

**О.Н.СИЗОНЕНКО**, д-р техн. наук, вед. науч. сотр., Институт импульсных процессов и технологий НАН Украины, Николаев;

**Г.П.БОГАТЫРЕВА**, д-р техн. наук, зав. лаб., Институт сверхтвердых материалов им. Бакуля НАН Украины, Киев;

**Н.А.ОЛЕЙНИК**, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., Институт сверхтвердых материалов им. Бакуля НАН Украины, Киев;

**Г.Д.ИЛЬНИЦКАЯ**, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., Институт сверхтвердых материалов им. Бакуля НАН Украины, Киев;

**А.Д.ЗАЙЧЕНКО**, млад. науч. сотр., Институт импульсных процессов и технологий НАН Украины, Николаев;

**Е.В.ЛИПЯН**, млад. науч. сотр., Институт импульсных процессов и технологий НАН Украины, Николаев;

**А.С.ТОРПАКОВ**, млад. науч. сотр., Институт импульсных процессов и технологий НАН Украины, Николаев

## **ВЛИЯНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ РАЗРЯДОМ НА ИЗМЕНЕНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА АЛМАЗНЫХ ПОРОШКОВ**

Наведено результати експериментальних досліджень впливу високовольтних електричних розрядів на гранулометричний склад синтетичного мікропорошку алмазу АСМ20/14 та алмазного шліфпорошку АС20 зернистістю 100/80.

The results of experimental research of the high voltage electric discharge impact onto the granulometric composition of the synthetic diamond micropowder АСМ20/14 and polishing diamond powder АС20 with the grain size 100/80 are represented.

Приведены результаты экспериментальных исследований влияния высоковольтных электрических разрядов на гранулометрический состав синтетического микропорошка алмаза Асм20/14 и алмазного шлифпорошка Ас20 зернистостью 100/80.

**Введение.** Порошки синтетического алмаза широко используют при изготовлении абразивного инструмента для механообработки труднообрабатываемых материалов.

Химические и механические способы воздействия, применяемые при изготовлении алмазных порошков, влияют на ситовые характеристики алмазного сырья. Эти способы чрезвычайно длительны.

Известно, что процессы разделения дисперсных систем, в том числе процессы сортировки кристаллов алмаза, которые применяют при изготовлении порошков, наиболее эффективны, если порошок однороден по крупности. Эксплуатационные характеристики инструмента также зависят от однородно-

сти и гранулометрического состава используемых порошков.

Экологически безопасным и эффективным способом воздействия на дисперсные системы является воздействие высоковольтного электрического разряда (ВЭР) в жидкости [1 – 4]. Высокая концентрация энергии в канале разряда приводит к возникновению волн давления, близких к ударным, которые трансформируются в акустические с широким спектром частот, мощных гидротоков, кавитации, электромагнитных и термических полей. Эти явления позволяют влиять как на изменение геометрических размеров объекта, так и на структуру материалов с целью придания им определенных механических и физических свойств .

**Целью** данной работы является исследование влияния обработки ВЭР на гранулометрический состав алмазных порошков.

**Объекты и методы исследования.** Исследования проведены на продукте синтеза (ПС) алмаза, полученном в ростовой системе Ni–Mn–C. ПС подвергали ВЭР обработке, затем химически очищали. Из продуктов дробления изготавливали шлиф- и микропорошки различных зернистостей  $K_o$  – микропорошок АСМ 20/14 и шлифпорошок АС20 зернистостью 100/80.

Исследования выполняли на экспериментальном стенде, конструкция которого детально описана в [4]. Обработке подвергалась суспензия порошков в дистиллированной воде.

Параметры разрядного контура были подобраны так, чтобы обеспечить давление в канале разряда до 800 МПа. Суммарная энергия обработки  $W_{\Sigma}$  составляла от 425 до 1600 кДж.

При исследовании использованы методы: химического, магнитного, гравиметрического, ситового анализа, методы оптической и растровоэлектронной микроскопии. Характеристики качества порошков определены по методикам ДСТУ 3292-95. Содержание внутрикристаллических включений металла-растворителя определяли по величине удельной магнитной восприимчивости ( $\chi$ ).

