

ОТДЕЛОЧНАЯ МАГНИТНО-АБРАЗИВНАЯ ОБРАБОТКА ГАЗОПЛАМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ НИКЕЛЯ

Петришин Григорий Валентинович, Быстренков Владимир Михайлович
Гомельский государственный технический университет
имени П.О. Сухого
Пантелеенко Федор Иванович
Белорусский национальный технический университет
Petrishin@gstu.by

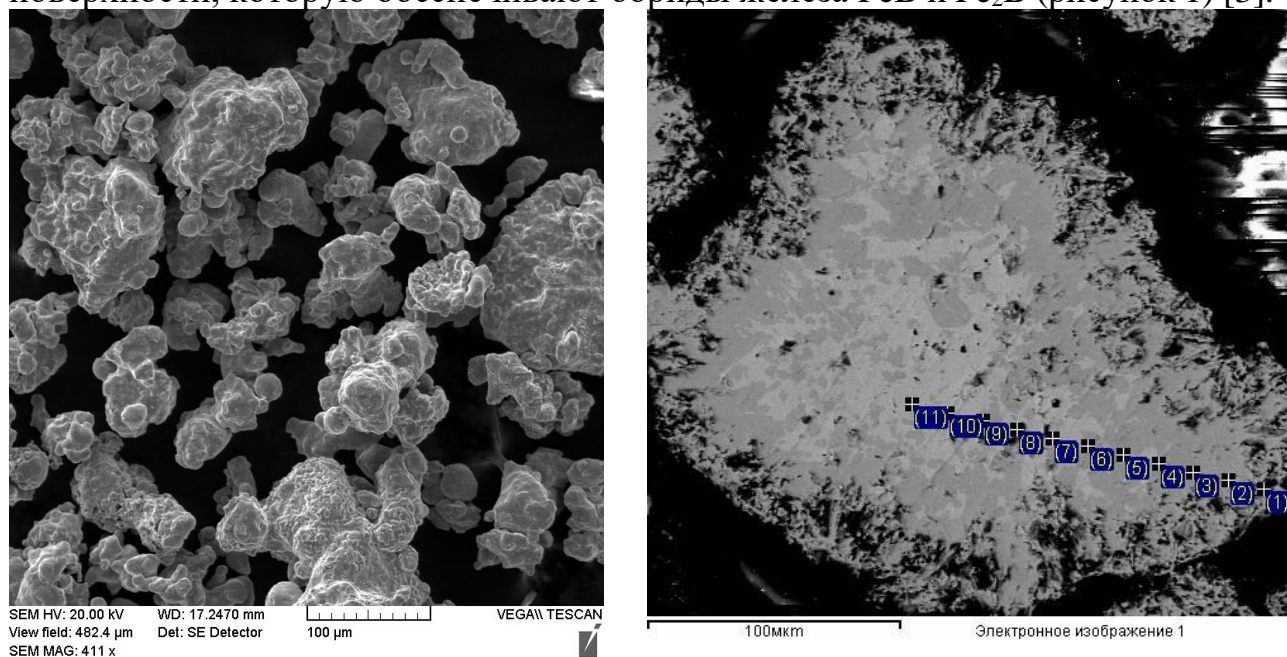
Проблема повышения срока службы изделий, работающих в условиях изнашивания, как правило, решается путем повышения твердости поверхности посредством комплексной термической обработки или, чаще всего, нанесением износостойких покрытий. Однако, свойства, обеспечивающие высокие эксплуатационные показатели изделия, обуславливают возникновение трудностей при механической обработке изделий, которая необходима для обеспечения требуемых параметров по точности и шероховатости. При этом наибольшая трудоемкость в технологическом процессе механической обработки наблюдается на отделочных операциях.

В машиностроении одними из характерных элементов, подвергающихся ускоренному изнашиванию и имеющих высокие требования по точности и шероховатости поверхности, являются детали типа «вал». Опыт изготовления точных изделий с нанесенными износостойкими покрытиями показал, что операции отделочной обработки занимают не менее 80% штучного времени всей механической обработки. Столь высокую трудоемкость обуславливает высокая стойкость покрытий к абразивному изнашиванию, а также наличие в материале покрытий никеля, приводящего к быстрому засаливанию шлифовального круга.

