

**В.И.Носуленко, проф., д-р техн. наук, А.М. Бровченко, инж., В.В. Смоквина, маг.,
Н.Г. Возна, преп., Н.Г. Волошина, инж.**

Кировоградский национальный технический университет

Исследование процесса алмазно-абразивной обработки твердых и магнитных сплавов с использованием малогабаритных лабораторных (стендовых) установок

В статье приведены результаты исследования качества подготовки режущей поверхности алмазных кругов и процесса шлифования твердых и магнитных сплавов на малогабаритных (стендовых) установках

магнитные и твердые сплавы, лабораторные установки, режущий рельеф

Проверка новых технических решений в условиях производства с целью повышения эффективности алмазно-абразивной обработки требует высвобождения оборудования и отвлечения рабочих от выполнения основной производственной программы, затрат электроэнергии, материалов и химикатов. Практика показала, что достичь положительного результата можно с меньшими экономическими затратами, используя для проведения исследований малогабаритное лабораторное (стендовое) оборудование, на котором можно моделировать процесс шлифования. Одним из методов исследования процесса шлифования является резание – царапание единичным зерном. На результатах работы единичного зерна представляется возможным изучить динамику процесса шлифования, установить закономерность и связь между толщиной и шириной срезаемой стружки и размерами зерна. Отдавая должное этим методикам исследования необходимо заметить, что реальные условия шлифования имеют мало общего с условиями резания единичным зерном, сущность которых заключается в том, что шлифование – это процесс массового микрорезания зернами разного размера, произвольно ориентированными в пространстве, неравномерно расположенными по глубине рабочего слоя. Причем каждое последующее зерно не попадает точно в след, оставленный предыдущим зерном. В последние годы появились работы, позволяющие исследовать процесс шлифования путем использования фрагментов, имеющих такие же физико-механические характеристики, как реальный алмазный инструмент [3]. Это раздвигает рамки исследований, позволяя моделировать процесс шлифования, приближая его к реальным условиям. Но для этого необходимо создание специального оборудования. Этим и объясняется актуальность данной работы. На кафедре химии и основ экологии изготовлены лабораторные установки, позволяющие исследовать процессы как алмазного, так и абразивного шлифования, а также комбинированные методы обработки и правки, используя для этой цели, как стандартный алмазный инструмент, так и его фрагменты. Использование малогабаритных лабораторных установок для исследования процессов алмазно-абразивного шлифования имеет следующие преимущества, перед стандартным шлифовальным оборудованием:

- малые габариты и минимальная энергоемкость;
- незначительный расход реактивов на приготовление смазывающе-охлаждающих жидкостей, и электролитов;

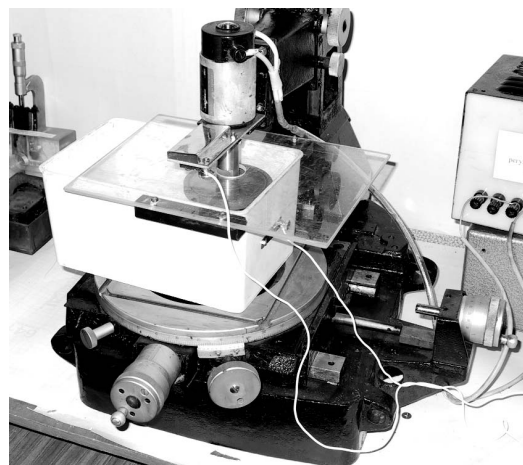
- возможность осуществлять более точное позиционирование инструмента относительно обрабатываемого образца;
- возможность плавного регулирования числа оборотов шпиндельного узла;
- возможность осуществления экспресс анализа при изменении режимов шлифования;
- использование образцов малого сечения, что позволяет применять стандартные источники питания при исследовании комбинированных процессов шлифования;
- возможность их использования в виде стендовых демонстрационных установок для обучения студентов;
- возможность быстрого переоборудования и модификации установок.

Для осуществления алмазного шлифования чашечными алмазными кругами без применения СОЖ была изготовлена лабораторная специальная установка. Рис 1, а.

Для ее изготовления был использован большой инструментальный микроскоп, на котором был установлен на горизонтальной стойке электродвигатель мощностью 50Вт с оправкой для крепления чашечных шлифовальных алмазных кругов с наружным диаметром 75 мм. При необходимости на горизонтальную стойку микроскопа может быть установлен электродвигатель с насадкой для крепления образца с алмазоносным слоем. Лабораторные установки для исследования процесса шлифования изображены на рис 1.



