

К. т. н. **В. В. Непомнящий**, к. т. н. **Т. В. Мосина** (✉), к. т. н. **С. М. Волощенко**,
д. т. н. **К. А. Гогаев**, к. т. н. **М. Г. Аскеров**

Институт проблем материаловедения НАН Украины им. И. Н. Францевича,
г. Киев, Украина

УДК 669.056.9:792-492.2

ЗАВИСИМОСТЬ РЕЖУЩЕЙ И ПОЛИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ МАГНИТНО-АБРАЗИВНЫХ ПОРОШКОВ ОТ ФОРМЫ ЧАСТИЦ И СТРУКТУРЫ

Показано, что при магнитно-абразивной обработке осколочная форма частиц имеет преимущества по сравнению со сферической. Режущими элементами таких порошков являются микровыступы, определяющие шероховатость граней. Уменьшение диаметра частиц при постоянном объеме магнитно-абразивного порошка увеличивает количество режущих центров. Для обеспечения максимального съема на протяжении всего процесса полирования и снижения технологического времени достижения минимального значения Ra необходимо по мере снижения уровня Ra шероховатости использовать магнитно-абразивные материалы с более дисперсным абразивным порошком.

Ключевые слова: магнитно-абразивное зерно, силовые линии магнитного поля, микрогеометрия частиц, режущая способность, шероховатость.

Композиционные магнитно-абразивные материалы (МAM) обеспечивают максимальный съем при различном размере частиц и зависят от условий магнитно-абразивной обработки, размеров рабочих зазоров, величины напряженности магнитного поля. Форма зерен магнитно-абразивных порошков существенно влияет на их режущую и полирующую способность и в значительной мере — на условия их эксплуатации.

Можно утверждать, что магнитно-абразивные зерна на основе железа, в которых преобладает анизотропия формы, располагаются в рабочем зазоре станка своей наибольшей осью параллельно силовым линиям магнитного поля и перпендикулярно к обрабатываемой поверхности. Обработка поверхности осуществляется их микровыступами [1]. На магнитно-абразивное зерно, прижатое к обрабатываемой поверхности, кроме магнитных сил, действует сила трения, отклоняющая его по направлению движения обрабатываемой поверхности.

При этом передний угол резания становится заведомо отрицательным и увеличивается по абсолютной величине, что ухудшает условия резания [2]. Исследования порошков сферической и осколочной формы из сплава альсифер показали (см. таблицу), что осколочная форма имеет

большие преимущества по сравнению со сферической [3].

Для исследований использовали порошки, получаемые по одной технологической схеме. Одинаковый исходный состав и совместное азотирование позволили получать композиционные порошки с различной макрогеометрией зерен, но с близкими параметрами (твердостью, дисперсностью, размерами) частиц абразивного компонента — нитридов кремния и алюминия, карбида кремния (зеленого) с близкими параметрами структуры зерен, в частности плотностью распределения абразивных частиц на поверхности зерен.

Испытанию подвергали порошки зернистостью 200/160. Таким образом, сферические и осколочные порошки различались в основном формой зерен, что и позволило выявить ее влияние на режущую способность. Режущую способность определяли на образцах с исходной шероховатостью $Ra = 0,1 \div 0,12$ мкм. Было установлено, что режущая способность сферических

Свойства порошков сплава альсифер [3]

Способ получения порошка	Форма зерен порошка	Режущая способность, 10^{-6} г/(мм ² ·мин)	
		до азотирования	после азотирования
Распыление расплава	Сферическая	1,24	2,98
Домол в валках прокатного стана	Осколочная	1,80	14,5



Т. В. Мосина
E-mail: mosinatv@ukr.net

порошков повысилась в 2,3 раза, а осколочных пластинчатых приблизительно в 8 раз (см. таблицу). Этот результат можно объяснить тем, что магнитно-абразивные зерна прижимаются к полируемой поверхности преимущественно наибольшей гранью. В этом случае на единицу площади полируемой поверхности приходится значительно большее количество микрорезцов, чем при использовании магнитно-абразивных зерен сферической формы. Такая схема работы магнитно-абразивных зерен, очевидно, реализуется в тех магнитно-абразивных станках, в рабочих зазорах которых имеются зоны с механическим заклиниванием порошка [4, 5].

