

7. Ткач С. В., Кузьменко Е. Ф., Ткач В. Н., Гонтарь А. Г., Шульженко А. А. Возможности цифровой растровой микроскопии высокого разрешения при исследовании структуры режущей двухслойной пластины // Сверхтвердые материалы. – 2003. – №5. – С.33–39.
8. ДСТУ 3292-95. Порошки алмазні синтетичні. Загальні технічні умови. Зміна №1. Додаток БА. Методика визначення зернистості і зернового складу алмазних мікро- та субмікропорошків за допомогою цифрового растрового електронного мікроскопу. – К.: Держстандарт України, 2006. – 3 с.
9. Surface properties of amorphous carbon film / O. Kutsay, V. Tkach, N. Novikov et al. // Diamond and Related Materials. –2008. – 17. –P. 1689–1691.
10. Ткач С. В. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук (спец. 05.02.01, матеріалознавство). – К.: 2008, – 21 с.
11. Scion Image // Інтернет ресурс – <http://scion-image.software.informer.com>.

Поступила 15.05.11

УДК 537.528: 621.762.3

Н. А. Олейник, канд. техн. наук

Інститут сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля НАН Украины, г. Киев

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ДЕЗИНТЕГРАЦИИ ДИСПЕРСНОГО АЛМАЗНО-ГРАФИТОВОГО МАТЕРИАЛА НА ГРАВИТАЦИОННОЕ РАЗДЕЛЕНИЕ АЛМАЗА И ГРАФИТА НА КОНЦЕНТРАЦИОННОМ СТОЛЕ

Представлены результаты исследования влияния способов дезинтеграции дисперсного алмазно-графитового материала на гравитационное разделение алмаза и графита на концентрационном столе.

Ключевые слова: алмаз, графит, дезинтеграция, гравитационное разделение, концентрационный стол.

Порошки алмаза являются результатом переработки продукта синтеза (ПС), которая представляет собой последовательность процессов: избирательного разрушения ПС при сохранении крупности синтезированных кристаллов алмаза; разделения составляющих ПС при извлечении сырья алмаза; сортировки и классификации сырья. Эффективность разделения алмаза и графита зависит от полноты раскрытия ПС и работы обогатительного аппарата [1].

Спеки ПС отличаются структурой, которая зависит от термобарических условий синтеза, размером, массовыми долями составляющих (алмаза, графита, металлической составляющей, примесей), а также размерами и качеством синтезированных алмазов.

Повышение эффективности физических методов разделения алмаза и графита связано с совершенствованием методов разрушения взаимосвязей составляющих ПС и оптимизацией гравитационного разделения. К такому выводу мы пришли в результате изучения влияния различных видов подготовки ПС алмаза, предназначенного для изготовления порошков марки АС 15 и выше, на гравитационное разделение алмаза и графита, а также эффективность переработки ПС.

Результаты исследования микроструктуры спеков позволили сформулировать физико-механическую модель структуры элементарного объема гранулы ПС в виде трехслойного шара. Ядро шара – алмаз коаксиально сопряжено с упругой и однородной металлической и последующей графитовой оболочками. В результате растворения металлической составляющей ПС получают алмазно-графитовый материал, представленный псевдополами пористыми гранулами. Гранулы состоят из графитовой оболочки и “алмазного ядра”, причем ядро не контактирует с оболочкой. В результате разрушения псевдополах гранул получают неповрежденные свободные кристаллы алмаза и осколки графитовой оболочки. Такая модель открыла перспективы для применения физических методов дезинтеграции ПС, так как для достижения высокой степени раскрытия ПС алмаза без разрушения кристаллов алмаза необходимо направленное изменение структурного состояния ПС посредством

постадийного дробления с промежуточным растворением металлической составляющей и получением дисперсного алмазно-графитового материала [2].

Таким образом, задачей дезинтеграции алмазнографитового материала является наиболее полное раскрытие ПС, а последующего обогащения гравитационным или флотационным методом – получение наиболее чистого концентрата при минимальных потерях алмаза.

Принципиальной основой для разделения гравитационным методом на концентрационном столе алмаза и графита является различие их плотности (соответственно 3,5 и 2,0 г/см³).



Рис. 1. Общий вид концентрационного стола КЦГ-30

Разделение компонентов по плотности на концентрационном столе происходит в тонком слое воды, текущей по слегка наклоненной плоской деке, совершающей с помощью привода возвратно-поступательные колебания с частотой 4–7 Гц в направлении, перпендикулярном к направлению движения воды (рис. 1).