а



б

а – алмазного шлифования, б – алмазно-электрохимического шлифования

Рисунок 1 – Лабораторные установки для исследования процесса алмазно-абразивной обработки

Образцы твердого сплава с различным содержанием кобальта размером 5x5 мм закрепляют в слесарных тисках, которые были соединены с поворотным столиком микроскопа. С помощью микровинтовых прецизионных головок образец можно перемещать при необходимости в продольном и поперечном направлениях. Для исследования механизма износа алмазных кругов на электронном микроскопе были изготовлены специальные образцы в форме прямоугольников с алмазоносным слоем на различных связках. Образцы с помощью эпоксидного клея закрепляли в специальной оправке, которая затем крепилась в зажимном патроне. Для исследования качества поверхности были изготовлены образцы твердых сплавов ВК и ТК с различным содержанием кобальта, карбида вольфрама и карбида титана, а для исследования влияния углерода на эксплуатационные показатели инструментов из твердых сплавов, образцы с различным содержанием углерода. Структуру твердого сплава в состоянии поставки и после обработки определяли металлографическим и электронным анализом. Характер износа рабочей поверхности алмазных зерен отслеживали визуально на биологическом микроскопе – МИС-11. Для проведения исследований были

использованы круги на органических связках и металлических связках, а также их фрагменты на основе связок Cu-Sn и Cu Al. (Таблица 1).

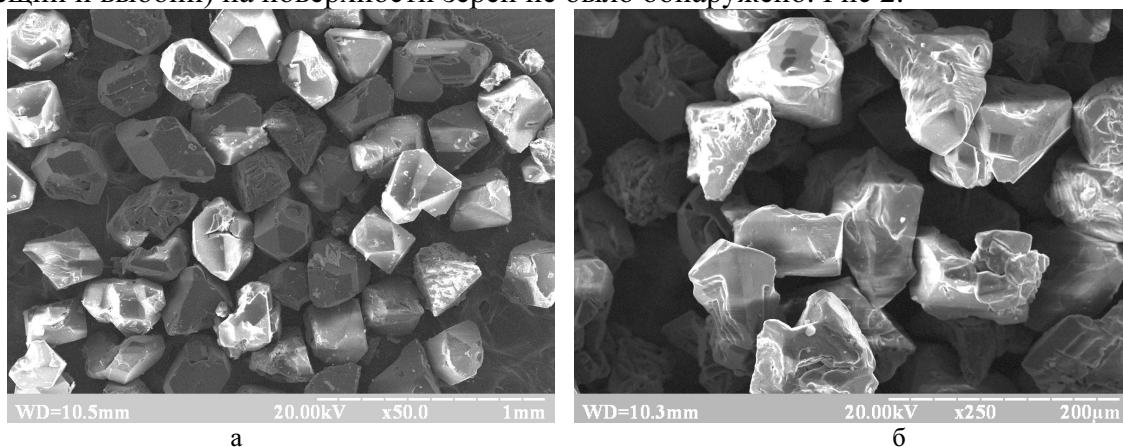
Шлифовали образцы твердых сплавов малого сечения: 20 ВК6ВС, 20ВК6ВС, ВК6, ВК6С, ВК6П, ВК8, Т15К6.

Таблица 1 – Технические характеристики фрагментов алмазных кругов

Марка алмаза	Связка	Зернистость	Концентрация, %	Марка алмаза	Связка	Зернистость	Концентрация, %
АС4	М1- 04	100/80	100	АС6	МО20-2	100/80	25
АС6	М2-01	100/80	100		М1-05		
АС6	М1-05	100/80	100	АС6	М1-05	100/80	150
АС6	МО20-2	100/80	100	АС6	М1-05	100/80	100

Для проведения исследований по алмазному и алмазно-электрохимическому шлифованию твердых сплавов была изготовлена специальная установка. Рис. 1, б. Обработка твердого сплава проводилась непосредственно в среде СОЖ или электролита. Вращающийся алмазный круг погружался в жидкую среду до соприкосновения с образцом. Точность вертикального перемещения алмазного круга контролировали с помощью индикатора часового типа. Для предотвращения разбрызгивания, емкость закрывалась подвижной прозрачной крышкой из оргстекла, что позволяло осуществлять наблюдение за ходом протеканием процесса. Так на катод подавался через скользящий подпружиненный контакт, на анод - через прижимной винт. Частота вращения электродвигателя постоянного тока плавно регулировалась специальным приводом. Для проведения исследований с использованием твердых смазок были изготовлены карандаши на основе воска и стеарина с добавлением как обычного, так и мелкодисперсного графита, а также твердой фракции графитолов.

