

М. В. Нерода, Д. А. Ционенко, Н. М. Ционенко
Барановичский государственный университет.
г. Барановичи, Республика Беларусь

ВЛИЯНИЕ ИНДУКЦИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ОБРАБОТКИ ПРИ МАГНИТНО-ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ШЛИФОВАНИИ

Исследовано влияние величины магнитной индукции на температурный режим при магнитно-электрическом шлифовании. Установлено, что увеличение магнитной индукции приводит к образованию мелкодисперсной структуры на поверхности покрытия.

The influence of magnetic field on the temperature in process of magnetic-and-electrical polishing is investigated. It is established that the increasing of magnetic fields value leads to formation of breaking structure of materials on the surface.

Ключевые слова: магнитно-электрическое шлифование, ферромагнетизм, упрочнение поверхности.

Key words: magnetic-and-electrical polishing, ferromagnetism, protecting covers.

Введение. Актуальным направлением в физике конденсированных сред является разработка методов получения и модификации свойств защитных покрытий [1—3], которые могут повышать твердость, износостойкость, сопротивление усталости, жаропрочность, коррозионную стойкость изделий [4—6]. В последнее время ведутся исследования по созданию нанокompозитных покрытий [7]. Активно изучаются и свойства комбинированных и гибридных покрытий [8], [9]. При этом магнитно-электрическое шлифование (МЭШ) [10] является одним из перспективных методов обработки указанных выше материалов.

Экспериментальные результаты и их обсуждение. В работе приведены данные измерения температуры в зоне обработки МЭШ напыленных газотермических упрочняющих покрытий из самофлюсующихся материалов марок ПГ-СР2, ПГ-СР4. Химический состав материала защитного покрытия ПГ-СР4: Ni — основа, Cr~17%; C~0,8%; Fe~0,7%; Si~3,5%; В~3%. Твердость покрытий находится в пределах — 55...62 НРС.

В экспериментах по измерению температуры в зоне магнитно-электрического шлифования использовался пирометр «Rayger 205». Пирометр был закреплен неподвижно на станине шлифовального станка. Относительная скорость с постоянной скоростью перемещался шлифовальный круг по поверхности, образованную газонапыленным

покрытием. При перемещении зоны обработки относительно пирометра фиксировалась температура через равные промежутки времени. В результате была установлена динамика изменения температуры в зоне обработки.

Как и предполагалось, увеличение силы тока, скорости подачи, скорости вращения круга и глубины резания приводит к увеличению температуры в зоне обработки. Однако увеличение значения магнитной индукции привело как к значительному снижению температуры в зоне обработки, так и к более быстрому охлаждению поверхности, подвергаемой воздействию.

При изменении величины магнитной индукции получены значения, представленные в таблице 1. Соответствующие графики зависимости температуры поверхности обрабатываемого покрытия от времени, полученные для значений индукции магнитного поля $B_1 = 0,1$ Тл и $B_2 = 0,4$ Тл представлены на рисунке 1, а и 1, б, соответственно.

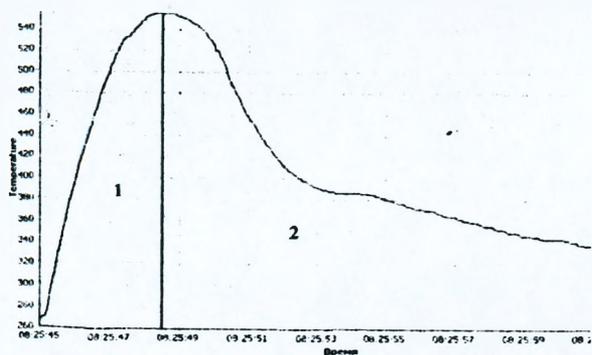
Величина погрешности измерений температуры составляет порядка $\Delta T = \pm 50^\circ\text{C}$, а величины индукции магнитного поля $\Delta B = \pm 0,02$ Тл. Таким образом, полученные данные достоверно свидетельствуют об уменьшении температуры обрабатываемой поверхности при увеличении индукции магнитного поля.

Данные рентгеноспектрального микроанализа указывают на повышение равномерности распределения химических элементов на поверхности покрытия при увеличении индукции магнитного поля. При этом на поверхности покрытия возникает мелкодисперсная структура.

