

ISSN 1991-3494

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

# Х А Б А Р Ш Ы С Ы

---

---

## ВЕСТНИК

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## THE BULLETIN

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

1944 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН  
ИЗДАЕТСЯ С 1944 ГОДА  
PUBLISHED SINCE 1944

5

---

---

АЛМАТЫ  
АЛМАТЫ  
ALMATY

2015

ҚЫРКҮЙЕК  
СЕНТЯБРЬ  
SEPTEMBER

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі

**М. Ж. Жұрынов**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы :

биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Айтхожина Н.А.**; тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байпақов К.М.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байтулин И.О.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Берсімбаев Р.И.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Газалиев А.М.**; а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Дүйсенбеков З.Д.**; а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Елешев Р.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Қалменов Т.Ш.**; фил. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Нысанбаев А.Н.**; экон. ғ. докторы, проф., ҰҒА академигі **Сатубалдин С.С.**; тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбжанов Х.М.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішев М.Е.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішева З.С.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Абсадықов Б.Н.** (бас редактордың орынбасары); а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Баймұқанов Д.А.**; тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Байтанаев Б.А.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Давлетов А.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Қалимолдаев М.Н.**; геогр. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Медеу А.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мырхалықов Ж.У.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Огарь Н.П.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Таткеева Г.Г.**; а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Үмбетаев И.**

Р е д а к ц и я к е ñ е с і :

Ресей ҒА академигі **Велихов Е.П.** (Ресей); Әзірбайжан ҰҒА академигі **Гашимзаде Ф.** (Әзірбайжан); Украинаның ҰҒА академигі **Гончарук В.В.** (Украина); Армения Республикасының ҰҒА академигі **Джрбашян Р.Т.** (Армения); Ресей ҒА академигі **Лаверов Н.П.** (Ресей); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Москаленко С.** (Молдова); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Рудик В.** (Молдова); Армения Республикасының ҰҒА академигі **Сагян А.С.** (Армения); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Тодераш И.** (Молдова); Тәжікстан Республикасының ҰҒА академигі **Якубова М.М.** (Тәжікстан); Молдова Республикасының ҰҒА корр. мүшесі **Лупашку Ф.** (Молдова); техн. ғ. докторы, профессор **Абиев Р.Ш.** (Ресей); техн. ғ. докторы, профессор **Аврамов К.В.** (Украина); мед. ғ. докторы, профессор **Юрген Аппель** (Германия); мед. ғ. докторы, профессор **Иозеф Банас** (Польша); техн. ғ. докторы, профессор **Гарабаджиу** (Ресей); доктор PhD, профессор **Ивахненко О.П.** (Ұлыбритания); хим. ғ. докторы, профессор **Изабелла Новак** (Польша); хим. ғ. докторы, профессор **Полещук О.Х.** (Ресей); хим. ғ. докторы, профессор **Поняев А.И.** (Ресей); профессор **Мохд Хасан Селамат** (Малайзия); техн. ғ. докторы, профессор **Хрипунов Г.С.** (Украина)

Главный редактор

академик НАН РК

**М. Ж. Журинов**

Редакционная коллегия:

доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **Н.А. Айтхожина**; доктор ист. наук, проф., академик НАН РК **К.М. Байпаков**; доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **И.О. Байтулин**; доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **Р.И. Берсимбаев**; доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **А.М. Газалиев**; доктор с.-х. наук, проф., академик НАН РК **З.Д. Дюсенбеков**; доктор сельскохоз. наук, проф., академик НАН РК **Р.Е. Елешев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Т.Ш. Кальменов**; доктор фил. наук, проф., академик НАН РК **А.Н. Нысанбаев**; доктор экон. наук, проф., академик НАН РК **С.С. Сатубалдин**; доктор ист. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Х.М. Абжанов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Е. Абишев**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **З.С. Абишева**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Б.Н. Абсадыков** (заместитель главного редактора); доктор с.-х. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Д.А. Баймуканов**; доктор ист. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Б.А. Байтанаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А.Е. Давлетов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Н. Калимолдаев**; доктор геогр. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А. Медеу**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.У. Мырхалыков**; доктор биол. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.П. Огарь**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Г.Г. Таткеева**; доктор сельскохоз. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **И. Умбетаев**

