Поликристаллические наноалмазы детонационного синтеза

Петров Е.А. [1]

isf@bti.secna.ru

[1] Бийский технологический институт АлтГТУ им. И. И. Ползунова, Бийск, Россия

Физико-химические и потребительские свойства наноалмазов во многом зависят от микроструктуры и размера зерна. В практике наноалмазы, получают как из углерода молекулы *ВВ*, так и из смеси *ВВ* с графитом. Технология получения одинакова, однако с применением графита алмазы крупнее и имеют поликристаллическую структуру (*ПА*). В процессе получения алмазы проходят стадии: синтеза; закаливания продуктов детонации в камере; обогащения и сушки. При этом из-за напряженности микроструктуры и сложности кристаллохимии размеры кристаллитов и зерна меняются. В работе приведены результаты исследований размеров кристаллитов и зерна *ПА* на разных стадиях получения в сравнении с алмазами, полученными из молекулы *ВВ* (*НА*).

Алмазы образуются в детонационной волне с высоким выходом при давлении 22-24 ГПа и температуре 3000–4000°С. Главный вопрос - где: в зоне химических реакций или вблизи нее? Исследования показали, что образование кристаллитов *НА* и *ПА* завершается в зоне химических реакций, остальные углеродные структуры продолжают расти в волне Тейлора. Размеры кристаллитов примерно равны (в среднем 4 и 7 нм соответственно), а удельная площадь поверхности отличается на порядок (300 и 25 $м^2$/г). В равных условиях эксперимента при изменении массы *ВВ* от 0,1 до 2,0 кг размеры кристаллитов, параметры решетки, содержание кристаллической фазы не меняются [1].

По данным рентгенофазового анализа параметры решетки *НА* и *ПА* по сравнению с эталоном (0,35672 нм) имеют значения 0,3547 - 0,3562 нм. В продуктах детонации и в обогащенных алмазах присутствует аморфная фаза до 70%. По результатам элементного анализа и ИК-спектроскопии в *ПА* в отличии от *НА* отсутствует азот [2].

В фундаментальном плане интересует вопрос: какова роль графита и где образуются поликристаллы? Установлено, что образование кристаллитов ПА проходит в графитовой частице, а поликристаллы формируются в процессе обогащения. При химическом обогащении, наблюдается увеличении кристаллитов *НА* и *ПА* по сравнению с их размерами в продуктах детонации и тем больше, чем выше температура процесса. Для *НА* наблюдается также рост зерна, а для *ПА* размеры зерна практически не зависят от температуры. При этом в обогащенных продуктах увеличивается содержание кристаллической фазы и снижаются микронапряжения кристаллической решетки. При дальнейшем прокаливании до 500°С доля кристаллической фазы растет, а микроструктура и текстура образцов *НА* и *ПА* меняются по-разному. Для *НА* воздействие приводит к увеличению размеров кристаллитов и зерна, а для *ПА* к их уменьшению [1].

Полученные результаты значимы для технологии получения детонационных наноалмазов. Образование и рост кристаллитов *НА*, *ПА* начинается на стадии синтеза, продолжается на стадии обогащения и вклад второй стадии может быть более существенным.

Ссылки

1. Петров Е.А. Кинетические аспекты детонационного получения наноалмазов // Южно-Сибирский научный вестник. – 2022. № 4 (44). С. 99-105.
2. Соловьева К.Н., Колесова А.А., Петров Е.А., Химич М.А. Текстура поверхности и субструктура промышленных детонационных наноалмазов. // Южно-сибирский научный вестник. 2020. № 6 (34). С. 96-100.