

САВЧЕНКО Д.О., к.т.н., ПАЩЕНКО Е.А., д.т.н., профессор, НЕКОВАЛЬ
Н.Н., ГОЛОВЧУК С.А., ЛАЖЕВСКАЯ О.В., к.т.н., БЫЧИХИН В.Н.,
ЧЕРНЕНКО А.Н.

Национальный политехнический университет Украины «КПИ», г. Киев
Институт сверхтвердых материалов НАН Украины, г. Киев

ФОРМИРОВАНИЕ ГРАФЕН-ГРАФАНОВЫХ СТРУКТУР В ПОЛИФЕНОЛЯТАХ ВАНАДИЯ, ЖЕЛЕЗА, МЕДИ В ПРОЦЕССЕ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ

В роботі розглянута можливість використання олігофенолятів ванадію, заліза, міді для створення полімерних матеріалів, які містять шари графену та графану в своїй структурі. За допомогою рентгенофазового аналізу та спектроскопії комбінаційного розсіювання доведена їх наявність в структурі полімеру після полімеризації

В работе рассмотрена возможность использования олигофенолятов ванадия, железа, меди для создания полимерных материалов, содержащих слои графена и графана в своей структуре. С помощью рентгенофазового анализа и спектроскопии комбинационного рассеивания доказано их наличие в структуре полимера после полимеризации.

The ability to use oligophenolate of vanadium, iron, copper for synthesis of polymeric materials containing graphene and graphane layers was considered. The layer's presence in polymer structure was evidenced with X-ray analysis and Raman spectroscopy.

Ключевые слова: графен, графан, олигофенолят, ванадий, железо, медь

Создание полимерных композиционных материалов содержащих графен и графеноподобные структуры – одно из перспективных направлений современного материаловедения. Такие композиционные материалы обладают рядом повышенных свойств: теплопроводность, износостойкость, прочность, эластичность и др.[1, 2]

Одним из олигомерных соединений, на основе которых может быть создан материал, содержащий графеновые структуры, – это олигофенолят металла. Особый интерес представляют олигофеноляты на основе ванадия, железа и меди, так как эти металлы могут представлять интерес как катализаторы процессов образования графено- и графано-подобных структур [3].

Экспериментальная часть:

Образцы полимеров получали полимеризацией в пресс-форме при температуре 543 К и давлении 30 МПа в течение 45 мин.

Структура полифенолятов ванадия, железа и меди на основе соответствующих олигофенолятов изучалась с помощью дифрактограмм рентгенофазового анализа и спектров комбинационного рассеивания.

Рентгенофазовый анализ проводился на установке ДРОН-1,5 с использованием фильтрованного излучения CuK_α с длиной волны 0,154 нм. Инструментальная угловая ширина коллимации 2 мин.

КР-спектры регистрировались на спектрометре Renishaw spectrometer при комнатной температуре, с использованием возбуждающего излучения 514 нм с режекторным фильтром резки $\sim 100 \text{ см}^{-1}$, с защитой от температурных изменений в образце из-за возбуждающего действия лазерного излучения и с мощностью падающего луча от ~ 4 до $\sim 0,04 \text{ мВ}$.

Результаты и обсуждение:

Можно предположить существование графеновых и графановых плоскостей в полимере по данным широкоугольного рентгеновского анализа (рис.1):

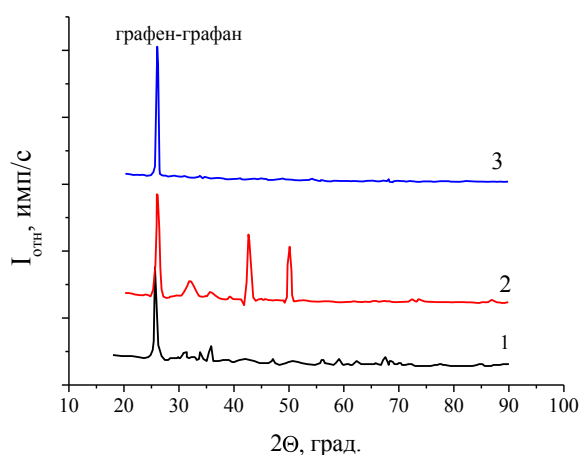


Рис.1 – Дифрактограммы полифенолятов ванадия (1), железа (2), меди(3)

Пик при 26–28 градусах Θ предположительно[4] указывает на существование слоев графена и графана в полимерном материале, но также пик может указывать на слои углерода в материале.