Исследование микропорошков при помощи электронного микроскопа показало, что большинство, как алмазных зерен, так и зерен из кубического нитрида бора имеют форму близкую к округленной. Зерен с вытянутой (эллипсообразной), оказалось незначительное количество. Они имели большое количество микрокромки и внешне отличались лишь размерами. Дефектов структуры (трещин кливажа, полигональных трещин и выбоин) на поверхности зерен не было обнаружено. Рис 2.

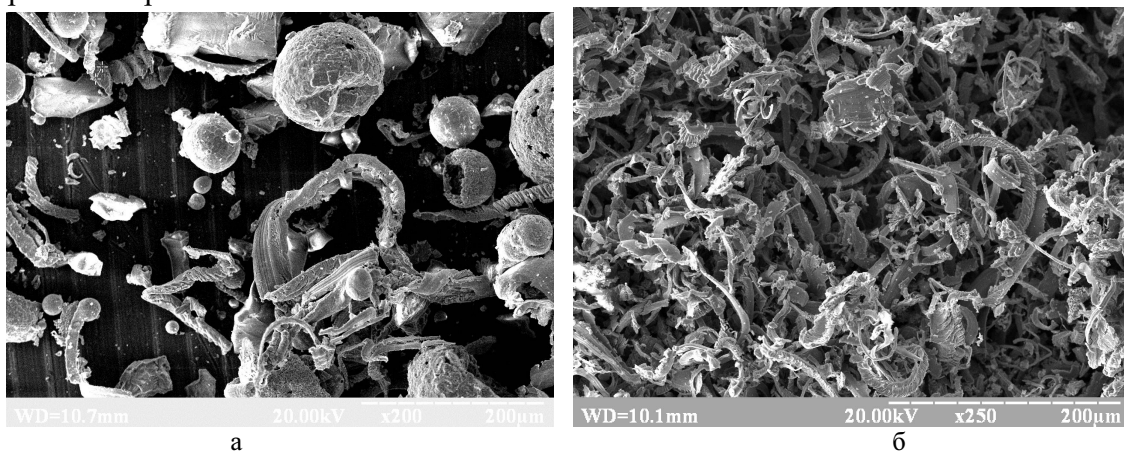


а – порошок из синтетического алмаза 80/63; б – порошок из кубического нитрида бора 250/200

Рисунок 2 – Электронные фотографии зерен микропорошка из синтетического алмаза и кубического нитрида бора

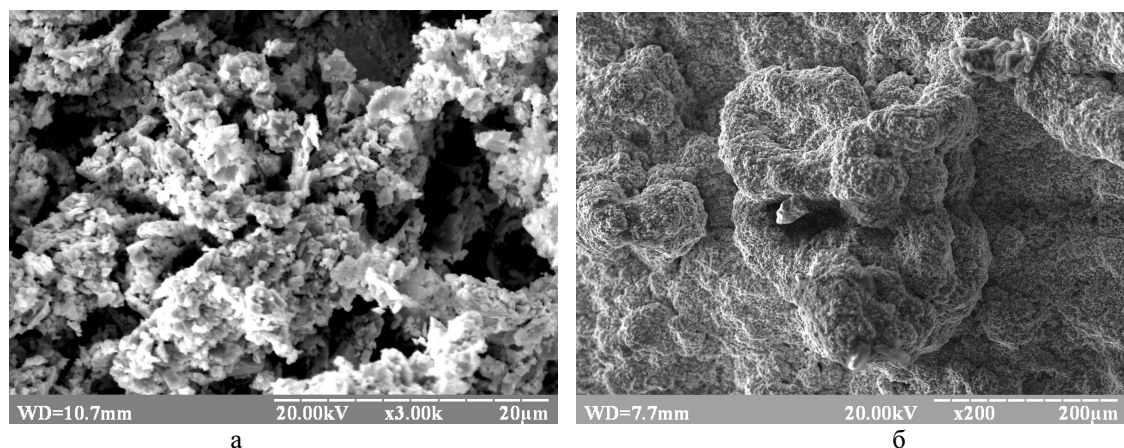
Исследование состояния рабочей поверхности круга и шлама в поле зрения электронного микроскопа показывает, что после абразивной обработки инструментальных сталей шлам представляет фрагменты спиралевидной стружки со следами побежалости, каплевидные оплавленные частицы и зерна абразива. Средняя толщина стружки равна 20 – 30 мкм. После алмазной обработки магнитного сплава ЮН15ДК25БА стружка серпообразная. Следов побежалости и частиц алмазных зерен не обнаружено. Средняя толщина стружки 3-5 мкм. Рис. 3.

