

УДК 621.921

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ОДНОРОДНЫХ ФЕРРОМАГНИТНЫХ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКЕ

А. П. ЛЕПШИЙ, М. П. КУЛЬГЕЙКО<sup>+</sup>, С. И. КРАСЮК

Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого, пр. Октября 48, 246746 г. Гомель, Беларусь.

*Представлены результаты экспериментальных исследований эффективности применения однородных ферромагнитных материалов в сравнении со специальными ферроабразивными порошками. Приведены показатели производительности и качества обработки различных материалов. Показана перспективность применения серийно выпускаемых промышленностью порошков типа чугунной дроби и стального песка при магнитно-абразивной обработке стали, цветных металлов и сплавов.*

### Введение

Магнитно-абразивная обработка (МАО) является одним из перспективных методов финишной обработки эластичным абразивным инструментом. Сущность процесса заключается в абразивном воздействии на обрабатываемую поверхность ферромагнитного порошка, уплотненного энергией магнитного поля [1]. Благодаря эффективности, простоте осуществления, универсальности и соответствию экологическим требованиям, метод находит все более широкое практическое применение [2, 3].

Существенное влияние на производительность и качество МАО оказывают физико-механические и химические свойства порошков, выполняющих роль абразивного инструмента и осуществляющих процесс резания. Поэтому порошки, применяемые при МАО, должны обладать такими свойствами как: хорошей магнитопроводностью, т. е. способностью удерживаться в рабочих зазорах между полюсами магнита или полюсом и изделием под действием магнитного поля, высокими абразивными свойствами, высокой износостойкостью и твердостью, способностью измельчаться под механическим воздействием, низкой стоимостью и т. п.

### Постановка задачи

В последние годы в связи с расширением области применения МАО наметилась тенденция разработки и использования специальных магнитно-абразивных материалов. Специальные порошки наряду с более высокими режущими свойства-

ми по сравнению с однородными ферромагнитными материалами отличаются, как правило, и значительно большей стоимостью. Дефицитность исходных компонентов и сложность технологии изготовления порошков ограничивают эффективность получения и использования их при магнитно-абразивной обработке.

В условиях массового применения МАО представляется целесообразным использование однородных ферромагнитных материалов [4], которые в несколько раз дешевле специальных порошков и для выпуска которых налажено промышленное производство. В частности, предпочтительно применение чугунной и стальной дроби, стального песка и других порошковых материалов, которые широко применяются в технологии струйных методов обработки – пескоструйной, гидроабразивной, дробеметной и т. п.

Сравнительные исследования проводились для следующих типов однородных порошков, отличающихся от специальных ферроабразивов в несколько раз меньшей стоимостью: стальной песок СП-17 с содержанием элементов С – 0,4...0,5; Si – 14...20; Mn – 0,4...0,7; S и P – не более 0,07 и 0,09 мас.%, соответственно; дробь чугунная колотая (ДЧК) и литая (ДЧЛ) с содержанием С – 2,9...3,5; Si – 12...20; Mn – 0,4...0,7; S и P – не более 0,12 и 0,20 мас.%, соответственно.

Эффективность применения однородных ферромагнитных материалов анализировалась в сравнении со специальными порошками типа ЦАРАМАМ, кремнистым сплавом ФАД-9К и порошком на основе быстрорежущей стали ПФО Р6М5.

<sup>+</sup> Автор, с которым следует вести переписку.

Таблица 1. Показатели эффективности применения различных типов порошков при МАО

Показатели	Тип порошка					
	Специальные			Однородные		
	ЦАРАМАМ	ФАД-9К	ПФО Р6М5	ДЧЛ	ДЧК	СП-17
$\Delta q$ , мг/см <sup>2</sup> -мин	11,63	15,66	14,82	5,09	17,50	14,29
$h$ , мкм	3,5–4,5	4,7–6,2	4,5–5,8	1,5–2,0	5,3–6,9	4,3–5,6
$O_c$ , %	71–77	69–76	70–72	49–52	68–72	72–76
Относительная стоимость	22	2,2	21,0	0,8–1,2		1,0

Примечание:  $R_{исх} = 1,0 \dots 1,25$  мкм;  $O_{с исх} = 18 \dots 20\%$

### Результаты эксперимента и их обсуждение

Эксплуатационные свойства порошков оценивались по массовому и размерному съему материала  $\Delta q$  и  $h$ , соответственно, шероховатости  $R_a$  и отражательной способности  $O_c$  поверхности (определялась в процентах по отношению к эталону – зеркальной поверхности). Результаты исследований (табл. 1) позволяют сделать выводы о режущей и полирующей способности различных типов порошков. В таблице представлены средние значения для первых минут работы инструмента, а также приведена относительная стоимость порошков.

Основываясь на результатах предварительных экспериментов, для порошков, обладающих лучшими начальными технологическими свойствами, исследовались изменения их работоспособности во время работы. Исследования проводились для плоских образцов из латуни Л62, меди М3, алюминиевого сплава АД1 и нержавеющей стали Х18Н10Т. Каждый образец с исходной шероховатостью  $R_{исх} = 1,0 \dots 1,25$  мкм обрабатывался в течение  $\tau = 1; 5 \dots 30$  мин (с интервалом 5 мин). Перед каждым опытом инструмент, сформированный из строго дозированной порции порошка, прирабатывался в течение 30 с. Условия проведения экспериментов: скорость резания  $V_T = 3$  м/с, величина рабочего зазора  $\delta = 2$  мм, зернистость порошка  $\Delta = 150 \dots 250$  мкм, скорость подачи заготовок  $V_s = 7 \cdot 10^{-3}$  м/с, СОЖ – 5%-ный раствор «Аквол-10» в воде.

