

**Анализ некоторых методов получения порошковых материалов  
для магнитно-абразивной обработки**

Магистрант Мышкевич П.С.

Научный руководитель – к.т.н. Дашкевич В.Г.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

При производстве машин и устройств в индустрии существенный вклад в обеспечение качества продукции вносят технологические операции заготовительного и металлообрабатывающего производства. Одним из специфических физико-химических источников является энергия магнитного поля, которая обширно применяется во многих областях техники, вплоть до атомной промышленности [1].

На эффективность процесса магнитно-абразивной обработки (МАО) сильное влияние оказывает характеристика применяемых ферромагнитных абразивных материалов. Согласно трудам, под руководством Ф.И. Пантелеенко, для данной технологии абразивные материалы должны обладать не только высокой твердостью, но и иметь высокую магнитную проницаемость.

Наиболее широкое применение в технологии магнитно-абразивной обработки получили спеченные порошковые материалы, состоящие из ферромагнитной основы и абразивных включений, обеспечивающих процесс съема металла при обработке. Данные материалы, обеспечивают высокое качество поверхностного слоя обрабатываемой детали, хотя имеют низкую стойкость и требуют замены после нескольких циклов обработки, что значительно повышает трудоемкость процесса и снижает его производительность [2].

Рабочими технологическими средами при магнитно-абразивной обработке являются ферромагнитные абразивные порошки (ФАП) и смазочно-охлаждающие жидкости. Комплекс свойств ФАП является одним из важнейших факторов, определяющих эффективность МАО. Исследования показывают, что лучшие результаты даст применение при МАО композиционных ФАП, гранулы которых состоят из ферромагнитных и абразивных компонентов. В качестве абразивных материалов для МАО применяют керметы, получаемые пресованием абразивной и ферромагнитной составляющей, а также чугуны и стальные опилки, дробь. В керметах абразивная составляющая может быть из электрокорунда белого, карбида хрома, карбида титана, карбида кремния. Массовая доля железа составляет 70...80 %. Оптимальная зернистость должна быть в пределах 125...315 мкм [3].

Для эффективной МАО сложно профильных изделий, состоящих из материалов с различными физико-механическими и магнитными свойствами, необходим инструмент - ферроабразивный порошок, способный обработать все элементы поверхностей сложного профиля за один переход. В связи с этим необходимо при выборе ФАП предусматривать наличие составляющих, обеспечивающих качественную и эффективную обработку каждого элемента сложнопрофильной поверхности детали [4].

Следует отметить, что развитой единой классификации ферроабразивных порошков не существует. Наиболее приемлемыми являются классификации по структуре частиц порошка и по способу их получения.

Одним из возможных методов получения порошковых материалов для магнитно-абразивной обработки является диффузионное легирование (ДЛ) металлических дискретных металлоотходов в виде дроби и стружки. Данные порошковые материалы обладают высокой твердостью на поверхности, за счет наличия диффузионного слоя и мягкой сердцевины, с необходимыми для данного процесса, регулируемые магнитными характеристиками [2].

Авторами [5-8] исследованы самофлюсующиеся борированные порошки на основе чугунной дроби. Ввиду своих технологических особенностей данные порошки могут идеально подойти в качестве ферроабразивных материалов при любых видах магнитно-абразивной об-

работки: от грубого шлифования до полирования. Данный ферромагнитный материал обладает высокими магнитными свойствами, так как ядро его частиц состоит из стали либо чугуна, и содержит большое количество железа. При этом боридная оболочка данных частиц представляет собой бориды железа  $FeB$  и  $Fe_2B$ , обладающих высокой твердостью. Вследствие этого борированный порошок на основе чугуна может обладать высокими режущими свойствами и тем самым обеспечивать высокую производительность процесса магнитно-абразивной обработки [2].

К настоящему времени, получение диффузионных слоев на металлических дискретных материалах, с высокой твердостью и небольшой толщины, затруднительно, так как при классических методах химико-термической обработки основной целью является формирование покрытия максимальной толщины. Для сплавов на основе металлических порошков для магнитно-абразивной обработки формирование максимальной толщины диффузионного слоя вызывает отрицательный эффект эксплуатационных свойств, так как с ростом толщины диффузионного слоя снижаются магнитные характеристики сплавов. Поэтому для изготовления ДЛ сплавов, применяемых при магнитно-абразивной обработке необходимо достаточно точно формировать диффузионные слои определенной толщины и сохранять мягкую, магнитную сердцевину сплава [2].

### Список использованных источников

1. Мышкевич, П. С. Некоторые особенности финишной обработки изделий в магнитном поле / П. С. Мышкевич, А. Р. Белов; науч. рук. В. М. Константинов // Новые материалы и технологии их обработки [Электронный ресурс]: сборник научных работ XXIII Республиканской студенческой научно-технической конференции, 21–22 апреля 2022 года / сост.: А. П. Бежок, И. А. Иванов. – Минск: БНТУ, 2022. – С. 211-212.
2. Физико-химические принципы и технологические основы создания диффузионно-легированных сплавов для магнитно-абразивного модифицирования оболочек теплоделяющих элементов активных зон ядерных реакторов: отчет о НИР (заключ.) / БНТУ; рук. В.М. Константинов. – Минск, 2018. – 115 с. – № ГР 20160957.
3. Хомич, Н.С. Магнитно-абразивная обработка изделий: монография/ Н.С. Хомич. - М.: БНТУ, 2006. – 218 с.
4. Семко, М.Ф. Рабочая поверхность абразивного зерна при микрорезании/ М.Ф. Семко, О.А. Торопов. // Науч.-техн. сборник: Резание и инструмент. Выпуск 17. - Харьков: Высшая школа, 1977. – С. 3–6.
5. Пантелеенко, Ф. И. Оценка возможности использования борированных порошков в технологии магнитно-абразивной обработки / Ф. И. Пантелеенко, Г. В. Петришин, А. Ф. Пантелеенко // Инженерия поверхностного слоя деталей машин : сборник материалов II Международной научно-практической конференции, 27-28 мая 2010 г. : посвященной 85-летию со дня рождения академика О.В. Романа, 55-летию кафедры "Порошковая металлургия, сварка и технология материалов" БНТУ / ред. колл.: Б. М. Хрусталеv, Ф. И. Пантелеенко, В. Ю. Блюменштейн. – Минск: БНТУ, 2010. – С. 112 - 113.
6. Пантелеенко, Ф. И. Новые материалы из металлических отходов для технологий восстановления, упрочнения и финишной обработки / Ф. И. Пантелеенко, Е. Ф. Пантелеенко, Г. В. Петришин // Белорусская инновационная неделя «Состояние и перспективы совместных белорусско-украинских исследований в области информационных, космических и лазерных технологий, новых материалов, биотехнологий, медицины, охраны окружающей среды»: научно-практический семинар. – 2011. – 16–17 ноября.
7. Патент РБ 11033 Порошок для магнитно-электрического упрочнения.
8. Борированные порошки из отходов производства для магнитно-абразивной обработки / Ф.И. Пантелеенко [и др.] // Инновации в машиностроении: сборник МНПК, Новосибирск, 2017. С 394–402.