

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ ДИФфуЗИОННО-ЛЕГИРОВАННЫМИ ПОРОШКАМИ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА

А. С. Матвеевков

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

Научный руководитель Г. В. Петришин

Целью данной работы является исследование технологических свойств диффузионно-легированных порошков в магнитно-абразивной обработке. Магнитно-абразивная обработка (МАО) – один из нестандартных методов обработки, в котором сила резания контролируется магнитным полем, а магнитный абразив выполняет роль режущего инструмента. Этот метод позволяет получить высокое качество обработанной поверхности при припуске в несколько микрон как на плоских поверхностях, так и на наружных и внутренних поверхностях цилиндрических деталей [1], [2]. В данном исследовании применяется абразив, состоящий из диффузионно-легированного железного порошка и ПЖРВ фракции 25–50 мкм [3].

Для проведения исследования была спроектирована специальная экспериментальная установка, позволяющая производить замеры таких величин, как плотность магнитного поля, частота вращения заготовки и зазор между полюсами и заготовкой. Магнитный абразив помещается между магнитом и обрабатываемой заготовкой. Магнитное поле создается двумя электромагнитами, полюса которых повернуты на 180° относительно друг друга. Плотность магнитного поля регулировалось изменением величины подаваемого на обмотки электромагнитов напряжения. Зазор между полюсами и заготовкой может меняться в зависимости от толщины обрабатываемой заготовки.

Наружная поверхность из стали 40Х была очищена ацетоном до и после обработки. Обрабатываемые качества магнитно-абразивной смеси анализировались путем измерения шероховатости поверхности (R_a). По результатам измерений рассчитывалось процентное улучшение качества поверхности (ΔR_a , %). Данный показатель рассчитывался как отношение между ($\Delta R_a \times 100$) и изначальной шероховатостью поверхности, где ΔR_a – это разница между величиной шероховатости R_a до и после МАО.

В процессе проведения эксперимента такие параметры, как зазор между полюсом и деталью, а также процентное содержание бориды железа и металла в смеси оставались постоянными. Некоторые параметры, такие как объем используемого магнитного абразива, скорость вращения обрабатываемой детали, плотность магнитного поля и время обработки, изменялись, после чего исследовалось процентное улучшение качества поверхности.

На рис. 1 показаны результаты опыта, в котором изменялся объем применяемого абразива от 5 до 20 г. Скорость вращения заготовки составляла 800 об./мин. Плотность магнитного поля равнялась 0,5 тесла, а обработка велась на протяжении часа. Когда объем смеси увеличивался от 5 до 10 г, ΔR_a увеличивалась, затем немного уменьшалась при увеличении объема смеси от 10 до 20 г. Слишком большое количество магнитно-абразивной смеси приводит к ее чрезмерному перемешиванию, и излишки смеси отрываются от некоторого критического объема и ухудшают качество обработки поверхности.



Рис. 1. Зависимость ΔRa от объема применяемого магнитного абразива

В опыте с изменением частоты вращения заготовки, результаты которого показаны на рис. 2, частота вращения изменялась в пределах от 400 до 1000 об./мин. Объем использованной магнитно-абразивной смеси составил 10 г. Время обработки – 60 мин, а плотность магнитного поля равнялась 0,5 тесла. При слишком высокой скорости вращения возникают излишние центробежные силы, выбрасывающие частицы абразива из зоны резания, снижая качество обработанной поверхности.

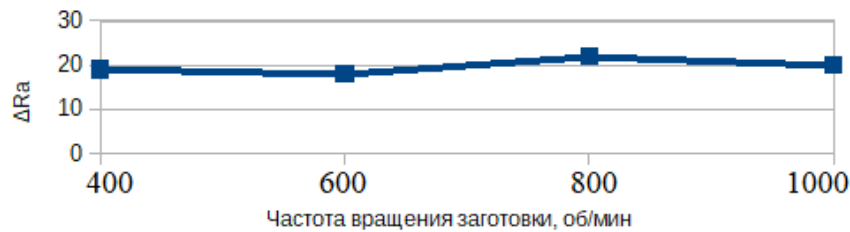


Рис. 2. Зависимость ΔRa от частоты вращения заготовки

Для исследования влияния плотности магнитного поля его величина изменялась в пределах от 0,3 до 0,7 тесла. Остальные параметры: объем использованного магнитного абразива – 10 г, частота вращения заготовки – 800 об./мин а время обработки составляло 60 мин. Результаты опыта показаны на рис. 3. При определенном зазоре с увеличением плотности магнитного поля наблюдается увеличение и ΔRa . Высокая плотность магнитного поля увеличивает силу резания абразивными частицами, что позволяет получить более тонкую обработку поверхности.

