

# МАГНИТНО-АБРАЗИВНАЯ ОБРАБОТКА ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ

А. Е. Лисун

*Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Г. В. Петришин, канд. техн. наук, доц.

Сущность магнитно-абразивной обработки заключается в том, что абразивный порошок под воздействием магнитного поля на поверхностях магнитов приобретает условно связанное состояние и при вращении заготовки осуществляется абразивная обработка. Магнитно-абразивным способом можно успешно обрабатывать поверхности сложного профиля (тел вращения с криволинейной образующей; винтовые; с эвольвентным, трапецеидальным и др.). Для целей промышленного развития Союзного государства развитие и внедрение данного метода обработки позволит увеличить производительность изготовления деталей, повысить качество выпускаемой продукции, уменьшить трудоемкость производства изделий.

Абразивный порошок состоит из ферромагнитной сердцевинки, покрытой естественными или искусственными абразивными материалами. Естественные абразивные материалы в настоящее время в металлообрабатывающей промышленности применяются редко 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.

В Корею в 2011 г. был проведен эксперимент по магнитно-абразивной обработке абразивными порошками из белого алюминия и карбида кремния при определенных режимах обработки трубы из нержавеющей стали (рис. 1). В результате изменения плотности магнитного потока и скорости шлифования полученная шероховатость порошками из белого алюминия лучше, чем с использованием зерен из карбида кремния при одинаковых условиях обработки. Величина шероховатости составила 0,09–0,05 мкм с производительностью обработки 0,62–0,84 мкм/мин. На рис. 2 представлены графики результатов проведенного эксперимента.

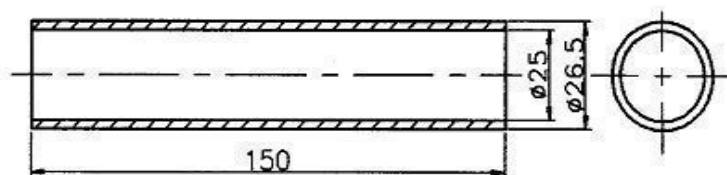


Рис. 1. Эскиз обрабатываемой трубы из нержавеющей стали

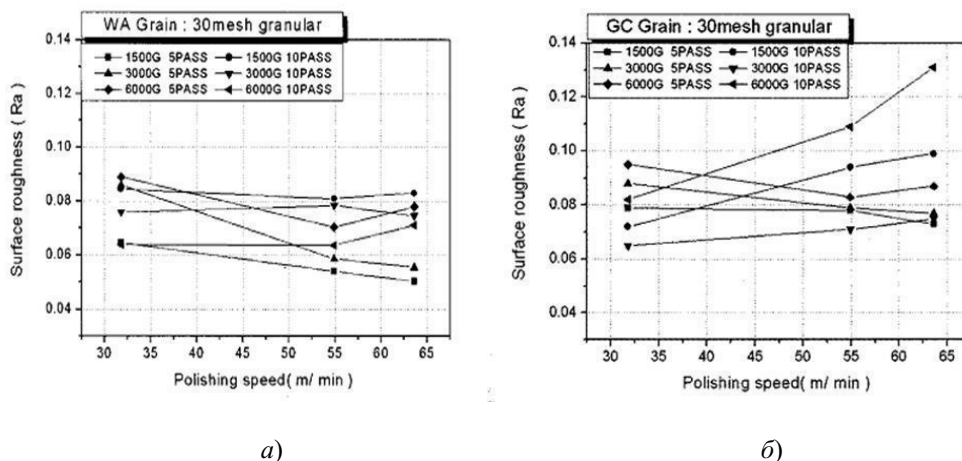


Рис. 2. Графики зависимостей скорости шлифования от шероховатости обрабатываемой трубы порошками из белого алюминия (а) и карбида кремния (б)

Китайские ученые Ян Биин-Гва, Чанг в 2002 г. описали принцип процесса и характеристики полирования с помощью несвязанных магнитных абразивов на цилиндрической заготовке. Использовалась механическая смесь абразива карбида кремния и ферромагнитных частиц из стали Х30. Размер зерен составлял 180 мкм. Результаты эксперимента указали, что стальной песок больше подходит для магнитного абразивного полирования, чем карбид кремния. Это объясняется тем, что твердость карбида кремния превосходит твердость стали, а также (как видно на рис. 3) поверхности зерен карбида кремния имеют формы многогранника, что негативно отражается на получаемую шероховатость. Достигаемая шероховатость при данном эксперименте составила 0,042 мкм с производительностью 1,2–1,6 мкм/мин.