Таким образом, ориентация частиц, граничащих с полируемой поверхностью, носит направленный характер. При этом вероятность того, что эти зерна расположены своей наибольшей плоскостью параллельно полируемой поверхности, выше, чем вероятность их перпендикулярного расположения. Это можно объяснить проявлением анизотропии формы, которая свойственна порошкам железа. Очевидно, режущими элементами таких порошков являются не макро-, а микровыступы, определяющие шероховатость граней. Предложенная схема работы магнитно-абразивных зерен позволяет сделать вывод о предпочтительности магнитно-абразивных зерен осколочной формы с большими плоскими гранями.

Одним из важнейших факторов, определяющих эксплуатационные характеристики МАМ, являются параметры геометрии (углы и радиусы округления режущих выступов) частиц абразивного компонента, которые в отличие от зерен МАМ не только определяют производительность процесса магнитно-абразивной обработки (МАО), но и микрогеометрию вновь формируемой поверхности. С уменьшением размера зерен углы и радиусы режущих выступов уменьшаются [6, 7]. При исследовании влияния дисперсности частиц абразивного компонента на эксплуатационные характеристики МАМ в качестве абразивного компонента использовали квалифицированный порошок карбида кремния зеленого. МАМ получали методом смешивания в присутствии поверхностно-активного вещества (ПАВ) и термоактивной эпоксидной смолы ЭД-20. Этим МАМ проводили обработку заготовок из стали 45 ($HRC\ 44-46$) с исходной шероховатостью ($Ra = 0,5 \div 1,2$ мкм).

Исследовано влияние зернистости частиц абразивного компонента на режущую способность и максимально достижимую шероховатость. Эти зависимости носят экстремальный характер и достигают максимума при определенном размере (10–50 мкм), что не противоречит ранее полученным результатам для спеченных МАМ с электрокорундом [2]. Экстремальность зависимости достижимой шерохова-

тости от размера частиц абразива объясняется тем, что с возрастанием размера частиц абразива увеличивается глубина микрорезания и, соответственно, повышается величина достижимого значения шероховатости Ra . Одновременно увеличиваются углы и радиусы округления их режущих центров, и при диаметре частицы 24–25 мкм происходит переход от микрорезания к пластическому микродеформированию обрабатываемой поверхности, что согласуется с существующими представлениями о механизме абразивного резания [7, 8]. Величина диаметра частиц абразива компонента, при котором достигается максимальное значение его режущей способности, $d_{кр}$ зависит от параметров геометрии частиц абразива, свойств обрабатываемого материала (твердости, пластичности и т. д.), сил резания и других условий обработки. Увеличение режущей способности МАМ с уменьшением исходного диаметра частиц абразивных композитов d (при $d > d_{кр}$) объясняется тем, что при этом уменьшаются радиусы округления и углы режущих выступов, увеличивается глубина микрорезания и повышается вероятность перехода от пластического деформирования к микрорезанию за счет увеличения коэффициента диспергирования, что подтверждается ростом достигнутого значения Ra .

Уменьшение d при постоянном объемном содержании абразивного компонента увеличивает количество режущих центров, приходящихся на единицу площади полируемой поверхности, что также увеличивает съем металла [2].

Таким образом, максимальной режущей способностью при обработке грубых поверхностей ($Ra = 0,5 \div 1,2$ мкм) обладают МАМ с частицами абразивного компонента размерами 20–50 мкм, а при обработке поверхностей с исходной шероховатостью $Ra < 0,20$ мкм — МАМ с частицами абразивного компонента размером 10 мкм. Учитывая экстремальность зависимостей режущей способности и достижимой шероховатости от размера частиц абразивного компонента при обработке поверхностей с уровнем шероховатости $Ra = 0,5 \div 1,2$ мкм, необходимо компромиссно выбирать значение d , обеспечивающее допустимые уровни достижимой шероховатости и съема. Для обеспечения максимального съема на протяжении всего процесса полирования и снижения технологического времени достижения минимального значения Ra необходимо по мере снижения уровня шероховатости использовать МАМ с более дисперсным абразивным компонентом.

