

## Графитизация нано и микроуглеродных частиц

*Сигалаев С.К.*<sup>1</sup>, *Ефремов В.П.*<sup>2</sup>, *Шевченко Н.В.*<sup>3</sup>

*nanocentre@kerc.msk.ru*

<sup>1</sup> АО ГНЦ «Центр Келдыша», Москва, Россия

<sup>2</sup> Объединенный институт высоких температур РАН, Москва, Россия

<sup>3</sup> ЗАО «Петровский научный центр «Фугас», Москва, Россия

Уникальные свойства нано- и микроразмерных углеродных частиц позволяют использовать их в различных материалах с целью повышения их характеристик. Однако реализация свойств нано- и микроалмазных частиц (НА, МА), состоящих из  $sp^3$  атомов, ограничивается их графитизацией [1].

Целью работы являлись исследования термической стабильности и графитизации детонационных НА и МА. НА и МА исследованы с помощью просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ), комбинационного рассеяния света (КРС) и ряда других методов [2,3].

Установлены отличительные особенности графитизации поверхности и объёмной структуры НА и МА в инертной газовой среде. НА легче графитизируются, а происходящие в них изменения более кардинальны, чем в МА. Это сопровождается ростом интенсивности линий КРС, связанных с продуктами графитизации, в том числе с онионами [4].

Графитизация МА проявляется при температуре, намного превышающей температуру графитизации НА, независимо от скорости нагревания. При высоких температурах возрастают интенсивности «графитовых» линий КРС, что, по-видимому, связано с появлением онионов на поверхности МА. Исследования НА на ПЭМ выявили в области 1200 °С практически полный их переход в онионоподобные частицы, состоящие из  $sp^2$  углерода. Начало графитизации МА наблюдается при более высоких температурах, чем для НА, в виде пятен графитоподобной плёнки на их поверхности.

Исследована графитизация детонационных НА и МА, установлены температурно зависимые изменения свойств их поверхности. Использование КРС и ПЭМ позволило определить ряд промежуточных и конечных продуктов графитизации НА и МА.

### Ссылки

1. Hu N.S., Chen J., Deng S.Z. Effect of heat treatment on the properties of nano-diamond under oxygen and argon ambient, *Diamond and related Materials* (2002), V. 11, P. 249.
2. Шевченко Н.В., Горбачев В.А., Чобанян В.А., Сигалаев С.К., Ризаханов Р.Н., Голубев А.А., Кириченко А.Н., Ефремов В.П. *Изв. вузов. Химия и хим. технология.* (2016), Т.59, Вып.8, С. 440.
3. Efremov V.P., Zakatilova E.I., Maklashova I.V. and Shevchenko N.V. Thermal stability of detonation-produced micro and nanodiamonds, *Journal of Physics: Conf. Series* (2018), V. 946, P. 012107.
4. Obratsova E.D., Fum M., Hayshi S., Kuznetsov V.L., Butenkoy Yu.V., Chuvilin A.L. *Carbon* (1998), V. 36, N 5-6, P. 821.