

**ВОВ.** В последнем случае обработка водным раствором 7,5 мас.%  $K_2Cr_2O_7$  и 2,5 мас.%  $Na_2MoO_4$  позволяет повысить абразивную стойкость и адгезию мембранного слоя к подложке. Это достигается тем, что пропитка раствором указанного состава позволяет сформировать на технологической операции спекания благоприятные условия для сохранения окислительной среды в порах керамики, которые формируются в результате термического разложения входящих в раствор веществ и выделения свободного кислорода при спекании.

Полученные фильтрующие материалы обеспечивают высокие газодинамические характеристики при повышенной абразивной стойкости. Это позволит использовать материалы при разделении высокоабразивных сред, например, при фильтрации жидкостей, содержащих карбонат кальция, карбиды и нитриды тугоплавких металлов, алмазоподобные примеси и т. д. Регенерация фильтрующих материалов может производиться при помощи обратного потока, травления или термической обработки при температурах до 400 °С. Прочность этих материалов позволяет эксплуатировать их при давлениях до 1,5 МПа. Перечисленные характеристики перспективны для фильтров различного назначения, например при фильтрации технологических жидкостей, концентрирования суспензий микроорганизмов, разделения органических растворов, осветления и др.

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЕРРОАБРАЗИВНЫХ ПОРОШКОВ НА ОСНОВЕ БЕЛОГО ВЫСОКОХРОМИСТОГО ЧУГУНА ДЛЯ ФИНИШНОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН В МАГНИТНОМ ПОЛЕ**

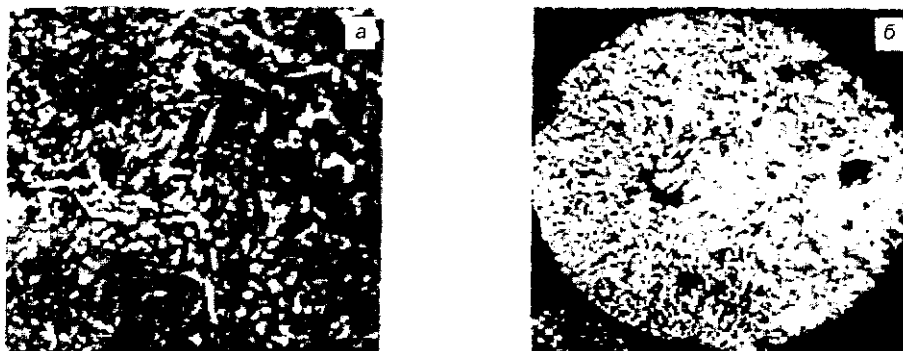
**Л. М. Акупович, Л. Е. Сергеев, А. И. Лецко, Е. В. Сенчуров, В. В. Шабуня**

*Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Беларусь*

К числу наиболее эффективных финишных методов относится магнитно-абразивная обработка (МАО) поверхностей деталей машин, основанная на использовании в качестве режущего инструмента ферроабразивных порошков (ФАП). Зерна ФАП должны обладать одновременно магнитными и абразивными свойствами [1]. Эффективность МАО зависит от формы частиц ФАП, их гранулометрического состава, химической активности к обрабатываемому материалу, микротвердости абразивной составляющей. Общим недостатком большинства используемых ФАП является их неудовлетворительная экологичность. Множество ФАП имеют в своем составе свободный углерод в виде графита, который склонен к загрязнению обрабатываемой поверхности. Поэтому цель настоящего исследования - совершенствование состава существующих ФАП и разработка новых порошков с учетом свойств обрабатываемых ими материалов, трудоемкости изготовления порошков и экономии дорогостоящих компонентов, входящих в их состав.

Для исследования были выбраны порошки, полученные распылением водой расплавов высокохромистого белого чугуна, содержащего 2,7-3,5% С, 12-14% Сг, 3,8-5,2% V, 2,5\*-3,5% Si, 1,0-1,2% В. Современные белые износостойкие чугуны представляют собой отдельную группу промышленных сплавов, при затвердевании которых формируется карбидная фаза. Установлено, что высокая стойкость белых хромистых чугунов в условиях абразивного изнашивания при микрорезании объясняется наличием в структуре значительного количества (20-50%) твердых карбидных включений. Количество, тип и твердость карбидной фазы определяют соотношение содержания углерода и хрома. Согласно [2], высокая износостойкость и удовлетворительная прочность чугуна достигаются при содержании углерода 2,8-3,5%, а хрома - 12-18%.

Структуру и свойства порошка исследовали методами оптической металлографии (Neophot-2), дюриметрии (ПМТ-3), рентгеноструктурного анализа (ДРОН-2). Микроструктура и форма частиц ФАП на основе белого высокохромистого чугуна представлены на рисунке.



