

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ



ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Т Р У Д Ы

XII ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ СТУДЕНЧЕСКИХ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ИНКУБАТОРОВ

Томск, 12–13 июня 2015 г.



ТОМСК
«Издательство НТЛ»
2015

Применение углеродных нанотрубок

А.С. Поливанова

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук О.А. Доценко,
Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

anyuta.poliwanowa@yandex.ru

Нанотрубки – одно из самых выдающихся открытий современной науки. Еще в прошлом веке японский ученый Иджима в 1991 г., изучая осадок, который образуется на катоде при распылении графита в электрической дуге, обнаружил необычную структуру осадка. Он состоял из микроскопических нитей и волокон. Иджима с помощью электронного микроскопа сделал измерения, которые показали, что диаметр этих нитей не превышает нескольких нанометров, а длина от одного до нескольких микрон. Разрезав тонкую трубочку вдоль продольной оси, ученые смогли обнаружить, что она состоит из одного или нескольких слоев, каждый из которых представляет гексагональную сетку графита, основой которой является шестиугольники, в вершинах углов которых расположены атомы углерода. Расстояние между слоями такое же, как и между слоями в кристаллическом графите и равно 0,34 нм. Верхние концы таких трубочек закрыты многослойными полусферическими крышечками, каждый слой из которых составлен из пятиугольников и шестиугольников, которые, в свою очередь, напоминают структуру половинки молекулы фуллерена. Такие протяженные структуры, состоящие из свернутых гексагональных сеток с атомами углерода в узлах, получили название «углеродные нанотрубки» [1].

Взяв на вооружение открытие Иджима, ученые многих стран мира приступили к тщательному исследованию как всевозможных свойств данных структур, так и способов их получения и применения. Заметим, что изучаются не только углеродные нанотрубки, но и нанотрубки, полученные из других химических элементов [2, 3].

Так как научно-техническая информация, посвященная изучению нанотрубок, в основном содержит данные по углеродным нанотрубкам (по данным базы Scopus [4] 78 % статей посвящено углеродным нанотрубкам и 22 % – остальным нанотрубкам), то перед данной работой была поставлена цель: провести анализ научно-технических областей применения углеродных нанотрубок.

На диаграммах рис. 1 и 2 представлены результаты анализа, проведенного по данным базы цитирования Scopus по ключевому слову «carbon nanotubes».

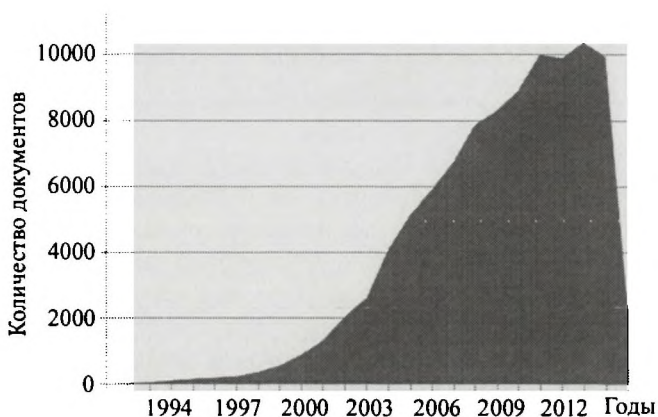


Рис. 1. Распределение количества документов, найденных по ключевому слову «carbon nanotubes», по годам (база данных Scopus) [4]

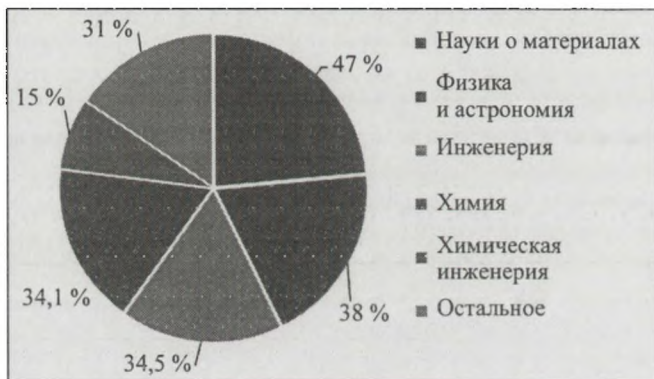


Рис. 2. Распределение количества документов, найденных по ключевому слову «carbon nanotubes», по областям знаний (база данных Scopus) [4]

Из диаграмм видно, что с каждым годом увеличивается число публикаций (рис. 1). Выборка по областям знаний (рис. 2) показывает, что

лидирующее место занимают науки о материалах, физика, технические науки и химия. То есть научно-техническая информация посвящена процессам получения углеродных нанотрубок, исследованию физических и химических свойств, а также возможности их применения в разнообразных инженерных приложениях.

На диаграмме (рис. 3) представлен результат анализа, проведенного по данным базы цитирования Scopus по ключевому слову «carbon nanotubes composite».



Рис. 3. Распределение количества документов, найденных по ключевому слову «carbon nanotubes composite» по областям знаний (база данных Scopus) [4]

Из диаграммы рис. 3 видно, что лидирующее место по композитам на основе нанотрубок занимают науки о материалах, инженерия, химия, физика и астрономия. Причем наблюдается корреляция между рис. 2 и 3, что указывает на то, что в большей мере нанотрубки применяют как наполнитель при изготовлении композиционных материалов для улучшения физико-химических свойств.

