

УДК 621.921.34

И. Н. Зайцева, инж.*Институт сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля НАН Украины, г. Киев, Украина***ВЛИЯНИЕ ОДНОРОДНОСТИ ШЛИФПОРОШКОВ СВЕРХТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ИНСТРУМЕНТА**

In article it is shown, that increase of uniformity of superhard materials (SHM) is achieved by carrying out of sorting powders in the surface imperfection and additional division of grains of SHM representing a number of a geometrical progression of the twentieth (R-20) of some numbers. The increase of the efficiency of tools with SHM powders of higher uniformity is shown. The serviceability of SHM powders with high uniformity is much above in comparison with initial powder.

Введение

В машиностроении инструмент на основе сверхтвердых материалов (СТМ) широко применяется при обработке поверхностей обрабатываемых изделий. Повышение эффективности использования такого инструмента в машиностроении является актуальной проблемой. Это сопровождается необходимостью повышения качества применяемых СТМ за счет более тонкого управления механизмом синтеза и технологическими процессами получения порошков.

Одним из важнейших путей достижения более высокого класса обрабатываемой поверхности и увеличения работоспособности инструмента является повышение однородности шлифпорошков СТМ по зерновому составу, прочности. Особенно эффективно использование шлифпорошков СТМ с повышенной размерной однородностью в различных отраслях промышленности, где требуется точная форма и высокий класс чистоты обрабатываемой поверхности [1].

Качество обработанной поверхности материала шлифовальными кругами в большой степени зависит от однородности гранулометрического состава и прочности применяемых шлифпорошков СТМ. В технической литературе указывается, что работу по сошлифовыванию материала выполняют зерна основной фракции шлифпорошка [2]. Кроме того, известно, что одним из способов повышения эффективности шлифования кругами является повышение процентного содержания зерен основной фракции [3]. Из анализа полученных экспериментальных данных и теоретических зависимостей установлено, что доминирующим фактором, влияющим на износ шлифовального круга, является зерновой состав, т.е. степень однородности размеров основной фракции зерна, следовательно, и геометрии алмазного зерна. Таким образом, для повышения качества обрабатываемой поверхности и увеличения производительности работы шлифовального инструмента требуется максимальное увеличение основной фракции в зерновом составе порошков СТМ при высокой однородности этих порошков по линейным размерам и прочности.

Поэтому целью данной работы было получение шлифпорошков СТМ с высокой однородностью по прочности, линейным размерам с повышенным содержанием основной фракции зерен в зерновом составе порошков и испытание их в шлифовальных кругах при обработке поверхности обрабатываемых изделий.

Методика эксперимента и исходные материалы

В качестве исходного материала для получения шлифпорошков СТМ однородных по прочности и линейным размерам использовали шлифпорошки синтетического алмаза марки АС20 зернистостью 80/63 и кубического нитрида бора марки К7 зернистостью 100/80.

Методика эксперимента заключалась в следующем. Шлифпорошки СТМ как алмаза, так и кубического нитрида бора с помощью адгезионно-магнитной сортировки разделялись по дефектности поверхности на несколько продуктов [4, 5]. Для повышения однородности по линейным размерам каждый из полученных продуктов подвергался дополнительному ситовому рассеиву на ситах R-20 [6]. После разделения определяли выход этих продуктов. В полученных шлифпорошках определяли физико-механические характеристики в виде значений статической прочности (Р) [7]. В порошках оценивали дефектность поверхности по коэффициенту поверхностной активности (K_a) [8]. Кроме того, рассчитывали коэффициенты однородности по прочности ($K_{одн пр}$) [9] и линейным размерам [10].

Основное содержание и результаты работы

Алмазный шлифпорошок марки АС20 зернистостью 80/63, полученный методом ситовой классификации по ДСТУ 3292, разделили с помощью адгезионно-магнитной сортировки на три продукта с последующим дополнительным ситовым рассеивом на ситах R-20. Результаты анализа качества полученных порошков приведены в таблице 1.

Таблица 1. Технологические и эксплуатационные характеристики алмазных шлифпорошков марки АС20 80/63

№ образца	Содержание основной фракции, %	Прочность, Н	Технологические характеристики			Эксплуатационные характеристики	
			$K_{одн пр}$, %	K_a , %	$K_{одн л-р}$, %	q_p , мг/г	Ra , мкм
1	82,4	16,7	44,5	0,46	54,7	22,50	0,22
2	80,5	14,4	39,6	0,52	50,1	19,88	0,24
3	86,0	14,0	40,5	0,79	48,6	8,88	0,18
исх.	72,7	13,8	12,8	0,65	23,1	25,40	0,29

Как следует из табл. 1, при разделении порошков алмаза по степени дефектности поверхности от 0,46 до 0,79 % незначительно повышается прочность первого продукта. При этом однородность по прочности всех трех продуктов увеличивается примерно в 3 раза по сравнению с исходным порошком. Дополнительная классификация полученных трех продуктов на узких ситах R-20 способствует увеличению коэффициента однородности по линейным размерам в 2,4–2,1 раза, что позволяет повысить содержание основной фракции на 18,3–10,7 %.