Ввиду этого актуальной является задача повышения производительности отделочной обработки труднообрабатываемых материалов с одновременным обеспечением требуемой шероховатости поверхности и точностных параметров детали. В данной работе исследовалась влияние вида используемого порошка-инструмента и его дисперсности на производительность процесса отделочной магнитно-абразивной обработки для тел вращения с износостойкими покрытиями из порошковых материалов системы Ni-Cr-B-Si, а также достигаемые точность размеров и шероховатость поверхности.

Известно, что на производительность процесса магнитно-абразивной обработки оказывает существенное влияние характеристика применяемых ферромагнитных абразивных материалов [1]. Так как для данной технологии абразивные материалы должны обладать не только высокой твердостью, но и иметь высокую магнитную проницаемость, существуют трудности при производстве таких материалов. Наибольшее распространение в технологии магнитно-абразивной обработки получили спеченные порошковые материалы, состоящие из ферромагнитной основы и абразивных включений, обеспечивающих процесс съема металла [2]. Однако такие материалы,

обеспечивая высокое качество поверхностного слоя обработанной детали, имеют низкую стойкость и требуют замены после нескольких циклов обработки, что значительно повышает трудоемкость процесса и снижает его производительность. Исследования производительности процесса магнитно-абразивной обработки тел вращения из улучшенной стали 45 твердостью 45...48 HRC_э с использованием новых ферромагнитных абразивных материалов на основе борированных дисперсных металлических отходов показали высокую эффективность данных материалов при обработке традиционных конструкционных материалов. Борированные порошковые материалы имеют высокие магнитные свойства за счет железной основы и высокую твердость поверхности, которую обеспечивают бориды железа FeB и Fe₂B (рисунок 1) [3].



а

б

Рисунок 1 – Борированный порошок из дисперсных металлических отходов: а – морфология; б – структура частиц

Режущие свойства данных порошков обуславливает фаза Fe₂B, обладающая твердостью 13,5...14,5 ГПа. В исходном состоянии борированные абразивные материалы имеют на поверхности и более твердую фазу FeB микротвердостью 21...22 ГПа, однако данная фаза отличается высокой хрупкостью и разрушается в самом начале магнитно-абразивной обработки.

Сравнительный анализ технологических характеристик различных порошков-инструментов показал, что при магнитно-абразивной обработке порошками на основе железа и электрокорунда [4] скорость съема металла составляла 0,8 мкм/мин, а при работе порошками на основе железа, спеченного с нитридом кремния и нитридом алюминия, скорость съема достигает 1,0 мкм/мин. При этом производительность обработки на круглошлифовальной операции с использованием шлифовального круга на жесткой связке марки 63С составляет 1,0...1,2 мкм/мин при обработке детали, при этом операцию шлифования приходится часто прерывать для правки засаливающегося круга. В

процессе магнитно-абразивной обработки не требуется правка инструмента, так как одной отличительных особенностей этой технологии является эффект самозатачивания, ввиду чего итоговая производительность процесса магнитно-абразивного шлифования труднообрабатываемых материалов оказывается на уровне технологии шлифования кругами на жесткой связке.

Повысить производительность процесса магнитно-абразивной обработки удалось за счет применения новых диффузионно-борированных материалов на основе отходов металлообработки. Такие порошки обладают высокими магнитными свойствами за счет ядра на железной основе, а также высокой твердостью оболочки, состоящей из боридов железа FeB и Fe₂B. Такой комплекс свойств позволяет получать жесткий абразивный инструмент с высокой твердостью зерна, что значительно повышает производительность. Сравнительный анализ производительности исследованных материалов приведен на рисунке 2.