Для того чтобы подтвердить выдвинутое предположение о существовании слоев графена и графана, дополнительно использованы результаты КР-спектроскопии (рис.2):

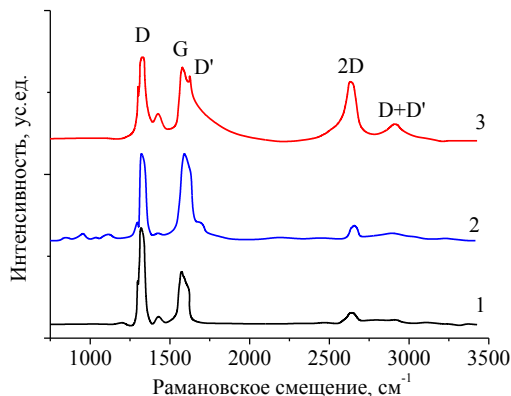


Рис.2 – КР-спектры полифенолятов ванадия (1), железа (2), меди (3)

G и D-пики (1350 и 1580 см^{-1}), возникают как результат sp^2 -гибридизации атомов углерода [5]. Пик G соответствует оптическим продольным фононам, находящимся в центре зоны Бриллюэна, пик D – движениям поперечных фононов. Поперечные движения фононов связаны с присутствием дефектов в структуре. Увеличение интенсивности пика D указывает на рост упорядоченности слоев углерода. $2D(\sim 2630\text{ см}^{-1})$ пик, являющийся обертоном пика D, возникает как результат суммарного взаимодействия фононов с противоположными моментами. Особый интерес вызывает пик $D'(1625\text{ см}^{-1})$, который возникает, как результат процессов рассеяния, связанных с фоновым резонансом, которые в свою очередь, образуются в условиях присутствия структур графена. Наличие графено-графановых структур можно подтвердить появлением пика D, D' и появлением линии $D+D'(\sim 2590\text{ см}^{-1})$. Последняя линия появляется в результате взаимодействия фононов с разными моментами, возникающими из-за дефектов в структуре.

Выводы: Показана возможность создания графен-графановых структур в процессе формирования полифенолятова ванадия, железа и меди. Доказано наличие в полимере графен-графановых структур на основании рентгенофазового анализа и спектроскопии комбинационного рассеивания.

Список использованных источников

1. Галашев А.Е. Устойчивость графена и материалов на его основе при механических и термических воздействиях/ А.Е. Галашев, О.Р. Рахманова // Успехи физических наук.– 2014.– Т. 184. – № 10. – С. 1045–1065
2. Елецкий А.В. Графен: методы получения и теплофизические свойства/ А.В. Елецкий, И.М. Искандарова, А.А. Книжник, Д.Н. Красиков // Успехи физических наук. – 2011.– Т. 181. – № 3. – С. 234–268
3. Mamedov E.A. Oxidative dehydrogenation of lower alkanes on vanadium oxide-based catalysts. The present state of the art and outlooks / E.A. Mamedov, V. Cortés Corberán // Applied Catalysis – 1995. – V. 127. – N 1. – P. 1–40.
4. Guoxiu W. Facile synthesis and characterization of graphene nanosheets / W. Guoxiu, J. Yang, J.Park // J. Physical Chemistry. – 2008. – V.112 – P. 8192–8195
5. Ferrari A.C. Raman spectroscopy of graphene and graphite: disorder, electron–phonon coupling, doping and nonadiabatic effects // Solid State Communications. – 2007. – V. 143. – N 1. – P. 47–57.