

3Messerle V.E., Karpenko E.I., Ustimenko A.B. Plasma Assisted Power Coal Combustion in the Furnace of Utility Boiler: Numerical Modelling and Full-Scale Test // Fuel. 2014. Vol. 126. P. 294-300.

4Мессерле В.Е., Устименко А.Б. Плазменное воспламенение и горение твердого топлива. (Научно-технические основы). Saarbrucken, Germany: Palmarium Academic Publishing (ISBN: 978-3-8473-9845-5). - 2012. - 404 с. (<http://ljubljuknigi.ru/>)

5Messerle A.V., Messerle V.E., Ustimenko A.B. Plasma Thermochemical Preparation for Combustion of Pulverized Coal // High Temperature. - 2017. - Vol. 55, No. 3. - P. 352–360.

6Kalinenko R.A., Levitski A.A., Messerle V.E., Polak L.S., Sakipov Z.B., Ustimenko A.B. Pulverized Coal Plasma Gasification // Plasma Chemistry and Plasma Processing. 1993. Vol.13. No.1. P. 141-167.

7Gorokhovski M., Karpenko E.I., Lockwood F.C., Messerle V.E., Trusov B.G., Ustimenko A.B., Plasma Technologies for Solid Fuels: Experiment and Theory // Journal of the Energy Institute. 2005. Vol.78. No.4. P. 157-171.

8Jankoski Z., Lockwood F.C., Messerle V.E., Karpenko E.I., Ustimenko A.B. Modelling of Plasma Pre-Treatment of Powdered Coal for Combustion // Thermophysics and Aeromechanics. 2004. Vol. 11. N. 3. P. 461-474.

9Карпенко Е.И., Жуков М.Ф., Мессерле В.Е. Буянтуев С.Л., Дьяков А.Ф., Перегудов В.С. Научно-технические основы и опыт эксплуатации систем плазменного воспламенения углей (безмазутная растопка котлов и стабилизация горения пылеугольного факела). Новосибирск: Наука. Сиб. Предприятие РАН, 1998. 137 с.

СИНТЕЗ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР МЕТОДОМ КИСЛОРОДНО-АЦЕТИЛЕНОВОЙ ГОРЕЛКИ НА ПЛЁНКАХ Ni

**Б.З. Мансуров¹, Б.С. Медянова^{1,2}, Б.Е. Жумадилов^{1,2}, Г. Партизан^{1,2}, М.Е. Мансурова^{1,2},
А.К. Кенжегулов¹, У.П. Козтаева³, Б.Т. Лесбаев^{1,2}**

¹Центр инновационных технологий Института проблем горения, 050050, ул. Полежаева, 20, Алматы, Казахстан

²Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби, 050040, пр. аль-Фараби, 71, Алматы, Казахстан

³Институт Ядерной Физики, 050032, ул. Ибрагимова, 1, Алматы, Казахстан

E-mail: mansurov_batyr@mail.ru

Аннотация

В работе представлены результаты экспериментов по синтезу углеродных наноструктур методом кислородно-ацетиленовой горелки на поверхности предварительно осажденных никелевых тонких плёнок. В ходе проведённых экспериментов было изучено влияние соотношения концентраций кислорода и ацетилена, угла наклона сопла горелки и его расстояния до подложки на структурообразование осаждаемых образцов. Исследования методами комбинационного рассеяния света и сканирующей электронной микроскопии показали, что при определённых условиях экспериментов происходит синтез микро-алмазов.

Введение

В последние годы наноалмазы используются во многих научно-технических областях благодаря уникальному набору физических, химических и трибологических характеристик. Высокая подвижность электронов, полевая электронная эмиссия и магнитные свойства позволяют применять их в электронике. Высокие трибологические и механические свойства

наноалмазов послужили основанием для синтеза жестких покрытий с целью создания широкого спектра абразивных материалов. Наноалмазные покрытия являются биологически совместимыми с человеческими тканями материалом и могут обеспечить улучшенную адгезию и малый износ протезов. Такой широкий диапазон возможностей технологических применений способствовал активному поиску новых, более эффективных и экономически выгодных методов синтеза и производства алмазных и алмазоподобных материалов [1].