Дисперсный материал разрыхляется и расслаивается на деке стола в продольном и поперечном направлениях ее движению. Частицы, близкие по размеру и плотности, концентрируются и транспортируются к краям деки в разных направлениях. Образуются концентрат, промежуточный продукт, отходы. Компоненты разделяются в гравитационном

поле наиболее эффективно, если материал представлен свободными, однородными по размерам компонентами [3].

Цель настоящей работы – исследовать влияние различных видов дезинтеграции дисперсного алмазно-графитового материала, содержащего тонковкрапленные кристаллы алмаза, на процесс гравитационного разделения алмаза и графита на концентрационном столе.

Объекты и методы исследования

Исследовали ПС, полученный в ростовой системе Ni–Mn–C и предназначенный для изготовления алмазных шлифпорошков различной зернистости марок АС 4 – АС10 и микропорошков.

Партию исходного ПС в виде спеков дробили в щековой дробилке до крупности –2 мм. Далее растворили металлическую составляющую ПС до остаточного содержания 5 %.

Дезинтегрировали материал параллельно четырьмя методами. Применили химическую дезинтеграцию (термохимическую обработку смесью концентрированных серной и азотной кислот); механическую дезинтеграцию в роторной дробилке конструкции ИСМ им. В. Н. Бакуля НАН Украины; последовательное выполнение химической и механической дезинтеграций; импульсную обработку высоковольтным электрическим разрядом в воде (обработку ВЭР, которую выполнили в ИИПТ НАН Украины, г. Николаев). Параметры воздействия ВЭР обеспечили давление в канале разряда 800 МПа при суммарной энергии обработки 1000 кДж.

Гравитационное разделение алмазно-графитового материала проводили на концентрационном столе КЦГ-30. Угол наклона деки (поперечный) составлял 2°, количество колебаний деки – 385 в 1 мин, длина хода деки – 6 мм, расход смывной воды – 0,42 м³/ч.

До и после дезинтеграции определяли распределение материала по крупности, раскрытие алмазно-графитового материала, распределение массы материала, извлечение алмаза и графита в продукты разделения.

Результаты и их обсуждение

Дифференциальное и интегральное распределение алмазно-графитового материала по размерам после различных видов обработки показано на рис. 2, степень раскрытия этого материала – в таблице.

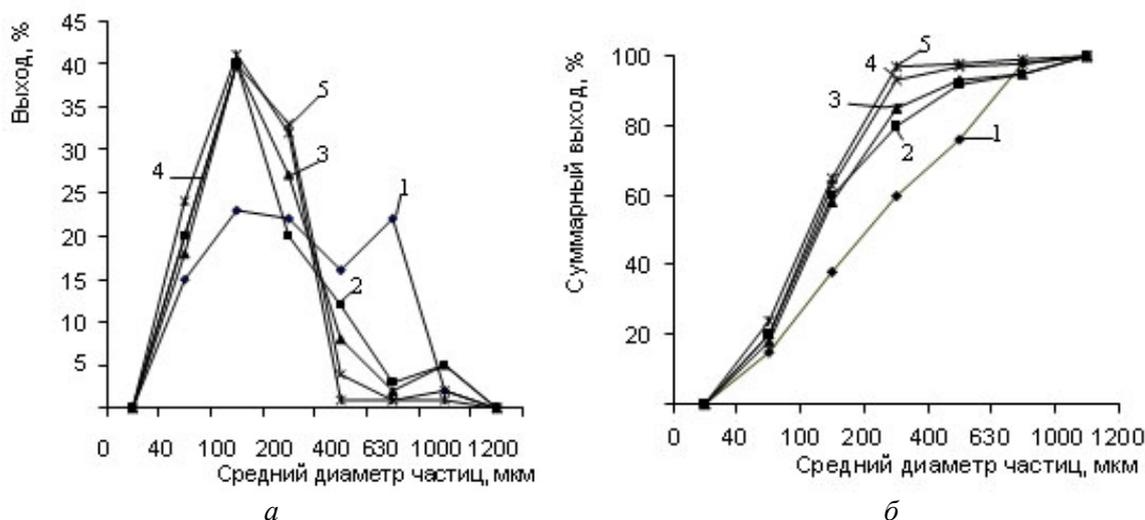


Рис. 2. Дифференциальное (а) и интегральное (б) распределение по размерам алмазно-графитового материала после различных видов обработки: 1 – растворение металлической составляющей; 2 – механической дезинтеграции; 3 – химической дезинтеграции; 4 – последовательного применения химической и механической дезинтеграций; 5 – обработки ВЭР