На протяжении всех лет ученые исследовали углеродные нанотрубки, их получение, а также применение. В химической промышленности углеродные нанотрубки получают с помощью метана. Известен способ получения графитовых нанотрубок путем разложения газообразных предельных и непредельных, линейных и циклических углеводородов C1-C6 на катализаторах. Ещё известен способ получения углеродного материала путем пиролиза углеводородов при температурах в интерва-

ле 400–3000 °С в присутствии 0,01–5 мас.% летучего металлоорганического катализатора и многие другие способы [5].

Углеродные нанотрубки достаточно широко применяются в различных областях науки и техники.

Инертные углеродные нанотрубки являются естественной защитой магнитных нанокластеров от окисления и других внешних воздействий, а также способствуют сохранению уникальной структуры нанокластеров, фиксируя ее при термической обработке. Используя это, можно моделировать структуру, магнитное состояние и другие магнитные параметры углеродных нанотрубок с интеркалированным металлом путем термовакуумной обработки и варьированием диаметра нанотрубок в процессе синтеза. Углеродные трубки с интеркалированными металлами, благодаря монодоменности нанокластеров и стабильности магнитного состояния металла, выделяют в особый класс магнитных материалов, которые эффективны в качестве магнитных сред, обеспечивающих высокую плотность записи информации. Большая поверхностная площадь нанотрубок обеспечивает их высокую адсорбционную способность. Они эффективно поглощают сероводород, диоксид серы, аммиак и др. [6].

Наличие пористой проницаемой однородной оболочки из углеродных нанотрубок на неорганических ультратонких волокнах фильтров значительно увеличивает качество улавливания субмикронных аэрозольных частиц. Тонкая оболочка нанотрубок превращает грубоволокнистый фильтр, который является подложкой, в суперфильтр, пригодный для улавливания аэрозольных наночастиц [7].

Канат, сплетенный из нанотрубок, может удерживать у Земли космическую станцию, позволяя подниматься на орбиту и спускаться обратно на лифте. Это фантастика, которая воплощается в жизнь в проекте NASA так называемого космического лифта. Он будет представлять собой кабель, соединяющий орбитальную станцию с платформой на поверхности Земли. Кабинки на гусеничном ходу будут перемещаться по кабелю вверх и вниз, перенося спутники и зонды, которые нужно вывести на орбиту. С помощью этого лифта на самом верху можно будет построить в космосе стартовую площадку для космических аппаратов, отправляющихся к Луне, Марсу и т.п. Оригинально решена проблема подачи энергии к самим лифтовым «кабинам»: трос будет покрыт солнечными батареями, либо кабины будут оснащены небольшими фотоэлектрическими панелями, которые с Земли будут подсвечивать мощные лазеры [8].

Предлагается использовать нанотрубки в качестве иглы сканирующего микроскопа. Обычно такое острие представляет собой остро заточенную вольфрамовую иглу, но по атомным меркам такая заточка все равно достаточно грубая. Нанотрубка же представляет собой идеальную иглу диаметром порядка нескольких атомов. Прикладывая определенное напряжение, можно подхватывать атомы и целые молекулы, находящиеся на подложке непосредственно под иглой, и переносить их с места на место [8].

Из представленного выше материала можно сказать, что углеродные нанотрубки относятся к многофункциональным материалам.

Таким образом, открытие углеродных нанотрубок относится к значительным достижениям современной науки. Это форма углерода по своей структуре занимает промежуточное место между графитом и фуллеренами. Однако многие свойства углеродных нанотрубок не имеют ничего общего ни с графитом, ни с фуллеренами. Это позволяет рассматривать и исследовать нанотрубки как самостоятельный материал, который обладает только присущими ему физико-химическими характеристиками.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Pereplet.* – URL: <http://www.pereplet.ru/obrazovanie/stsoros/742.html> (Дата обращения 19.03.2015).
2. *Samulionis V., Banys J., Sanches-Ferrer A., and Mezzenga R.* Ultrasonic Characterization of Dynamic Elastic Properties of Polymer Composites with Inorganic Nanotubes // *Sensors & Transducers J.* – 2011. – V. 12. Special Issue. – P. 66–70.
3. *Pierini F., Lanzi M., Lesci I.G., and Roveri N.* Comparison between inorganic geometric chrysotile and multiwalled carbon nanotubes in the preparation of one-dimensional conducting polymer nanocomposite // *Fibers and Polymers.* – 2015. – V. 16. – Is. 2. – P. 426–433.
4. *Scopus.* – URL: <http://www.scopus.com/> (Дата обращения 20.03.2015).
5. *Findpatent.* – URL: <http://www.findpatent.ru/patent/243/2431600.html> (Дата обращения 20.03.2015).
6. *Томишко М.М., Демичева О.В., Алексеев А.М., Томишко А.Г., Клинова Л.Л., Фетисова О.Е.* Многослойные углеродные нанотрубки и их применение // *Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева).* – 2008. – Т. LII. – № 5. – С. 40–41.
7. *Бураков А.Е., Иванова И.В., Буракова Е.А., Ткачев А.Г., Таров В.П.* Применение углеродных нанотрубок для повышения эффективности работы волокнистых фильтров сверхтонкого обеспыливания газов // *Материаловедение. Нанотехнологии.* – 2010. – Т. 16. – № 3. – С. 650–653.
8. *Елецкий А.В.* Углеродные нанотрубки // *УФН.* – 1997. – Т. 167. – № 9. – С. 967–971.