Редакционный совет:

академик РАН **Е.П. Велихов** (Россия); академик НАН Азербайджанской Республики **Ф. Гашимзаде** (Азербайджан); академик НАН Украины **В.В. Гончарук** (Украина); академик НАН Республики Армения **Р.Т. Джрбашян** (Армения); академик РАН **Н.П. Лаверов** (Россия); академик НАН Республики Молдова **С. Москаленко** (Молдова); академик НАН Республики Молдова **В. Рудик** (Молдова); академик НАН Республики Армения **А.С. Сагиян** (Армения); академик НАН Республики Молдова **И. Тодераш** (Молдова); академик НАН Республики Таджикистан **М.М. Якубова** (Таджикистан); член-корреспондент НАН Республики Молдова **Ф. Лупашку** (Молдова); д.т.н., профессор **Р.Ш. Абиев** (Россия); д.т.н., профессор **К.В. Аврамов** (Украина); д.м.н., профессор **Юрген Аппель** (Германия); д.м.н., профессор **Иозеф Банас** (Польша); д.т.н., профессор **А.В. Гарабаджиу** (Россия); доктор PhD, профессор **О.П. Ивахненко** (Великобритания); д.х.н., профессор **Изабелла Новак** (Польша); д.х.н., профессор **О.Х. Полещук** (Россия); д.х.н., профессор **А.И. Поняев** (Россия); профессор **Мохд Хасан Селамат** (Малайзия); д.т.н., профессор **Г.С. Хрипунов** (Украина)

«Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан». ISSN 1991-3494

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5551-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 2000 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18.

www: nauka-nanrk.kz, bulletin-science.kz

---

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2015

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

Editor in chief

**M. Zh. Zhurinov**,  
academician of NAS RK

Editorial board:

**N.A. Aitkhozhina**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **K.M. Baipakov**, dr. hist. sc., prof., academician of NAS RK; **I.O. Baitulin**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **R.I. Bersimbayev**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **A.M. Gazaliyev**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **Z.D. Dyusenbekov**, dr. agr. sc., prof., academician of NAS RK; **R.Ye. Yeleshev**, dr. agr. sc., prof., academician of NAS RK; **T.Sh. Kalmenov**, dr. phys. math. sc., prof., academician of NAS RK; **A.N. Nysanbayev**, dr. phil. sc., prof., academician of NAS RK; **S.S. Satubaldin**, dr. econ. sc., prof., academician of NAS RK; **Kh.M. Abzhanov**, dr. hist. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.Ye. Abishev**, dr. phys. math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Z.S. Abisheva**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **B.N. Absadykov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK (deputy editor); **D.A. Baimukanov**, dr. agr. sc., prof., corr. member of NAS RK; **B.A. Baytanayev**, dr. hist. sc., prof., corr. member of NAS RK; **A.Ye. Davletov**, dr. phys. math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.N. Kalimoldayev**, dr. phys. math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **A. Medeu**, dr. geogr. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.U. Myrkhalykov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **N.P. Ogar**, dr. biol. sc., prof., corr. member of NAS RK; **G.G. Tatkeeva**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **I. Umbetayev**, dr. agr. sc., prof., corr. member of NAS RK

Editorial staff:

