ISSN 1991-346X

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

# Х А Б А Р Л А Р Ы

# ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

# N E W S

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

## ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА СЕРИЯСЫ

♦

## СЕРИЯ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ

♦

## PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

**6 (304)**

**ҚАРАША – ЖЕЛТОҚСАН 2015 ж.**
**НОЯБРЬ – ДЕКАБРЬ 2015 г.**
**NOVEMBER – DECEMBER 2015**

1963 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1963 ГОДА
PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА
АЛМАТЫ, НАН РК
ALMATY, NAS RK

Б а с  р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі,
**Мұтанов Г. М.**

Р е д а к ц и я  а л қ а с ы:

физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әшімов А.А.**; техн. ғ.докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байғұнчеков Ж.Ж.**; физ.-мат. ғ.докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Жұмаділдаев А.С.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Қалменов Т.Ш.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Мұқашев Б.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Өтелбаев М.О.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Тәкібаев Н.Ж.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Харин С.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішев М.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Жантаев Ж.Ш.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Қалимолдаев М.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Косов В.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мұсабаев Т.А.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Ойнаров Р.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Рамазанов Т.С.** (бас редактордың орынбасары); физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Темірбеков Н.М.;** физ.-мат. ғ. докторы**,** проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Өмірбаев У.У.**

Р е д а к ц и я  к е ң е с і:

Украинаның ҰҒА академигі **И.Н. Вишневский** (Украина); Украинаның ҰҒА академигі **А.М. Ковалев** (Украина); Беларусь Республикасының ҰҒА академигі **А.А. Михалевич** (Беларусь); Әзірбайжан ҰҒА академигі **А. Пашаев** (Әзірбайжан); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **И. Тигиняну** (Молдова); мед. ғ. докторы, проф. **Иозеф Банас** (Польша)

Г л а в н ы й  р е д а к т о р

академик НАН РК
**Г. М. Мутанов**

Р е д а к ц и о н н а я  к о л л е г и я:

доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **А.А. Ашимов**; доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **Ж.Ж. Байгунчеков**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **А.С. Джумадильдаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Т.Ш. Кальменов**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Б.Н. Мукашев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **М.О. Отелбаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Н.Ж. Такибаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **С.Н. Харин**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Е. Абишев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.Ш. Жантаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Н. Калимолдаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **В.Н. Косов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.А. Мусабаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Р. Ойнаров**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.С. Рамазанов** (заместитель главного редактора): доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.М. Темирбеков**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **У.У. Умирбаев**

Р е д а к ц и о н н ы й  с о в е т:

академик НАН Украины **И.Н. Вишневский** (Украина); академик НАН Украины **А.М. Ковалев** (Украина); академик НАН Республики Беларусь **А.А. Михалевич** (Беларусь); академик НАН Азербайджанской Республики **А. Пашаев** (Азербайджан); академик НАН Республики Молдова **И. Тигиняну** (Молдова); д. мед. н., проф. **Иозеф Банас** (Польша)

**«Известия НАН РК. Серия физико-математическая». ISSN 1991-346X**
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 **№5543-Ж**, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год.
Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
www:nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz

---

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2015

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

E d i t o r  i n  c h i e f

**G. M. Mutanov**,
academician of NAS RK

Editorial board:

**A.A. Ashimov**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **Zh.Zh. Baigunchekov**, dr. eng. sc., prof., academician of NAS RK; **A.S. Dzhumadildayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **T.S. Kalmenov**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **B.N. Mukhashev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **M.O. Otelbayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **N.Zh. Takibayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **S.N. Kharin**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **M.Ye. Abishev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.Sh. Zhantayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.N. Kalimoldayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member. of NAS RK; **V.N. Kosov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.A. Mussabayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **R. Oinarov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.S. Ramazanov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK (deputy editor); **N.M. Temirbekov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **U.U. Umirbayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK

E d i t o r i a l  s t a f f:

**I.N. Vishnievski**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.M. Kovalev**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.A. Mikhalevich**, NAS Belarus academician (Belarus); **A. Pashayev**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **I. Tighineanu**, NAS Moldova academician (Moldova); **Joseph Banas**, prof. (Poland).

