

**СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ
ПРИ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКЕ
ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ**

А. Е. Лисун

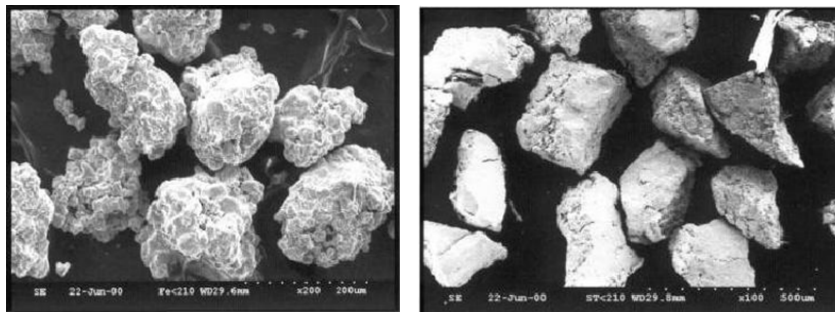
*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель Г. В. Петришин

Развитие и внедрение метода магнитно-абразивной обработки позволит в будущем увеличить производительность изготовления деталей, повысить качество выпускаемой продукции, уменьшить трудоемкость производства изделий, что будет представлять интерес и для целей промышленного союза государств. Магнитно-абразивная обработка производится с помощью абразивных порошков, которые под воздействием магнитных полей на поверхностях магнитов создают условно связанное состояние в виде щеток и при вращении заготовки производится абразивная обработка. Стоит отметить, что магнитно-абразивной обработкой можно эффективно обрабатывать поверхности сложного профиля (например: тел вращения с криволинейной образующей; винтовые; с эвольвентным, трапецидальным и др.). Известно, что абразивный порошок состоит из ферромагнитной сердцевины, поверхность которой покрыта естественными или искусственными абразивными материалами. Естественные абразивные материалы в настоящее время в металлообрабатывающей промышленности применяются редко по сравнению с искусственными, вследствие недостаточной твердости (кварц, наждак) или ограниченности природных запасов (корунд, алмаз и др.). К наиболее широко распространенным искусственным абразивным материалам относятся электрокорунд, карбиды кремния и бора, алмаз и др. Далее рассмотрим, какие абразивные материалы используются за рубежом.

Китайские ученые в 2002 г. описали принцип процесса и характеристики шлифования с помощью несвязанных магнитных абразивов на цилиндрической заготовке. При этом использовалась механическая смесь абразива карбида кремния и ферромагнитных частиц из порошковой стали X30. Размеры зерен порошка установлены в пределах до 180 мкм. В конечном итоге было выяснено, что стальной песок больше подходит для магнитного абразивного полирования, чем карбид кремния. Это обосновывается тем, что твердость карбида кремния превышает твердость стали и как видно на рис. 1, поверхности зерен карбида кремния имеют форму многогранника, что негативно отражается на получаемой шероховатости профиля поверхности детали. Достигаемая шероховатость при данном эксперименте составила до 0,042 мкм с производительностью 1,2–1,6 мкм/мин.

Корейские инженеры в 2011 г. провели эксперимент по магнитно-абразивной обработке, используя порошки с покрытием белого алюминия и карбида кремния при одинаковых режимах обработки трубы из нержавеющей стали, представленной на рис. 2. Итоги экспериментов показали, что при изменениях плотности магнитного потока и скорости шлифования достигнутая шероховатость порошками с белым алюминием гораздо лучше, чем с использованием зерен из карбида кремния при одних и тех же условиях обработки. Полученная величина шероховатости составила 0,09–0,05 мкм с производительностью обработки 0,62–0,84 мкм/мин. На рис. 3 представлены графики результатов этого проведенного эксперимента.



а)

б)

Рис. 1. Микроструктура ферромагнитных частиц с использованием стальных зерен (а) и зерен карбида кремния (б)

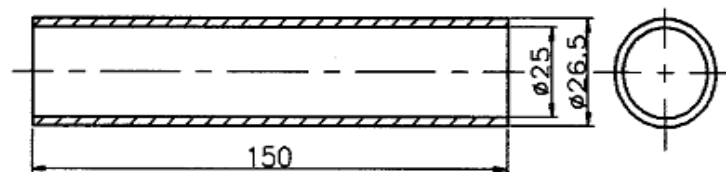
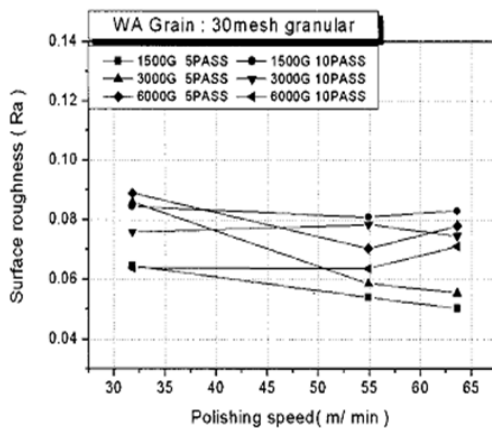
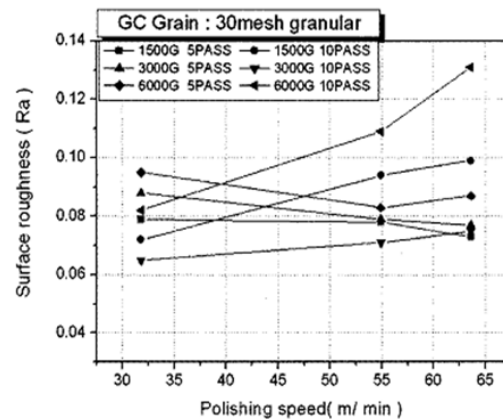