**E.P. Velikhov**, RAS academician (Russia); **F. Gashimzade**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **V.V. Goncharuk**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **R.T. Dzhrbashian**, NAS Armenia academician (Armenia); **N.P. Laverov**, RAS academician (Russia); **S.Moskalenko**, NAS Moldova academician (Moldova); **V. Rudic**, NAS Moldova academician (Moldova); **A.S. Sagiyan**, NAS Armenia academician (Armenia); **I. Toderas**, NAS Moldova academician (Moldova); **M. Yakubova**, NAS Tajikistan academician (Tajikistan); **F. Lupaşcu**, NAS Moldova corr. member (Moldova); **R.Sh. Abiyev**, dr.eng.sc., prof. (Russia); **K.V. Avramov**, dr.eng.sc., prof. (Ukraine); **Jürgen Appel**, dr.med.sc., prof. (Germany); **Joseph Banas**, dr.med.sc., prof. (Poland); **A.V. Garabadzhiu**, dr.eng.sc., prof. (Russia); **O.P. Ivakhnenko**, PhD, prof. (UK); **Isabella Nowak**, dr.chem.sc., prof. (Poland); **O.Kh. Poleshchuk**, chem.sc., prof. (Russia); **A.I. Ponyaev**, dr.chem.sc., prof. (Russia); **Mohd Hassan Selamat**, prof. (Malaysia); **G.S. Khripunov**, dr.eng.sc., prof. (Ukraine)

**Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.**  
ISSN 1991-3494

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of Information and Archives of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan N 5551-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 2000 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,  
<http://nauka-nanrk.kz/>, <http://bulletin-science.kz>

---

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2015

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

BULLETIN OF NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ISSN 1991-3494

Volume 54, Number 357 (2015), 33 – 36

## ANALYSIS METHOD INHOMOGENEOUS LINE BROADENING ELECTRON PARAMAGNETIC RESONANCE SPECTRA CARBON FILM

**Y. A. Ryabikin, V. V. Klimenov, V. B. Glazman,  
B. A. Rakymetov, A. T. Isova, S. Z. Tokmoldin**

Physico-Technical Institute, Almaty, Kazakhstan.  
E-mail: yuar-39@mail.ru

**Keywords:** film, carbon, bend, installation (device), power, thickness, analysis window, the spectrum line width.

**Abstract.** The spectrum of electron paramagnetic resonance (EPR) inhomogeneously broadened lines often contains significant information about the nature of paramagnetic centers and the structure of matter, which they enter. Despite the large number of works devoted to the production of unique information about the structure of paramagnetic centers and facilities, which are included, this issue is not resolved. The article deals with a simple method for the analysis of these spectra. EPR, which is due to the broadening of the EPR lines by adding the individual having different intensity values, g-values and the widths of the EPR lines. This method allows you to partially solve this problem. Examination conducted by the example of an inhomogeneously broadened EPR line of a thin carbon film deposited on glass. The assay is based on the consideration of the line connecting the maximum and minimum of the EPR spectrum of this sample. On this line, three detected kink dividing this line into three sections, each of which is characterized by the value of the g-factor and size. The magnitude of the value of g-factors of the average values of the three portions of the first section can be argued due to the graphenes and its compounds, with the second portion of a responsible carbon nanotubes, the third portion is required in the determination of the carbon film of graphite with a certain degree of crystallinity.

УДК 535.34

## МЕТОД АНАЛИЗА НЕОДНОРОДНО УШИРЕННОЙ ЛИНИИ СПЕКТРА ЭЛЕКТРОННОГО ПАРАМАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА УГЛЕРОДНОЙ ПЛЕНКИ

**Ю. А. Рябкин, В. В. Клименов, В. Б. Глазман,  
Б. А. Рақыметов, А. Т. Исова, С. Ж. Токмолдин**

Физико-технический институт, Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** пленка, углерод, изгиб, установка (прибор), мощность, толщина, анализ, стекло, спектр, ширина линии.

