

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АЗОТИРОВАННЫХ И БОРИРОВАННЫХ ПОРОШКОВ ПРИ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКЕ

С. В. Рогов

Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Д. Л. Стасенко

В ходе работы была оценена производительность и перспективность применения азотированных порошков при осуществлении магнитно-абразивной обработки. Изучены свойства и микроструктура применяемых порошков. Проведены сравнения порошковых материалов различного химического состава с целью установления их полирующей способности и прочих технологических свойств.

Ключевые слова: магнитно-абразивная обработка, порошковые материалы, шероховатость.

Магнитно-абразивная обработка (МАО) – абразивная обработка, осуществляемая при движении заготовки и абразивных зерен относительно друг друга в магнитном поле. Сущность магнитно-абразивной обработки заключается в том, что порошковая ферромагнитная абразивная масса, уплотненная энергией магнитного поля, осуществляет абразивное воздействие на обрабатываемую деталь (рис. 1).

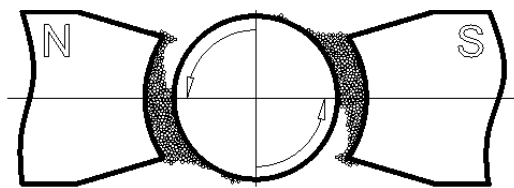


Рис. 1. Общая схема магнитно-абразивной обработки

Метод магнитно-абразивной обработки используется для повышения качества поверхности деталей и их точности. Процесс позволяет осуществлять снижение шероховатость Ra с 1,25–0,32 до 0,08–0,01 или с 10,00–2,5 до 0,32–0,08 мкм; сохранять геометрические размеры детали в пределах допуска предшествующей операции, исключать засаливание инструмента, что обеспечивает полирование мягких и вязких материалов.

Целью работы является оценка эффективности применения азотированных и борированных порошков на основе металлических отходов при магнитно-абразивной обработке.

В данном исследовании использовались диффузионно-азотированные и диффузионно-борированные порошки на основе мелкодисперсных отходов стали 16MnCr5 EN 10084, в качестве эталона применялся спеченный порошковый материал на основе железа и карбидов титана Fe–TiC. В исследованиях использовались порошки фракционного состава 25–50 мкм.

Азотирование порошков осуществляли в герметичном контейнере при температуре 560 °С в течение 12 ч. Исходный порошок мелкодисперсных отходов стали 16MnCr5 смешивался с насыщающей порошковой смесью в пропорции 1 : 5 по объему. После процесса азотирования полученный ферромагнитный абразивный порошок (ФАП) подвергался магнитной сепарации.

Толщину диффузионного слоя на частицах порошка оценивали с использованием оптической системы ПМТ-3 на микрошлифах, подготовленных в соответствии с ГОСТ 9.302-79. Металлографический анализ порошков проводили на микроскопах Neophot-21.

Шероховатость поверхности определяли прибором для измерения шероховатости «Сейтроник ПШ8-2».

Для исследований использовалась лабораторная установка для осуществления магнитно-абразивной обработки, предназначенная для обработки фасонных поверхностей.

Для установления технологических свойств новых порошковых материалов были проведены исследования их производительности и полирующей способности – способности обеспечивать достижение низкой шероховатости. Для сравнения были использованы диффузионно-борированный порошок на основе стали 16MnCr5 и спеченный порошковый материал Fe–TiC фракции 25–50 мкм. Результаты исследований приведены на рис. 2.

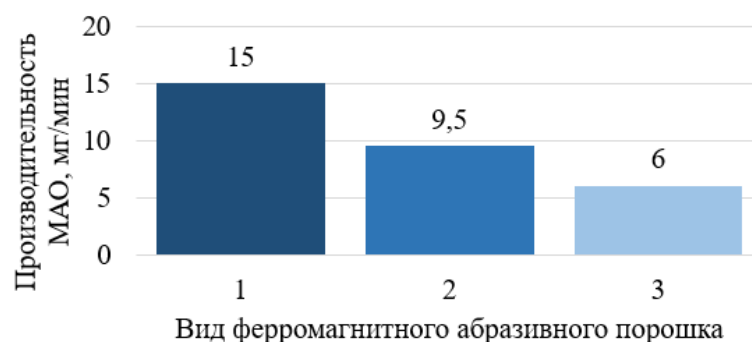


Рис. 2. Производительность ФАП в технологии МАО:
1 – борированный порошок; 2 – азотированный порошок;
3 – спеченный порошок Fe–TiC

На графике рис. 2 видно, что максимальную производительность 15 мг/мин обеспечивают порошковые материалы, получаемые диффузионным борированием отходов стали 16MnCr5. Это достигается вследствие высокой твердости поверхности частиц за счет боридов железа FeB (1450–1600 HV), что существенно выше твердости азотированного слоя (850–950 HV). Производительность азотированных порошковых материалов составила 9,5 мг/мин и оказалась существенно выше спеченного порошка-эталоны Fe–TiC, который показал производительность 6 мг/мин. Это объясняется тем, что у диффузионно-борированных и азотированных порошковых материалов вся поверхность частицы обладает высокой твердостью и является режущей частью, а у спеченного материала Fe–TiC режущей способностью обладают только включения TiC, распределенные по поверхности частицы. Кроме того, отличительной особенностью азотированных слоев является сохранение их твердости при высоких температурах.