Заключение

Оптимальный размер зерен МАМ, обеспечивающих максимальный съем, определяется в каж-

дом конкретном случае в зависимости от вида МАМ, технологии его получения и условий эксплуатации.

Оптимальная форма композиционных зерен МАМ, обеспечивающая им максимальную режущую способность, — многогранник с плоскими гранями.

Библиографический список

1. **Коновалов, Е. Г.** Чистовая обработка деталей в магнитном поле / *Е. Г. Коновалов, Г. С. Шулев.* — Минск : Наука и техника, 1967. — 125 с.
2. **Барон, Ю. М.** Технология абразивной обработки в магнитном поле / *Ю. М. Барон.* — Ленинград : Машиностроение, 1975. — 128 с.
3. **Крымский, М. Д.** Разработка и исследование композиционных магнитно-абразивных материалов : автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Киев, 1983. — 24 с.
4. **Гридасова, Т. Я.** Методика использования работоспособности магнитно-абразивных порошков / *Т. Я. Гридасова, А. Ф. Жорняк, В. Е. Оликер [и др.]* // Порошковая металлургия. — 1981. — № 4. — С. 73–79.
5. **Кочура, Ю. С.** Исследование процесса магнито-абразивной обработки колец прядильных и кру-

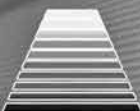
тильных машин : дис. ... канд. техн. наук. — М., 1975. — 150 с.

6. **Ваксер, Д. Б.** Пути повышения производительности абразивного инструмента при шлифовании / *Д. Б. Ваксер.* — М. — Л. : Машиностроение, 1964. — 123 с.
7. **Богомолов, Н. И.** Основные процессы при взаимодействии абразива и металла : автореф. дис. ... докт. техн. наук. — Киев, 1967. — 46 с.
8. **Кремень, З. И.** Абразивная доводка / *З. И. Кремень.* — Киев : Техника, 1974. — 80 с. ■

Получено 09.07.13

© В. В. Непомнящий, Т. В. Мосина,
С. М. Волощенко, К. А. Гогаев,
М. Г. Аскеров, 2014 г.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ



ТЕРМООБРАБОТКА

Восьмая международная специализированная выставка

Единственная в России
выставка термического
оборудования и технологий

9 - 11 сентября 2014

Россия, Москва, ЦВК «Экспоцентр», павильон 5

9-10 сентября

Международная конференция
«ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ТЕРМООБРАБОТКИ»

Разделы выставки:

- новый раздел Внепечная местная и объёмная термообработка
- Промышленные печи: муфельные, вакуумные, плавильные, шахтные, камерные, электропечи
- Индукционный нагрев: генераторы индукционных токов, индукционные плавильные печи
- Оборудование для химико-термической обработки: азотирования, цементации и т.д.
- Размерная и поверхностная обработка: формообразование, напыление
- Лабораторные печи, сушильные шкафы
- Оснастка для термического оборудования
- Системы нагрева и газоснабжения, горелки, электронагревательные элементы

- Неразрушающий контроль, испытательное оборудование, измерительные системы
- Автоматизация термообработки, системы управления и регулирования
- Энергосберегающие технологии термических производств
- Диагностика, реконструкция и модернизация оборудования
- Закалочное оборудование, масла и среды



новый раздел **Футеровка печей:** огнеупоры, теплоизоляция, клеи, футеровочные работы

Информационная поддержка:



Организатор:
 **ООО «Выставочная компания «Мир-Экспо»**

Тел./факс: 8 499 618 05 65, 8 499 618 36 83
E-mail: info@htexporus.ru | Сайт: www.htexporus.ru | Твиттер: @htexpo_ru

Россия, 115533, Москва, проспект Андропова, 22

