

К.Х. ТОКМУРЗИН, Г.М. НУРГАЗИНА,
А.К. ТАШЕНОВ, С.С. ДОСМАГАМБЕТОВА

ИССЛЕДОВАНИЕ НИКЕЛЬСОДЕРЖАЩИХ НАНОЧАСТИЦ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

В последние годы значительное внимание было уделено разработке нанометровых наночастиц никеля из-за их уникальных свойств и возможностей применения в различных областях, таких как микроэлектроника, катализ, металлургическая промышленность и биомедицина [1-3]. По сравнению с благородными металлами наночастицы никеля менее изучены в катализе, хотя они нашли применение в получении углеродных нанотрубок, а также в различных органических реакциях [4].

В нашей работе были получены наночастицы никеля методом восстановление металла из его соли в присутствие полиэтиленгликоля. Восстановление гексагидрата хлорида никеля $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ с тетрагидроборатом натрия NaBH_4 в полиэтиленгликоле проводилось под аргоном при 25 °C и постоянном перемешивании. Были приготовлены пять образцов $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ /ПЭГ в различных соотношениях 1/10, 1/5, 1/1, 1/0,5 и 1/0,1. Исследования структуры и состав полученных наночастиц проводились методами ИК-спектро-

скопии, рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (XPS), рентгеновской дифрактометрии (XRD).

Полученные образцы никеля в полиэтиленгликоле были гранулированы в бромиде калия и измерены на спектрофотометре FT-IR Nicolet 510 с использованием программного обеспечения.

В ИК-спектрах материалов (рис.1) присутствуют сигналы, соответствующие гидроксильным группам ($1060-1080 \text{ cm}^{-1}$) полиэтиленгликоля. При соотношениях ПЭГ/Ni соответственно 0,5 и 0,1 наблюдается постепенное исчезновение пиков, соответствующие связям органических молекул и наночастиц.

Стабилизация наночастиц в полиэтиленгликоле осуществляется за счет взаимодействия функциональных групп органических макромолекул полиэтиленгликоля с поверхностью наночастиц атомов никеля с образованием хелатного комплекса [5].

XPS спектры наночастицы никеля в полиэтиленгликоле представлены на рисунке 2.

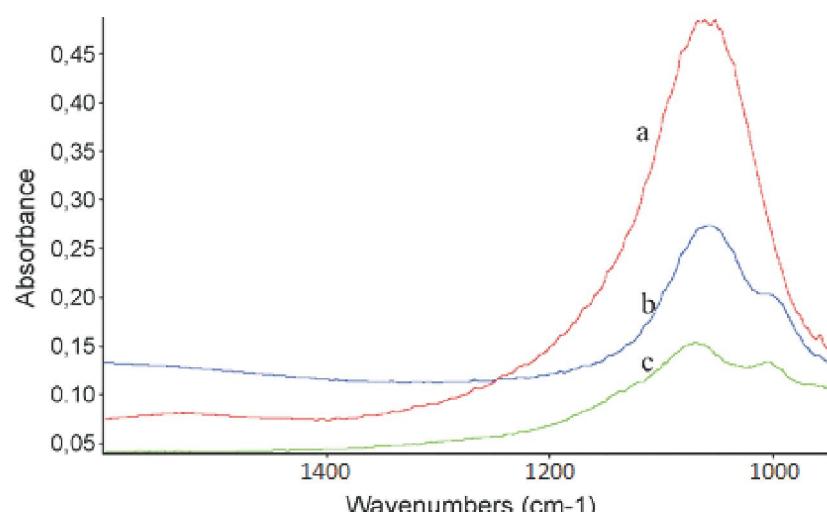


Рис. 1. ИК-спектры наночастиц никеля, стабилизированных в ПЭГ:
а) чистый ПЭГ, б) ПЭГ/Ni = 0,5 и с) ПЭГ/Ni = 0,1

