

УДК 539.216; 539.2; 538.91-405

DOI: 10.17223/00213411/64/2/21

Б.А. БАЙТИМБЕТОВА^{1,2}, Ю.А. РЯБИКИН¹, Б.Н. МУКАШЕВ¹

ИЗУЧЕНИЕ ПАРАМАГНИТНЫХ СВОЙСТВ ГРАФЕНОВЫХ СТРУКТУР, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ УЛЬТРАЗВУКА НА ЧИСТЫЙ ГРАФИТ В ОРГАНИЧЕСКИХ РЕАГЕНТАХ

Для получения графена предлагается использовать воздействие ультразвукового поля на органические реагенты и чистый графит. В качестве органических реагентов были взяты толуол, бензол, керосин и перекись водорода. Приводятся экспериментальные результаты изучения графенов в рассматриваемых системах. Графенные структуры образуются при химическом взаимодействии данных органических растворителей с графитом. Это ведет к разрушению слабых углеродных связей между графитовыми плоскостями. Отметим, что ультразвуковое поле способствует более эффективному разрушению ван-дер-ваальсовских связей между графитовыми плоскостями. Применение перечисленных органических растворителей в отличие от других методов, использующих кислоты и растворы щелочей, обеспечивает более эффективный путь получения графеновых структур. Приведены результаты исследования графеновых структур методом спектроскопии электронного парамагнитного резонанса и дано их обсуждение.

Ключевые слова: графен, органические реагенты, парамагнитные характеристики, ультразвуковое воздействие.

Введение

Графен является перспективным материалом для нанотехнологий, способным в ряде случаев заменить углеродные нанотрубки (УНТ), составляя таким образом конкуренцию кремнию [1, 2]. Как механические, так и электрические свойства графеновых комплексов существенно зависят от особенностей их структуры на наноуровне, которые, в свою очередь, в значительной степени определяются способом получения этого материала.

Известно, что электронный парамагнитный резонанс является широко используемым методом для исследования углеродных наноструктур [3–7]. В работе [5] при изучении спектров электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) порошка углеродных наноструктур при комнатной температуре наблюдались два сигнала ЭПР – широкий (0.45 мТ) и узкий (0.25 мТ). Широкий сигнал был отнесен к графитоподобным структурам, узкий – к графеноподобным. Там же [5] показано, что оксид графита дает сигнал ЭПР с g -фактором, равным 2.0028, и концентрацией парамагнитных центров (ПМЦ) около 10^{16} спин/г. В работе [6] говорится об измерении ЭПР графена, полученного механической обработкой, в температурном интервале 4–300 К. В отличие от [5] g -фактор в области температур 70–300 К постоянен и равен 2.004.

Метод ЭПР является полезным инструментом исследования углеродных нанотрубок. Ценность этого метода состоит в том, что он позволяет обнаруживать неспаренные электроны даже при очень низкой их концентрации в образцах, не разрушая и не видоизменяя их, и при этом характеризовать их энергетические состояния или локализацию [8].

Однако экспериментальное наблюдение, запись сигнала ЭПР в различных углеродных нанотрубках и правильная его интерпретация являются делом весьма сложным, требующим тщательного учета многих факторов, касающихся как подготовки образцов для измерений, так и методики проведения самих измерений. К этому следует добавить, что в случае наличия в образце даже небольшого количества ферромагнитных примесей, что бывает довольно часто, на относительно слабый ЭПР-сигнал от нанотрубок может накладываться интенсивный сигнал ферромагнитного резонанса, который обусловлен указанными примесями. По этим причинам результаты ЭПР-исследований УНТ, полученные в одной лаборатории, иногда не воспроизводятся или слабо коррелируют с результатами, полученными в другой лаборатории [9, 10].

Цель настоящей работы – исследования парамагнитных свойств графеновых структур методом спектроскопии электронного парамагнитного резонанса. Образцы получены путем воздействия органических растворителей: керосина, перекиси водорода, толуола и бензола – на графитовые структуры для расслоения их плоскостей спайности с использованием ультразвукового поля для усиления эффекта расслоения.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>