

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЕРРОАБРАЗИВНОГО ПОРОШКА НА ОСНОВЕ СВС-МЕТОДА ДЛЯ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Залуцкий М.А.

Научные руководители: к.т.н., доцент Сергеев Л.Е.,

ст. преподаватель Сенчуров Е.В.

*Белорусский государственный аграрный технический университет
г. Минск, Республика Беларусь*

Повышение производительности процесса изготовления и качества деталей сельскохозяйственной техники достигается путем комплексной механизации и автоматизации производства, применением высокоэффективных методов механической, в частности, финишной обработки. Поэтому задачу интенсификации производства следует решать также путем создания принципиально новых методов механической обработки, основанных на ином характере взаимодействия инструмента с поверхностью детали.

К числу таких перспективных методов относится процесс магнитно-абразивной обработки (МАО) [1,2]. Этот процесс стабильно обеспечивает получение шероховатости поверхности $R_a = 0,01 - 0,4$ мкм, температур процесса значительно ниже в сравнении с традиционными методами механической обработки, что способствует образованию качественной структуры поверхностного слоя.

В настоящее время для магнитно-абразивной обработки применяются следующие виды ферроабразивных порошков (ФАП): механические смеси, керметы и литые. Однако для многих видов ФАП характерны многоступенчатость технологии изготовления, а также высокая стоимость конечного продукта.

Поскольку одним из определяющих факторов целесообразности использования любой технологии являются ее экономические показатели, то снижение себестоимости финишной обработки деталей машин имеет важное значение.

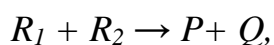
Для используемых ФАП в качестве абразивного компонента применяются в основном тугоплавкие соединения на основе карбидов, оксидов, боридов и силицидов. Поэтому главными достоинствами СВС-метода являются отсутствие больших энергозатрат при достижении высоких температур, простота оборудования, быстрое протекание реакции.

Оригинальность метода заключается в структурной макрокинетике при наличии фазовых превращений, учитывающей прямые и обратные связи между химическими реакциями и процессами переноса. Особенность СВС-метода характеризуется тем, что исходные, конечные, а иногда и промежуточные реагенты находятся в твердом состоянии даже при высоких температурах горения.

Следует отметить, что при исследовании ФАП на основе СВС-метода в качестве абразивного компонента применялись оксид алюминия Al_2O_3 и нитрид кремния Si_3N_4 . Однако эффективность их использования при обработке стали ШХ-15 ГОСТ 801-78 оказалась более низкой в отличие от обработки цветных сплавов (силумин Д16 ГОСТ 21488-76 и медь МЗ ГОСТ 859-78). На основании вышеизложенного в качестве абразивного компонента был выбран TiB_2 и проведены соответствующие его испытания.

Испытания были проведены на установке СФТ 2.150.00.00.000. Параметры и режимы МАО: величина магнитной индукции $B = 0,9$ Т; скорость резания $V_p = 1,2$ м/с; скорость осцилляции $V_o = 0,2$ м/с; амплитуда осцилляции $A = 1$ мм; коэффициент заполнения рабочего зазора $K_z = 1$; величина рабочего зазора $\sigma = 1$ мм; размерность зерна ФАП $\Delta = 160/200$ мкм; время обработки $t = 90$ с. Измерение величины магнитной индукции в рабочем зазоре производилось при использовании тесламетра Т-3. Образцами для испытаний служили втулки размерами $D \times d \times l = 36 \times 29 \times 32$ мм, материал – сталь ШХ-15 ГОСТ 801–78, 55–60 HRC. Исходная шероховатость поверхности $R_a = 0,8-1,2$ мкм. Смазочно-охлаждающее технологическое средство – СинМА-1 ТУ 38.5901176-91, 5%-ный водный раствор. В качестве базового использован Fe-TiC ТУ 88 УССР 147.002-75.

Реакция прямого синтеза из элементов с образованием тугоплавких соединений протекает следующим образом:



где $R_1 - Ti, Zr, Hf, Nb, Ta$; $R_2 - B, C, N, S$; P – конечный продукт (бориды, карбиды и т. д.);

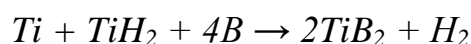
Q – тепловой эффект реакции.

Данные тугоплавкие соединения обладают необходимой энергией связи между атомами, а их многокомпонентное синтезирование путем образования объемного вещества в ходе протекания процесса изготовления указывает на возможность создания экономичных ФАП для МАО.

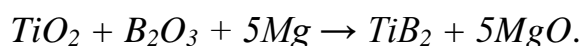
Однако основными трудностями изготовления являются высокая дисперсность реагентов (50–100 мкм), тепловой эффект реакции и реализация полноты тепловыделения. Это связано с тем, что традиционная структура ФАП состоит из абразивного (карбиды, оксиды и т. п.) и магнитного (железо, никель) компонентов. Температура процесса литья

при изготовлении ФАП составляет диапазон 1500—1600 К, в то время как при СВС-методе она равняется 2300—3800 К, что характерно для высокоэкзотермических реакций.

