

# VIBRATIONAL SPECTRA OF CARBON-LIKE MATERIALS: SEIRA VERSUS RS SPECTROSCOPY

**Dovbeshko G.I.**<sup>(1)\*</sup>, **Brychka S.Ya.**<sup>(2)</sup>, **Brychka A.V.**<sup>(2)</sup>, **Repnytska O.P.**<sup>(1)</sup>, **Sementsov Yu.I.**<sup>(2)</sup>, **Obrastsova E.D.**<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Institute of Physics of Nat. Ac. Sci. Ukraine, Prospect Nauki, 46, Kiev, 03028, Ukraine.

<sup>(2)</sup> Institute of Surface Chemistry of Nat. Ac. Sci. Ukraine, Generala Naumova str., 17, Kiev-164, 03680, Ukraine.

<sup>(3)</sup> P.N. Lebedev Physics Institute, Russian Academy of Sciences, 53 Leninsky pr., Moscow-117924, Russian.

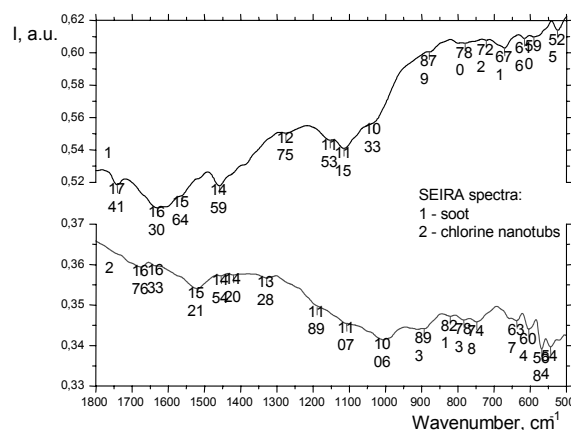
## Introduction

Vibration modes of different carbon materials such as soot, natural flake graphite, exfoliated graphite, single and multi-walled nanotubes have been registered with SEIRA (surface enhanced infrared absorption) and Raman spectroscopy. The SEIRA spectroscopy is more sensitive tool for characterization of molecular structure of carbon-like materials and their optical properties than conventional IR spectroscopy [1, 2].

## Results and discussion

SEIRA spectroscopy in reflectance mode was used in our experiment for determination of the graphite contamination. The data were compared with Raman spectroscopy and showed that conventional Raman spectra have not show any contaminations in graphite that have been found with SEIRA spectra. Raman spectra, namely the two features (the line at  $1580\text{ cm}^{-1}$  and the disorder-induced line at  $1355\text{ cm}^{-1}$ ) could be used to monitor the degree of disorder of carbon-like materials as well as to identify the diameter of nanotubes using low-frequency mode.

In IR spectra of carbon materials we have registered of C=C, C-C, C=O, C-O, C-H, S-O, Si-O, etc., functional groups, the factor of enhancement in SEIRA spectra was equaled to 3-5.



Carbon nanotubes show high reflectance. Special method for prevention of the scattering was applied. The SEIRA spectra are good tool for probe of carbon materials contamination.

## Conclusions

The SEIRA spectra are good tool for probe of carbon materials contamination

## References

1. G.V. Andrievsky, V.K. Klochkov, A.B. Bordyuh, G.I. Dovbeshko. Comparative analysis of two aqueous-colloidal solutions of C<sub>60</sub> fullerene with help of FTIR reflectance and UV-Vis spectroscopy. *Chemical Physics Letters* 2002; 364(1-2): 8-17.
2. G.I. Dovbeshko, O.P. Repnytska, E.D. Obrastsova, Y.V. Shtogun. DNA interaction with single-walled carbon nanotubes: a SEIRA study. *Chemical Physics Letters* 2003; 372: 432-437.

