

[1] С.Г. Столярова, Е.С. Кобелева, И.П. Асанов, А.В. Окотруб, Л.Г. Булушева // Журн. структур. химии 58(6), 1228-1234 (2017).

### С30

#### ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ СИНТЕЗА УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК ССVD-МЕТОДОМ В АТМОСФЕРЕ МЕТАНА

В.Р. Кузнецова<sup>1,2</sup>, Е.В. Лобяк<sup>1</sup>, Л.Г. Булушева<sup>1</sup> А.В., Окотруб<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН, пр. Лаврентьева, 3, г. Новосибирск, Россия

<sup>2</sup>Новосибирский государственный технический университет, пр-т. Карла Маркса, 20, г. Новосибирск, Россия

kuznetsova.viktoriya.98@mail.ru

Благодаря ряду уникальных свойств углеродные нанотрубки (УНТ) представляют огромный интерес для многих коммерческих производителей. Характеристики УНТ определяют свойства и параметры изготавливаемых на их основе приборов и материалов. Выбор оптимальных параметров для проведения ССVD-синтеза является основной задачей для контролируемого роста УНТ с заданными характеристиками.

В настоящей работе для оптимизации синтеза УНТ были использованы полимолибдаты  $[\text{Mo}_{12}\text{O}_{28}(\mu_2\text{-OH})_{12}\{\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_3\}_4]$ ,  $[\text{Mo}_{12}\text{O}_{28}(\mu_2\text{-OH})_{12}\{\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_3\}_4]$ ,  $[\text{Mo}_{72}\text{Fe}_{30}\text{O}_{252}(\text{CH}_3\text{COO})_{12}\{\text{Mo}_2\text{O}_7(\text{H}_2\text{O})\}\{\text{H}_2\text{Mo}_2\text{O}_8(\text{H}_2\text{O})\}(\text{H}_2\text{O})_{91}]$  в качестве предшественников каталитических частиц. Определяющим фактором для формирования частиц одинакового размера является кластерное строение и постоянный заданный состав полимолибдатов. Для равномерного распределения катализатора полимолибдаты осаждались на поверхность оксида магния. В настоящей работе было исследовано влияние температурного профиля, носителя каталитических частиц и скорости потоков и соотношения газов  $\text{CH}_4/\text{H}_2$  на структуру УНТ. Полученные материалы были опробованы в качестве рабочих электродов для суперконденсаторов.

*Работа была выполнена при частичной поддержке РФФИ (грант 18-33-01053).*

### С31

#### ПРИМЕНЕНИЕ КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ СЛАБОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ 2D МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА

Д.А. Кустов, Н.А. Небогатикова, Е.А. Якимчук

Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН

danil-kustov@yandex.ru

2D слоистые материалы, такие как графен, черный фосфор, дихалькогениды переходных металлов, широко используются в качестве функциональных слоёв на твердых и гибких подложках, из-за их механических, электрических и оптических свойствах.

Известен простой метод получения новых материалов – функционализация графена. Так, например, был открыт простой и эффективный способ создания фторографена (FG) – графена функционализированного фтором, имеющий запрещённую зону около 3,2 эВ, в зависимости от степени функционализации. Данный материал может использоваться в качестве диэлектрического слоя для структур на основе графена.

Другой материал – графен функционализированный N-метилпирролидоном (G-NMP). Данный материал был недавно исследован и его предварительные исследования показали следующее – термическая стабильность материала до 250 °С, фотолюминесценция в видимом диапазоне, токи утечки меньше чем у фторографена, и, самое главное, при восстановлении данного материала до графена, получается структура графен/G-NMP с подвижностью у графена сопоставимой с результатами полученные на h-BN.