**Аннотация.** Спектр электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) неоднородно-уширенных линий часто содержит значительную информацию о природе парамагнитных центров и структуре вещества, в состав которого они входят. Несмотря на большое количество работ, посвященных получению однозначной информации о строении парамагнитных центров и объектах, в состав которых они входят, этот вопрос окончательно не решен. В статье рассматривается простой метод анализа таких спектров ЭПР, уширение которых обусловлено сложением отдельных линий ЭПР, имеющих различные значения интенсивности, величин g-факторов и ширин линий ЭПР. Этот метод позволяет частично решить этот вопрос. Рассмотрение проведено на примере неоднородно уширенной линии ЭПР тонкой углеродной пленки, нанесенной на

стекло. Анализ основан на рассмотрении линии, соединяющей максимум и минимум спектра ЭПР этого образца. На этой линии обнаружены три излома, делящих эту линию на три части, каждая из которых характеризуется своим значением  $g$ -фактора и размерами. По величине средних значений  $g$ -факторов этих трех участков можно утверждать, что первый участок обусловлен графенами и его соединениями, за второй участок ответствен углеродные нанотрубки, трубки, третий участок обязан нахождению в углеродной пленке графита с некоторой степенью кристалличности.

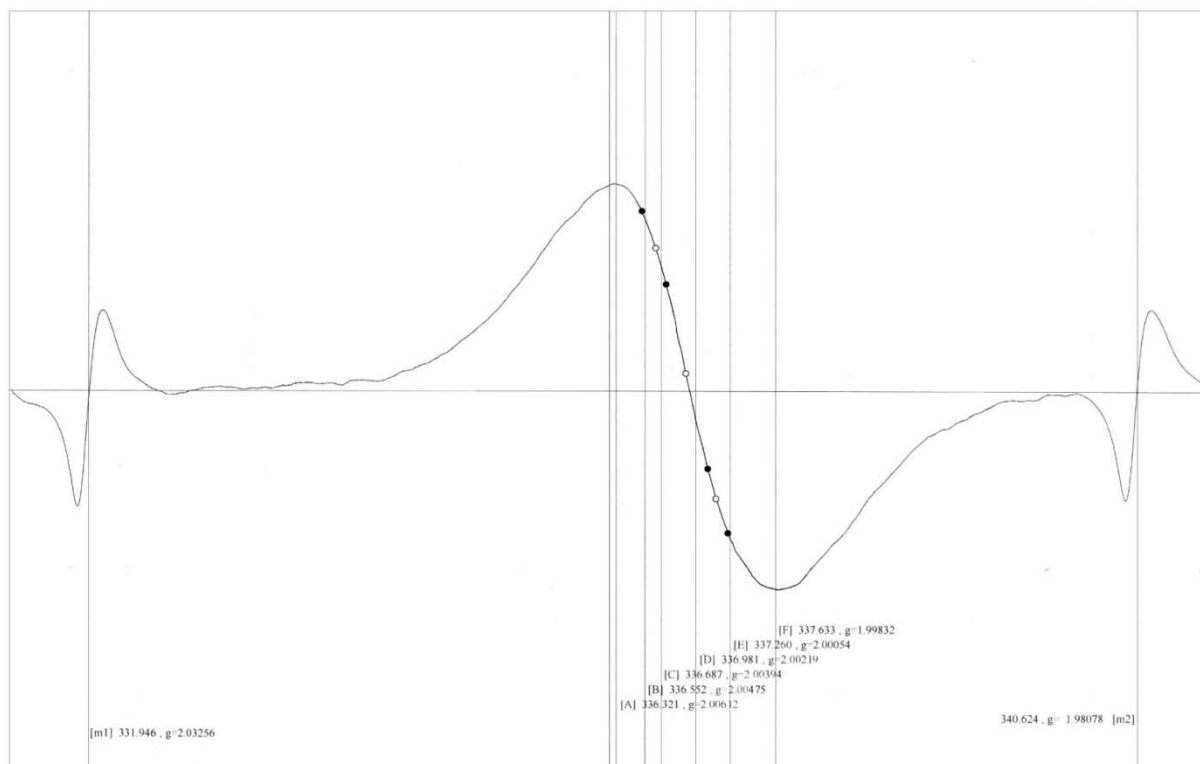
Неоднородно уширенные линии спектра электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) зачастую содержат большую и полезную информацию как об изучаемых парамагнитных центрах (ПЦ) как таковых, так и о структуре изучаемого объекта, в состав которого они входят. Рассмотрению природы неоднородно уширенных линий ЭПР и их анализу посвящен ряд работ теоретического и экспериментального плана, например: [1-3]. К сожалению, на основании использования этих работ не всегда удается получить полную и однозначную информацию о природе парамагнитных центров, входящих в состав изучаемого объекта – значений их  $g$ -факторов и относительного их вклада в суммарный спектр ЭПР. К тому же, эти методы требуют проведения дополнительных непростых экспериментов, связанных с насыщением спектра ЭПР микроволновой мощностью при различных ее уровнях. А обработка полученных результатов является чрезвычайно кропотливой работой, занимающей много времени.