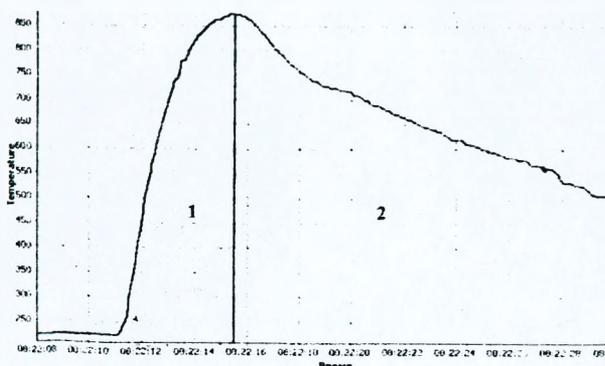
Интерпретация результатов и выводы. Уменьшение температуры в зоне обработки в присутствии магнитного поля связано с процессом дробления зерен никеля и образованием мелкодисперсной структуры. При этом магнитное поле выступает в качестве катализатора данного процесса. При достижении температур, превосходящих температуру Кюри, энергетически более выгодным является создание дополнительных границ зерен в случае, когда размеры намагниченных кластеров (остаточных доменов) отличаются от границ зерен поликристаллов.

Т а б л и ц а 1 — Значения постоянных режимов МЭШ при измерении температуры $T(V)$

B (Тл)	Температура $T_{\text{нав}}$, $^\circ\text{C}$	Постоянный параметр режимов МЭШ		
		I , (А)	z , (мм)	v , (м / с)
0,1	865	5	0,05	33,6
0,2	784	5	0,05	33,6
0,3	690	5	0,05	33,6
0,4	560	5	0,05	33,6



a)



б)

- 1 — зона интенсивного нагрева поверхности;
2 — зона установившейся температуры

Рисунок 1 — Влияние магнитной индукции B на теплообразование в зоне обработки

Таким образом, повышение значения магнитной индукции при магнитно-электрическом шлифовании и при обработке защитных упрочняющих покрытий, основой которых является ферромагнитный материал, приводит к образованию мелкодисперсной структуры на поверхности обрабатываемого образца, что в свою очередь обеспечивает более равномерное распределение химических элементов по поверхности и повышение твердости и износостойкости изделия.

Список источников

1. *Фельдман, Л.* Основы анализа поверхности и тонких плёнок / Л. Фельдман, Д. Майер — М.: Мир, 1989 — 342 с.
2. *Решетняк, Е. П.* Синтез наноструктурных пленок: достижения и перспективы / Е. Н. Решетняк, В. Е. Стрельницкий // Харьковская нанотехнологическая ассамблея «Наноструктурные материалы». — 2007 — Т. 1 — С. 6—16.
3. *Носкова, Н. И.* Субмикроструктурные и нанокристаллические металлы и сплавы / Н. И. Носкова, А. Р. Мулюков. — Екатеринбург: УрО РАН, 2003 — 278 с.
4. Адгезионные, фрикционные и деформационные характеристики покрытий Ti-(Ca, Zr)-(C, N, O, P) для ортопедических и зубных имплантатов / Д. В. Шланский [и др.] // ФТФ. — 2006. — Т. 48. — Вып. 7. — С. 1231—1238.
5. *Андреевский, Р. А.* Прочность тугоплавких соединений и материалов на их основе : справ. / Р. А. Андреевский, И. И. Спивак. — Челябинск: Металлургия, 1983. — 386 с.
6. Структура, свойства и получение твердых нанокристаллических покрытий, осаждаемых несколькими методами / В. М. Береснев [и др.]. // УФМ. — 2007 — Т. 3. С. 1—78.
7. Структура и физико-химические свойства комбинированных нанокompозитных защитных покрытий / А. Д. Погребняк [и др.]. // ФИП. — 2007. — Т. 5. — № 3-4. — С. 186—196.
8. Нанокристаллические и нанокompозитные покрытия: структура и свойства / В. М. Береснев [и др.]. // ФИП. — 2007. — Т. 5. — № 1-2. — С. 4—27.
9. Эффект облучения электронным пучком на структуру и свойства Ni сплава, нанесенного плазменной струей / А. Д. Погребняк [и др.] // Письма в ЖТФ. — 2004. — Т. 30. — Вып. 4. — С. 79—86.
10. *Дмитриченко, Э. И.* Влияние электрофизических режимов магнитно-электрического шлифования на производительность при обработке покрытий / Э. И. Дмитриченко, М. В. Нерода // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии : материалы междунар. науч.-техн. Могилев : ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет», 2004. — Ч. 1. — С. 163—165.

Материал поступил в редакцию 14.06.2011 г.