Рис. 2. Эскиз обрабатываемой трубы из нержавеющей стали



а)



б)

Рис. 3. Графики зависимостей скорости шлифования от шероховатости обрабатываемой трубы порошками из белого алюминия (а) и карбида кремния (б)

В 2009 г. в том же Китае применили магнитное полирование с гелевым абразивом для полировки цилиндрического стержня формовочной стали. При обработке в отверстии детали абразивный порошок был занесен в силиконовый гель (рис. 4). Результаты обработки показали, что получаемая шероховатость поверхности детали с помощью гелевого абразива в несколько раз меньше, чем шероховатость поверхности при обычной магнитно-абразивной обработке с помощью несвязанного магнитного абразива в качестве среды. Предельное улучшение обработки поверхности составило 85,22 % с помощью геля, основанного на магнитном абразиве карбида кремния. Шероховатость составила 0,24–0,12 мкм с производительностью 0,8–1,2 мкм/мин.

Также были проведены исследования по эффективности применения отделочной магнитно-абразивной обработки деталей типа «вал» с нанесенными на их рабочие поверхности защитными износостойкими покрытиями твердостью 54–56 HRC_э из порошковых смесей на основе сплава системы Ni–Cr–B–Si. В работе также исследовалась возможность выполнения операций магнитно-абразивного полирования тел вращения из труднообрабатываемых материалов, поскольку шероховатость поверхности является фактором, который влияет на их эксплуатационные характеристики. Применение в процессе магнитно-абразивной обработки ферромагнитных абразивных материалов с размерами зерен 0,063...0,080 мм позволило уменьшить шероховатость поверхности с Ra 0,32 мкм до Ra 0,09 мкм при высокой производительности обработки опытных деталей 1,7–1,8 мкм/мин по сравнению с производительностью обработки на круглошлифовальной операции (около 1–1,2 мкм/мин).

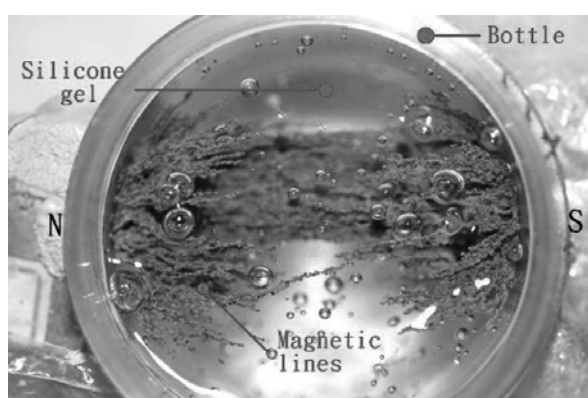


Рис. 4. Магнитное полирование с применением силиконового геля

Результаты исследований продемонстрировали, что магнитно-абразивная обработка труднообрабатываемых материалов борированными порошками на основе отходов металлообработки более эффективна в сравнении с традиционной круглошлифовальной обработкой. Данная технология позволяет достигать шероховатости Ra 0,09 мкм, а также обеспечивает производительный съём дефектных слоев износостойких покрытий с требуемой точностью и шероховатостью поверхности.

На основе результатов экспериментов за рубежом и проведенного исследования можно отметить следующие основные недостатки при магнитно-абразивной обработке:

1. Довольно низкая производительность снятия припуска при доводке вязких материалов из-за засаливания поверхности детали.
2. Недостаточная твердость и непрочное соединение составляющих в зернах некоторых материалов.
3. Высокая себестоимость материалов.

Для устранения данных недостатков следует в дальнейшем рассмотреть применение других методов термообработки (азотирование, нитроцементация и др.), исследовать самозатачивание зерен порошков с использованием восстановления поверхности абразивов в зонах стачивания методом микродугового окисления, применяемым для покрытий на многие вентильные металлы и их сплавы, в том числе на титановые, применяемые в судостроении.