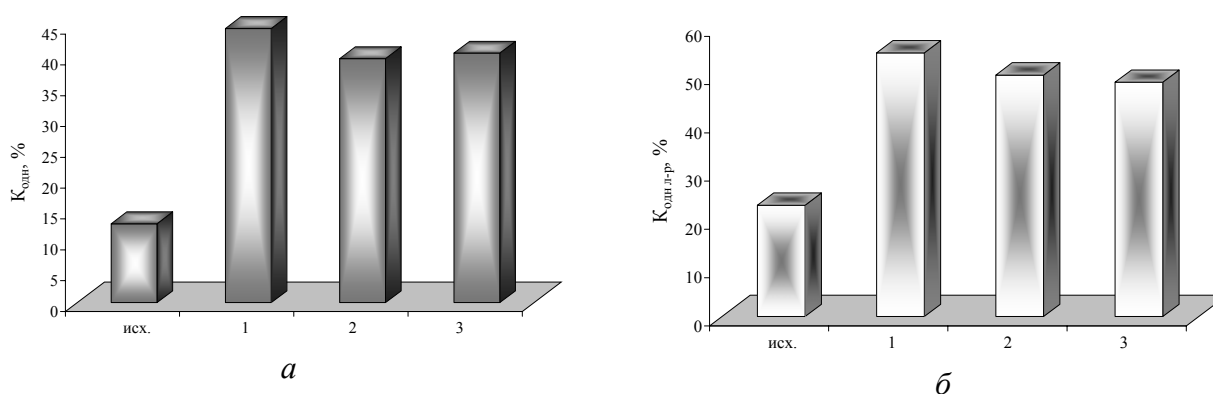


Рис. 1. Характеристика однородности алмазных шлифпорошков марки АС20 зернистостью 80/63, синтезированных в системе Ni–Mn–C: а – по прочности; б – по линейным размерам.

На рисунке 1 (а, б) сопоставлены коэффициенты однородности алмазных порошков по прочности (а) и по линейным размерам (б), исходных и после их сортировки. Как следует из полученных данных, однородность шлифпорошков алмаза по прочности после проведенной сортировки возросла 3,5–3,1 раза. При этом однородность порошков алмаза по линейным размерам увеличилась в 2,4–2,1 раза.

Порошки алмаза, полученные после сортировки, были использованы для изготовления шлифовальных кругов на металлополимерной связке марки В2-01-1. При работе этих кругов были исследованы эксплуатационные показатели работоспособности: относительный расход алмазов (q_p) и шероховатость обработанной поверхности R_a , которые определяли по методикам [11]. В табл. 1 представлены результаты этих испытаний. Исследования показали, что с увеличением содержания основной фракции и коэффициента однородности по линейным размерам алмазных зерен износостойкость кругов (q_p) возрастает в 1,4 раза, а шероховатость R_a снижается на 25 %. Показано, что при повышении содержания основной фракции в составе порошка происходит снижение шероховатости обрабатываемой поверхности.

По разработанной ИСМ НАН Украины технологии была произведена сортировка шлифпорошков кубического нитрида бора торговой марки КТ зернистостью 100/80. В результате сортировки были получены три группы шлифпорошков, различающиеся между собой по дефектности поверхности и по прочности. В полученных порошках были определены: дефектность поверхности в виде коэффициента поверхностной активности (K_a) [8], статическая прочность (Р) [7], коэффициент однородности по прочности ($K_{одн пр}$) [9] и коэффициент однородности по линейным размерам [10]. Результаты экспериментов приведены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты адгезионно-магнитной сортировки шлифпорошков кубического нитрида бора торговой марки КТ зернистостью 100/80

Продукт АМС	K_a , %	Р, Н	$K_{одн пр}$, %	$K_{одн л-р}$, %	Марка
1	0,22	12,8	42,1	61,1	К9
2	0,87	10,5	54,7	55,4	К8
3	1,24	4,3	36,5	37,5	К3
исх.	0,84	10,1	24,7	31,2	К7

Анализ данных, представленных в табл. 2 показывает, что в результате проведенной сортировки получены шлифпорошки кубонита торговой марки КТ, различающиеся между собой по степени дефектности поверхности (K_a) и прочности. При этом получены шлифпорошки с высокой однородностью по прочности ($K_{одн пр}$) и линейным размерам ($K_{одн л-р}$). В

результате сортировки КНБ торговой марки КТ шлифпорошка марки К7 (исходного порошка) получены шлифпорошки марок К9, К8 и К3. Прочность кубонита КТ первого продукта (К5) превышает прочность последнего (К3) в 1,7 раза. Однородность по прочности полученных порошков возрастает в 1,7–1,5 раза по сравнению с исходным порошком.

