позволяющие достаточно просто и эффективно обработать труднообрабатываемые инструментальные материалы и обеспечить необходимые параметры микрогеометрии лезвия.

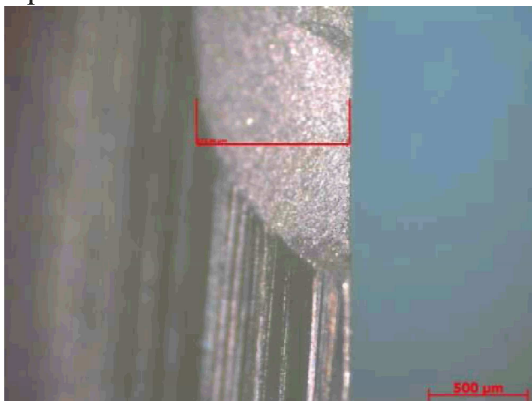


Рис. 5. Вырыв блока твердого сплава при обработке кругом, потерявшим работоспособность.

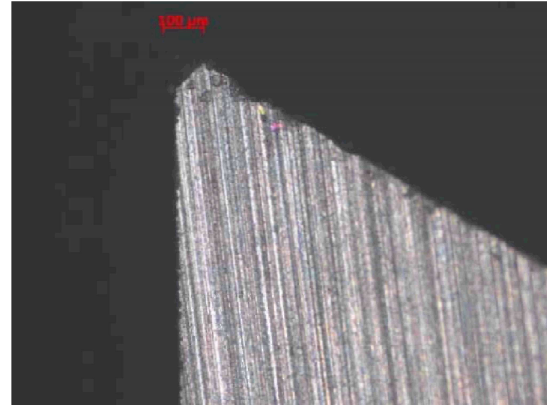


Рис. 6. Качество режущей кромки инструмента, заточенного кругом, потерявшим работоспособность.

Один из них – комбинированный метод, сочетающий одновременную непрерывную правку поверхности круга и травление затачиваемого инструмента [2]. Сущность метода заключается в анодном растворении продуктов засаливания на поверхности шлифовального круга, причем, таком, при котором круг работает в режиме самозатачивания, и одновременном травлении рабочей зоны затачиваемого инструмента.

Исследования алмазного круга АС6 80/63 М2 – 01 100% после обработки твердого сплава ВК8 методом комбинированного электроалмазного шлифования позволили установить, что на поверхности не наблюдается проявлений засаленного слоя, она остается развитой, а следовательно, круг обладает высокой режущей способностью (рис. 7).

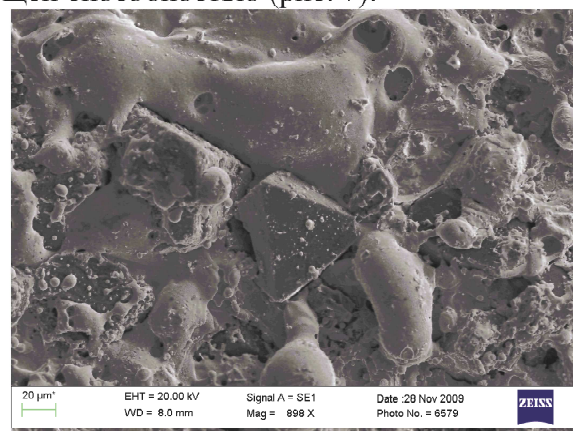


Рис. 7. Поверхность алмазного круга АС6 80/63 М2 – 01 100% после комбинированного электроалмазного шлифования сплава ВК8.

Рентгеноструктурный и спектральный анализ образцов алмазного круга после комбинированного электроалмазного шлифования сплава ВК8 также показали отсутствие засаленного слоя. Поверхность круга состоит только из связки и алмазных зерен, посторонних включений не наблюдается (рис. 8).

В итоге резание осуществляется всегда острыми зернами, что является гарантией высокого качества заточенного инструмента. С другой стороны, под действием анодно-химических процессов увеличивается удельный съем материала, растет производительность и снижается расход алмазных кругов, разумеется, при работе на рациональных, научно обоснованных электрических и механических режимах [3].