**News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Physical-mathematical series.**
**ISSN 1991-346X**
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 5543-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year
Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,
www:nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz

---

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

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

**N E W S**
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
**PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES**
ISSN 1991-346X
Volume 6, Number 304 (2015), 88 – 94

# INVESTIGATION OF STRUCTURAL PROPERTIES OF CARBON NANOMATERIALS

**B. A. Baitimbetova[1], Yu. A. Ryabikin[2], Z. A. Mansurov[3]**

[1]K. I. Satpayev Kazakh national technical university, Almaty, Kazakhstan,
[2]Institute of physics and technology, Almaty, Kazakhstan,
[3]Institute of Combustion Problems, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: baitim@physics.kz

**Keywords:** carbon nanotube, carbonization, nanocrystal of graphite system, carbonate-carboxylate compounds.

**Abstract.** The structural features and properties of the carbonisation iron-chrome spinel matrix with a developed surface, containing carbon nanosized structure were investigated by IR, Mössbauer X-ray spectroscopies. In the carbonized iron-chrome matrix were identified absorption lines corresponding to nanosystems and carbonate-carboxylate compounds and polyaromatic fused systems. The most obvious finding to emerge from this study is the carbon nanotubes, that at elevated temperatures is formed multiple "single" C-C linkages resulting collective modes carbon nanostructures, including carbon nanotubes. Based on the X-ray phase investigation of obtained structures is showed the presence of graphite nanocrystals size vary with increasing temperature. In the study of the Mössbauer spectra were identified the phase composition of obtained the samples. It was found that the temperature increases observed maximum content of iron carbide.

УДК 539.216; 539.2; 538.91-405

# ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ СВОЙСТВ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ

**Б. А. Байтимбетова[1], Ю. А. Рябикин[2], З. А. Мансуров[3]**

[1]Казахский национальный технический университет им. К. И. Сатпаева, Алматы, Казахстан,
[2]Физико-технический институт, Алматы, Казахстан,
[3]Институт проблем горения, Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** углеродная нанотрубка, науглероживание, нанокристаллы графита, карбонатно-карбоксилатные соединений.

**Аннотация.** Исследованы структурные особенности и свойства науглероженной матрицы железо-хромовой шпинели с развитой поверхностью, содержащей углеродные наноразмерные структуры методами ИК-Фурье, мессбауэровской и рентгенофазовой спектроскопии. Методом ИК-Фурье спектроскопии установлено образование карбонатно-карбоксилатных соединений. При повышенных температурах образуются многочисленные “одинарные” С-С связи, обусловленные коллективными модами углеродных наноструктур. Рентгенофазовые исследования полученных структур показали наличие в них нанокристаллитов графита, размеры которых закономерно изменяются с увеличением температуры. При изучении мессбауэровских спектров идентифицирован фазовый состав полученных образцов и установлено, что с увеличением температуры наблюдаются максимальное содержание карбида железа.

**Введение.** В последние годы нанонаука актуальнейшая и наиболее динамично развивающаяся область современной физики твердого тела. Нанотехнологии подарили человечеству новый взгляд на привычные материалы, основным из которых стал углерод. Уменьшение размеров элементов в

микросхемах вызвало новый интерес к углеродным и углеводородным материалам со стороны электронной промышленности [1-3].

Обычно углеродные наноразмерные структуры образуются в результате химических превращений углеродсодержащих материалов при повышенных температурах. Условия, способствующие подобным превращениям, весьма разнообразны. Так, углеродные нити и углеродные нанотрубки могут образовываться и в процессе каталитического разложения углеводородов при сравнительно низких температурах [4-10]. Метод получения углеродных нанотрубок на основе науглероживания матрицы является простым и экономичным. Поэтому он с успехом может использоваться для получения наносистем с целью, например, изучения ряда их свойств.

Целью настоящей работы является исследование структуры, оптические свойства и колебательных мод углеродных нанотрубок методами ИК-Фурье, рентгеновской и мессбауэровской спектроскопии, полученных при науглероживании матрицы железохромовой шпинели.

