

УДК 621.923

Р.М. Стрельчук, канд. техн. наук, Харьков, Украина,
Ш.К. Джха, канд. техн. наук, Нью-Дели, Индия

ОСОБЕННОСТИ ИЗНОСА АЛМАЗНЫХ КРУГОВ ПРИ ШЛИФОВАНИИ ТВЕРДОГО СПЛАВА «ВОЛКАР»

Представлено оптичні та електронно-мікроскопічні дослідження ріжучої поверхні алмазних кругів при шліфуванні твердого сплаву «ВолКар». Показано, що різні ділянки рельєфу і ріжучі кромки алмазних зерен в одному і тому ж процесі шліфування піддаються різним видам дії і зносу, не мають системного характеру.

Представлены оптические и электронно-микроскопические исследования режущей поверхности алмазных кругов при шлифовании твердого сплава «ВолКар». Показано, что различные участки рельефа и режущие кромки алмазных зерен в одном и том же процессе шлифования подвергаются различным видам воздействия и износа, не имеющим системного характера.

It shows the optical and electron microscopy studies of the cutting surface of the diamond wheels for grinding hard alloy "WolKar." It is shown that different portions of the relief and the cutting edges of the diamond grains in the same grinding process are subjected to various types of impact and wear, do not have systematic.

Алмазно-искровое шлифование наноструктурного твердого сплава «ВолКар», обладающего отличительными по сравнению с обычными твердыми сплавами свойствами привносит ряд особенностей в механизм износа рабочей поверхности алмазных кругов и состояние их режущей поверхности. Введение дополнительной энергии в зону резания способствует самозатачиванию алмазных кругов и обеспечению развитости рельефа. Засаливание алмазного круга, а также сглаживание рельефа не обнаруживается. Обычное же алмазное шлифование в течение короткого периода работы приводит к заполнению межзеренных пространств на поверхности круга и потере развитости рельефа. Микрофотографии поверхностей алмазных кругов после алмазного и алмазно-искрового шлифования сплава «ВолКар» представлены на рис. 1.; снимок выполнен с помощью микроскопа сравнения МИС-51 фотографированием поверхностей двух алмазных кругов после шлифования в течение двух минут. Использовались алмазные круги одинаковой характеристики на металлической связке М1-01 (зернистость – 100/80, концентрация – 4), шлифование производилось со скоростью $V = 25$ м/с и поперечной подачей $S_{\text{поп}} = 0,015$ мм/дв.ход; на микрофотографии справа показана рабочая поверхность алмазного круга после работы в обычных условиях шлифования с охлаждением, слева – после алмазно-искрового шлифования.

На снимке четко просматривается существенная разница в состоянии режущих поверхностей кругов: алмазные круги, работающие в условиях АИШ, практически не засаливаются, сохраняют развитый самозатачивающийся рельеф. Поэтому анализ характера износа зерен в кругах в условиях АИШ представляется целесообразным.

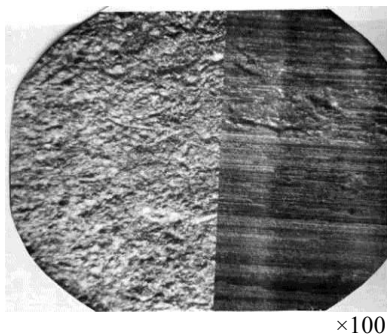


Рисунок 1 – Рабочие поверхности двух алмазных кругов на металлической связке после АИШ и обычного шлифования

Имеющиеся работы по износу алмазных кругов относятся либо к обычным процессам, либо к процессу АИШ при обработке традиционных твердых сплавов [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Показано, что характер износа алмазных зерен на поверхности алмазных кругов весьма различен; он сопровождается сколами отдельных элементов зерен, микровыкрашиваниями различных микрокромки, абразивным воздействием, графитизацией, а также окислительным, адгезионным и диффузионным видами.