\* \* Fax: 38 (044) 265 15 89, e-mail gd@iop.kiev.ua

# КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ МОДЫ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ: SEIRA И КР СПЕКТРОСКОПИЯ

Довбешко Г.<sup>1\*</sup>, Бричка С.<sup>2</sup>, Бричка А.<sup>2</sup>, Репницка О.<sup>1</sup>, Семенцов Ю.<sup>2</sup>, Оброзцова Е.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>–Институт Физики Национальной Академии Наук Украины, пр. Науки 46,  
Киев-03039, Украина, [gd@iop.kiev.ua](mailto:gd@iop.kiev.ua)

<sup>2</sup> – Институт Химии Поверхности Национальной Академии Наук Украины, ул. Генерала Наумова 17,  
Киев-164, 03680, Украина

<sup>3</sup> – Институт Физики имени П.Н. Лебедева Российской Академии Наук, Ленинский пр.53,  
Москва-117924, Россия

## Введение

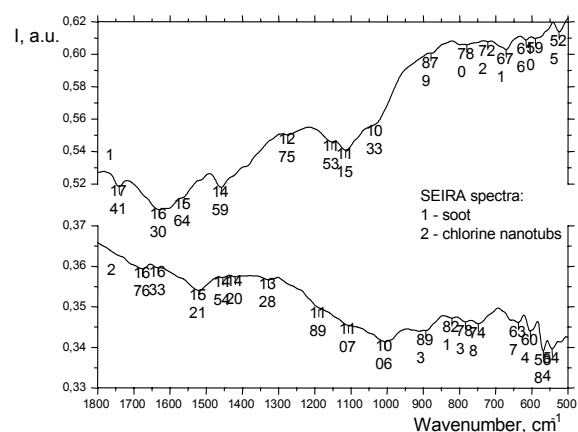
В работе были изучены колебательные моды различных аллотропных форм углеродных материалов: сажа, природный графит, интеркалированный графит, одностенные и многостенные нанотрубки с использованием методов SEIRA (усиление на шероховатых металлических поверхностях инфракрасного поглощения) и комбинационного рассеяния света. SEIRA спектроскопия является более чувствительным методом для характеристик молекулярной структуры углеродсодержащих материалов и их оптических свойств, чем традиционная ИК – спектроскопия [1, 2].

## Результаты и обсуждение

Для определения примесей мы использовали SEIRA спектроскопию в режиме отражения. Данные, полученные для различных углеродных материалов с различным содержанием примеси О, N, Cl в нем были сравнены с данными КР не обнаружившими никаких примесей в изучаемых материалах. В спектрах КР различных углеродных материалах обычно (кроме одностенных нанотрубок и фуллеренов) регистрируются две полосы - вблизи  $1580\text{ см}^{-1}$ , характеризующей колебания в упорядоченном графитовом слое и вблизи  $1355\text{ см}^{-1}$ , обычно характеризующие введение беспорядка в слои, разрушением  $\pi$ -структур и появлением гибридизации отличной от той что в слоях и нарушением электронной структуры в слоях (появление другой гибридизации, разрушение участков).

КР спектры одностенных нанотрубок позволяют хорошо определить диаметр трубок. В ИК – спектрах углеродных материалов хорошо регистрируются C=C, C-C, C=O, C-O, C-H, S-O, Si-O и другие

функциональные группы с коэффициентом усиления 3-5 для SEIRA.



## Выводы

SEIRA спектроскопия является более чувствительным методом для характеристик молекулярной структуры углеродсодержащих материалов и их оптических свойств, а также для определения примесей.

## Литература

1. G.V. Andrievsky, V.K. Klochkov, A.B. Bordyuh, G.I. Dovbeshko. Comparative analysis of two aqueous-colloidal solutions of C<sub>60</sub> fullerene with help of FTIR reflectance and UV-Vis spectroscopy. Chemical Physics Letters 2002; 364(1-2): 8-17.
2. G.I. Dovbeshko, O.P. Repnytska, D. Obratsova, Y.V. Shtogun. DNA interaction with single-walled carbon nanotubes: a SEIRA study. Chemical Physics Letters 2003; 372: 432-437.

\* \* Fax: 38 (044) 265 15 89, e-mail [gd@iop.kiev.ua](mailto:gd@iop.kiev.ua)