В статье предлагается простой и информативный метод анализа неоднородно уширенных линий ЭПР, уширение которых обусловлено сложением отдельных линий ЭПР изучаемого образца, имеющих различные значения интенсивности, величин  $g$ -факторов и ширин линии ЭПР. Он устраняет отмеченные недостатки, позволяя получить технический результат, состоящий в том, что на основе рассмотрения проведенной линии, соединяющей максимум и минимум спектра ЭПР изучаемого образца, анализируются на ней точки перегиба, что позволяет определить количество компонент, составляющих спектр, их соотношения и величины их  $g$ -факторов. Вообще, метод ЭПР широко используется при изучении углеродных систем, например, [4-8].

В данном случае рассмотрение проведено на примере неоднородно уширенной линии ЭПР тонкой углеродной пленки, нанесенной на стеклянную подложку. Вообще, плёнка может наноситься на различные подложки, в частности на кварц, кремний, стекло и др. Тонкие углеродные пленки различной структуры находят самое широкое применение во многих областях науки и техники. Это обусловлено рядом их полезных свойств, таких как высокая твердость, диэлектрические характеристики, теплопроводность и др. Свойства тонких углеродных пленок в значительной степени определяются способом их получения. В данном случае пленки получали на установке AX5200S-ECR фирмы Seku Technotron Corp., оснащенной микроволновым излучателем для возбуждения плазмы. При плазменном разложении смеси  $\text{CH}_4$  и  $\text{H}_2$  и осаждении углерода на различные подложки (стекло, кварц, кремний и др.) на них образуются углеродные пленки светложёлтого цвета. В нашем случае время осаждения углерода на подложку с образованием пленки было два часа при возбуждении плазмы в смеси  $\text{CH}_4 + \text{H}_2 + \text{Ar}$  при давлении  $3,8 \cdot 10^{-2}$  торр. Подводимая микроволновая мощность в камеру составляла 500 Вт, а отраженная – 84 Вт, натекание  $\text{CH}_4$  и  $\text{H}_2$  было одинаковым и равно  $20 \text{ см}^3/\text{мин}$ . Измерение толщины пленки на микроскопе показали, что исходная пленка имеет толщину 1,2 мкм, а после отжига полученной углеродной пленки, например, до  $800 \text{ }^\circ\text{C}$ , ее толщина уменьшилась до 0,8 мкм. Отжиг образцов, полученных углеродных пленок проводился на этой же установке в атмосфере различных газов, а также в вакууме с остаточным давлением  $\sim 3 \cdot 10^{-6}$  торр.

В ЭПР-спектроскопии в качестве вторичного образца часто используются ионы двухвалентного марганца в решетке окиси магния ( $\text{Mn}^{2+}$  в  $\text{MgO}$ ). Спектр ЭПР этого образца состоит из 6 линий ЭПР, между  $3^{\text{ей}}$  и  $4^{\text{ой}}$  компонентой которого обычно записывается спектр изучаемого образца. Анализ третьей линии ЭПР, как и всех остальных линий спектра двухвалентного марганца показывает, что на прямой, соединяющий ее максимум и минимум, отсутствуют какие-либо изгибы (изломы). Эта линия является идеально прямой.