**Результаты и обсуждение.** Применение различных видов обработки существенно изменяет распределение ПС по размеру после растворения металлической составляющей (рис. 1). Материал концентрируется в классе крупности от 100 до 630 мкм, т.е. происходит его усреднение. После химической дезинтеграции масса в этом классе составляет 41 %, после механической дезинтеграции – 90 %, после ВЭР обработки – 94 %.

Степень раскрытия материала (по коэффициенту Фоменко) составляет от 0,95 до 0,96 после химической и от 0,94 до 0,95 после механической дезинтеграции, после ВЭР обработки от 0,98 до 0,99. Это позволяет в процессе гравитационного разделения алмаза и графита, вывести до 35 % массы материала в виде графитового продукта.

Выход высококачественных порошков с повышенной прочностью, изготовленных из алмазного сырья, извлеченного из ПС после ВЭР обработки, на 3–5 % выше, чем порошков, полученных по традиционной технологии (рис. 2).

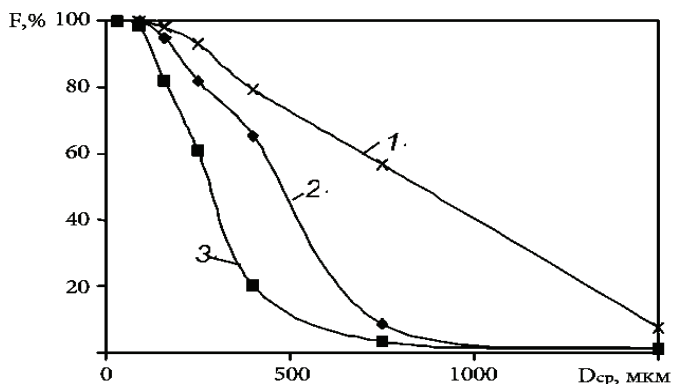


Рисунок 1 – Суммарный выход дисперсного ПС после растворения металлической составляющей и последующих обработок: химической (1), механической дезинтеграции (2), ВЭР обработки (3)

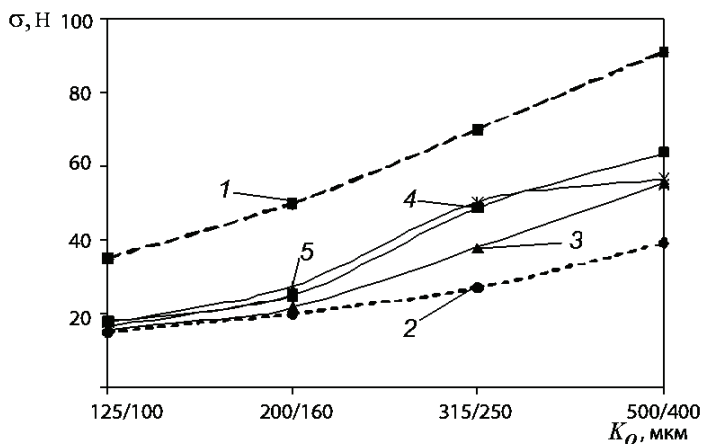


Рисунок 2 – Прочность при статическом сжатии порошков: норма прочности порошков марки АС 50(1), АС 32 (2), порошков, полученных после химической (3), механической (4) дезинтеграции ПС, ВЭР обработки (5)

В результате ВЭР обработки при  $W_{\Sigma} = 1560$  кДж (рис. 3) в класс крупности – 6 мкм переходит до 80 % частиц алмаза. После химической очистки этих порошков в них присутствует меньшее количество растворимых вклю-

чений и нерастворимых примесей, абразивная способность порошка возрастает на 14,5 %, частицы характеризуются повышенной шероховатостью и развита́й поверхностью (табл. 1).

