

3. Bolarinwa H.S. Determination of optical parameters of zinc oxide nanofibre deposited by electrospinning technique / H.S.Bolarinwa, M.U.Onuu, A.Y.Fasasi, S.O.Alayande, L.O.Animasahun, I.O.Abdulsalami, O.G.Fadodun, I.A.Egunjobi - Journal of Taibah University for Science, Volume 11, Issue 6, November 2017 – PP. 1245-1258.

4. Беляев Б.И. Спектральные распределения яркости излучения при спектрометрировании земли из космоса / Б.И.Беляев а, М.Ю.Беляев, Л.В.Десинов, А.А.Казак, Л.В.Катковский, А.В.Роговец // Журнал прикладной спектроскопии. - Т. 79, No 4. – 2012. – С. 669-675.

ВЛИЯНИЕ ГЛУБОКОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ПИРОЛИТИЧЕСКОГО ГРАФИТА НА КРИСТАЛЛИЧЕСКУЮ СТРУКТУРУ ЕГО ХЛОПЬЕВ И СИНТЕЗ ИЗ НИХ ОКСИДА ГРАФЕНА

Михалик М.М.¹, Табулина Л.В.¹, Шаман Ю.П.²

*¹Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь;*

²НТК «Технологический центр», г. Москва, Зеленоград, Российская Федерация.

Комиссаров И.В. – канд. физ.-мат. наук, в. н. с. НИЛ 4.6

Установлено, что глубокое измельчение пиролитического графита из монолитных пластин с помощью шаровой мельницы положительно сказывается на гидрофильности и физико-химические характеристики, полученного из него оксида графена. Также, при сравнении данного порошка с мелкодисперсным пиролитическим графитом фирмы «Imerys» обнаружено, что монолитный пиролитический графит сильнее обогащается кислородсодержащими группами и обладает более совершенной кристаллической структурой. Эти факторы и влияют на термическую и химическую устойчивость вышеупомянутого оксида графена.

Углерод является основой жизни на нашей планете. Разнообразие биологических видов, существующих на ней, обусловлено возможностью атомов углерода создавать формы структурного состояния, приспособленные к функционированию в условиях окружающей среды. Оставляя в стороне многочисленные сложные биологические и органические углеродные структуры, выделим важность существования кристаллических аллотропных структур этого элемента. Из них наиболее удивляет своими физико-химическими свойствами графен. Получение этого материала осуществляют разными методами, но наиболее экономичным является способ, основанный на использовании оксида графена. Всплеск внимания к оксиду графена и увеличение объема его производства обусловлен многими причинами. В частности, таким необычным для графитовых материалов свойством, как гидрофильность, что важно для разработки приборов в биосенсорике, конструкций суперконденсаторов с высокой удельной емкостью, а также возможностью получать в большом количестве восстановленный графен - материала необходимого для развития наноэлектроники [1-3].

В настоящей работе для синтеза оксида графена использованы монолитные пластины пиролитического графита, применяющиеся в качестве электродов в электрических сетях. Их подвергали глубокому измельчению при помощи шаровой мельницы до размеров хлопьев ≤ 100 мкм. Из них синтезировали оксид графена по методу Хаммерса с использованием таких традиционно применяемых сильных окисляющих реагентов, как перманганат калия и концентрированная серная кислота. Для исключения эффекта самовозгорания графитовых хлопьев при их окислительном преобразовании в оксид графена была использована буферизирующая добавка концентрированной фосфорной кислоты [4]. Чтобы выявить влияние глубокого измельчения графитового монолита до мелкодисперсного состояния на формирование оксида графена в работе был использован также и мелкодисперсный графитовый порошок, состоящий из хлопьев величиной 9,3 – 47,2 мкм, полученный пиролитическим синтезом (графит фирмы «Imerys»).

Физико-химические характеристики использованных в работе графитовых материалов и синтезированных из них окисленных графеновых модификаций исследованы при помощи спектроскопии комбинационного рассеяния света (спектры КР) в 5,6 местах их массивов при длине лазерного излучения 473 нм, термического анализа (ТА), растровой электронной микроскопии (РЭМ), спектров рентгеновской дифракции. Элементные составы исследованных материалов изучены при помощи рентгеновской энергодисперсионной спектроскопии (данные РЭДС), размеры хлопьев оксида графена оценивали при помощи метода динамического рассеяния лазерного излучения.