На сегодняшний день разработаны несколько основных способов для получения алмазов, такие как различные виды физико-химического осаждения из газовой фазы (методы кристаллизации из водород-углеводородных смесей, активируемых высокочастотными и сверхвысокочастотными разрядами, плазмой на постоянном токе, термически при помощи накаливаемой нити из тугоплавкого металла) [1, 2]. Кроме того, применяются физические методики: ударно-волновой или детонационный синтез, кристаллизация при высоких давлениях и температурах, метод магнетронного распыления [3, 4].

В работе представлены результаты исследований методом комбинационного рассеяния света и сканирующей электронной микроскопии углеродных наноструктур, полученных в пламени кислородно-ацетиленовой горелки на поверхности никелевых плёнок, предварительно осажденных на кремниевые пластины.

Детали эксперимента

В качестве подложек и основы для никелевых пленок использовались пластины монокристаллического кремния (производитель Siegert Wafer GmbH, Германия) размерами 1×1 см с ориентацией [100] и [111]. Предварительно подложки проходили химическую очистку. Обработка проводилась в растворе смеси NH_4OH , H_2O_2 и дистиллированной воды в объемном соотношении 1:1:6.5, при температуре 20°C, в течение 10 мин, с применением звуковых волн частотой 850 кГц, мощностью 250 Вт. Далее проводилась промывка в дистиллированной воде и сушка.

Никелевые пленки осаждались на подложки из полированных пластин кремния методом магнетронного распыления на постоянном токе в установке ВУП-5М. Напыление проводилось в потоке рабочего газа Ag при давлении 10^{-2} мм.рт.ст. Скорость потока Ag составляла 6 см³/мин и регулировалась с помощью контроллера расхода газов MCV-500SCCM. Эксперименты проводились при постоянном напряжении на аноде-мишени (740 В), ток плазмы составлял 35 мА. Время экспериментов составляло 15, 30 и 60 минут.

Отношение концентраций $\text{C}_2\text{H}_2:\text{O}_2$ контролировалось стандартными контроллерами расхода газов MC-10SLPM-D (производитель "Alicat Scientific", США). Скорость подачи газов может варьироваться в пределах 0-10 л/мин. Диаметр сопла горелки в зависимости от насадки изменяется от 0.5 до 2.0 мм. Для равномерного распределения осаждаемой пленки было предусмотрено вращение держателя подложки. Скорость вращения подложки задается контроллером.

Была проведена серия экспериментов, в которой изменялись: расстояние от сопла горелки до подложки (от 3 до 6 мм, с шагом 1 мм), длительность напыления (15, 30, 45 и 60 мин). Угол наклона фронта пламени варьировался от 45 до 90° с шагом 15°, соотношение концентраций кислорода и ацетилена ($\text{O}_2/\text{C}_2\text{H}_2$) составляло от 0.76 до 0.96 с шагом 0.2. Наиболее интересные результаты экспериментов приведены ниже.

Полученные образцы были изучены методами сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) и комбинационного рассеяния света (КРС). Исследование образцов проводилось в Национальной нанотехнологической лаборатории открытого типа с помощью микроскопа Quanta 3D 200i и спектрометра NT-MDT Tegra Spectra (длина волны лазерного излучения $\lambda = 473$ нм).

Результаты и обсуждение

На рисунке 1 приведен спектр и СЭМ изображения образца, полученного на никелевых пленках при $h = 3$ мкм. В области 1343.6 и 1607.2 см^{-1} расположены основные углеродные пики D и G , соответственно. Интенсивность D пика не так высока, что говорит о низкой дефектности образца. Пик, наблюдаемый в пределах 518.5 см^{-1} соответствует кремнию, что указывает на малую толщину полученных наноструктур. В высокочастотной области при 2680 и 2945 см^{-1} можно заметить группы второго порядка $2D$ и $D + G$, соответственно.