Но другая картина может наблюдаться на подобной линии исследуемого образца. Так в случае изучаемого нами образца тонкой углеродной пленки на поверхности стекла (кстати, аналогичная картина наблюдается и при использовании подложек из других материалов: кварц, кремний и т. д.)



Спектр ЭПР тонкой углеродной пленки на стекле при напылении 2 часа

на этой прямой обнаружены три излома (рисунок). На рисунке приведен спектр ЭПР углеродной пленки, полученной при плазменном разложении смеси  $\text{CH}_4$  и  $\text{H}_2$  в  $\text{Ag}$  и осаждении образующегося при этом углерода на стекло. Темные точки на прямой, соединяющей максимум и минимум этого спектра, соответствуют началу и концу каждого из трех участков, образующихся в результате изломов на этой линии. Светлые точки характеризуют середину каждого участка, т.е. средние значения их интенсивностей и величин их g-факторов. Таким образом, эти изломы делят эту линию на три части, каждая из которых характеризуется своим значением g-фактора и размером. Как это следует из рисунка, соотношение между величинами участков определяется как 3:5,8:4. Это свидетельствует о том, что получаемая тонкая углеродная пленка обусловлена тремя составляющими. Первый участок имеет  $g = 2,00420$ , что характерно для спектра ЭПР графена и его соединений. Второй участок имеет  $g = 2,0031$ . С таким g-фактором могут быть углеродные компоненты, обусловленные углеродными нанотрубками. Третья компонента углеродной пленки имеет g-фактор, равный  $2,00118 \div 2,00164$  в зависимости от угла вращения образца в магнитном поле. Это свидетельствует о наличии в составе углеродных плёнок разных форм графита с некоторой степенью его кристалличности.

Таким образом, предлагаемая методика анализа неоднородно уширенной линии ЭПР, рассмотренная на примере тонкой углеродной пленки, позволяет определить количество составляющих сложного спектра ЭПР, их относительные значения интенсивностей и величины их g-факторов. Конечно, эта методика может быть использована и при анализе неоднородно уширенных линии ЭПР, соответствующих другими парамагнитными системами.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бротиковский О.И., Жидомиров Г.М., Казанский В.Б., Шелимов Б.Н. // Теоретическая и Экспериментальная Химия. 1971. Т7. В2. С.245.
- [2] Гринберг О.Я., Дубинский А.А., Лебедев Я.С. // ДАН СССР. 1971. Т 196. №3. С. 627-629.
- [3] Basu S., Mclenyeihm K.A. // J. Magn. Rez. 1983. №2. P. 335
- [4] Королева Н.В. Физико-химические методы исследования углей и продуктов их переработки М. изд-во МХТИ, 1984, 48 с.

- [5] Kosaka M., Ebbesen T.W., Hiura H., Tanigakia K. // *Chemical Physics Letters* 1995. V. 233. Issues 1–2. P. 47-51.  
[6] Рябикин Ю.А., Мансурова Р.М., Зашквара О.В. // *Вестник КазНУ сер. хим.* 2001. №3(20). С.164-182.  
[7] Васильев Л.М., Шкляев А.Н., Ануфриенко В.С. Исследование бурых углей методом ЭПР. В кн *Пиролиз бурых углей.* Новосибирск 1973. С. 44.  
[8] Рябикин Ю.А., Каирбеков Ж.К., Зашквара О.В., Ешова Ж.Т. // *Химия твердого топлива.* 2011. № 2. С. 53-59.