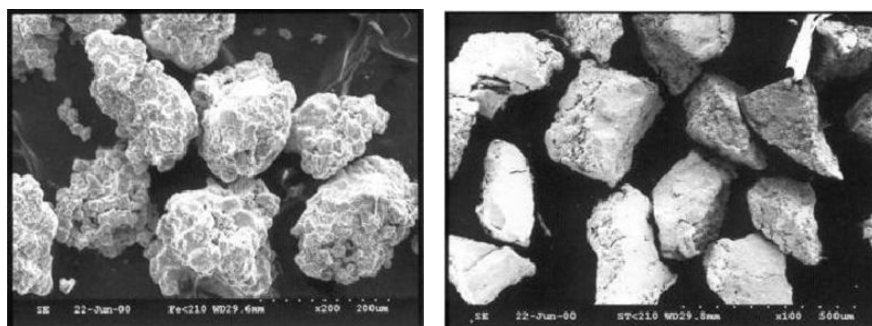


Рис. 3. Микроструктура ферромагнитных частиц с использованием стальных зерен (а) и зерен карбида кремния (б)

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

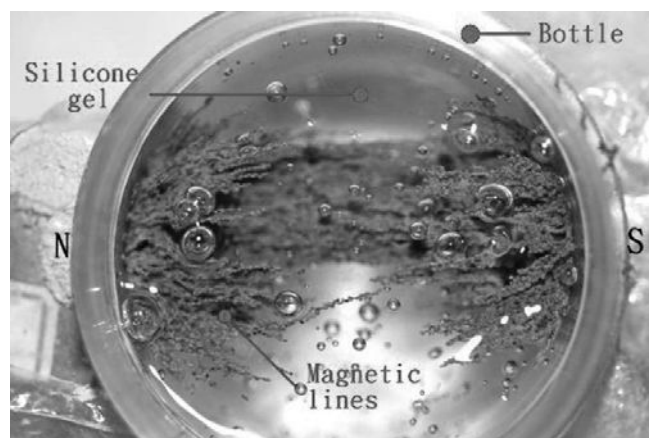


Рис. 4. Магнитное полирование с применением силиконового геля

Исследовали эффективность применения отделочной магнитно-абразивной обработки деталей типа «вал» с нанесенными на их рабочие поверхности защитными износостойкими покрытиями из порошковых смесей на основе сплава системы Ni-Cr-B-Si, твердость покрытий составляла 54–56 HRCэ.

Кроме того, в работе исследовалась возможность выполнения операций магнитно-абразивного полирования тел вращения из труднообрабатываемых материалов, так как для некоторых изделий 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 производительностью обработки опытных деталей 1,7–1,8 мкм/мин. Для сравнения производительность обработки на круглошлифовальной операции составляет 1,0–1,2 мкм/мин.

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

На основе рассмотренных экспериментов за рубежом и исследования, проведенного совместно со своим научным руководителем, можно выделить следующие основные недостатки при магнитно-абразивной обработке:

1) 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 нахождения возможных путей устранения данных недостатков следует в дальнейшем рассмотреть применение других методов термообработки (азотирование, нитроцементация и др.), а также исследовать самозатачивание зерен порошков с использованием восстановления поверхности абразивов в зонах стачивания с помощью метода микродугового оксидирования, применяемого для покрытия на многие вентильные металлы и их сплавы, в том числе на титановые, применяемые в судостроении.