Таким образом, несмотря на то, что азотированные ферромагнитные абразивные порошки показали производительность ниже диффузионно-борированных, они оказались эффективнее наиболее распространенного в технологии магнитно-электрической обработки спеченного материала Fe–TiC за счет большей площади режущей поверхности и применение их в технологии МАО целесообразно.

Для оценки полирующей способности исследуемых порошковых материалов были проведены исследования шероховатости обработанной поверхности после МАО с использованием различных ФАП. Исходная шероховатость образцов составляла Ra 1,25 мкм. Результаты исследований приведены на рис. 3.

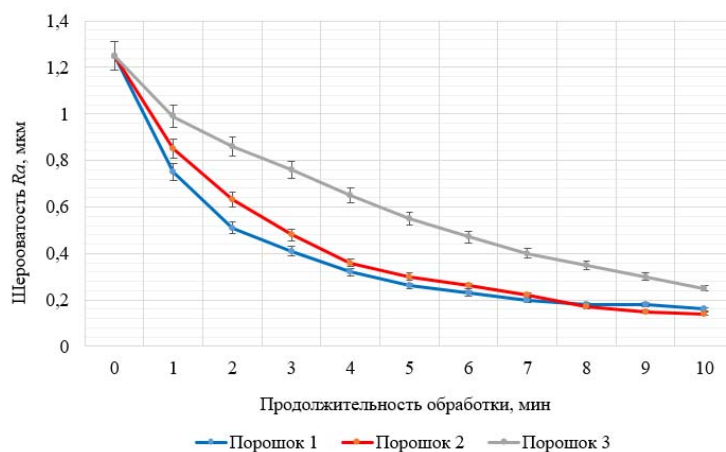


Рис. 3. Изменение шероховатости обработанной поверхности с использованием различных ФАП фракции 25–50 мкм

Как видно из графика на рис. 3, диффузионно-борированный и азотированный порошки (порошок 1 и 2) обеспечивают снижение шероховатости поверхности образца с Ra 1,25 мкм до Ra $0,32 \pm 0,03$ мкм в течение 3 минут, а продолжение обработки до 9–10 минут позволяет достичь шероховатости Ra $0,16 \pm 0,02$ мкм. Порошок-эталон Fe–TiC позволяет достичь шероховатости Ra $0,32 \pm 0,03$ мкм в течение 9 минут, что обусловлено его меньшей производительностью, а продолжение обработки позволяет достичь шероховатости Ra $0,20 \pm 0,02$ мкм. Лучшая полирующая способность диффузионно-борированного и азотированного ФАП объясняется сохранением их режущей способности в течение длительного времени, так как даже при разрушении частиц таких порошков они сохраняют твердую поверхность. У спеченного порошкового материала Fe–TiC (порошок 3) в течение обработки происходит выкрашивание твердой фазы TiC, что приводит к прекращению микрорезания обрабатываемой поверхности и не обеспечивает дальнейшее снижение шероховатости. Ввиду этого достичь снижения шероховатости с Ra 1,25 мкм до Ra $0,16 \pm 0,02$ мкм при МАО с использованием спеченного порошкового материала Fe–TiC можно только с заменой ФАП в процессе обработки, что существенно снижает производительность процесса.

Литература

1. Мрочек, Ж. А. Прогрессивные технологии восстановления и упрочнения деталей машин : учеб. пособие для машиностроит. специальностей вузов / Ж. А. Мрочек, Л. М. Кожуро, И. П. Филонов. – Минск : Технопринт, 2000. – 267 с.
2. Пантелеенко, Ф. И. Новые диффузионно-борированные материалы для магнитно-абразивной обработки / Ф. И. Пантелеенко, Е. Ф. Пантелеенко, В. М. Быстренков // Перспективные материалы и технологии : монография : в 2 т. ; под ред. акад. В. В. Клубовича. – Витебск, 2017. – С. 241–254.
3. Ящерицын, П. И. Алмазно-абразивная обработка и упрочнение изделий в магнитном поле / П. И. Ящерицын, М. Т. Забавский. – Минск : Наука и техника, 1988. – 272 с.
4. Кожуро, Л. М. Обработка деталей машин в магнитном поле / Л. М. Кожуро, Б. П. Чеми-сов. – Минск : Навука і тэхніка, 1995. – 232 с.