В качестве иллюстрации на рис. 2, а показано содержание зерен в шлифпорошке кубического нитрида бора марки К7 (исходного) и марки К8 после сортировки (рис. 2, б). Предусмотренная в технологии дополнительная ситовая классификация на ситах R-20 позволяет повысить однородность по линейным размерам полученных шлифпорошков КНБ в 2,0–1,2 раза.

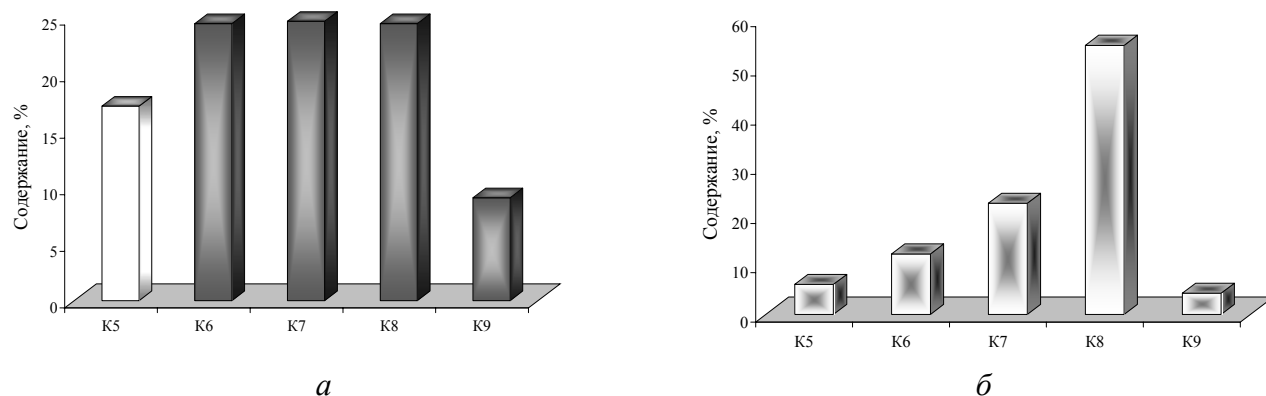


Рис. 2. Содержание зерен в шлифпорошке кубического нитрида бора марки К7 (исходный) (а) и марки К8 после адгезионно-магнитной сортировки (б) зернистостью 100/80.

Из шлифпорошков кубического нитрида бора торговой марки КТ зернистостью 100/80 разных марок по прочности были изготовлены шлифовальные круги формы ЧК на металлической связке МО16К. Работоспособность инструмента, оснащенного испытываемыми шлифпорошками, исследовали при шлифовании быстрорежущей стали Р6М5 при производительности до 1200 мм³/мин. Оценку производили по относительному расходу порошка кубического нитрида бора в мг на грамм сошлифованной стали (мг/г) [11].

На рис. 3 представлены результаты испытаний кругов, изготовленных с использованием шлифпорошков кубонита торговой марки КТ разных марок по прочности: 1 – (марка К9), 2 – (марка К8), 3 – (марка К3) и 4 – (марка К7 - исходный).

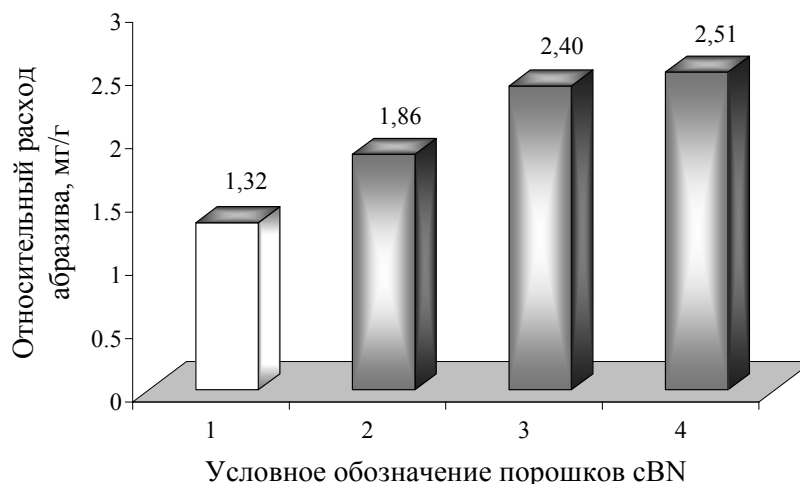


Рис. 3. Работоспособность порошков кубического нитрида бора разных марок: 1 – (марка К9); 2 – (марка К8); 3 – (марка К3); 4 – исходный (марка К7).

