

Управление процессом синтеза наноалмазов

*Долматов В.Ю.¹, Меркин А.А.¹, Козлов А.С.¹, Макаров И.А.¹, Дубовицкий А.С.^{1,2},
Лотникова К.В.^{1,2}, Слобожанинова А.С.^{1,2}*

dolmatov@sktb-technolog.ru

¹ ФГУП «СКТБ «Технолог», Санкт-Петербург, Российская Федерация, 192077, г. Санкт-Петербург, вн. тер. г. муниципальный округ Рыбацкое, тер. Усть-Славянка, пр-кт Советский, д.33а литера А

² Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), пр. Московский, д. 24-26/49, литер А, Санкт-Петербург, 190013, Российская Федерация

Доклад посвящен современному состоянию исследований и достижений в области детонационного синтеза наноалмазов. Рассмотрены и систематизированы новые данные в теории и практике синтеза наноалмазов за последние 5 лет, показано влияние параметров взрывчатых веществ на процесс синтеза наноалмазов.

Детонационные наноалмазы (ДНА) отличаются набором уникальных свойств, сочетающих твердость и инертность наночастиц алмаза с большой химической активностью их аморфной оболочкой. Внешняя простота синтеза дает возможность производства дешевых наноалмазов в большом количестве (десятками тонн в год).

В докладе будут обсуждены современные представления о механизме образования детонационных наноалмазов (ДНА), сформировавшиеся за последние 5 лет. Дан алгоритм выбора и обоснование условий оптимального промышленного синтеза наноалмазов (выход ДНА 6-8.5% мас.).

Высказано предположение об образовании фрактальной углеродной сетки в зоне химических реакций (ЗХР) с образованием в «узлах» этой сетки трехмерного углеродного ядра. Показан механизм кристаллизации наноалмаза за плоскостью Чепмена-Жуге (Ч.-Ж.), определен временной и пространственный диапазон роста и образования ДНА.

Предложено прогнозное определение выхода ДНА из различных ВВ: без проведения экспериментов и появлению возможности расчета характеристик взрывчатых веществ при частичном или полном отсутствии информации об этих характеристиках. В данном докладе впервые собраны и проанализированы эмпирические зависимости характеристик взрывчатых веществ, позволяющие математически описать процесс взрыва и образования наноалмазов и по одному из параметров определять все остальные параметры взрыва. Определены зависимости основных характеристик ВВ друг от друга:

- выхода ДНА, температуры в ЗХР, скорости детонации, давления в пл-ти Ч.-Ж., времени существования зоны химических реакций от величины кислородного баланса ВВ;
- длины зоны ЗХР от давления в плоскости Ч.-Ж. (и наоборот);
- скорости детонации от длины ЗХР;
- времени химических реакций от скорости детонации;
- давления в плоскости Ч.-Ж. от скорости детонации;
- длины ЗХР от времени химических реакций (и наоборот);
- теплоты взрыва от теплоты сгорания (по брутто-формуле ВВ).

Определены основные параметры, влияющие на промышленный выход ДНА: химический состав ВВ, компоненты заряда и их удельная мощность, плотность заряда, наличие бронировки (оболочки) заряда и её состав, величина кислородного баланса ВВ, оптимальная форма заряда, состав и теплоёмкость газовой атмосферы во взрывной камере (ВК). Оптимальный выход ДНА в производственных условиях находится в диапазоне 7,5-8,5% мас, содержание ДНА в твёрдых углеродных продуктах детонации (ПД) - до 72% мас, несгораемых примесей в твёрдых ПД ~ 1,6% мас.