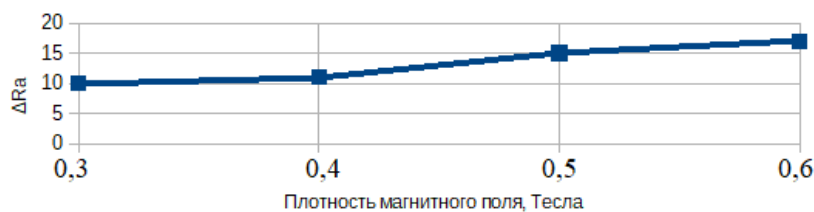


Рис. 3. Зависимость ΔRa от плотности магнитного поля

В данном опыте использовалось 10 г магнитного абразива. Частота вращения заготовки – 800 об./мин а плотность магнитного поля составляла 0,5 тесла. Опыт проводился при четырех разных величинах продолжительности обработки – 20, 40, 60 и 80 мин.

На рис. 4 отображено влияние времени МАО на ΔRa . Из рисунка видно, что увеличение ΔRa происходит при увеличении времени обработки до 60 мин, дальнейшее увеличение времени обработки не приводит к увеличению ΔRa .

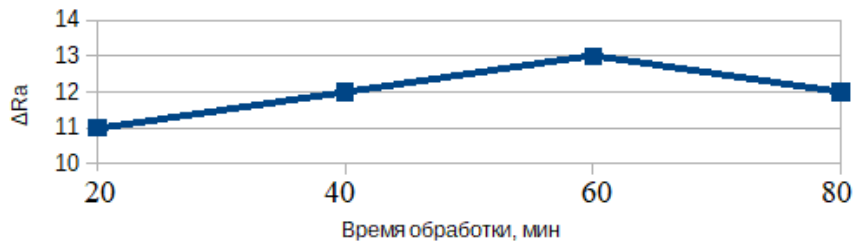


Рис. 4. Влияние времени обработки на ΔRa

В начале опыта режущие грани частиц абразива острые и убирают большую часть неровностей, в результате увеличивая показатель ΔRa . С увеличением времени обработки увеличивается и объем снимаемого с детали материала. Также плотность абразивных частиц уменьшается из-за наличия снятого материала в абразивной смеси. Если необходима более тонкая обработка поверхности, процесс должен быть остановлен и заменена магнитно-абразивная смесь или должен присутствовать механизм очистки магнитно-абразивной смеси.

Заключение. Слишком большое количество магнитно-абразивной смеси приводит к ее чрезмерному перемешиванию, и излишки смеси отрываются от некоторого критического объема и ухудшают качество обработки поверхности.

При слишком высокой скорости вращения возникают излишние центробежные силы, выбрасывающие частицы абразива из зоны резания, снижая качество обработанной поверхности.

При определенном зазоре с увеличением плотности магнитного поля наблюдается увеличение и ΔRa . Высокая плотность магнитного поля увеличивает силу резания абразивными частицами, что позволяет получить более тонкую обработку поверхности.

Результаты исследований согласуются с исследованиями, проведенными для МАО закаленной стали и спеченных материалов на основе никеля [4]. С увеличением времени обработки увеличивается и объем снимаемого с детали материала. Также плотность абразивных частиц уменьшается из-за наличия снятого материала в абразивной смеси. Если необходима более тонкая обработка поверхности, процесс должен быть остановлен и заменена магнитно-абразивная смесь или должен присутствовать механизм очистки магнитно-абразивной смеси.

Литература

1. Jayakumar, P. Semi Magnetic Abrasive Machining / P. Jayakumar // 4th International Conference on Mechanical Engineering, December 26–28, 2001, Dhaka, Bangladesh. – Section V. – P. 81–85 (Conference proceedings).
2. Vahdati, M. Micromachining of Aluminium Pipes using Magnetic Abrasive Finishing / M. Vahdati, N. Vahdati // J. Vac. Sci. Technol. B 27(3), May/June 2009. – P. 1503–1505.
3. Ферромагнитный абразивный материал : пат. 16981 С1 Респ. Беларусь, МПК С 09К 3/14, В 24Д 3/34, С 23С 8/68 ; заявитель Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – № u 20101910 ; заявл. 2010.12.29 ; опубл. 2013.04.30 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 2 (91). – С. 104–105.
4. Новые диффузионно-борированные материалы для магнитно-абразивной обработки / Ф. И. Пантелеенко [и др.] // Перспектив. материалы и технологии. – 2017. – Т. 2. – С. 241–254.