**Методика эксперимента.** Эксперименты по науглероживанию железохромовой шпинели проводились на проточной пиролизной установке с использованием горючей пропан-бутановой смеси. Были науглерожены 3 серии образцов при следующих условиях. В первой серии образцов скорость потока смеси составляла $W$=60 мл/мин при времени науглероживания $\tau$=30 мин. Во второй серии - $W$=75мл/мин, $\tau$=60 мин. Температура науглероживания ($T_H$) первой и второй серии образцов изменялась в пределах $T_H$=300÷800$^0$С через 50$^0$С. В третьей серии образцов $W$=50 мл/мин, $\tau$ =180 мин, $T_H$ =600÷850$^0$С. Для всех этих серий определялось содержание углерода в образцах. Количество углерода, отложившегося на поверхности исследуемых образцов, определяли методом сжигания навески в кислороде с последующим поглощением образующейся двуокиси углерода раствором гидроокиси бария. Процентное содержание углерода рассчитывали из разницы навесок науглероженных образцов до и после сжигания. Изучение наноструктур в науглероженной матрице шпинели проводилось с использованием различных физических методов: рентгенофазового анализа и ИК–Фурье спектроскопии. Фазовый состав образца исследовался с помощью рентгеновского дифрактометра ДРОН-3М. Полученные спектры идентифицировались с использованием рентгеновской базы данных JCPDS. Измерения ИК-спектров исследуемых образцов проводили на ИК-спектрометре UR -20. Образцы готовились в виде таблеток, спрессованных из науглероженной шпинели с добавкой KBr.

## Результаты и обсуждения

Методом рентгенофазового анализа обнаружены некоторые особенности образования углеродистых отложений в матрице железохромовой шпинели от температуры науглероживания на образцах третьей серии. Было установлено, что в углеродистых отложениях, образующихся при пиролизе углеводородов в области температур 700-850$^0$С, параллельно имеют место процессы, как формирования графита, так и изменения размеров его кристаллитов. Из анализа полуширины рентгеновского пика (рисунок 1) оценивались размеры кристаллитов графита. Установлено, что с повышением температуры наблюдается увеличение размеров кристаллитов графита от $L$=6 нм при 700$^0$С до $L$=22 нм при 850$^0$С (таблица 1) с межплоскостным расстоянием d=3,37$\AA$.

Таблица 1 – Процентное содержание углерода и размер кристаллитов графита от температуры при различных условиях науглероживания

| Т, $^0$С | С, % | | | $L$, нм |
|---|---|---|---|---|
| | $W$=60 мл/мин, $\tau$=30 мин. | $W$=75 мл/мин, $\tau$=60 мин. | $W$=50 мл/мин, $\tau$=180 мин. | |
| Исх. | – | – | – | – |
| 500 | – | 2,01 | – | – |
| 550 | – | 3,25 | – | – |
| 600 | 3,29 | 3,46 | 0,38 | – |
| 650 | 3,53 | 3,61 | 0,74 | – |
| 700 | 4,89 | 4,15 | 1,70 | 6 |
| 750 | 6,13 | 6,05 | 6,56 | 8 |
| 800 | 7,7 | 7,89 | 7,00 | 14 |
| 850 | – | – | 7,70 | 22 |