В представляемой работе рассмотрены некоторые особенности износа, присущие процессу АИШ наноструктурного твердого сплава «ВолКар». Изучение режущей поверхности алмазных кругов и зерен производилось с помощью электронного сканирующего микроскопа «JEOL-JSM-50».

Действие электрических разрядов на поверхности токопроводящей связки способствует ее частичному удалению, вскрытию и появлению из матрицы круга новых алмазных зерен, обеспечивая развитость и активизацию режущего рельефа (рис. 2).

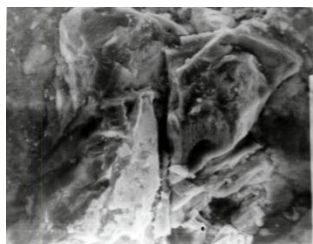
Как видно из рис. 2 вновь вскрываемые, появляющиеся алмазные зерна имеют острые режущие кромки, по всей видимости, еще не вступившие в контакт с обрабатываемым материалом и не принимавшие участие в работе микрорезания. Видно, что уровень их залегания ниже уровня связки. Поскольку в составе сплава «ВолКар» только зерна карбида вольфрама и нет связывающего, то на поверхности алмазных зерен не обнаруживаются элементы стружек, что наблюдалось ранее, при обработке твердого сплава Т15К6 [7].



×1000

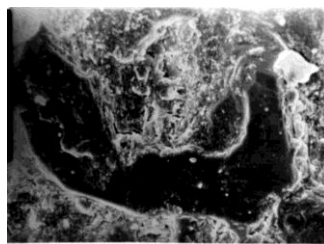
Рисунок 2 – Появление на режущей поверхности круга вскрываемых алмазных зерен

На сколовшихся элементах зерен нет характерных налипов (рис. 3), при этом отколовшиеся части зерен продолжают удерживаться на рабочей поверхности круга. Макроразрушение алмазных зерен способствует развитости, возобновлению рельефа. Механический износ микросколами можно трактовать как результат развития усталостных трещин вследствие термодинамических нагрузок; то, что отколовшиеся элементы принадлежат одному зерну видно по очертанию контуров близко расположенных участков зерна. В отдельных случаях воздействие эрозионного разряда может привести к удалению, оплавлению либо графитизации значительного участка не только поверхности, но и части алмазного зерна (рис. 4); при этом в зоне последствий разряда просматривается оплавленные элементы металлической связки.



×1000

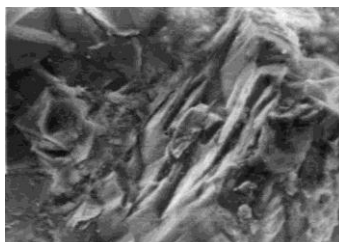
Рисунок 3 – Отколовшиеся элементы зерен, удерживающиеся на поверхности круга



×500

Рисунок 4 – Удаление значительной части алмазного зерна и оплавление связки в зоне действия разряда

Учитывая значительные размеры оплавленной зоны связки, находящейся как бы в обрамлении оставшегося на поверхности зерна, можно предположить, что действие эрозионного разряда было направлено непосредственно на зерно; но поскольку алмаз является не токопроводимым, то, очевидно, на его поверхности предварительно произошла графитизация большого участка. Можно отметить, что преобладающим видом износа алмазных зерен в кругах при обработке сплава «ВолКар» является микровыкрашивание. Его механизм можно объяснить следующим образом. В результате развитости алмазного зерна и наличия на его поверхности микрокромки, их графитизация происходит в первую очередь. Даже если действие разрядов направлено в межзеренное пространство, т.е. на металлическую связку, часть близко расположенных микрокромки будет подвержена действию разрядов, что приведет к их графитизации. В дальнейшем действие разрядов на эту часть микрокромки собственно зерна приводит к графитизации большего количества микрокромки, расположенных на всей поверхности алмазного зерна. Воздействие эрозионных разрядов на графитизированные кромки приводит к их разрушению, микросколам и постоянному образованию новых микрокромки; поверхность алмазного зерна в результате сохраняется постоянно развитой, что и обеспечивает стабильные состояния рабочей поверхности круга и его режущую способность в течение длительного периода.