Это свидетельствует о том, что при осуществлении обработки абразивным инструментом инструментальной стали, температура в зоне резания соответствовала температуре плавления металла. Использование алмазного инструмента позволило существенно уменьшить температуру и улучшить условия резания. После обработки твердого сплава на рабочей поверхности круга остаются фрагменты порошкообразной массы мелких частиц серого цвета, которые спекаются в агрегатные образования и покрывают всю поверхность круга. Особенно активно спекание и агрегатирование порошкообразной массы частиц твердого сплава осуществляется вокруг зерен, образуя бугристые наросты. Рис. 4.



а - инструментальной стали, б – магнитного сплава

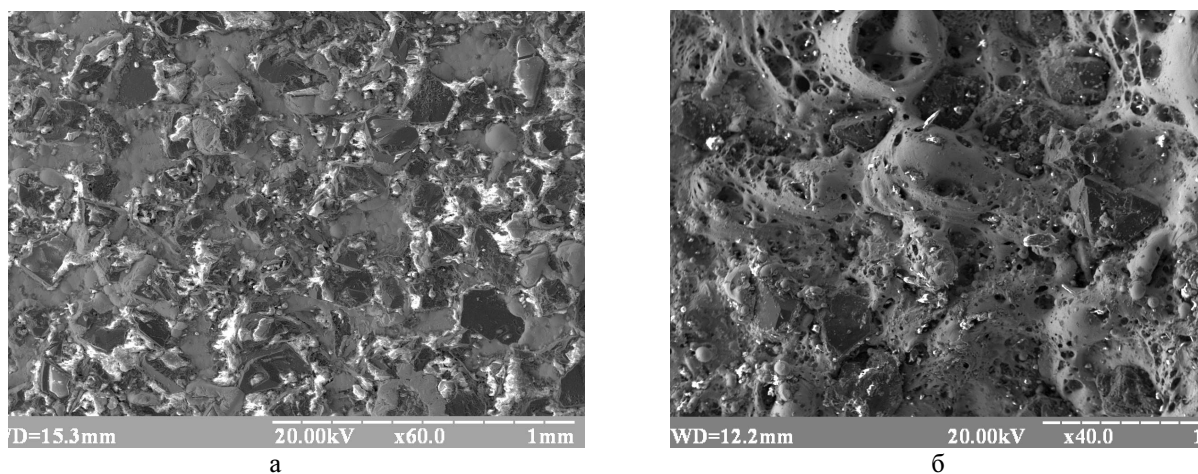
Рисунок 3 – Фрагменты стружки, полученной после абразивной алмазной обработки



а – агрегатные образования порошкообразной массы после шлифования твердого сплава; б - наросты вокруг алмазных зерен

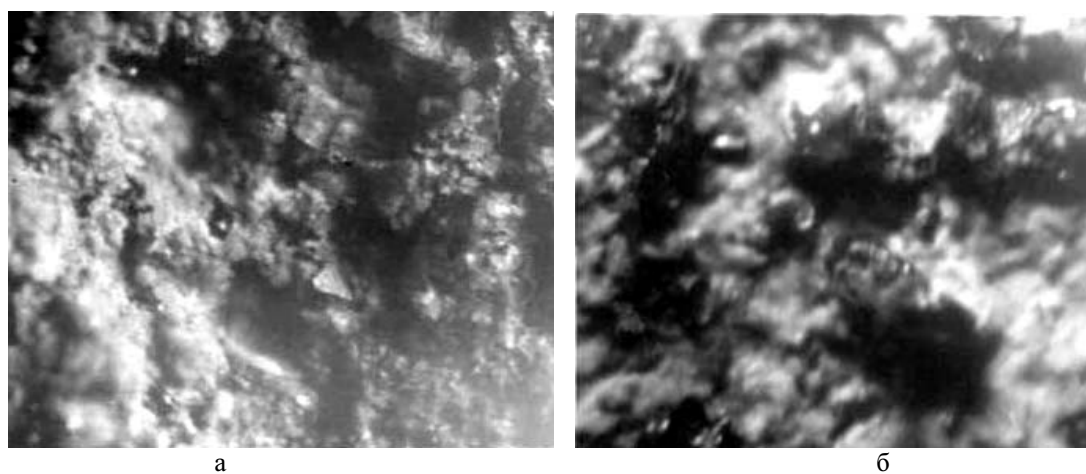
Рисунок 4 – Рабочая поверхность алмазного круга «заселенная» мелкодисперсной порошкообразной массой в поле зрения электронного микроскопа