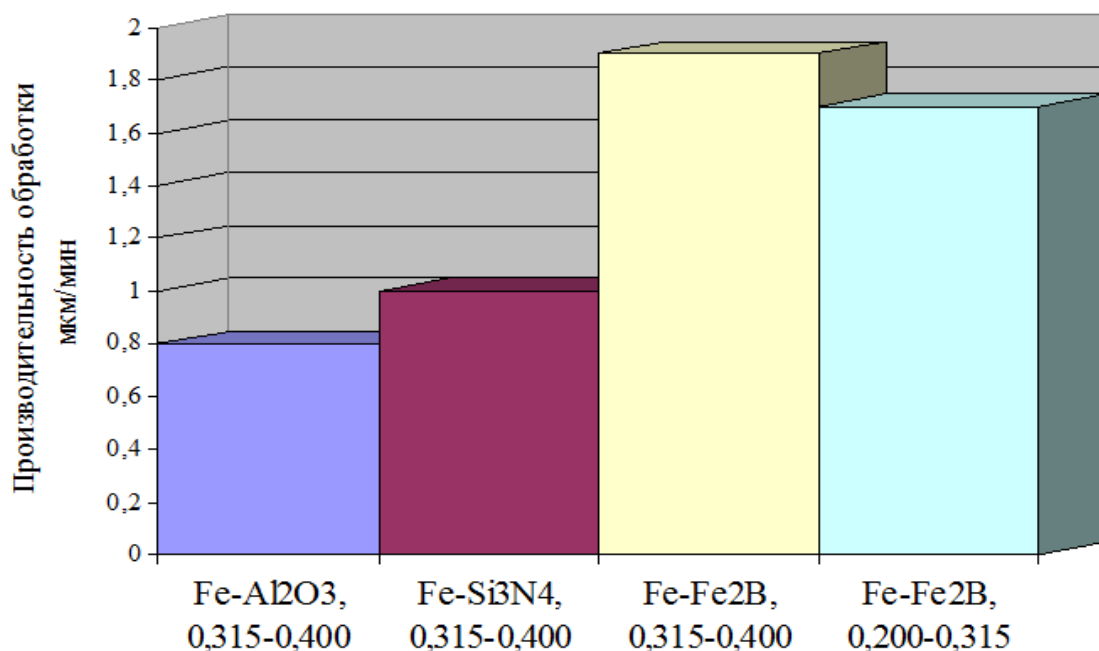


Рисунок 2 – Производительность магнитно-абразивной обработки с использованием различных порошков

Также установлено влияние фракционного состава предложенного нового порошка-инструмента на производительность процесса и качество обработанной поверхности. В частности, применение порошков зернистостью 0,315...0,400 мм показало производительность обработки опытных деталей 1,8...1,9 мкм/мин, обеспечив шероховатость Ra 0,50 мкм. Изменение фракционного состава до 0,200...0,315 мм снизило производительность до 1,7 мкм/мин, но позволило получить требуемую шероховатость Ra 0,32 мкм (рисунок 3). Лабораторные исследования по обработке экспериментальных деталей с износостойкими покрытиями показали снижение трудоемкости отделочной обработки с 220...240 мин при круглом шлифовании до 90...100 мин при магнитно-абразивной обработке борированными материалами на основе отходов металлообработки с частицами неправильной формы.

Кроме того, в работе исследовалась возможность выполнения операций магнитно-абразивного полирования тел вращения из спеченных сплавов системы Ni-Cr-B, так как для некоторых изделий, например, элементов гидроаппаратуры, шероховатость поверхности является фактором, влияющим на их эксплуатационные характеристики.

Применение в процессе магнитно-абразивной обработки ферромагнитных абразивных материалов фракции 0,063...0,080 мм позволило снизить шероховатость поверхности с Ra 0,32 мкм до Ra 0,09 мкм (рисунок 3).