Анализ спектров КР исследованных материалов показал, что монолитный пиролитический графит имеет определенную упорядоченность графеновых слоев в направлении перпендикулярном базовой плоскости. Для структуры хлопьев графитового порошка, полученных измельчением монолитного графита при помощи шаровой мельницы, это не было выявлено. Также это не было

выявлено и для структуры синтезированных хлопьев оксида графена. Спектры КР этих материалов представлены на рисунке 1, где об отсутствии дальнего порядка в расположении графеновых слоев в структуре графитовых хлопьев, полученных методом измельчения графитового монолитного материала, свидетельствуют: смещение характерных для графитовых материалов полос рассеяния в красную область и исчезновение асимметрии в форме полосы 2D (область 2600–2800 cm^{-1} , рисунок 1.а). На спектрах КР мелкодисперсного пиролитического графита фирмы «Imerys» подобные эффекты не выявлены, что свидетельствует о более совершенной кристаллической структуре хлопьев этого материала. Это согласуется с данными ТА, РЭДС этих двух разновидностей графитовых порошков. Расчетные данные, полученные из спектров рентгеновской дифракции этих материалов показали, что размеры кристаллитов в графитовых хлопьях, полученных глубоким измельчением монолитного пиролитического графита в 1,5 раза меньше, чем у графитовых хлопьев, полученных пиролитическим синтезом.

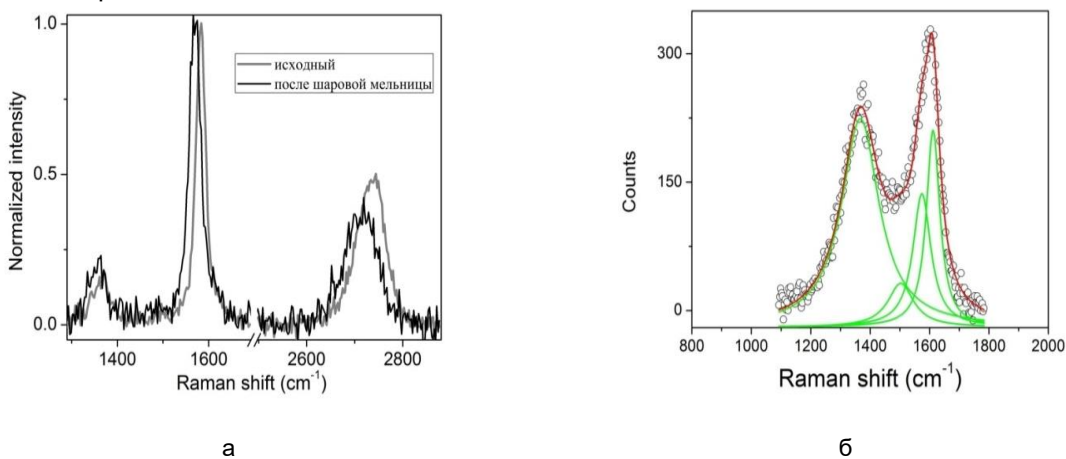


Рисунок 1 – Спектры КР графитовых материалов и синтезированного оксида графена, соответственно (а) и (б).

Снимки РЭМ синтезированных хлопьев оксида графена представлены на рисунке 2.

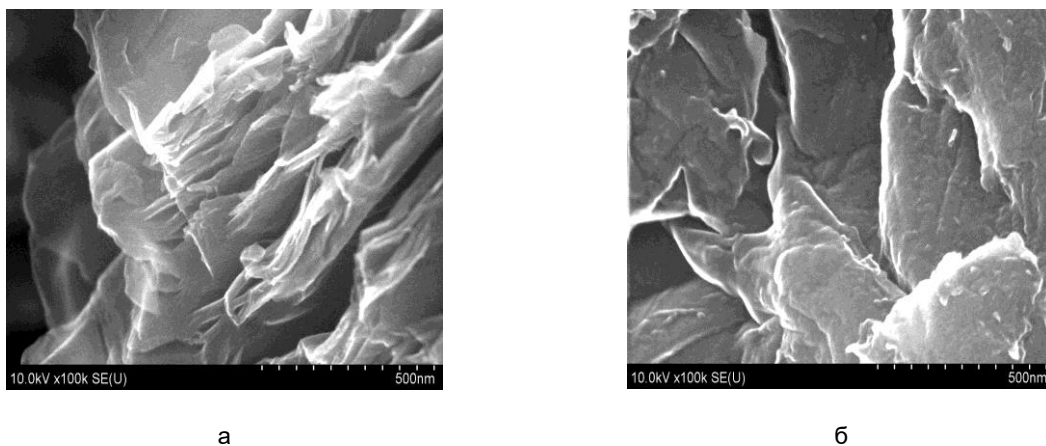


Рисунок 2 – Снимки РЭМ хлопьев оксида графена, полученные из измельченного графита (а) и фирмы «Imerys» (б).

