

МОДИФИЦИРОВАННЫЕ НАНОСТРУКТУРНЫЕ НАПОЛНИТЕЛИ ДЛЯ ПОЛИМЕРОВ

Хантимеров С.М.,^{1,2} Сулейманов Н.М.¹

¹Казанский физико-технический институт им. Е.К. Завойского Казанского
научного центра РАН, 420029, г.Казань, ул.Сибирский тракт, 10/7

²АО «КНИАТ», 420036, г. Казань, ул. Дементьева, 2в

Аннотация. Рассмотрено применение углеродных нанотрубок для улучшения физико-химических свойств полимерных композиционных материалов. Приведены результаты исследований электронных свойств углеродных нанотрубок, гидрированных электрохимическим методом.

Abstract. The application of carbon nanotubes for the improvement of physical and chemical properties of polymeric composite materials is considered. The results of investigations of the electronic properties of electrochemically hydrogenated carbon nanotubes are presented.

Ключевые слова: углеродные нанотрубки, модификация, водород, добавки, полимеры

Одним из перспективных направлений в области создания новых функциональных материалов является использование углеродных нанотрубок (УНТ) для осуществления направленного структурообразования полимерных композитов. Их можно использовать не только как центры кристаллизации, но и как объекты, изменяющие физико-химические свойства композитов [1].

Как известно, при создании композиционных материалов, содержащих углеродные нанотрубки, возникает проблема равномерного распределения УНТ. Решение данной проблемы достигается применением поверхностно-активных веществ, химической прививкой тех или иных функциональных групп к поверхности УНТ. Ранее нами были проведены исследования, направленные на получение функционализированных углеродных нанотрубок, с целью их последующего равномерного распределения в полимерном материале. Было показано, что предварительная функционализация позволяет добиться равномерного распределения УНТ в объеме материала [2].

В данной работе представлены результаты исследований электрических свойств конических углеродных нанотрубок (кУНТ), гидрированных электрохимическим методом. Нами было выдвинуто предположение, что использование данного метода позволит управлять

электронными свойствами углеродных нанотрубок. Так недавние исследования, опубликованные в работе [3], показывают, что единичная углеродная плоскость может реагировать с атомарным водородом, который, локализуясь на углеродных π -орбиталях, приводит к переходу от sp^2 к sp^3 гибридизации зонной структуры графита и соответственно переходу металл-полупроводник-диэлектрик.

В данной работе были исследованы температурные зависимости проводимости конических углеродных нанотрубок, как исходных образцов, так и образцов, подвергнутых электрохимической обработке.

Для исследования проводимости полученных образцов была разработана и изготовлена специальная установка на базе следующих приборов и оборудования: криостат, источник напряжения ТЕС-41(ИН), высокоточный мультиметр-частотомер фирмы Mastech MS 8050 с высоким входным сопротивлением, цифровой термометр с термопарой AZ 8852. Для измерения проводимости порошок из углеродных нанотрубок спрессовывался в таблетку в течение 6 часов для создания однородной структуры. Омические контакты к образцам были сделаны из 0.1 мм серебряной проволоки и закреплялись с помощью пасты силикона серебра. Температурные зависимости проводимости измерялись четырехзондовым методом Ван-дер-Пау в интервале температур 77-300 К. Результаты измерения проводимости представлены на Рис.1.

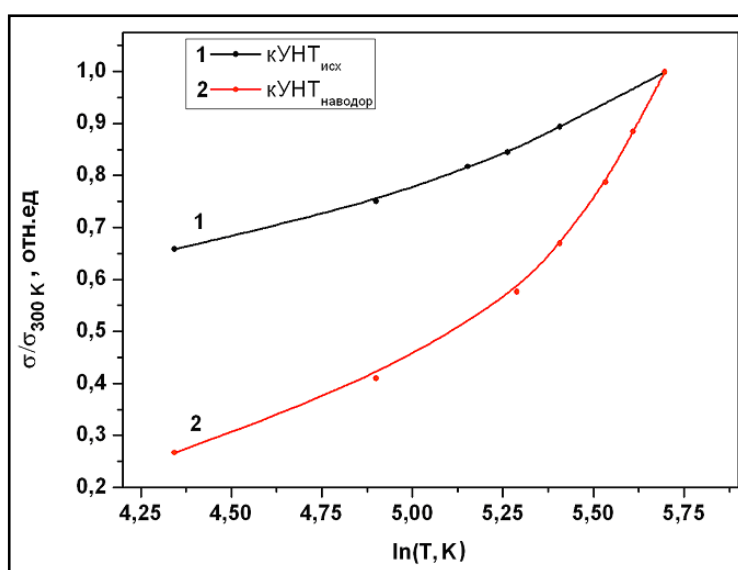


Рис.1. Температурная зависимость проводимости конических углеродных нанотрубок. кУНТ_{исх} – исходный образец, кУНТ_{наводор} – образец после электрохимического наводораживания, σ_{300} – проводимость при 300 К.

Как видно из рисунка, электрохимическое наводораживание приводит к снижению проводимости конических углеродных нанотрубок, что может быть связано с уменьшением концентрации носителей тока в результате наводораживания. Можно предположить, что электрохимическая обработка приводит к интеркаляции водорода в межплоскостное пространство УНТ и к локализации водорода на углеродных π -связях листа графена с образованием

химических С-Н связей. Это, в свою очередь, приводит к переходу от sp^2 к sp^3 гибридизации зонной структуры графита и, соответственно, переходу металл-полупроводник-диэлектрик.

Полученные результаты могут быть использованы при разработке и создании электропроводящих полимерных композиционных материалов (ПКМ), допированных углеродными нанотрубками, а также ПКМ, обладающих экранирующими и поглощающими свойствами по отношению к электромагнитному излучению.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№.....).

Литература

1. J. Brent Carey, K. Prabir Patra, Lijie Ci, G. Glauro Silva, and M. Pulickel Ajayan. Observation of Dynamic Strain Hardening in Polymer Nanocomposites. ACS Nano, 2011, 5(4), pp. 2715–2722.
2. Хантимеров С.М., Сулейманов Н.М. Многофункциональные наноструктурные наполнители для полимеров. Материалы МНТК ИМТОМ-2014, 3-5 декабря 2014 г., г. Казань.
3. D.C. Elias, R.R. Nair, T.M.G. Mohiuddin, et al. Control of graphene's properties by reversible hydrogenation: evidence for graphane. Science, 2009, 323, p. 610.