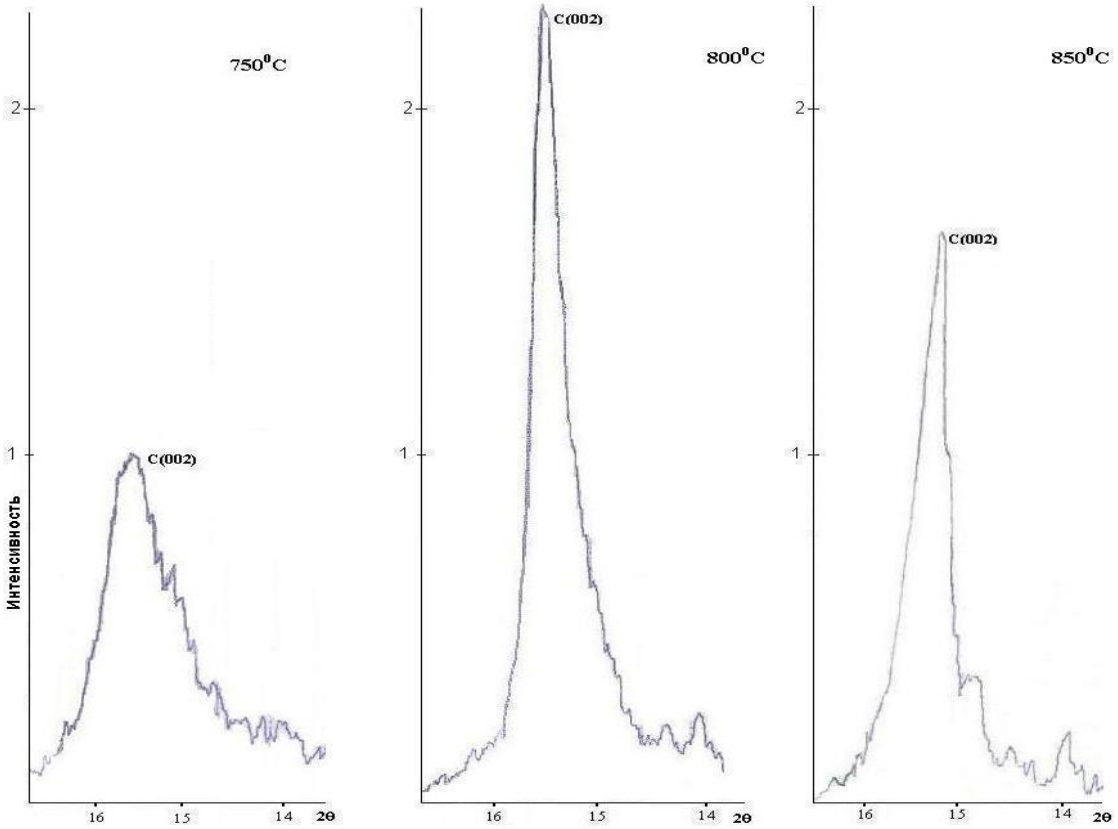


Рисунок 1 – Интенсивности пиков углерода в зависимости от 2θ

Этот факт также свидетельствует и об уплотнении углеродных отложений. На рисунке 2 представлена зависимость изменения размеров кристаллитов графита от температуры.

С повышением температуры науглероживания наноразмеры кристаллитов и интегральная интенсивность спектров кристаллитов графита растут за счет увеличения образующегося количества углерода (таблица 1 и рисунки 2, 3). Минимальная ширина линии спектра графита при температурах $850^0$C свидетельствует о том, что при этой температуре графит имеет более упорядоченную кристаллическую структуру, чем при предыдущих температурах. Рефлексы C(002) на спектрах измеренных образцов фиксируются в области углов $2\theta$=15,25$^0$. Кроме того, при исследованных температурах наблюдаются рефлексы ромбической сингонии $Fe_3C$ в области углов $2\theta$=25,75$^0$. Это свидетельствует о наличии карбида железа $Fe_3C$ в матрице науглероженной шпинели.

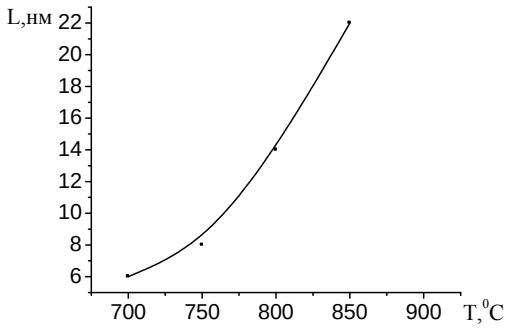


Рисунок 2 – Зависимость размеров кристаллитов от температуры науглероживания

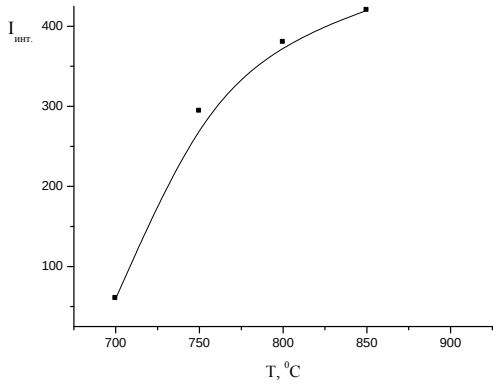


Рисунок 3 – Зависимость интегральной интенсивности углерода от температуры науглероживания

Мессбауэровские спектры исходной и науглероженной при температурах 700-850$^0$С матрицы железохромовой шпинели из третьей серий образцов приведены на рисунке 4. При исследовании данной матрицы методом мессбауэровской спектроскопии получен достаточно сложный спектр, который указывает на наличие в ней большого количества фаз (рисунок 4, таблица 2). Причинами возникновения такой ситуации могут быть следующие факторы: нестехиометрия состава этих фаз, наличие примесей, аморфное состояние ряда фаз и нарушение структурного или магнитного порядка в фазах [11, 12].

