



Авторы статьи

Лавриненко В. И., д-р техн. наук
 Ильницкая Г. Д., канд. техн. наук
 Пасичный О. О., канд. техн. наук,
 Институт сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля НАН Украины
 Солод В. Ю., канд. техн. наук
 Музычка Д. Г., канд. техн. наук
 Днепропетровский государственный технический университет МОН Украины

ВЛИЯНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АЛМАЗНЫХ СИНТЕТИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ШЛИФОВАЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА

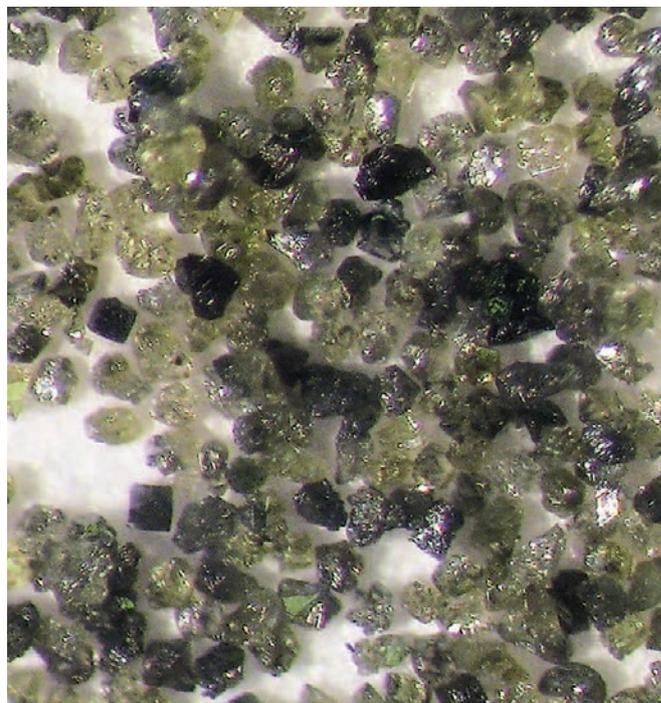
Спектр предлагаемых рынком алмазных шлифовальных кругов достаточно велик, и перед каждым металлообработчиком встает вопрос: какими критериями руководствоваться при выборе наиболее подходящего инструмента для работы с твердыми сплавами. Исследования украинских ученых показали, что шлифовальные круги на полимерных связках с алмазными порошками АС20 немагнитной фракции отличаются повышенной износостойкостью как в случае их охлаждения в процессе работы, так и без него

В промышленности при обработке изделий из твердого сплава, керамики, стекла и других хрупких материалов широко применяются алмазные синтетические порошки марок АС6–АС20. Синтез алмазов для таких порошков, как правило, кратковременен и происходит с большой скоростью. Растущий кристалл алмаза во время роста захватывает побочные фазы всех веществ, присутствующих в реакционной камере. При этом включения и примеси являются объемными дефектами кристаллов алмаза, которые оказывают влияние на их физико-химические характеристики. Эффективность работы шлифовального инструмента с алмазным абразивом зависит именно от свойств синтетических алмазов, формирующихся в процессе их синтеза, последующего извлечения, классификации и сортировки.

Поэтому целью данной работы было исследование механических и физико-химических свойств алмазных синтетических порошков и изучение их влияния на эксплуатационные характеристики изготовленного с их использованием шлифовального инструмента.

В данной работе были исследованы алмазные порошки марки АС20, синтезированные в системе Ni–Mn–C. Это позволило изучить характеристики образцов от АС6 до АС20 для эффективного применения в шлифовальном инструменте.

В ходе испытаний алмазное сырье, извлеченное из продукта синтеза, подвергали дроблению для устранения двойников, друз, слабых дефектных зерен. Дробленый материал после химической обработки поверхности алмазов разделяли в соответствии с размерами зерен сначала на сите R-10 с получением зернистости 100/80.