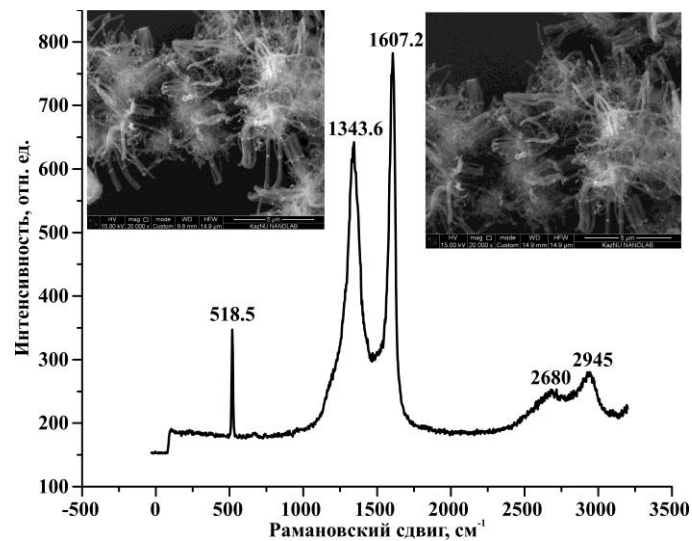


Рисунок 1 – Спектр КРС и СЭМ изображения наноструктур, полученных на плёнках Ni, выращенных на Si (111) при $h = 3$ мкм

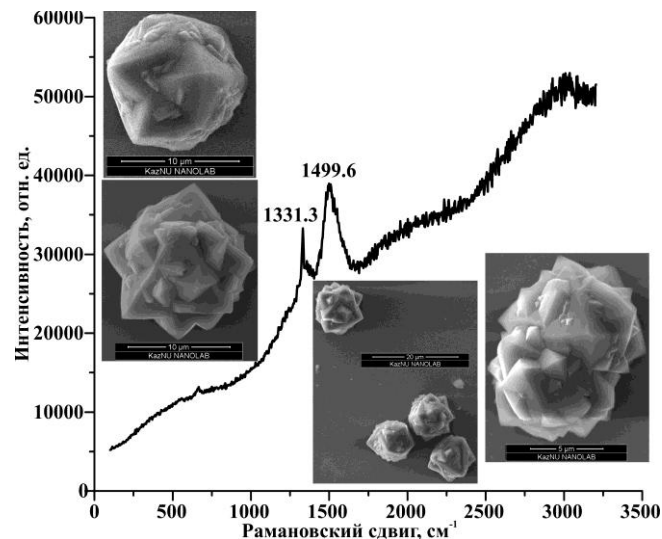


Рисунок 2 – Спектр КРС и СЭМ изображения наноструктур, полученных на плёнках Ni, выращенных на Si (100) при $h = 4$ мкм

Рамановский спектр следующего образца (рис. 2) демонстрирует присутствие характеристического алмазного пика (sp^3) в области 1331.3 см^{-1} . Пик в области 1499.6 см^{-1} ,

соответствующий G группе, смещен в низкочастотную область, что также указывает на высокое содержание sp^3 в образце. Исходя из спектра, можно говорить, что на этих образцах были синтезированы алмазные кристаллы. Это подтверждается СЭМ-изображениями.

Следующий спектр (рис. 3) также показывает углеродные пики в области 1630 и 1581.9 cm^{-1} . В пределах 2707.9 и 2933.6 cm^{-1} расположены группы второго порядка $2D$ и $D + G$, соответственно. В отличие от других образцов интенсивность D пика выше, чем у G пика, что указывает на наличие дефектов в структуре.

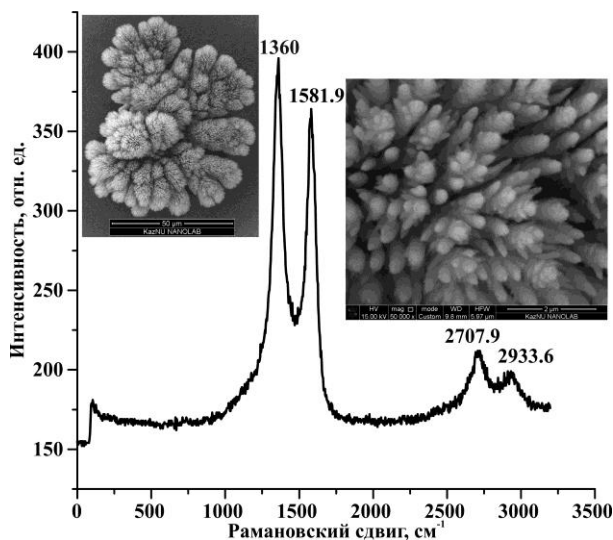


Рисунок 3 – Спектр КРС и СЭМ изображения наноструктур, полученных на плёнках Ni, выращенных на Si (111) при $h = 6$ мм

На СЭМ-изображениях видно, что образовавшиеся наноструктуры имеют шероховатую разветвлённую поверхность.