#### REFERENCES

- [1] Brotikovskiy O.I., Zhidomirov G.M., Kazan V.B., Shelimov B.N. *Theoretical and experimental chemistry.* 1971 T7. AT 2. P.245.  
[2] Greenberg O.J., Dubinsky A.A., Lebedev J.S. Dokl. 1971 T 196. №3. Pp 627-629.  
[3] Basu S., Mclenyehlm K.A. J. Magn. Rez. 1983. №2. P. 335  
[4] Queen N.V. Physical and chemical research methods of coal and products M. *Publishing House MChTI*, 1984, 48 p.  
[5] Kosaka M., Ebbesen T.W., Hiura H., Tanigakia K. *Chemical Physics Letters* 1995. V. 233. Issues 1-2. P. 47-51.  
[6] Ryabikin J.A., Mansurov R.M., Zashkvara O.V. *Herald TREASURY Ser. chemical.* 2001. №3 (20). S.164-182.  
[7] Vasilyev L.M., Shklyayev A.N., Anufrienko V.S. The study of brown coal by ESR. In the book *The pyrolysis of brown coal.* *Novosibirsk*, 1973. 44 pp.  
[8] Ryabikin J.A., Kairbekov J.C., Zashkvara O.V., Eshova Z.T. *Chemistry solid fuel.* 2011. № 2. pp 53-59.

### КӨМІРТЕГІ ПЛЕНКАСЫНЫҢ ЭЛЕКТРОНДЫ ПАРАМАГНИТТІ РЕЗОНАНСЫНЫҢ ӘРТЕКТІ ҰЛҒАЙҒАН СПЕКТР СЫЗЫҒЫН ТАЛДАУ ӘДІСІ

**Ю. А. Рябикин, В. В. Клименов, В. Б. Глазман,  
Б. А. Ракыметов, А. Т. Исова, С. Ж. Токмолдин**

Физика-технологиялық институт, Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** кабықша, көміртек, иілу, қондырғы (аспап), қуат, қалыңдық, сараптама, шыны, спектр, сызық ені.

**Аннотация.** Әртекті ұлғайған сызықтардың электронды парамагнитті резонанс спектрі (ЭПР) көбінесе парамагнитті орталықтар және өзі құрамына енетін заттардың құрылымы туралы маңызды ақпаратқа ие. Парамагнитті орталықтардың құрылымы және өздері құрамына енетін объектілер туралы бір мәнді ақпарат алуға арналған еңбектердің көптігіне қарамастан, бұл мәселе нақты шешімін тапқан жоқ. Мақалада ұлғаю шарты ЭПР-нің жекелеген сызықтарын қосу болып табылатын, қарқындылық, g-факторлар шамасы және ЭПР сызығы енінің мәндері әр түрлі болатын ЭПР спектрлерін талдаудың қарапайым талдау әдісі қарастырылған. Бұл әдіс бұл мәселені ішінара шешуге мүмкіндік береді. Қарастыру әйнекке жұқа етіп жағылған көміртегі пленкасының әртекті ұлғайған ЭПР сызығының мысалы негізінде жүргізілді. Талдау бұл үлгінің ЭПР-нің максимум және минимум спектрлерін біріктіретін сызықты қарастыруға негізделген. Бұл сызықтың бойында сызықты үшке бөлетін, әрқайсысы өзінің g-фактор және көлемімен сипатталатын үш сынық табылды. Бұл үш бөліктің g-факторларының орта мәнінің шамасынан бірінші бөлік графендер және олардың бірігуімен қамтамасыз етілгенін, екінші бөлікке көміртек нанотрубкалары, трубкалар жауапты екенін, үшінші бөлік көміртек пленкасынан біраз деңгейде кристаллданған графитті табуға жауапты екенін бекітуге болады.

Поступила 02.10.2015 г.



## **Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct ([http://publicationethics.org/files/u2/New\\_Code.pdf](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

<http://www.bulletin-science.kz/index.php/ru/>

Редакторы *М. С. Ахметова, Д. С. Аленов*  
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 07.10.2015.  
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
8,9 п.л. Тираж 2000. Заказ 5.