Комбинационное рассеяние света (КРС) – бесконтактный неразрушающий способ анализа структуры вещества, позволяет исследовать как особенности химического состава материала, так и его качество. Особый интерес представляет гигантское комбинационное

рассеяние света (ГКРС), поскольку оно позволяет исследовать новые материалы, полученные функционализацией графена, что не всегда возможно сделать с помощью обычного КРС, из-за отсутствия полезного сигнала.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-32-00571.*

### **С32**

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СВЧ АКТИВАЦИИ ИНТЕРКАЛИРОВАННЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПОЛИФТОРИДДИУГЛЕРОДА**

В.Г. Макотченко<sup>1</sup>, А.В. Аржанников<sup>2</sup>, А.И. Сапрыкин<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> *ФГБУН Институт неорганической химии им. А.В. Николаева, г. Новосибирск*

<sup>2</sup> *ФГБОУ ВО Новосибирский государственный исследовательский университет, [twg@niic.nsc.ru](mailto:twg@niic.nsc.ru)*

В работе исследованы особенности термического разложения (эксфолиации) соединений фториддиуглерода интеркалированных органическими и неорганическими соединениями (ацетоном, ацетонитрилом, бензолом, четырёххлористым углеродом, трифторидом хлора и др.) в процессе сверх высокочастотной (СВЧ) или микроволновой (МВ) активации. При СВЧ воздействии на указанные интеркалированные соединения фториддиуглерода происходит их быстрое (взрывное) разложение с образованием малослойного графена (МСГ). Ключевую роль в поглощении энергии электромагнитного излучения на стадии активации играет его воздействие на интеркалат, внедренный в межслоевое пространство матрицы фториддиуглерода. Процесс эксфолиации происходит при более низких температурах, по сравнению с традиционным конвективным нагревом. Так, температура СВЧ разложения соединений фториддиуглерода, интеркалированных полярными соединениями (ацетон и ацетонитрил), на 50 – 55 % ниже, чем при конвективном нагреве, тогда как при интеркаливании неполярными и неполярными соединениями (трифторид хлора, бензол, четыреххлористый углерод) снижение температуры составляет 40 – 45 %. При использовании МВ нагрева возрастает степень расщепления МСГ, увеличивается удельная поверхность и снижается содержание примесей фтора и хлора, определяющих количество дефектов структуры.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-29-19149 мк.*

### **С33**

#### **УСТАНОВКА ПО КОМБИНИРОВАННОМУ ЛАЗЕРНО-ПЛАЗМЕННОМУ СИНТЕЗУ +СВЧ**

А.Э. Медведев<sup>1</sup>, П.А. Пинаев<sup>1</sup>, А.М. Барняков<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *ИЛФ СО РАН, пр. Лаурентьева 15Б, Новосибирск, Россия*

<sup>2</sup> *ИЯФ СО РАН, пр. Лаурентьева, д. 11, Новосибирск, Россия*  
[medvedev@laser.nsc.ru](mailto:medvedev@laser.nsc.ru)

Рассматривается работа установки, на базе ранее созданного СВЧ модуля [1] и вновь разработанного квазицилиндрического резонатора на ТМ<sub>012</sub>-моде [2]. В отличие от традиционно используемой схемы цилиндрического резонатора для СВЧ плазмотронов, когда резонатор разделяется кварцевой перегородкой на рабочую камеру, где формируется плазма, и камеру ввода СВЧ энергии, для предотвращения пробоя с более высоким давлением газа, наше решение в виде квазицилиндра позволяет, кроме СВЧ, обеспечить ввод лазерного пучка. Введённый через запердельный волновод лазерный пучок проходит через не очень плотную СВЧ плазму, формируя на выходе из плазмотрона пятно приповерхностной лазерной плазмы. СВЧ модуль позволяет инициировать плазму синхронно с импульсами лазерного излучения (1-5 мкс, 30-150 кГц) с регулируемой фазой (задержкой) и обеспечивает опорный фон, уменьшая порог зажигания и увеличивая площадь пятна лазерной плазмы. Предварительные эксперименты, показали работу СВЧ резонатора и возможность синтеза алмазоподобной плёнки на молибденовой подложке. Планируется представить результаты экс-