Выявленные структурные различия для исследованных графитовых хлопьев оказали влияние на физико-химические характеристики и гидрофильность синтезированных из них хлопьев оксида графена. В частности, как показали данные ТА, РЭДС, динамического рассеяния света хлопья оксида графена, полученные из измельченного пиролитического графитового монолита по сравнению с идентичным материалом, полученным из графита фирмы «Imerys», более обогащены кислородсодержащими группами, обладают более низкой термической устойчивостью, размеры их меньше по величине, но уже по дисперсности распределения по размерам.

Водная суспензия, полученная из хлопьев оксида графена, синтезированных из измельченного при помощи шаровой мельницы графита, характеризуется более высокой устойчивостью при хранении, т.е. их степень гидрофильности выше, чем у полученных из графитового порошка фирмы «Imerys».

Таким образом, проведенный комплекс физико-химических исследований позволил выявить деструктивное влияние глубокого измельчения пиролитического графита на кристаллическую структуру формирующихся графитовых хлопьев и позитивное влияние этого фактора на величину, однородность распределения по размерам, степень гидрофильности хлопьев оксида графена, их наноразмерную толщину.

Список использованных источников:

1. Чернозатонский Л.А. Новые наноструктуры на основе графена: физико-химические свойства и приложения. / Чернозатонский Л.А., Сорокин П.Б., Артюх А.А. // Успехи химии. 2014. Т.83. №3. С.251- 279.
2. Наинг Мин Тун. Сорбция циркония и железа оксидами графена и получение графеновых оболочек для электросорбции. Диссертация. на соиск. уч. степени канд. хим.н. Москва. 2014.
3. Ткачев С.В., Буслаева Е.Ю., Наумкин А.В. Графен, полученный восстановлением оксида графена. / Ткачев С.В., Буслаева Е.Ю., Наумкин А.В. // Неорганич. матер. 2012. Т.48. №8. С.909-915.
4. Marcano D.C., Kosynkin D.V., Berlin J.M. Improved Syntesis of Graphene Oxide // Acs Nano. 2010. V.4. № 8. P.4806-4814.

СИНТЕЗ ТОПОЛОГИЧЕСКИ ИЗОЛИРОВАННЫХ НАНОПРОВОДОВ Bi_2Se_3 МЕТОДОМ ОСАЖДЕНИЯ ИЗ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ

Нигериш К.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Комиссаров И.В. – канд. физ.-мат. наук, в. н. с. НИЛ 4.6

Топологические изоляторы являются примером нового класса квантовых материалов, который находится на пороге поиска приложений в электронных устройствах. Особый интерес представляет Bi_2Se_3 , поскольку его можно выращивать в виде длинных (несколько десятков микрометров) нанопроводов, которые удобно интегрировать в электронные устройства. Такие нанопровода являются трехмерными топологическими изоляторами с исчезающей объемной проводимостью, а также могут быть электрически соединены и дополнительно структурированы для локального создания запрещенной зоны. Bi_2Se_3 также имеет очень большую запрещенную зону, это означает, что топологическая фаза может быть видна при комнатной температуре.

Топологически изолированные нанопровода Bi_2Se_3 были получены методом осаждения из газовой фазы. Этот метод имеет несколько преимуществ: возможен рост без использования катализатора непосредственно на аморфных подложках: стекло, кварц, SiO_2 (термически выращенный SiO_2 на проводящем Si , для измерений с использованием заднего затвора); могут быть получены монокристаллические плоские наноструктуры различной формы с толщиной от 10 нм и до нескольких сотен нанометров; простота реализации [1].

Установка, в которой производился синтез, представлена на рисунке 1. Порошок Bi_2Se_3 помещают в центральное отделение трубчатой печи. Стеклоподложка, на которой будет происходить рост, помещается в третий отсек. Bi_2Se_3 нагревается при температуре $T_2 = 600$ °С, где он сублимируется. Bi и Se в виде газа диффундируют по трубе на подложку, которая находится при более низкой температуре $T_3 = 200$ °С, где происходит перекристаллизация. При этом первая зона нагрета до температуры $T_1 = 625$ °С, это позволяет материалу двигаться только в сторону подложки. В процессе остывания открывается поток Ar , под влиянием которого происходит рост нанопроводов между островками $BiSe$. Температура T_2 контролирует скорость испарения порошка Bi_2Se_3 и, следовательно, давление пара в трубе, тогда как T_3 определяет как плотность центров зародышеобразования, так и скорость роста. В зависимости от исходного давления и количества материала получают различные формы монокристаллических наноструктур. Полученные наноструктуры случайно распределены по пластине.