УДК 621.891

КРИСТАЛЛОМОРФОЛОГИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ШЛИФПОРОШКОВ ПРИРОДНОГО АЛМАЗА

© 2013 М.Н. Сафонова

Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, г. Якутск

Поступила в редакцию 27.03.2013

В работе диагностированы морфометрические характеристики шлифпорошков природного алмаза. Приведены результаты сравнительного исследования зернового состава и морфометрических характеристик шлифпорошков природного и синтетического алмаза.

Ключевые слова: морфология, природный алмаз, синтетический алмаз, шлифпорошок, строение, механизм роста, морфометрические характеристики

Из всех мантийных минералов кимберлитов алмаз отличается наибольшей степенью идиоморфизма и является прекрасным объектом для кристалломорфологических исследований. Бурное развитие физико-химических и структурных методов исследования алмаза отодвинули на второй план изучение его морфологии. Однако в последнее время вновь возрождается интерес к морфологии алмаза. Это вызвано двумя причинами. Во-первых, необходимостью изучения генетических аспектов минералогии алмаза. Кристалломорфология является одной из наиболее чувствительных типоморфных особенностей, отражающих условия роста и последующего существования алмазов в породах мантии и в кимберлитовом расплаве [1]. Во-вторых, во всем мире интенсивно ведутся поиски новых, в первую очередь коренных, месторождений алма-30B.

В условиях синтеза основными формами роста алмазов являются октаэдр, куб, ромбододекаэдр и тетрагондодекаэдр. Габитус синтетических алмазов определяется соотношением этих форм, однако ведущая роль принадлежит октаэдру. В природных условиях основной ростовой формой алмаза является октаэдр, однако ни одна из форм, кроме октаэдра, не представлена реальными гранями, все они искривленные, фактически это поверхности сложной конфигурации. При сравнении искусственных алмазов с природными можно отметить большое сходство и существенные различия между ними. Поразительным является правильность кристаллической формы алмазов, выращенных синтетически. Искусственные алмазы имеют легко различимую правильную форму, а среди природных

Сафонова Мария Николаевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Прикладная механика». E-mail: marisafon_2006@mail.ru

алмазов правильные кристаллы с совершенно четко очерченными гранями встречаются редко, чаще встречаются округлые кристаллы или кристаллы неправильной формы. Это объясняется тем, что в природных условиях алмазы растут, когда они ограничены окружающими породами и приобретают форму, соответствующую контурам окружных пород. Круглые кристаллы могут образоваться в результате шлифовки или растворения после того, как алмаз вырос. При синтезе алмазов, когда кристаллизация идет у тонкой пленки металлического катализатора при достаточном количестве графита, получается равномерное распределение графита по всей поверхности кристалла.

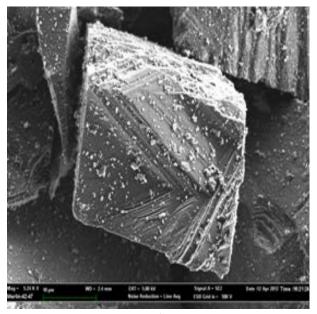
В производстве абразивного инструмента для резания, шлифования, полирования и точной обработки изделий из металлов, сплавов и минералов используются порошки природных и чаще синтетических алмазов. Эффективность и высокое качество чистовой обработки могут быть достигнуты только при использовании классифицированных алмазных порошков с максимальным содержанием основной фракции [2]. Проблема получения однородных по размерным и морфологическим характеристикам алмазных порошков в настоящее время все еще остается нерешенной. Это связано как с несовершенством технологий получения таких порошков, так и с отсутствием в этом процессе операции надежного контроля степени их однородности [3]. Данное обстоятельство является одним из существенных недостатков действующих методов производства и контроля шлифпорошков, на что в свое время обращалось внимание еще В. Н. Бакулем [4].

Цель работы: диагностика и сравнительный анализ геометрических и морфологических характеристик шлифпорошков синтетического и природного алмаза.