↑ Рис. 1. Фото алмазных порошков марки АС20 100/80

Таблица 1. Физико-механические характеристики алмазных порошков марки АС20 зернистости 100/90

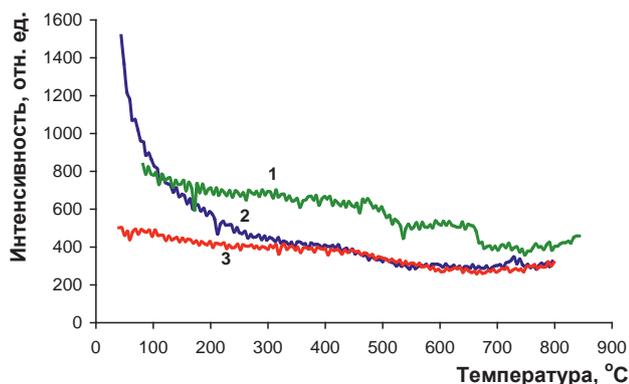
Фракция	Характеристики			Показатель прочности, Р, Н
	Удельная магнитная восприимчивость χ , $10^{-8} \text{ м}^3/\text{кг}$	Содержание внутрикристаллических примесей и включений β , % (по массе)		
		общее	Ni, Mn, Fe, Cr, Co	
Магнитная	30,7	3,0451	2,8662	23,0
Немагнитная	4,2	1,3115	1,0754	16,4
Исходная	18,7	2,5230	1,9875	18,1

На фото (рис. 1) видно, что и после такой подготовки зерна алмазов отличаются, особенно по цвету. Это говорит о необходимости дальнейшего повышения однородности содержания в них примесей и включений.

Исходную смесь данных алмазов зернистости 100/90 разделяли в магнитном поле разной напряженности на магнитную и немагнитную фракции, а после этого определяли физико-механические характеристики по методикам, разработанным в ИСМ: статическую прочность, удельную магнитную восприимчивость, содержание внутрикристаллических примесей и включений.

В табл. 1 представлены результаты оценки указанных физико-механических характеристик алмазных порошков марки АС20 магнитной (темные зерна — см. рис. 1), немагнитной (светлые зерна — см. рис. 1), а также исходной фракций. Как следует из табл. 1, после разделения в магнитном поле полученные алмазные порошки магнитной и немагнитной фракций отличаются по значению удельной магнитной восприимчивости приблизительно в 7 раз: от $30,7 \cdot 10^{-8}$ до $4,2 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3/\text{кг}$. По содержанию внутрикристаллических примесей и включений крайние фракции магнитного разделения отличаются в 2,3 раза. При этом прочность магнитной фракции увеличивается по сравнению с прочностью немагнитной фракции в 1,4 раза.

Кроме того, для оценки физико-химических характеристик алмазных порошков зернистости 100/90 марки АС20 магнитных, немагнитных и исходных фракций на масс-спектрометре МИ 1201 с интервалом температур 20–1000 °С проводили анализ паров воды и газов — диоксида углерода, десорбированных с поверхности образцов (рис. 2).

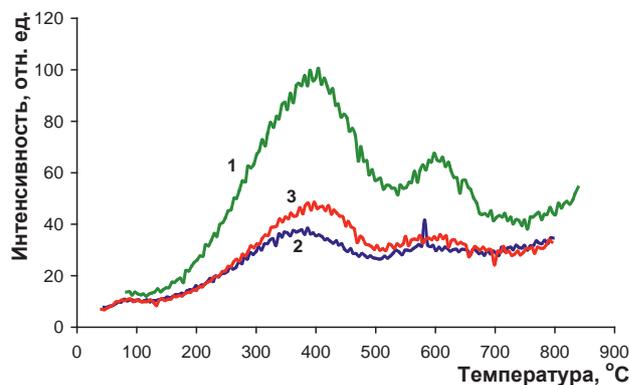


↑ Рис. 2. Термодесорбционные кривые паров воды на поверхности алмазных порошков марки АС20 100/90 магнитной (1), исходной (2), немагнитной (3) фракций

В результате проведенных исследований установлено, что поверхность всех образцов покрыта определенным количеством ОН-групп, которые, десорбируясь с поверхности алмазных зерен, создают молекулы воды [Лавриненко В. И., Ильницкая Г. Д., Петасюк Г. А. и др. Исследование возможностей улучшения эксплуатационных свойств алмазных порошков марки АС20 при изменении их размерных и физико-химических характеристик. Сверхтвердые материалы. 2018. № 4. С. 59–70].

Термодесорбционные спектры паров воды наблюдали во всем исследуемом температурном интервале (см. рис. 2). Спектры кривых до 200 °С свидетельствуют о наличии паров воды на поверхности всех образцов, а спектры кривых свыше 200 °С показывают активное выделение паров воды из пористой структуры. Наличие ОН-групп в порошках определяется развитостью поверхности алмазных зерен. Термодесорбционная кривая паров воды на поверхности алмазных порошков немагнитной фракции (см. рис. 2, кривая 3) указывает на минимальное содержание паров воды и меньшую развитость их поверхности. В алмазных порошках магнитной фракции наблюдается повышенное содержание паров воды (см. рис. 2, кривая 1), что соответствует большей развитости поверхности.