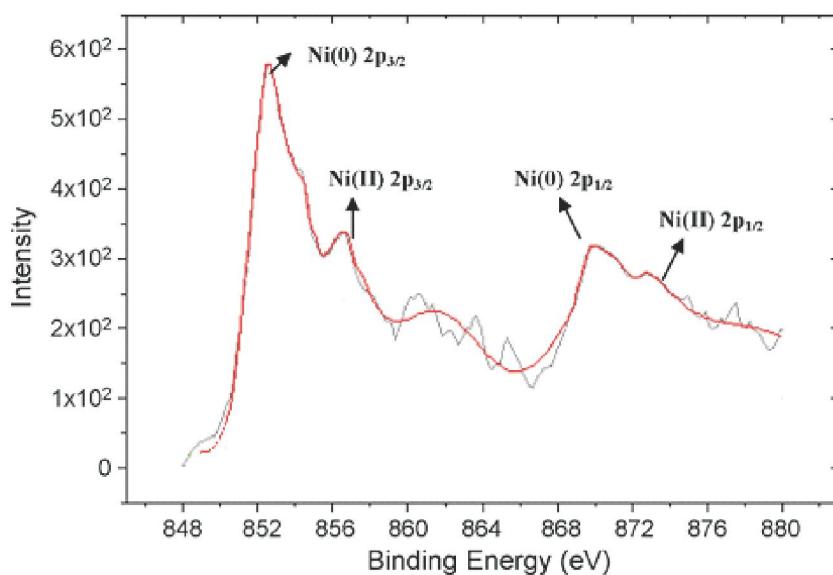


Рис. 2-XPS спектры наночастицы никеля в полиэтиленгликоле

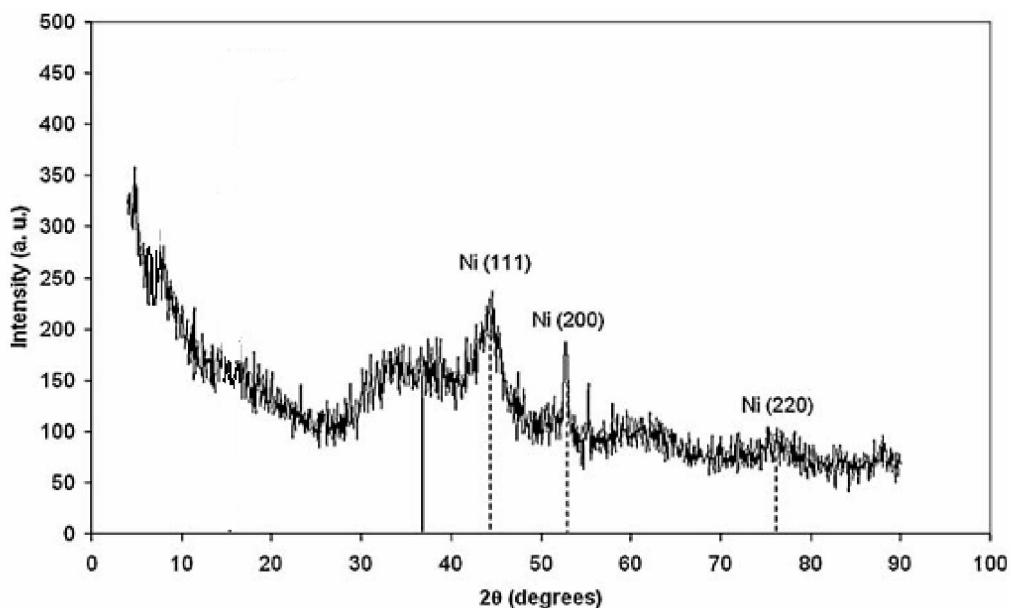


Рис. 3. Рентгенограмма стабилизированных наночастиц никеля

На основании справочных данных связывающих энергий объемного никеля (852,3 и 869,7 эВ соответственно) пики при 852,2 и 869,9 эВ в XPS-спектрах могут быть отнесены $\text{Ni}(0)$ $2p_{3/2}$ и $\text{Ni}(0)$ $2p_{1/2}$ уровню соответственно [6]. В XPS-спектрах показаны также относительно слабые по интенсивности энергии полосы при 853,8 и 872,8 эВ, соответствующие $\text{Ni}(\text{II})$ $2p_{3/2}$ и $\text{Ni}(\text{II})$ $2p_{1/2}$. Указанные пики соответствуют уровням окисленной формы $\text{Ni}(\text{II})$ в оксиде никеля, образование которой может быть связано с частичным окислением наночастиц во время обработки образца.

Из рис. 3 рентгенограмма XRD показывает, что полученные наночастицы никеля имеют гранецентрированную кубическую (ГЦК) структуру.

Кроме того методом электронной микроскопии нами были установлены размеры наночастиц никеля, образующихся в результате восстановления гексагидрата хлорида никеля $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ с тетрагидроборатом натрия NaBH_4 в полиэтиленгликоле, и показано, что они соответствуют 12 -14 нм.

Таким образом, на основе исследований методами ИК-спектроскопии, рентгеновской фот-

электронной спектроскопии, рентгеновской дифрактометрии установлены состав, строение, размеры стабилизированных в полиэтиленгликоле наночастиц никеля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сергеев Г.В. Нанохимия, М.: МГУ, 2003. 288 с.
2. Помогайло А.Д., Розенберг А.С., Уфлянд И.Е. Наночастицы металлов в полимерах. М.: Химия, 2000. 672 с.
3. Гусев А.И. Наноматериалы,nanoструктуры, нанотехнологии. М.: Наука-Физматлит, 2007. 416 с.
4. Головин Ю.И., Головин Д.Ю., Шуклинов А.В., Столяров Р.А., Васюков В.М. Электроосаждение наночастиц никеля на поверхность многостенных углеродных нанотрубок. Журнал технической физики, 2011 год, том 37, вып. 6.
5. Wan S., Huang J., Yan H., Liu K. “Size-controlled preparation of magnetite nanoparticles in the presence of graft copolymers”, J. Mater. Chem., 2006, 16, С. 298–303.
6. International XPS Spectral Data Processors, <http://www.xpsdata.com>.

Резюме

Тұрақтандырылған ретінде полиэтиленгликоль (ПЭГ) пайдаланып никель Ni нанобөлшектері синтезделді. Физикалық әдістердің көмегінде наночастицалардың күрамы, күрілісі және өлшемі нактыланы.

Summary

Nanoparticles of nickel were synthesized in the presence of a stabilizing reagent polyethylglycol. The composition, the structure, and the size of nanoparticles were determined using physical methods.

*Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева,
г. Астана*

Поступила 22.05.2011 г.