

ПРОМЕЖУТОЧНАЯ ФОРМА МЕЖДУ АЛМАЗОМ И ГРАФИТОМ – ДИАФИТ

Шумилова Т.Г. (shumilova@geo.komisc.ru), Исаенко С.И.

Сыктывкарское отделение. Институт геологии Коми НЦ УрО РАН

DIAPHITE: AN INTERMEDIATE FORM BETWEEN DIAMOND AND GRAPHITE

Shumilova T.G., Isaenko S.I.

Syktyvkar branch. Institute of Geology of KomiSC RAS

Углерод, благодаря электронному строению атома, образует широкое разнообразие углеродных модификаций. В настоящее время известно почти 20 различных углеродных фаз, однако, если учитывать различного рода промежуточные состояния, то таких веществ насчитывается существенно больше (Шумилова и др., 2003). Начиная с 2008 года, в литературе начали появляться сообщения об открытии нового состояния углеродного вещества – промежуточного между графитом и алмазом. В результате фотостимулированного кратковременного воздействия на графит экспериментально было получено изменение структуры графита с образованием прочных межслоевых связей, формирующих sp^3 -конфигурацию (Raman et al., 2008). Эти данные сразу же были подхвачены и экспериментально неоднократно подтверждены (Nishioka & Nasu, 2010; Ohnishi & Nasu, 2010; Radosinski et al., 2012). Получаемые домены, сформированные сонаходящимися атомами углерода в sp^2 и sp^3 состоянии, имеют размер порядка нескольких нанометров. Данное промежуточное состояние углеродного вещества получило название – диафит (diaphite). В зависимости от конфигурации связи между sp^2 и sp^3 атомов углерода в настоящее время выделяется 3 структурные разновидности, отличающиеся длинами связей в элементарной ячейке диафита (Radosinski et al., 2012).

Проводя многолетние исследования различных природных углеродных веществ, нами было отмечено множество необычных объектов, которые описывались нами ранее с позиций известных данных об углероде (Шумилова, 2003). Анализируя богатый природный материал, мы пришли к выводу о том, что диафит, или подобное ему состояние, в природе мы, вероятно, обнаружили еще в самом начале XXI века, впервые – в 2001 году, когда нами было описано явление высокоплотного графита в Кумдыкольском месторождении (Шумилова и др., 2001). Позднее для этого же объекта нами были описаны промежуточные структуры, представляющие собой нечто среднее между кристаллической структурой и аморфным состоянием, такие вещества мы назвали графито- и алмазоподобными (Шумилова и др., 2008). Детальное изучение последних с применением комплекса высокоразрешающих методов микроскопии и спектроскопии позволило установить реальное искажение электронного строения атома углерода графита, указывающее на промежуточное sp^2 – sp^3 состояние (Shumilova et al., 2012).

Обращаясь к новым объектам, нами в кимберлитах Хартенского комплекса (Приполярный Урал) обнаружен необычный графит, который в рамках известных

экспериментальных данных и теоретических расчетов в результате диагностики методом рамановской спектроскопии можно отнести к диафиту. Рамановский спектр такого необычного графита помимо стандартных полос всегда обнаруживает достаточно интенсивные статистически воспроизводимые дополнительные полосы 1450 cm^{-1} ($\text{FWHM}=8\text{ cm}^{-1}$) и 1527 cm^{-1} ($\text{FWHM}=11\text{ cm}^{-1}$), которые соответствуют sp^3 состоянию в гибридных структурах (Campos-Delgado et al., 2008; Ren et al., 2010; Saito et al., 2010), что позволяет отнести такой необычный графит к диафиту. Частицы диафита обнаружены в кимберлите «*in situ*» непосредственно в прозрачном полированном шлифе, они являются достаточно многочисленными, имеют размеры, достигающие порядка 5 мкм.

Проведенные нами исследования позволяют констатировать об обнаружении в природе нового класса углеродных веществ с промежуточной структурой между алмазом и графитом – диафита, что имеет важнейшее фундаментальное и прикладное значение.

Работа выполнена при финансовой поддержке Фонда содействия отечественной науке в номинации «Новые и перспективные материалы» (2011-2012 гг). Авторы выражают благодарность Патокской ГСП ООО «Кратон» за предоставление каменного материала для исследований.

Шумилова Т.Г. Минералогия самородного углерода. Екатеринбург: УрО РАН, 2003. – 318 с.

Шумилова Т.Г., Вайрих Т., Майер Е. Наноструктуры природных углеродных веществ / В кн.: Минералы и минералообразование, структура, разнообразие и эволюция минерального мира, роль минералов в происхождении и развитии жизни, биоминеральные взаимодействия. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2008.– с. 234–240.

Шумилова Т.Г., Лютоев В.П., Янукова Л.А. Высокоплотный графит – критерий вероятной алмазоносности пород // Вестник, 2001, № 4.– С. 5–6.

Campos-Delgado J., Romo-Herrera J.M., Jia X. et al. (2008) Bulk Production of a New Form of sp^2 Carbon: Crystalline Graphene Nanoribbons. Nano Lett. Vol. 8. No. 9. P. 2773-277.

Nishioka K., Nasu K. Photoinduced sp^3 Nanosize Domain with Frozen Shear Displacement in Graphite (2012) ACTA PHYSICA POLONICA A Vol. 121 No. 2. P. 350–354

Radosinski L., Luty T., Radosz A., Wójt D. Photoinduced Conversion of Hybridization (2011) First Euro-Mediterranean Conference on Materials and Renewable Energies (EMCMRE-1) 21-25 November 2011.

Raman R.K., Murooka Y., Ruan C.Y., Yang T., Berber S., Tomanek D. Direct observation of optically induced transient structures in graphite using ultrafast electron crystallography (2008) Phys. Rev. Letts. 101 077401 (4).

Ren W., Saito R., Gao L. et al. Edge phonon state of mono- and few-layer graphene nanoribbons observed by surface and interference co-enhanced Raman spectroscopy (2010) PHYSICAL REVIEW B 81, 035412. P. 035412 (7).

Saito R., Furukawa M., Dresselhaus G., Dresselhaus M.S. Raman spectra of graphene ribbons (2010) J. Phys.: Condens. Matter 22. P. 334203 (6).

Shumilova T., Mayer J., Isaenko S., Heidelmann M., Herwartz C., Wagner D. (2012) Lonsdaleite of a new genetic type and natural diaphite // European Mineralogical Conference. Vol. 1, EMC2012.