Степень раскрытия алмазно-графитового материала после различных видов обработки

Показатель	Вид обработки				
	Растворение металлической составляющей	Дезинтеграция		Последовательное применение химической и механической дезинтеграций	ВЭР
		Механическая	Химическая		
Степень раскрытия	0,37–0,40	0,55–0,60	0,93–0,95	0,93–0,97	0,93–0,98

Как следует из данных рис. 2 и таблицы алмазно-графитовый материал после растворения металлической составляющей (1) представлен крупными частицами, масса материала распределена равномерно во всем диапазоне размеров. Степень раскрытия материала низкая. Вследствие механической (2) или химической (3) дезинтеграций распределение алмазно-графитового материала смещается в сторону мелких частиц. Последовательное применение химической и механической дезинтеграций или обработка ВЭР существенно изменяют распределение, уменьшая размеры частиц (4, 5). Дезинтеграция любым из четырех способов повышает степень раскрытия материала. В результате последовательного применения дезинтеграций материала или обработки ВЭР степень раскрытия максимальная.

Результаты гравитационного разделения дезинтегрированного алмазно-графитового материала на концентрационном столе после трех пересчетов промежуточного продукта (выход промежуточного продукта, извлечение алмаза в концентрат, алмаза и графита в отходы, %) показаны на рис. 3.

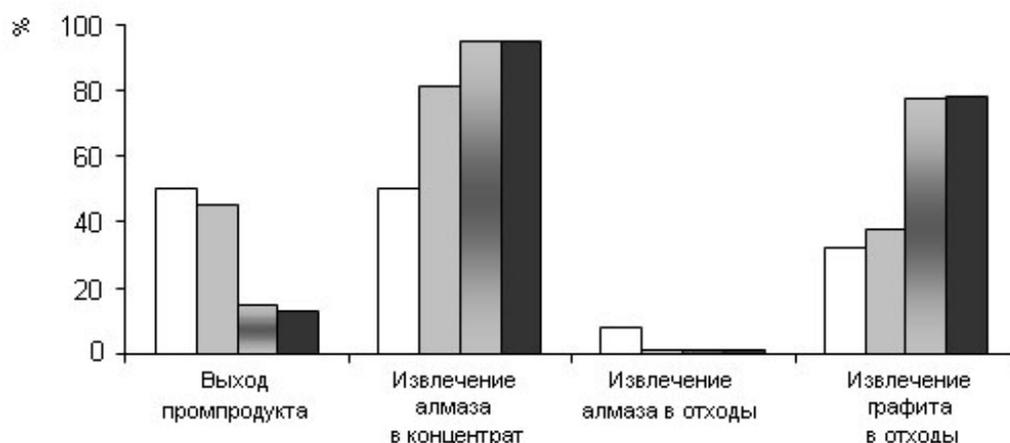


Рис. 3. Результаты гравитационного разделения алмазно-графитового материала после различных видов дезинтеграции: □ – механической дезинтеграции; ▒ – химической дезинтеграции; ▓ – последовательного применения химической и механической дезинтеграций; ■ – обработки ВЭР

Как следует из рис. 3, механическая дезинтеграция в роторной дробилке не позволяет полностью раскрыть материал с большим количеством вкрапленных мелких частиц алмаза, что сказывается на результатах гравитационного разделения. Гравитационное разделение дезинтегрированного таким образом материала неэффективно. В результате разделения образуется значительное количество промежуточного продукта (50 % масс.), который невозможно разделить при перечистках. В концентрат извлекается много графита (10,7 %).

Химическая дезинтеграция алмазно-графитового материала позволяет лучше раскрыть материал. Результаты разделения на столе лучше. Выход промежуточного продукта ниже (45 % масс.). Содержащиеся в материале равнопадаемые частицы (крупные, легкие и мелкие, тяжелые частицы, которые имеют близкую по значениям плотность) попадают в промежуточный продукт. При перечистках их не удается разделить.

Максимально усреднить материал по крупности и хорошо его раскрыть позволяет последовательное применение химической и механической дезинтеграций или обработка ВЭР. Дезинтегрированный таким образом материал удается эффективно разделить на концентрационном столе. Выход промежуточного продукта незначительный (13–15 % масс.), при последующих многократных перечистках его удастся разделить на концентрат и отходы. В концентрат извлекается не более 2,1 % графита. Основная часть графита попадает в отходы (77,8 %), что позволяет вывести его из технологического цикла переработки ПС.

Следует отметить, что извлечение алмаза в отходы разделения материала после всех видов обработки, кроме механической дезинтеграции, составляет 1,3 %. После механической дезинтеграции извлечение алмаза в отходы составляет 8,3 %.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что при последовательном применении химической и механической дезинтеграций к эффекту действия смеси концентрированных серной и азотной кислот на алмазно-графитовый материал описанному [4] добавляется усреднение материала. В результате чего повышается эффективность гравитационного разделения.