Г. Рейнхард И В.Грюнвальд предполагают [4], что губчатая масса, которая осаждается на алмазные зерна, представляет чистый кобальт, выполняющий функцию катода. Губчатый слой препятствует возникновению коротких замыканий, и это дает возможность работать при больших плотностях тока без ущерба для качества. Анализ внешнего вида стружки и расчет ее параметров позволяет судить об условиях, в которых происходило микрорезание, и о теплонапряженности процесса. В работе [1] высказано предположение о возможности эффективного использования размерной обработки дугой (РОД) для профилирования кругов на металлических связках. В этой связи исследовано различных методов правки на состояние режущей поверхности алмазных кругов, в том числе и с помощью РОД. Установлено, что правка с помощью размерной обработки дугой не обеспечивает формирование необходимой микроструктуры режущего профиля, ведет к оплавлению участков связки, графитизации зерен, образованию наплывов, величина которых намного превышает высоту выступания зерен, которые фактически находятся во впадинах кратеров. Не обеспечивает и достаточно хорошего качества подготовки поверхности и правка абразивом. Наряду с выступами алмазов на поверхности круга видны гребешки связки. Наиболее высокое качество получено при использовании электрохимической правки. Рис. 6.



а – круга на гальванической связке; б – алмазного круга после правки РОД

Рисунок 5 – Участки рабочей поверхности алмазно-абразивного инструмента круга



а – после абразивной правки, б – после электрохимической правки

Рисунок 6 – Рабочая поверхность алмазного круга в поле зрения инструментального микроскопа

Исследовано состояние режущей поверхности кругов на гальванической связке. Достоинством их применения является то, что они не требуют правки. Экспериментально установлено, что они обладают наиболее высокой режущей способностью. Круги с гальваническим закреплением зерен имеют наибольшую высоту выступания зерен над уровнем связки и более высокую плотность расположения на рабочей поверхности, что и обеспечивает как высокое качество обработки, так и большую производительность шлифования магнитных сплавов.

Выводы

1. Использование лабораторного (стендового) оборудования для проведения исследований по алмазно-абразивной обработке позволяет приблизить результаты моделирования процесса к реальным условиям шлифования, способствует высвобождению станочного оборудования, снижению затрат материальных ресурсов и экономии времени.
2. Электронно-микроскопическое исследование шлама позволяет определить условия, при которых происходило микрорезание, влияние температурного фактора, форму и параметры стружки при обработке магнитного сплава, или размеры микрочастиц при обработке твердого сплава.
3. Экспериментально установлено, что использование метода размерной обработки дугой для формирования режущего профиля нецелесообразно из-за образования наплывов вследствие оплавления связки, величина которых превышает высоту выступания зерен над уровнем связки, а также вследствие снижения ресурса использования алмазных зерен из-за их графитизации.
4. Показано, что более эффективным методом восстановления режущего профиля, по сравнению с правкой абразивом является электрохимическая правка.
5. Электронно-микроскопическим анализом установлено, что круги на гальванической связке имеют наиболее развитую структуру режущего микропрофиля, в результате чего, способны обеспечить наиболее высокое качество и производительность размерной обработки как твердых, так и магнитных сплавов.

Список литературы

1. В.М. Боков, А.М. Бровченко, Т.О. Мельник. Про можливість використання процесу розмірної обробки дугою для профілювання алмазних кругів на металевій зв'язці. Тезиси доповідей на Першій міжнародній науковій конференції „Машинобудування та металообробка - 2003”. Кіровоград 2003. Вип. 12. С. 11-12.
2. А.М. Бровченко, І.П. Пономаренко, Н.Г. Возна. Дослідження ефективності алмазно – електрохімічного шліфування з автоматичною правкою робочої поверхні алмазних кругів струмом зворотної полярності. Збірник наукових праць КДТУ „Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація” Вип. 6. Кіровоград 2000. – С. 25-27.
3. В.І. Лаврінченко, І.В. Лещук, В.О. Скрябін. Підхід до вибору складу технологічних рідин, як нетрадиційного засобу неявної поляризації при шліфуванні. //Сверхтвердые материалы,-2006-№ 3. С. 62-71.
4. Zum elektrolytischen Abtrad von Hartmetall mit Diamantschleifscheiben von Dr Hans Reinhart und Walter Grunwald Werkstatt und Betrieb 1962 N95. S 212 -118.

В статті приведені результати досліджень якості підготовки ріжучої поверхні алмазних кругів і процесу шліфування твердих і магнітних сплавів на лабораторних малогабаритних (стендових установках.)

The results of the investigation of the preparation quality of cutting surface of diamond wheels and the process of hard alloys grinding on small -side stand installations are given in the article Magnet alloys stand installations cutting relief