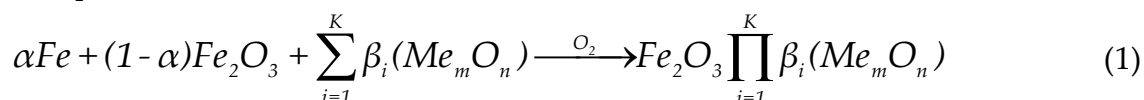
Поэтому главная проблема прикладного характера (именно изготовления ФАП) заключалась в расчете волны горения, установлении ее связи со структурой конечного продукта и определении пределов «твердопламенного горения». Как правило, СВС-продукты характеризуются высоким содержанием основной фазы и низкой концентрацией непрореагировавших компонентов, но в данном случае трудность состояла в определении неизотермического фильтрационного переноса газов по порам твердого вещества. Принцип фильтрационного горения осуществляется путем синтеза с участием следующих соединений:



и восстановительной реакции:



Установлено, как можно получить абразивный компонент, следующий этап заключался в образовании ферромагнитного компонента и его соединений. Это было реализовано путем применения порошков, как чистого железа, так и его оксида. Данные порошки представляют собой одновременно и катализатор следующей реакции:



где α , β_i — коэффициенты.

Продукт представляет собой, бесформенный спек, который затем перерабатывается в порошок механическим и (или) химическим способом.

На рис. 1 (а) показана поверхность ФАП, полученная в результате рекристаллизации при использовании СВС-метода и являющаяся режущим контуром.

По сравнению с поверхностью порошка, изготовленной по технологии литья и приведенной на рис. 1 (б), микрорельеф после СВС-метода характеризуется большей шероховатостью.

Однако в результате проведенных исследований установлено, что показатели производительности обработки и ее качества находятся на одном уровне (табл. 1).

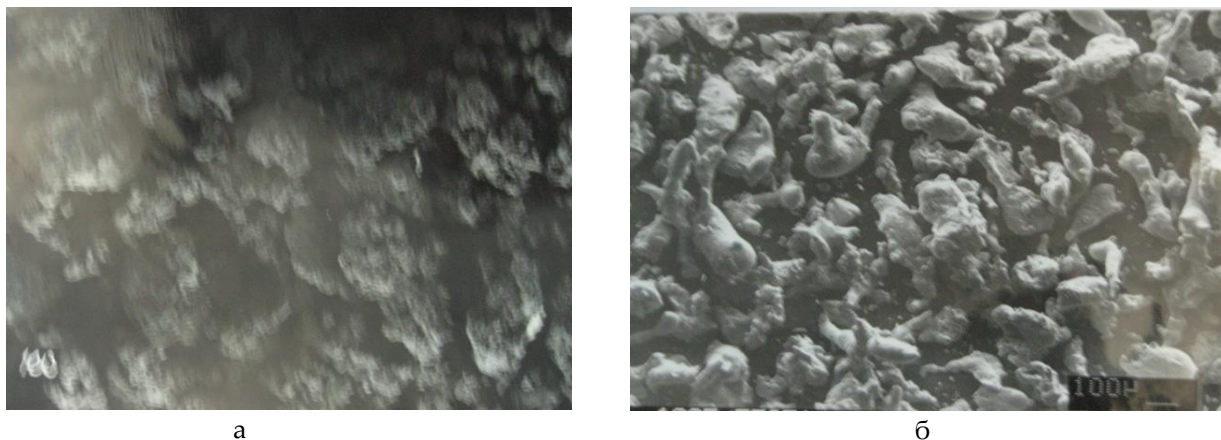


Рисунок 1. Поверхність частиц ферроабразивного порошка на основе СВС-метода (а) и полученного методом литья (б); $\times 100$.

Таблица 1. Производительность и качество обработки методом МАО при использовании различных ФАП

Ферроабразивный порошок	Массовый съем Q , мг	Шероховатость поверхности Ra_2 , мкм
$Fe-TiB_2$	250-290	0,1-0,2
$Fe-TiC$	240-270	0,15-0,3

Данное обстоятельство объясняется более низким показателем магнитных свойств ФАП на основе СВС-метода ввиду особенностей технологии изготовления. Проверка была осуществлена баллистическим методом на установке мод. БУ-3А и показала, что магнитная проницаемость ФАП на основе СВС-метода на 20% меньше, чем у Fe-TiC. Это вызывается большим содержанием абразивного компонента в общем массовом составе порошка. Таким образом, на основании проведенных испытаний установлено, что ФАП на базе СВС-метода является достаточной и полноценной заменой Fe-TiC при обработке методом МАО закаленных сталей.

В результате проведенных исследований установлено, что применение ферроабразивного порошка, полученного СВС-методом, отличается более низкой себестоимостью изготовления по сравнению с традиционно используемыми* порошками при МАО термообработанных (>50 HRC) сталей.

Список литературы

1. Барон, Ю.М. Физические основы работы магнитно-абразивных материалов / Ю.М. Барон // Магнитно-абразивные материалы и методы их испытания. – Киев: ИПМ АН УССР, 1980. – С. 10-17.
2. Сакулевич, Ф.Ю. Основы магнитно-абразивной обработки / Ф.Ю. Сакулевич. – Мн.: Наука и техника, 1981. – 326 с