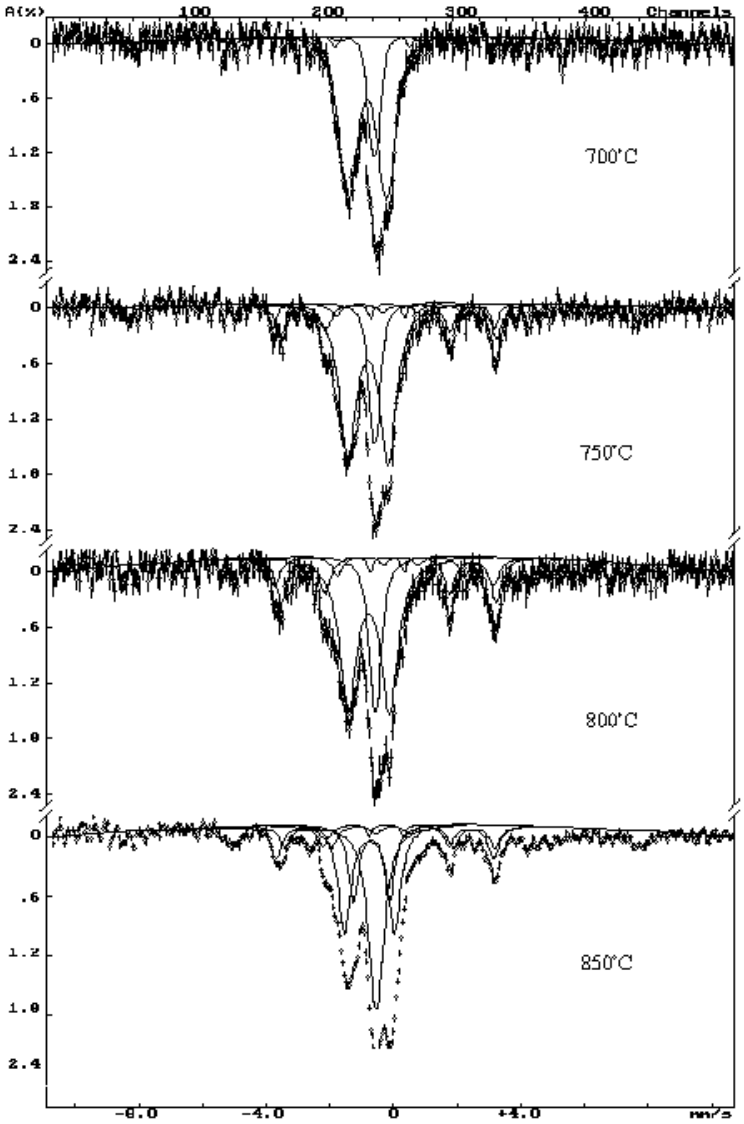


Рисунок 4 – Мессбауэровские спектры образцов

Таблица 2 – Фазовый состав и относительное содержание железа от температуры науглероживания

| Т, $^0$С | Фазовый состав и относительное содержание железа | | | |
|---|---|---|---|---|
| | $Fe_3O_4$, % (±0,22) | $Fe^{+2}$, % (±0,51) | $Fe^{+3}$, % (±0,18) | $Fe_3C$, % (±0,25) |
| Исх. | 24,34 | 57,39 | 18,27 | — |
| 700 | 13,3 | 69,92 | 16,78 | — |
| 750 | — | 57,31 | 16,8 | 25,89 |
| 800 | — | 50,17 | 17,85 | 31,98 |
| 850 | — | 44,44 | 28,58 | 26,98 |