В результате проведенных исследований установлено, что метод комбинированного электроалмазного шлифования позволяет блокировать появление засаленного слоя и поддерживать высокую режущую способность алмазного круга.

Качество инструмента, заточенного комбинированным методом электроалмазного шлифования с одновременной непрерывной правкой поверхности круга, формируется в довольно благоприятных условиях: с одной стороны, растравливание значительного объема удаляемого

припуска способствует снижению механической прочности срезаемого слоя и, соответственно, сопротивления резанию, с другой – процесс резания осуществляется кругом, работающим в режиме самозатачивания, который не только исключает засаливание, но и обеспечивает высокие, и притом статистически постоянные во времени, режущие свойства. Все это значительно облегчает процесс резания, снижает плотность энергии в зонах контакта.

Тем не менее, и при данном методе контактирующие поверхности, несомненно, не являются бездефектными. Режущая кромка со стороны заточенной поверхности также имеет неглубокие зазубрины и сколы. Размеры этих дефектов составляют не более 2...5 мкм, что значительно меньше в сравнении с обработкой другими методами.

Таким образом, комбинированный метод электроалмазного шлифования расширяет область применения алмазных кругов на металлической связке за счет блокирования процесса засаливания, увеличивает производительность и может быть рекомендован для эффективной и качественной обработки изделий из труднообрабатываемых композиционных материалов.

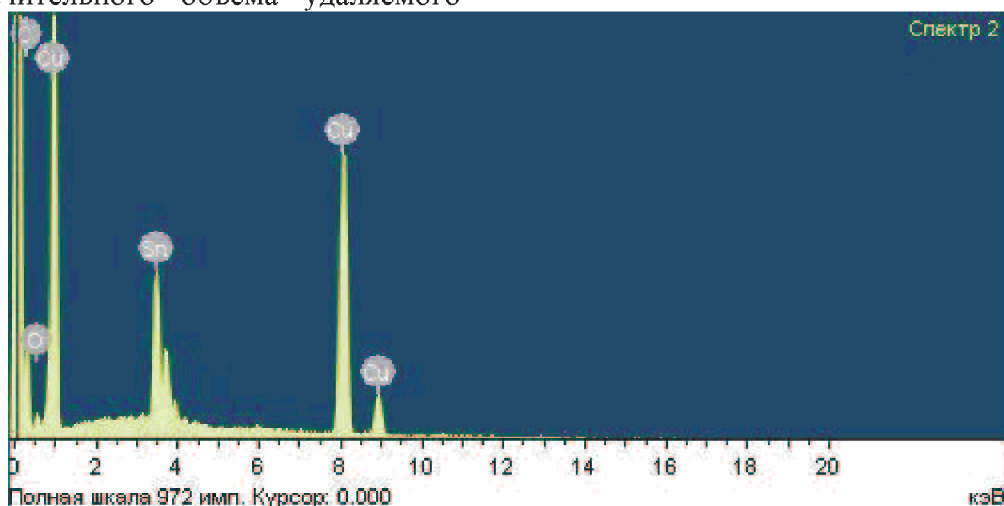


Рис. 8. Спектральный анализ поверхности алмазного круга (рис. 7) после комбинированного электроалмазного шлифования сплава ВК8.

Литература

1. Янюшкин А. С., Лобанов Д. В., Якимов С. А. Состояние твердосплавного инструмента, заточенного различными методами электроалмазной обработки // Вестн. Иркут. регионального отд-ния АН ВШ России. 2006. № 2 (9). С. 100 – 104.
2. Янюшкин А. С. Технология комбинированного электроалмазного затачивания твердосплавных инструментов. М.: Машиностроение – 1, 2003. 242 с.
3. Совершенствование технологических процессов машиностроительных производств : моногр. / А. С. Янюшкин [и др.]. Братск : БрГУ, 2006. 302 с.