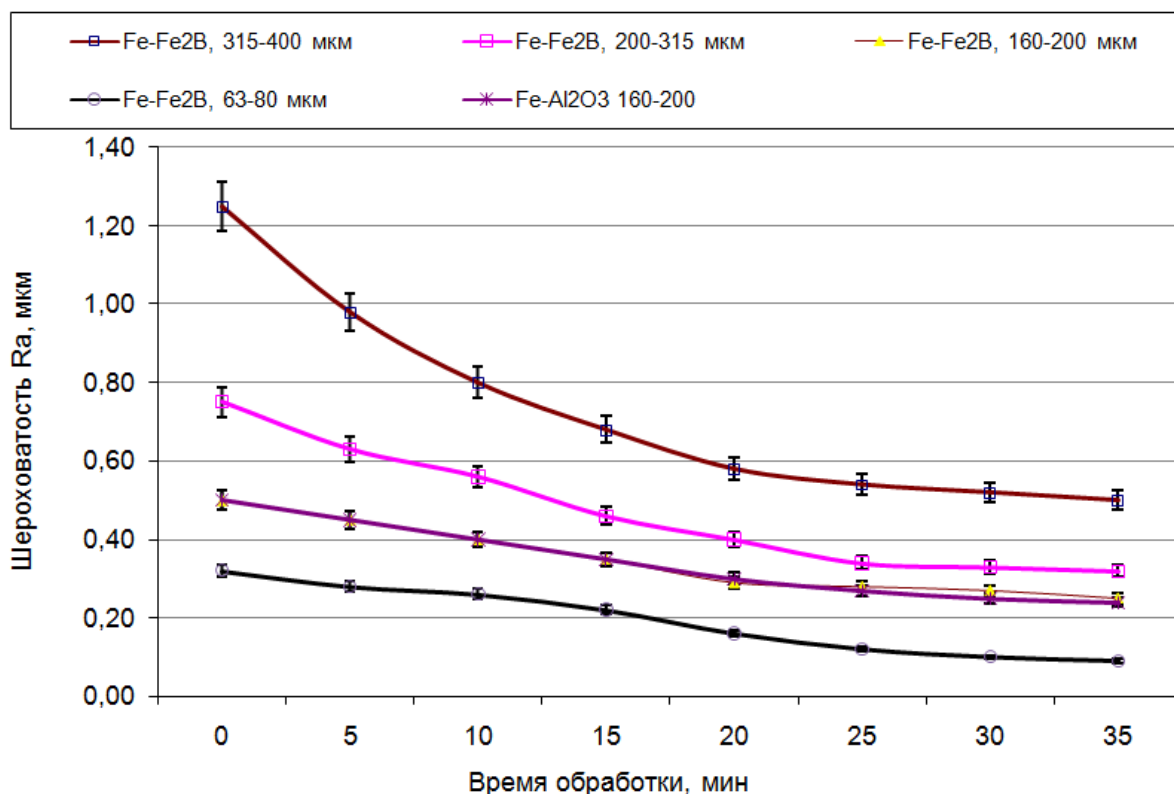


Рисунок 3 – Изменение шероховатости в процессе магнитно-абразивной обработки с использованием различных порошков

Технология магнитно-абразивной обработки была применена при отделочной обработке плунжеров насоса поддержания пластового давления, изготовленных с нанесением на их рабочие поверхности износостойкого покрытия из сплава системы Ni-Cr-B. В результате обработки шероховатость его поверхности была снижена с Ra 0.63 до Ra 0.16 мкм (рисунок 4).



Рисунок 4 – Участок плунжера, подвергнутый магнитно-абразивной обработке с использованием борированного порошка на основе железа фракции 0,063...0,080 мм (правая часть плунжера)

Таким образом, исследования показали, что магнитно-абразивная обработка труднообрабатываемых материалов борированными порошками на основе отходов металлообработки эффективнее обработки с использованием абразивных материалов на жесткой связке. Данная технология позволяет достигать шероховатости Ra 0,09 мкм, а также обеспечивает производительный сьем дефектных слоев износостойких покрытий с требуемой точностью и шероховатостью поверхности.

Литература.

1. Сакулевич Ф.Ю. Основы магнитно-абразивной обработки. – Мн. Наука и техника, 1981. – 328 с.
2. Mori T., Hirota K., and Kawashima Y.,(2003), “Clarification of Magnetic Abrasive Finishing Mechanism”, Journal of Materials Processing Technology, 143–144, pp 682–686.
3. Новые диффузионно-борированные материалы для магнитно-абразивной обработки / Ф. И. Пантелеенко [и др.] // Перспективные материалы и технологии. – 2017. – Т. 2. – С. 241–254.
4. Hanada K. and Yamaguchi H.: Development of Spherical Iron-based Composite Powder with Carried Alumina Abrasive Grains by Plasma Spray, Advanced Materials Research, Vol. 75 (2009), pp.43-46.