При импульсной обработке ВЭР алмазно-графитового материала ударные волны, генерируемые в жидкости, в момент взаимодействия с поверхностью частицы формируют в ее объеме напряженное состояние. Растягивающие напряжения вызывают развитие микротрещин на поверхности частицы. Вновь образующаяся поверхность абсорбирует молекулы жидкости, оказывающие расклинивающее действие, не позволяя трещинам смыкаться.

Если растягивающие напряжения в частицах превышают предел прочности, они разрушаются, если не превышают предела прочности, происходит накопление усталостных напряжений, и при циклическом нагружении в итоге частицы разрушаются [5].

Выводы

На примере алмазно-графитового материала, полученного при переработке ПС алмаза, предназначенного для изготовления порошков алмаза марок АС 4 – АС 10, показана взаимосвязь гравитационного разделения алмаза и графита на концентрационном столе с распределением по крупности и степени раскрытия материала после различных видов дезинтеграции.

По степени влияния на повышение эффективности гравитационного разделения (получение наиболее чистого концентрата при минимальных потерях алмаза) рассмотренные виды дезинтеграции алмазно-графитового материала можно расположить в следующий ряд: механическая дезинтеграция → химическая дезинтеграция → последовательное применение химической и механической дезинтеграций → обработка ВЭР.

Подано результати дослідження впливу способів дезинтеграції дисперсного алмазно-графітового матеріалу на гравітаційний розподіл алмазу і графіту на концентраційному столі.

Ключові слова: алмаз, графіт, дезинтеграція, гравітаційний розподіл, концентраційний стіл.

The results of investigation of the influence of ways of disintegration dispersed diamond-graphite material on the process of gravitational separation of diamond and graphite at a concentration table presented in this paper.

Keywords: diamond, graphite, disintegration, gravity separation, concentration table.

Литература

1. Богатырева Г.П., Олейник Н.А. выбор критерия оценки раскрытия продукта синтеза алмаза / Сверхтвердые матер. – 1995. – № 1. – С. 65–70.
2. Обоснование концепции избирательного разрушения продукта синтеза алмаза /А.Л. Майстренко, Н.В. Новиков, Г.П. Богатырева, Н.А. Олейник // Сверхтвердые матер. – 2005. – № 1. – С. 17–27.
3. Справочник по обогащению руд. Основные процессы / Под ред. О.С. Богданова. – М.: Недра, 1983. – 381 с.
4. Синтез алмазов /Н.В. Новиков, Д.В. Федосеев, А.А. Шульженко, Г.П. Богатырева – К.: Наук. думка, 1987. – 160 с.
5. Дезинтеграция продукта синтеза алмаза ударными волнами, генерируемыми в жидкости электроразрядными импульсами большой мощности /Г.П. Богатырева, А.Л. Майстренко, О.Н. Сизоненко и др. // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: Сб. науч. тр. – К.: ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины, 2009. – Вып. 12.– С. 191–198.

Поступила 22.06.11

УДК 621.921.34:620.179.4:622.24.004.69

О. С. Осіпов¹, канд. техн. наук; **Т. В. Колабиліна¹**, інж.; **М. О. Бондаренко¹**, д-р техн. наук;
Н. М. Білявіна², канд. фіз.-мат. наук, **Г. П. Гажа¹**, інж.

¹ Інститут надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля НАН України, м. Київ

² Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна

СПИКАННЯ КОМПОЗИТУ В СИСТЕМІ АЛМАЗ-Ti-WC/Co В УМОВАХ ВИСОКИХ ТИСКІВ ТА ТЕМПЕРАТУР

Одержано зразки надтвердого шарового композиту в системі алмаз-Ti-WC/Co в умовах високого тиску 7,7 ГПа і високої температури 2100 К. Встановлено, що алмазовмісний шар містить повністю стехіометричний TiC і характеризується рівномірним зменшенням вмісту незв'язаного кобальту від підкладки до поверхні різального шару від 10 до 2 мас.%. Зносостійкість отриманих композитів не змінюється після відпау на повітрі до температури 1200 К.

Ключові слова: алмаз, високий тиск, композит, термостійкість, зносостійкість.

Розвиток нафтової і газової промисловості передбачає виконання великого обсягу бурових робіт з метою пошуку, розвідки і розробки нафтових та газових родовищ. Техніку буріння нафтових та газових свердловин потрібно постійно вдосконалювати, особливо у зв'язку зі збільшенням обсягів глибокого та надглибокого буріння, а також зростаючою потребою буріння похило спрямованих та