Микроструктура (а) и форма (б) частиц ФАП на основе белого высокохромистого чугуна.

Металлическая основа ФАП состоит из мартенсита и остаточного аустенита. Микротвердость ферромагнитной составляющей находится в пределах 6310-6350 МПа, а первичных карбидов - 12150-12400 МПа. Остаточный аустенит в этом сплаве метастабилен. В процессе МАО синергетическое воздействие магнитного поля, температурного фактора, упругих и пластических деформаций приводит к частичному распаду аустенита и повышению твердости поверхностного слоя порошка. Первичные и эвтектические карбиды белых высокохромистых чугунов устойчивы к высокотемпературному нагреву, что дает возможность изменять структуру металлической основы в процессе термической обработки при практически неизменном количестве и взаимном расположении включений карбидов. В работе исследовали влияние температуры отпуска и длительности нагрева на структурные изменения и твердость ФАП. Отпуск при температуре 470 К практически не влияет на структуру и твердость порошка. Повышение температуры нагрева до 820 К приводит к росту твердости до 7900 МПа, что оказывает положительное влияние на величину съема (см. табл.) и связано с частичным превращением остаточного аустенита в мартенсит и увеличением количества карбидной фазы.

При увеличении продолжительности отпуска до 60 мин начинается процесс распада мартенсита, что приводит к снижению твердости. Зерна ФАП в процессе полирования контактируют с поверхностью детали разными участками своего контура, отличающимися твердостью и геометрией, и, следовательно, разной способностью производить резание. Структура ФАП, получаемых из расплавов, представляет собой матрицу на основе железа с распределенными в ней включениями тугоплавких карбидов. Ввиду высоких значений поверхностного натяжения металлических расплавов, образующиеся из железа частицы порошка в основном приобретают сферическую форму. Абразивные зерна, внедряясь в обрабатываемый материал, осуществляют своими микровыступами процесс резания поверхностного слоя. Повышению режущей способности ФАП должно способствовать обнажение из более мягкой ферромагнитной основы зерна (матрицы) абразивных компонентов. Этого можно достигнуть путем химического травления ФАП. В работе также исследовали возможность повышения режущей способности ФАП травлением порошка царской водкой. Съем металла травленным порошком с образцов разных сплавов больше, чем порошком базового состава.

Исследование абразивных свойств изготовленных порошков проводили на установке П-800 при следующих режимах: скорость резания  $V = 1,5$  м/с; магнитная индукция в рабочем зазоре  $B = 1$  Тл; амплитуда осцилляции  $A = 2$  мм; величина рабочего зазора  $S = 1$  мм. В качестве образцов использовали втулки диаметром 36 мм, длиной 32 мм и толщиной стенки 4 мм, материал - сталь 11Х15 (ГОСТ 801),  $HRC = 54-57$ , а также алюминиевый сплав Д16 (ГОСТ 21488). Исходная шероховатость поверхности составляла  $Ra = 1,6-2,5$  мкм. Съем металла оценивали взвешиванием изделия до и после обработки на аналитических весах ВЛА-200Г-М с точностью до 0,001г. В качестве смазочно-охлаждающего технологического средства применялся 1,5%-ный водный раствор СинМА-1 (ТУ 38. 5901176 91). Результаты исследований отражены в таблице.

**Показатели шероховатости поверхности и съема металла при МАО порошками высокохромистого чугуна**

Режим обработки ФАП	Основные показатели МАО	Марка обрабатываемого материала			
		Д16 ГОСТ 21488		ШХ-15 ГОСТ 801	
		Длительность обработки, с			
		50	180	60	180
ФАП на основе износостойкого чугуна	$Ra$ , мкм $G$ , мг	0,3-0,4 45	0,25-0,4 150	0,15-0,2 50	0,1-0,15 180
То же, отжиг при $T = 820$ К	$Ra$ , мкм $G$ , мг	0,35-0,45 70	0,3-0,4 200	0,15-0,25 100	0,1-0,2 250
То же, травление царской водкой	$Ra$ , мкм $G$ , мг	0,4-0,5 70	0,3-0,4 200	0,2-0,25 50	0,1-0,3 250

Исследование порошков на основе белого высокохромистого чугуна при МАО обеспечивает необходимые твердость и прочность ферромагнитной матрицы и высокую износостойкость абразивной составляющей. На обработанных поверхностях изделий практически не остается следов загрязнений, что объясняется отсутствием свободного углерода.

### Литература

1. Сликер, В. Э. Порошки для магнитно-абразивной обработки и износостойких покрытий / В. Е. Оликер. - М.: Металлургия, 1990.
2. Безникелевые белые чугуны для изготовления абразивостойких деталей / М. Е. Гарбер [и др.]. - М.: Металлургия, 1971