Периоды работы порции порошка, т. е. его стойкость до снижения производительности, соответствующей коэффициенту 0,25 представлены в табл. 2, а сравнительные диаграммы массового съема металла ( $\Delta G$ ) при обработке порошками ДЧК и ФАД-9К – на рисунке.

Таблица 2. Режущая способность (стойкость) порошков, мин

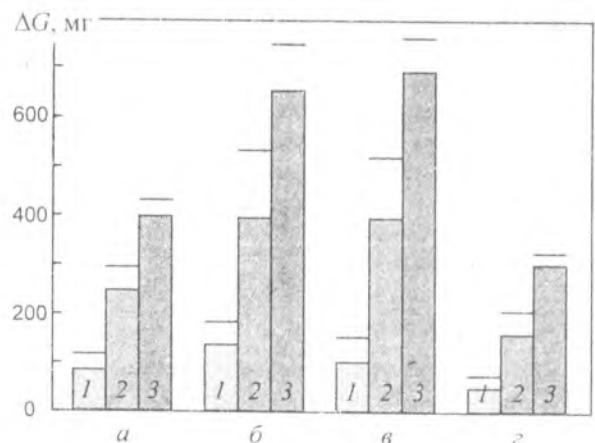
Марка порошка	Обрабатываемый материал			
	Латунь Л62	Медь М3	Алюминиевый сплав АД-1	Сталь Х18Н10Т
ЦАРАМАМ	12	11	10	11
ФАД-9К	30	30	26	28
ПФО Р6М5	21	20	20	26
СП-17	23	22	20	28
ДЧК	26	26	23	28

Наибольшую начальную режущую способность и большой съем материала в течение 20 мин работы обеспечивает порошок ДЧК. При этом, в отличие от других порошков, в первые 10–12 мин работы наблюдается увеличение режущей способности. Хорошие показатели работоспособности имеет порошок СП-17. Относительно низкими режущими и стойкими свойствами характеризуется специальный ферроабразивный порошок ЦАРАМАМ.

По показателям качества обработки исследуемые порошки имеют близкие значения, особенно в начальный период работы ( $R_a = 0,25 \dots 0,35$  мкм).

### Выводы

Полученные результаты свидетельствуют о перспективности использования при МАО однородных ферромагнитных материалов вместо дорогостоящих специальных порошков. Так, например, порошки ДЧК и СП-17 по основным показателям обработки сравнимы со специальными ферроабразивными материалами. Их режущая способность (стойкость) приближается к стойкости кремнистого сплава ФАД-9К. При этом они отличаются в несколько раз меньшей стоимостью. Наиболее эффективно применение чугуной и стальной дроби, стального песка при обработке деталей из цветных металлов и сплавов.



Производительность процесса МАО порошком ФАД-9К в зависимости от типа обрабатываемого материала: а – АД-1, б – М3; в – Л62; г – Х18Н10Т, 1 – обработка в течение 5 мин; 2 – 15; 3 – 30 мин. Горизонтальной чертой отмечены данные при обработке порошком ДЧК тех же материалов.

**Обозначения**

$\Delta q$  – удельный массовый съём металла;  $h$  – размерный съём металла;  $R_a$  – среднее арифметическое отклонение профиля;  $O_c$  – отражательная способность поверхности;  $\tau$  – время обработки;  $V_T$  – скорость резания;  $V_p$  – скорость подачи заготовки;  $\Delta G$  – массовый съём металла;  $\delta$  – величина рабочего зазора.

**Литература**

1. Барон Ю. М. Магнитно-абразивная и магнитная обра-

ботка изделий и режущих инструментов. Ленинград. Машиностроение (1986)

2. Скворчевский Н. Я., Федорович Э. Н., Яшерницын П. И. Эффективность магнитно-абразивной обработки. Минск: Наука и техника (1991)
3. Хомич Н. С. Перспективные области применения абразивной обработки в магнитном поле. Обзор. информ. Минск: БелНИИИТИ (1984)
4. Хомич Н. С., Кульгейко М. П., Лепший А. П. Работоспособность ферромагнитных абразивов в условиях автоматизированной обработки длинномерных изделий // Алмазная и абразивная обработка деталей машин и инструмента. Межвуз. сб. науч. труд. Пенза: Пенз. политехн. институт (1991)

Lepshiy A. P., Kul'geiko M. P., Krasnyuk S. I.

**Technological capabilities of application of homogenous ferromagnetic powder materials at magnetic-abrasive machining.**

Results of experimental research of the effectiveness of application of the homogenous ferromagnetic powder materials in comparison with special ferro-abrasive powders are described. Processing capacity and the machining quality characteristics for different materials are presented. It is shown that such commercial powders like iron shot and steel sand are perspective for magnetic-abrasive machining of steels, non-ferrous metals and alloys.

*Поступила в редакцию 08.09.99.*

© А. П. Лепший, М. П. Кульгейко, С. И. Красюк, 1999.