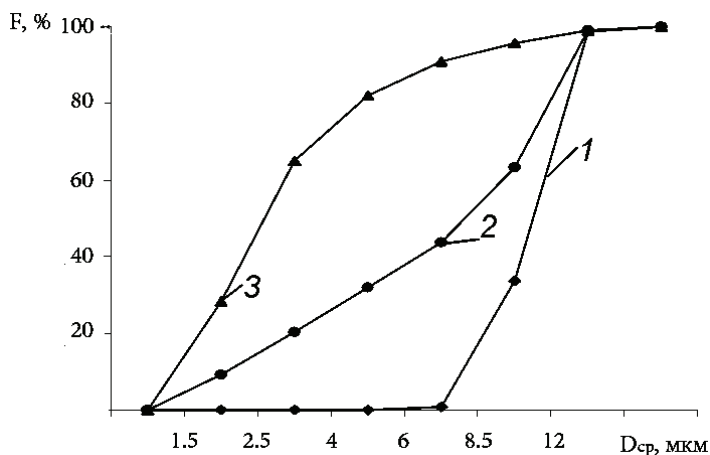


Рисунок 3 – Распределение по крупности частиц алмаза исходного порошка марки АСМ 20/14 (1) и после импульсной обработки ВЭР при 425 кДж (2) и 1560 кДж (3)

Таблица 1 – Удельная магнитная восприимчивость, несгораемый остаток и абразивная способность исходного микропорошка АСМ 20/14 и порошка после ВЭР обработки

Образец	Характеристики		
	Удельная магнитная восприимчивость, $\chi \cdot 10^{-8}$ , м <sup>3</sup> /кг	Несгораемый остаток, Н.О., %	Абразивная способность, усл. ед.
Исходный микропорошок АСМ 20/14	9,3	0,57	4,84
Порошок АСМ 20/14 после ВЭР обработки в воде при $W_{\Sigma} = 1560$ кДж	5,7	0,40	5,54

Из продуктов ВЭР обработки порошка алмаза АС 20 зернистостью 100/80 изготовили шлифпорошки марки АС 20 зернистостью 100/80, 80/63, 63/50 и микропорошки марки АСМ зернистостью 60/40, 40/20, 28/14 (рис. 4).

Распределение по размерам исходного порошка АС 20 зернистостью 100/80 лежит в диапазоне от 40 до 140 мкм (рис. 5). ВЭР обработка оказывает интенсивное воздействие на обрабатываемый порошок, основной диапазон

распределения фракции неклассифицированного остатка по размеру составил от 1 до 2 мкм.

Установлено, что в результате обработки ВЭР получены более однородные по размеру порошки, у которых средний размер зерна меньше, форма зерен более округлая и изометричная. Полученные шлифпорошки содержат меньше примесей, что подтверждают несгораемый остаток и удельная магнитная восприимчивость, при этом их статическая прочность ниже, а абразивная способность выше (табл. 2).

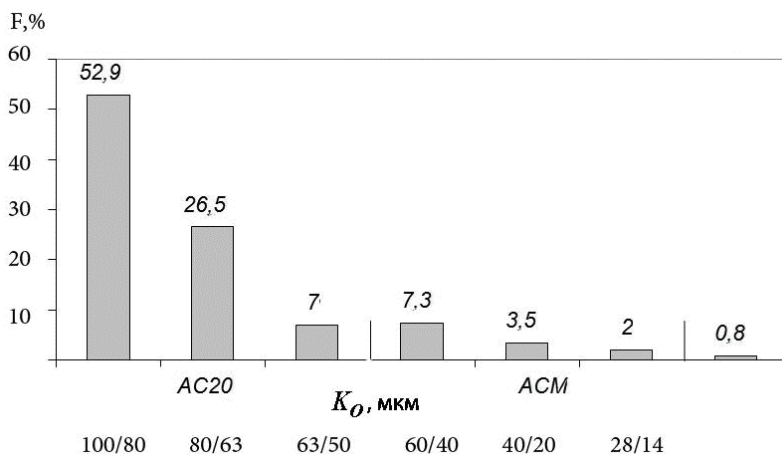


Рисунок 4 – Выход шлиф- и микропорошков алмаза из продуктов ВЭР обработки шлифпорошка АС 20 зернистостью 100/80