Как следует из рис. 3, термодинамические спектры исследуемых шлифовальных порошков марки АС20 зернистости 100/90 содержат пики диоксида углерода (CO_2) в интервале температур от 300 до 500 °С. При этом выделение диоксида углерода из алмазных порошков магнитной фракции (кривая 1) происходит более интенсивно, т.е. при равных навесках именно в алмазных порошках магнитной фракции содержится больше CO_2 . Следует отметить, что в исходных порошках присутствует небольшое (15–20%) количество алмазных зерен магнитной фракции, но CO_2 находится преимущественно именно в них.



↑ Рис. 3. Термодесорбционные кривые диоксида углерода на поверхности алмазных порошков марки АС20 100/90 магнитной (1), исходной (3), немагнитной (2) фракций



Дополнительно методом комплексного дифференциального термического анализа проведены исследования процесса окисления на воздухе алмазных порошков указанных выше фракций. Установлено, что реакции окисления кислородом воздуха порошков магнитной фракции выше, чем порошков немагнитной фракции. Так, алмазные порошки немагнитной фракции начинают окисляться при температуре 900 °С, а магнитной, из-за высокого содержания в них примесей и включений, — при температуре, превышающей 600 °С (рис. 4).

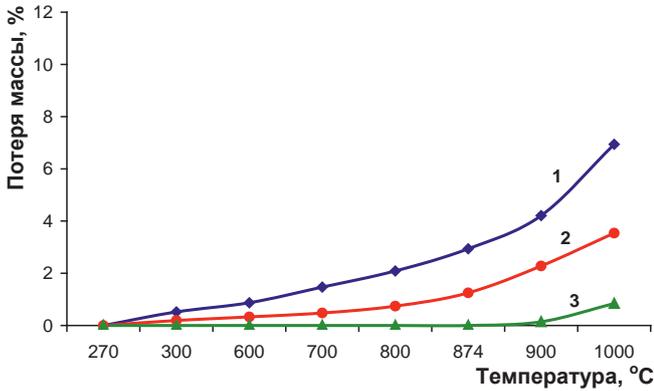


Рис. 4. Потеря массы алмазных порошков марки АС20 зернистости 100/90 магнитной (1), исходной (2), немагнитной (3) фракций

Процесс термоокисления алмазных шлифпорошков кислородом воздуха имеет диффузионно-кинетический механизм с каталитической составляющей. Влияние каталитического эффекта металлических включений оказывает воздействие на образование монооксида углерода и окисление его до диоксида углерода. Установлено, что скорость окисления алмазных порошков магнитной фракции в сравнении с порошками немагнитной фракции возрастает в 1,2–1,5 раза. Это подтверждают и термодесорбционные кривые на рис. 2 и рис. 3. Логично предположить, что алмазные порошки магнитной фракции, в силу указанного выше, будут менее износостойкими в кругах при шлифовании без охлаждения, когда в зоне обработки возникают достаточно высокие температуры.

Полученные после разделения в магнитном поле фракции алмазных порошков использовали для изготовления шлифовальных кругов на полимерной связке 12 А2–45° 125 × 5 × 3 × 32 — АС20 100/90–В2–08–100%. Шлифовали образцы из твердого сплава Т15 К6 с производительностью обработки 400 мм³/мин без охлаждения (табл. 2).

Из данных табл. 2 видно, что по показателю износа кругов (относительному расходу алмазных порошков) для шлифования твердых сплавов без охлаждения в шлифовальных кругах на полимерных связках предпочтительно использование алмазных порошков АС20 немагнитной фракции, которые, хотя и имеют несколько меньшую прочность, но более устойчивы к изменениям в процессе обработки без охлаждения, когда возникающие в зоне обработки температуры могут привести к нарушениям поверхности алмазов в порошках магнитной фракции и снизить их удержание в связке. В этом

Таблица 2. Эксплуатационные характеристики алмазных порошков марки АС20 зернистости 100/90 разных фракций при шлифовании твердого сплава Т15 К6

Фракция	Характеристики алмазов		Эксплуатационные показатели	
	Удельная магнитная восприимчивость, $\chi, 10^{-8} \text{ м}^3/\text{кг}$	Показатель прочности зерен, Р, Н	Относительный расход алмазов в кругах, мг/г	Шероховатость обработанной поверхности, Ra, мкм
Магнитная	30,7	23,0	4,96	0,62
Немагнитная	4,2	16,4	3,68	0,70
Исходная	18,7	18,1	4,92	0,76