Объекты исследования. Объектом исследовании в настоящей работе выступали шлифпорошки синтетического алмаза марки АС6 зернистостей 50/40, 125/100 и их аналоги (по марке и зернистостям) из природного алмаза. Для удобства изложения им присваивались буквенные обозначения: *SD* или *ND* (шлифпорошки синтетического/природного алмаза).

Методика исследования. Диагностика морфометрических характеристик исследуемых шлифпорошков выполнялась с использованием DiaInspect.OSM фирмы Vollstaedt Diamant GmbH [5]. Это прибор позволяет в автоматическом режиме определять больше 20 характеристик абразивных порошков по результатам измерения пробы в количестве до 1999 зерен включительно. При выполнении данной работы порошки диагностировали по следующим характеристикам: общей площади проекции зерна (А, мкм 2), периметрам истинного (фактического, p_{r}) мкм) и выпуклого (p_{conv} , мкм) его контуров, максимальному (F_{max} , мкм) и минимальному (F_{min} , мкм) диаметрам Feret, среднему размеру (d_m , мкм) и эквивалентному диаметру (d_3 , мкм) зерен, форм-фактору фактического изображения проекции зерна (C_r) , эллиптичности (симметричности, E), Feret-удлинению (F_{el}), шероховатости (Rg) зерен. Дополнительно на основании данных DiaInspect-диагностики проводилось вычисление удельного периметра проекции зерен (P_{VA}) . Интерпретацию геометрической сущности перечисленных морфометрических характеристик и более полное их описание можно найти в работе [3]. Эти характеристики описывают величину зерен (F_{max} , F_{min} , d_c , d_3), их форму (C_r , F_e) и топографию поверхности ($P_{yд}$, Rg). Количество режущих кромок (n) и угол заострения (ϕ) зерен порошков вычислялись по методике работы [6] на основании результатов DiaInspect-диагностики их морфометрических характеристик (C_r , Rg).

Результаты исследования и их обсуждение. На рис. 1. приведены РЭМ-фотографии зеприродных исследованных алмазных шлифпорошков, а в табл. 1 – результаты математической обработки данных диагностики. Так, в процессе роста октаэдрическими слоями торможение роста на ребрах октаэдра (антискелетный механизм) приводит к формированию на их месте ступенчатых поверхностей, соответствующих по положению ромбододекаэдру (рис. 1). Что касается сравнительной оценки морфометрических характеристик, то в подобных случаях ее, как отмечается в [5], следует проводить по двум критериям: по критерию значений показателей (средних по своей сущности) и по критерию адекватности этих средних значений. Как критерий адекватности значений используется однородность по системно-критериальному методу.



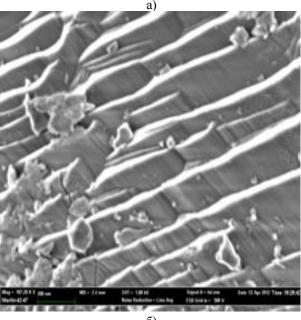


Рис. 1. а) зерна шлифопорошков природных алмазов зернистости 125/100 мкм; б) поверхность грани зерна природного алмаза фракции 125/100 мкм

Однородность порошков сверхтвердых материалов (СТМ) как мера адекватности средних значений является важным признаком их качества. В работе [7] приведены значения показателей однородности исследуемых шлифпорошков, вычисленные по методике [8]. Диагностика геометрических и морфологических характеристик исследуемых шлифпорошков и оценка их однородности, указывают среди прочего и на существенные недостатки качества исследованных шлифпорошков природного алмаза.

