

## Physical and chemical problems of modification of surface properties of detonation nanodiamonds

V.Yu. Dolmatov  
*SCTB "Technolog", Russia*

In the work a current conception of the structure of detonation nanodiamonds (NDs) is given. In respect to a model, NDs-particle should be represented as a volumetric rigidly structured polymer, not as a small crystal of cubic diamond (~ 4 nm) with a defective surface. Internal frame structure of the polymer is formed using saturated bonds of carbon ( $sp^3$ ), and a surface – by means of high-polar groups of different types, basically, organic one. At the cost of this an strong influence upon environment is found, and a structure-forming effect of NDs-particles becomes apparent.

Properties of NDs is very largely determined by chemical purification method of a semi-product (a mixture of diamond and non-diamond forms of carbon after detonation process – so called diamond blend, DB). The most perfect purification method is the treatment of the DB with diluted nitric acid at a high temperature of ~ 250°C and under high pressure of ~ 100 atm.

After attack by nitric acid (process time is 10-30 minutes) a basic problem appears – it is washing off the NDs from a weak nitric acid. Washing process takes a long time (about 5-7 days) owing to some troubles for separation of ultrafine NDs-particles and long-term attainment of diffusion equilibrium between the concentration of adsorbed products (such as  $HNO_3$ ,  $NO_2$ , etc.) on the surface of NDs-particles and that in aqueous solution .

In order to accelerate desorption of strongly adsorbed mixtures from the surface of NDs an absolutely new method was developed: so called «ammoniac thermal stroke». A washed off subacid suspension of NDs-particles is treated with surplus ammonia, then it is placed into the high-temperature range (200-240°C) and area of high pressure. As a result of that :

- 1) Quick desorption and hydrolysis of difficult-to-remove oxides of nitrogen from the surface of NDs-particles ;
- 2) Formed nitrate and nitrite of ammonium are quickly decomposed to give nitrogen in the end. In that case large agglomerates of NDs are disintegrated into smaller particles;
- 3) Very high purity of NDs is reached (~ 99,5%);
- 4) Suspension of NDs-particles obtains more mobility and manufacturability.

**Keywords:** a structure of detonation nanodiamonds; chemical purification; modification of a surface; «ammoniac thermal stroke».

## Физические и химические проблемы модификации поверхностных свойств детонационных наноалмазов

В.Ю. Долматов  
ФГУП СКТБ «Технолог», Россия

В работе приведено современное представление о структуре детонационных наноалмазов (НА). С точки зрения модели, НА-частицу следует представлять не маленьким кристаллом кубического алмаза (~ 4 нм) с дефектной поверхностью, а объемным, жестко структурированным полимером, внутренний каркас которого образуется с помощью насыщенных связей углерода ( $sp^3$ ), а поверхность – высокополярными группировками различного типа, в основном, органического. За счет этого создаются мощные поля воздействия на окружающую среду, и проявляется структурирующее действие НА-частиц.

Свойства НА в значительной степени определяются методом химической очистки полупродукта (смесью алмазной и неалмазной форм углерода после детонации - так называемой алмазной шихты, АШ), самым совершенным из которых является воздействие на последнюю разбавленной азотной кислоты при высокой температуре (~ 250<sup>0</sup>С) и высоком давлении (~ 100 атм).

После воздействия азотной кислоты на АШ (процесс идет 10-30 минут) возникает основная проблема – отмывка НА от слабой азотной кислоты. Процесс отмывки является самым длительным (5-7 суток) из-за сложности сепарации ультрамелких частиц НА и длительного достижения диффузионного равновесия между концентрацией адсорбированных продуктов ( $HNO_3$ ,  $NO_2$ , и т.д.) на поверхности НА-частиц и в водном растворе.

С целью ускорения десорбции сильно адсорбированных примесей с поверхности НА разработан принципиально новый способ: так называемый «аммиачный термоудар». Чистую слабокислую суспензию НА-частиц обрабатывают избытком аммиака, затем помещают в область высокой температуры (200-240<sup>0</sup>С) и высокого давления. При этом происходит следующее:

- 5) быстрая десорбция и гидролиз трудноудаляемых окислов азота с поверхности НА-частиц;
- 6) образующиеся нитрат и нитрит аммония быстро разлагаются с выделением в конечном итоге азота. При этом крупные агломераты НА разрываются на более мелкие частицы;
- 7) достигается очень высокая чистота НА (~ 99,5%).
- 8) суспензия НА-частиц приобретает большую подвижность и технологичность;

**Ключевые слова:** структура детонационных наноалмазов; химическая очистка; модификация поверхности; аммиачный термоудар