Таблица 3. Эксплуатационные характеристики шлифовальных кругов при использовании в них алмазных порошков марки АС20 зернистости 125/100 разных фракций при шлифовании твердого сплава ВК8

Фракция	Производительность шлифования, мм ³ /мин			
	50	100	200	400
Относительный расход алмазов в кругах, мг/г				
Исходная	0,63	1,55	3,03	6,16
Немагнитная	0,37	0,57	1,67	2,84
Магнитная	0,24	0,26	0,91	1,23
Шероховатость обработанной поверхности по параметру Ra, мкм				
Исходная	0,41	0,43	0,58	0,81
Немагнитная	0,36	0,40	0,59	0,78
Магнитная	0,46	0,43	0,60	0,86



случае даже большая прочность алмазов не имеет значения, так как они могут просто выпасть из общей массы. Очевидно, что зерна алмазов порошков АС20 магнитной фракции следует использовать в кругах на металлических связках и при обработке с охлаждением. В этом случае большая прочность алмазных зерен и отсутствие нежелательного для них теплового воздействия способствуют повышению износостойкости шлифованных кругов.

Для глобальной проверки приведенного выше вывода нами были изготовлены шлифовальные круги типоразмера 12 А2-45° 125 × 5 × 3 × 32 на металлической связке М1-10 при 100%-ной относительной концентрации алмазов АС20 зернистостью 125/100. Предварительно алмазы были разделены на три фракции: исходную (смесь), немагнитную и магнитную. Далее было исследовано влияние такого разделения на эксплуатационные показатели алмазных кругов при шлифовании твердого сплава ВК8 с охлаждением 1 %-ным содовым раствором при производительности обработки от 50 до 400 мм³/мин. Регистрировались относительный расход алмазов в кругах и шероховатость обработанной поверхности по параметру Ra. Результаты испытаний, приведенные в табл. 3, подтверждают наш вывод: именно магнитные алмазы являются наиболее устойчивыми к износу и ненамного уступают немагнитным алмазам по шероховатости обработанной поверхности.

После разделения в магнитном поле алмазных порошков марки АС20 зернистости 100/90 получены магнитная и немагнитная фракции. В результате исследования выявлено, что они отличаются по значению удельной магнитной восприимчивости приблизительно в 7,0 раз (от 30,7 · 10⁻⁸ до 4,2 · 10⁻⁸ м³/кг), по содержанию включений — в 2,0 раза, а прочность магнитной фракции по сравнению с прочностью немагнитной выше в 1,4 раза.

Для снижения износа шлифовальных кругов на полимерных связках, используемых для шлифования твердых сплавов без охлаждения, предпочтительно использовать алмазные порошки АС20 немагнитной фракции.

Для обработки с охлаждением лучше использовать шлифовальный круг с алмазными порошками АС20 магнитной фракции на металлических связках благодаря их повышенной прочности и отсутствию нежелательного теплового воздействия. ☞



АТА АБРАЗИВ



Шлифовальные головки
ГОСТ 2447-82



Шлифовальные круги
ГОСТ 2424-83



Шлифовальные бруски
ГОСТ 2456-82

ТУ У 23.9-37611883-001:2016

Правильно подобранный абразивный инструмент — необходимая составляющая производственного процесса на предприятиях машиностроения. Инструментальное производство, подшипниковая промышленность, станкостроение, автомобильная промышленность и нефтегазовое машиностроение, авиационное и судостроение, производство оборудования для легкой и пищевой промышленности — это лишь некоторые из отраслей машиностроения, для которых необходим качественный абразивный инструмент.

ООО «АТА АБРАЗИВ» с 1991 года производит шлифовальные головки, круги и бруски в Украине

Шлифовальные головки
от 3 до 40 мм

Шлифовальные круги
от 3 до 150 мм

Шлифовальные бруски
до 200 мм

А также другие виды мелкозернистых абразивных изделий
в соответствии с чертежами заказчика

Абразивный инструмент из:



Применение в технологии изготовления абразивных материалов от лучших производителей, специальных керамических связок и различных наполнителей, контроль на каждом этапе производства обеспечивают высокую стойкость абразивного инструмента, высокую точность и отличное качество обрабатываемой поверхности. Возможно изготовление инструмента зернистостью от F24 до F1000, твердостью от М до Т, а также импрегнирование серой и другими веществами.