Таблица 1. Значение характеристик шлифпорошков AC15 50/40 и AC50 125/100 из природного (ND) и синтетического (SD) алмаза

Название	50/40		125/100	
характе- ристик	SD	ND	SD	ND
F_{max} , мкм	89,45	93,73	171,15	206,72
F_{min} , MKM	58,71	57,21	131,52	132,95
C_r	1,3702	1,8217	1,2680	1,4137
E	1,5199	1,7973	1,2539	1,5573
F_{el}	1,5310	1,6373	1,3074	1,5662
Rg	1,0556	1,1264	1,0583	1,0685
d_m , мкм	74,1	75,5	151,3	169,8
$d_{\scriptscriptstyle 3}$, мкм	65,3	68,6	144,7	156,5
A, MKM ²	3404,6	3741,5	16579,6	19497,6
p_r , MKM	252,5	276,9	511,8	584,3
p_{conv} , MKM	239,1	244,7	483,4	546,6
<i>P</i> _{уд} , 1/м	0,0689	0,0828	0,0314	0,0307
$F_{\rm уд.}$, м 2 /кг	77,16	93,11	32,22	31,38
п, шт.	12	14	21	24
φ , град.	129,74	126,64	133,31	132,83

Выводы: на уровне количественного сравнительного анализа подтвержден тот факт, что шлифпорошки природного алмаза, полученные методом ситового разделения, по качеству значительно уступают аналогичным по методу получения шлифпорошкам синтетического алмаза. Технология получения кондиционных шлифпорошков природного алмаза наряду с операцией ситового разделения должна обязательно содержать и операции сортировки по форме зерен и диспергирования. Необходимо строгое соблюдение норм предписываемых технологических операций – чем точнее произведена

классификация и сортировка алмазных порошков, а, следовательно, и больше содержание основной фракции, тем потенциальные возможности порошков повышаются, увеличивается производительность инструментов, изготовляемых из этих порошков, расход алмазного инструмента значительно уменьшается и увеличивается срок его службы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- 1. Афанасьев, В.П. Атлас морфологии алмазов России / В.П. Афанасьев, Э.С. Ефимова, Н.Н. Зинчук, В.И. Коптиль. Новосибирск: Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГГМ, 2000, 298 с.
- 2. *Ковальчук, Ю.М.* Основы проектирования и технология изготовления абразивного и алмазного инструмента / *Ю.М. Ковальчук, В.А. Букин, Б.А. Глаговский* и др. М.: Машиностроение, 1984. 288 с.
- 3. *Богатырева, Г.П.* К вопросу однородности алмазных микропорошков по морфологическим характеристикам / Г.П. *Богатырева, Г.А. Петасюк, Г.А. Базалий, В.С. Шамраева* // Сверхтв. материалы. 2009. №2. С. 71-81.
- 4. *Бакуль, В.Н.* Число зерен в одном карате одна из важнейших характеристик алмазного порошка // Синтетические алмазы. 1976. Вып. 4. С. 22–27.
- List, E. A new system for single particle strength testing of grinding powders / E. List, J. Frenzel, H. Vollstadt // Industrial diamond review. 2006. N1. P. 42-47.
- Петасюк, Г.А. Інтерпретаційнй і прикладні аспекти деяких морфологічних характеристик порошків надтвердих матеріалів // Сверхтв. материалы. 2010. № 2. С. 80-95.
- Сафонова, М.Н. Исследование зернового состава и морфологических характеристик шлифпорошков синтетического и природного алмаза / М.Н. Сафонова, Г.А. Петасюк, А.С. Сыромятникова, А.А. Федотов / Сверхтвердые материалы. 2011. №4. С. 78-89.
- Новиков, Н.В. Однородность шлифпорошков синтетических алмазов и критерии ее количественной оценки / Н.В. Новиков, Ю.И. Никитин, Г.А. Петасюк // Сверхтвердые материалы. 1999. №5. С. 65-74.

CRYSTAL MORPHOLOGY AND RESEARCH THE MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF GRINDING POWDERS FROM NATURAL DIAMOND

© 2013 M.N. Safonova

North-East Federal University named after M.K. Ammosov, Yakutsk

In work the morphometric characteristics of grinding powders from natural diamond are diagnosed. Results of comparative research of grain structure and morphometric characteristics of grinding powders from natural and synthetic diamond are given.

Key words: morphology, natural diamond, synthetic diamond, grinding powder, structure, growth mechanism, morphometric characteristics

Maria Safonova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department "Applied Mechanics". E-mail: marisafon_2006@mail.ru