Как следует из рис. 3, работоспособность круга 1, оснащенного шлифпорошками кубического нитрида бора повышенной прочности марки К9 в 1,8 раза выше работоспособности круга 3, оснащенного шлифпорошками КНБ низкой прочности марки К3. При этом работоспособность кругов 1 и 2, изготовленных из шлифпорошков марки К9 и К8 с высокой однородностью по прочности соответственно 42,1 и 54,7 % и с высокой однородностью по линейным размерам 61,1 и 55,4 % увеличилась по сравнению с работоспособностью круга 4, оснащенного шлифпорошками КНБ марки К7 с более низкой однородностью по прочности 24,7 % и по линейным размерам 31,2 % соответственно в 1,9 и 1,4 раза.

Таким образом, повышение работоспособности шлифовального инструмента, оснащенного шлифпорошками сверхтвердых материалов, как синтетического алмаза, так и кубического нитрида бора, достигается за счет повышения качества используемого порошка, т.е. за счет повышения прочности, увеличения однородности порошка по прочностным характеристикам и линейным размерам. Расход шлифпорошков СТМ в инструменте, оснащеном порошками с повышенной однородностью по прочности и линейным размерам, ниже, чем в инструменте, оснащеном исходным порошком. Работоспособность инструмента, изготовленного с использованием шлифпорошков более высоких марок по прочности и с более высокой однородностью по прочности и линейным размерам, увеличивается примерно в 2 раза по сравнению с менее прочными шлифпорошками СТМ.

Литература

1. Ящерицын П. И., Зайцев А. Г. Повышение качества шлифованных поверхностей и режущих свойств абразивно-алмазного инструмента. – Минск: Наука и техника, 1972. – 480 с.
2. Технологические основы высокоэффективных методов обработки деталей / П. И. Ящерицын, М. Л. Хейфец, Б. П. Чемисов и др. – Новополюцк: ПГУ, 1996. – 136 с.
3. Синтетические сверхтвердые материалы: В 3-х т. – Т. 3. – Применение синтетических сверхтвердых материалов / Редкол.: Н. В. Новиков (отв. ред.) и др. – К.: Наук. думка, 1986. – 280 с.
4. Ильницькая Г. Д., Богатырева Г. П., Невструев Г. Ф. Получение высококачественных алмазных шлифпорошков // Синтез, спекание и свойства сверхтвердых материалов: Сб. науч. тр. – К.: ИСМ НАН Украины, 2005. – С. 63–71.
5. Деклараційний патент 20031211734 України, 69948 А, МКИ В 24 D 3/00. Шліфувальний порошок і спосіб його одержання / М. В. Новіков, Г. П. Богатирьова, Г. Ф. Невструєв, Г. Д. Ільницька. – Заявл. 16.12.2003; Опубл. 15.09.2004, Бюл. № 9.
6. Патент України 69949 А, МКИ В03С7/00. Спосіб одержання абразивних шліфпорошків вузької зернистості / Г. Ф. Невструєв, Г. Д. Ільницька. – Опубл. 15.09.2004, Бюл. № 9.
7. ДСТУ 3292–95. Порошки алмазные синтетические. Общие технические условия. Введ. 01.01.96. – К.: Госстандарт Украины, 1995. – 71 с.
8. Патент 65129 А України, МКИ G01N27/12. Спосіб оцінки дефектності зерен порошкового матеріалу / Г. Ф. Невструєв, Г. Д. Ільницька. – № 2003065196; Заявлено 05.06.2003; Опубл. 15.03.2004, Бюл. № 3.
9. СТП 090.042–00. Метод определения коэффициента однородности шлифпорошков из синтетических алмазов по показателю статической прочности. Стандарт предприятия. – Впервые; Введ. 01.05.2000. – ИСМ НАН Украины, 2000. – 9 с.
10. СТП 26.8–05417377–167:2006. Метод определения коэффициента однородности алмазного шлифпорошка по линейным размерам. Стандарт предприятия. – ИСМ НАН Украины, 2006. – 10 с.
11. Шепелев А. А., Дуброва А. Е. Оцінка експлуатаційних показників якості шліфувальних кругів із надтвердих матеріалів // Сучасні процеси механічної обробки інструментами із НТМ та якість поверхні деталей машин. – К.: ИСМ НАН Украины, 2006. – С. 89–96.

Поступила 03.07.07.