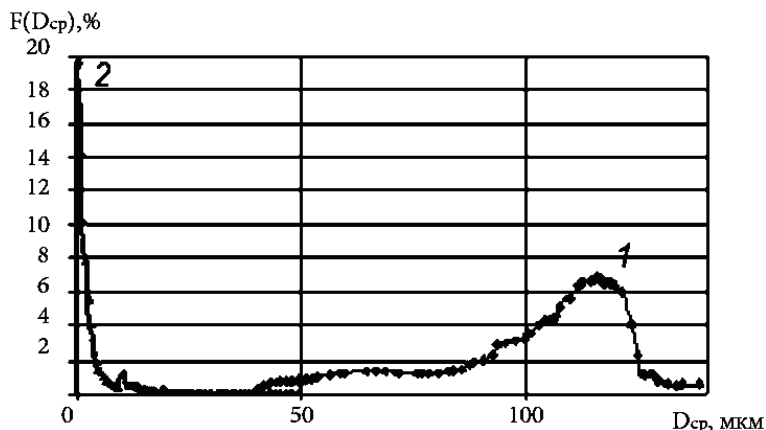


Рисунок 5 – Распределение частиц шлифпорошка АС20 зернистостью 100/80 по размерам до (1) и после ВЭР обработки (2 – остаток)

Таблица 2 – Характеристики шлифпорошка АС 20 дисперсностью 100/80 и изготовленных из него с применением обработки ВЭР порошков АС20 100/80 и АСМ 28/14

Марка порошка	Несгораемый остаток, %	Удельная магнитная восприимчивость $\chi \cdot 10^{-8}$ , м <sup>3</sup> /кг	Абразивная способность	Статическая прочность, Н	Коэффициент формы $K_{\Phi}$
Исходный порошок					
АС 20 100/80	0,98	0,63	4,6	17,9	1,18
Порошки, изготовленные из АС 20 100/80, после обработки ВЭР					
АС 20 100/80	0,80	0,29	5,32	13,5	1,09
АСМ 28/14	1,55	39,3	4,16	Не определялись	

### Выводы

1. Исследовано влияние ВЭР обработки алмазных порошков на их гранулометрический состав и установлено, что такая обработка перспективна для изготовления высококачественных порошков алмаза, так как обеспечивает их интенсивное дробление.

2. В процессе ВЭР обработки можно легко управлять процессом измельчения, получать порошки полидисперсного состава с повышенным (до 80%) содержанием фракции размером менее 6 мкм.

3. ВЭР обработка ПС является альтернативным методом химической и механической дезинтеграции. За счет усреднения материала по крупности и его раскрытия она позволяет снизить экологическую опасность процесса переработки ПС алмаза и обеспечивает на 3–5 % выше выход порошков с повышенной прочностью.

**Список литературы:** 1. Курец В.В., Усов А.Ф., Цукерман В.А. Электроимпульсная дезинтеграция материалов. – Апатиты: Изд. Кольского научного центра РАН, 2002. – 324 с. 2. Бакуль В.Н., Никитин Ю.И. Способ дробления сверхтвердых материалов // Электронная обработка материалов. – 1976. – Вып. 2. – С. 18-22. 3. Сизоненко О.Н., Малюшевский П.П., Горovenko Г.Г. Разрядноимпульсная технология дробления и измельчения абразивных материалов / Основные проблемы разрядноимпульсной технологии. – Киев: Наук. думка, 1980. – С. 12-20. 4. Сизоненко О.Н., Богатырева Г.П., Майстренко А.Л., Тафтай Э.И., Петасюк Г.А., Олейник Н.А., Торпаков А.С., Лилян Е.В., Зайченко А.Д. Влияние высоковольтных импульсных разрядов на морфометрические характеристики алмазных микропорошков // Вісник українського матеріалознавчого товариства. – 2010. – № 1 (3). – С. 23-32.

Поступила в редколлегию 30.09.2011