×2000

Рисунок 5 – Развитая поверхность части алмазного зерна с четко выраженными микрокромками

На рис. 5 показана развитая поверхность части алмазного зерна с четко выраженными микрокромками; микровыкрашивание зерен происходит в результате сколов на иррациональной поверхности [8]; ступени скола имеют относительно гладкий рельеф с весьма незначительной высотой.

Таким образом, можно сделать общий вывод, что рабочая поверхность алмазных кругов, как и зерен на ней может быть подвержена различным видам износа, характер которого зависит от конкретных условий,

возникающих при взаимодействии режущего рельефа кругов с обрабатываемым сплавом.

Список использованных источников литературы: 1. *Бокучава Г. В.* Трибология процесса шлифования. – Тбилиси: Сабчота Сакартвело, 1984. – 238 с. 2. *Грабченко А. И.* Расширение технологических возможностей алмазного шлифования. – Х.: Вища школа, 1985. – 184 с. 3. *Корж Н. Я.* Некоторые особенности механизма износа алмазных кругов // Сверхтвердые материалы. – 1980. – № 4. – с. 35-45. 4. *Малкин С., Кук Н.* Износ алмазных кругов // Конструирование и технология машиностроения. Тр. америк. общ-ва инж.-механиков. Пер. – М.: Мир, 1971. – № 4. – с. 237-252. 5. *Семко М. Ф., Внук Ю. Н., Грабченко А. И. и др.* Высокопроизводительное электроалмазное шлифование инструментальных материалов. – К.: Вища школа, 1980. – 192 с. 6. *Ikawa N., Tanaka J.* Thermal Aspect of Wear Diamond Grain in Grinding // CIRP. – 1971. – N. 19. – P. 153-157. 7. *Узунян М. Д., Краснощек Ю.С.* Работоспособность кругов при алмазно-искровом шлифовании твердых сплавов // Резание и инструмент. – 1980. – Вып. 23. – с. 3–10. 8. *Хирст В.* Износ хрупких материалов // Контактное взаимодействие твердых тел и расчет сил трения и износа. М.:Наука. 1971. с. 23-27.

Bibliography (transliterated) 1. Bokuchava G. V. Tribologiya protsessa shlifovaniya. – Tbilisi: Sabchota Sakartvelo, 1984. – 238 s. 2. Grabchenko A. I. Rasshirenie tekhnologicheskikh vozmozhnostey almaznogo shlifovaniya. – Kh.: Vishcha shkola, 1985. – 184 s. 3. Korzh N. Ya. Nekotorye osobennosti mekhanizma iznosa almaznykh krugov // Sverkhтвердые materialy.–1980.– № 4.–с. 35–45. 4. Malkin S., Kuk N. Iznos almaznykh krugov // Konstruirovaniye i tekhnologiya mashinostroeniya. Tr. amerik. obshch-va inzh.-mekhanikov. Per. – M.: Mir, 1971.– № 4.–с. 237–252. 5. Semko M. F., Vnukov Yu. N., Grabchenko A. I. i dr. Vysokoproizvoditel'noye elektroalmaznoye shlifovanie instrumental'nykh materialov. – K.: Vishcha shkola, 1980. – 192 s. 6. Ikawa N., Tanaka J. Thermal Aspect of Wear Diamond Grain in Grinding // CIRP. – 1971. – N. 19. – P. 153–157. 7. Uzunyan M. D., Krasnoshechek Yu.S. Rabotosposobnost' krugov pri almazno-iskrovom shlifovanii tverdykh splavov // Rezanie i instrument. – 1980. – Vyp. 23. – s. 3–10. 8. Khirst V. Iznos khрупkikh materialov // Kontaktное vzaimodeystvie tverdykh tel i raschet sil treniya i iznosa. M.:Nauka. 1971. s. 23-27.

Поступила в редколлегию 26.05.2015