Закключение

В ходе исследований были проведены эксперименты по синтезу углеродных наноструктур методом кислородно-ацетиленовой горелки на никелевых плёнках. Согласно проведенному анализу методом КРС и СЭМ, некоторые полученные образцы обладают алмазной структурой, с чётко выраженными кристаллическими гранями и рёбрами.

Анализ результатов экспериментов показал, что на структуру образцов важное влияние оказывает угол наклона сопла горелки к подложке, соотношение концентраций кислорода и ацетилена и ориентация Si-подложки.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке грантов Комитета Науки МОН РК №3816/ГФ4, №3823/ГФ4.

Литература

1. P.W. May. Diamond thin films: a 21st-century material // Phil.Trans. R. Soc. Lond., – 2000. – A 358, – P. 473-495.
2. Francisco C. B. Maia, Ricardo E. Samad, Jefferson Bettini, Raul O. Freitas, Nilson D. Vieira Junior & Narcizo M. Souza-Neto. Synthesis of diamond-like phase from graphite by ultrafast laser driven dynamical compression // Scientific Reports. – 2015. – Vol. 5, Article number: 11812.

3. Chengzhi Luo, Xiang Qi, Chunxu Pan, Wenge Yang. Diamond synthesis from carbon nanofibers at low temperature and low pressure // Scientific Reports. – 2015. – Vol. 5, Article number: 13879.

4. Mansurov B.Z., Aliyev B.A., Medyanova B.S., Kenzhegulov A., Tolegen A., Partizan G., Mansurova M.E., Mansurov Z.A. Diamond like carbon films prepared by magnetron sputtering technique // Proceedings of the Annual International World Conference on Carbon (Carbon 2015), Dresden, Germany, 12-17 July, – 2015.– P. 89.

ПОЛУЧЕНИЕ НЕФТЕСОРБЕНТА НА ОСНОВЕ РИСОВОЙ ШЕЛУХИ ПУТЕМ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Г.Р. Нысанбаева¹, К.К. Кудайбергенов¹, Е.К. Онгарбаев¹, З.А. Мансуров²

¹Казахский национальный университет им. аль – Фараби, Казахстан, г.Алматы

²Институт проблем горения, Казахстан, г.Алматы

gulnur.83.29@mail.ru

Аннотация

В работе были получены сорбенты на основе рисовой шелухи путем термической обработки, для очистки вод от нефтепродуктов. В лабораторных условиях были проведены эксперименты по оценке воздействия рисовой шелухи в качестве сорбента.

Ключевые слова: рисовая шелуха, карбонизация, нефтесорбент

Введение

Разливы нефти при её добыче, а также аварийность систем трубопроводного, железнодорожного и автомобильного транспортирования нефти и нефтепроводов; все это обостряет проблему охраны окружающей среды. В перечень чрезвычайных ситуаций входит ликвидация нефтяных разливов. Сложность проблемы заключается не только в её масштабах, но и в разработке критериев и методов борьбы с этим сложным и непостоянным по-своему составу загрязнением. Нефть-это сложный комплекс веществ, состояний из 3000 ингредиентов, каждый из которых обладает индивидуальной растворимостью и биодegradацией [1].

В настоящее время одной из приоритетных современных задач по защите окружающей среды является поиск высокоэффективных сорбентов нефти и нефтепродуктов.

Требования, предъявляемые к разработке сорбентов, это:

- эффективность;
- величина относительной сорбции;
- экологическая чистота.

Методика и материалы исследования. Транспортные затраты на доставку (сырья, затраты на переработку, утилизацию, захоронение, экологическая безопасность процессов переработки использованных сорбентов) приводит к тому, что выгоднее всего в настоящее время использовать сорбенты растительного происхождения [2].