В данном случае нами использовано описание спектра, основанное на линейной суперпозиции парциальных спектров с квазинепрерывными распределениями параметров. Обработка таких спектров выполнена программой DISTRI-M, которая позволяет восстанавливать функцию распределения параметров мессбауэровского спектра изомерного сдвига, квадрупольного расщепления, сверхтонкого магнитного поля и ширину резонансной линии [13]. Спектр исходного образца состоит из двух секстетов с параметрами, соответствующими атомам железа, находящегося в тетраэдрических и октаэдрических позициях оксида железа $Fe_3O_4$ [14]. Внутренняя часть спектра хорошо описывается двумя квадрупольными дублетами. Первый дублет по величине квадрупольного расщепления и изомерного сдвига соответствует атомам железо, находящегося в двухвалентном химическом состоянии. Второй дублет соответствует атомам железо, находящегося в трехвалентном состоянии, параметры которого приведены в таблице 2.

Следует отметить, что внутренняя часть спектра качественно не изменяется в зависимости от температуры науглероживания. Что касается подспектра оксида железа, то по мере увеличения температуры отжига, его парциальный вклад в суммарный спектр уменьшается до полного исчезновения при температуре $750^0$C. Восстановленное при этом железо взаимодействует с углеродом, образуя карбид железа $Fe_3C$.

Исследования, проведенные, методом мессбауэровской спектроскопии показали, что при температурах 750–$850^0$C образуется частица карбида $Fe_3C$. Максимальное содержание карбида 32% наблюдается в образце науглерженном при $800^0$C, которое приведено в таблице 2.

На образование наносистем в науглероженной матрице железохромовой шпинели указывают также и исследования ее методами ИК-Фурье спектроскопии. ИК-спектр науглероженной при температуре $T_H$=$850^0$C матрицы железохромовой шпинели из третьей серии образцов приведен на рисунок 5.

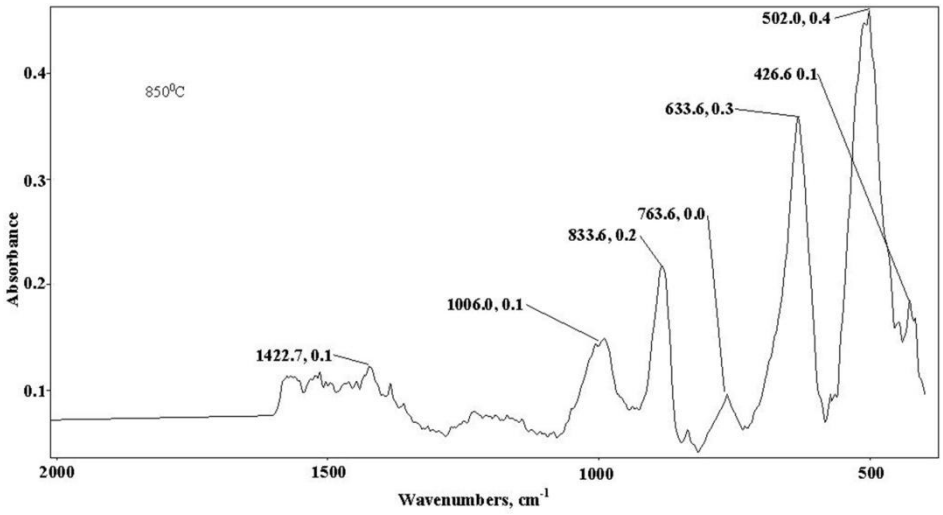


Рисунок 5 – ИК-спектр науглероженной при $850^0$C шпинели

При температуре $850^0$C в области 502-633 $см^{-1}$ имеются полосы поглощения средней интенсивности, принадлежащие окислам металлов, входящих в состав шпинели. Полосы поглощения в диапазоне 700-1200 $см^{-1}$ связаны с десорбцией адсорбированного кислорода и с увеличением доли связей -C-O-C- и -C-C-. В области спектра 300-1650 $см^{-1}$ имеется ряд разрешенных полос поглощения малой и средней интенсивности, которые связаны с накоплением карбонатно-карбоксилатных соединений, а также с образованием наносистем. Полосы поглощения в диапазоне 1422 $см^{-1}$ обусловлены поглощением коллективных мод углеродных наносистем [10, 15], которые встречаются в углеродных наноструктурах. По своей структуре наносистемы могут рассматриваться как трехмерные аналоги ароматических соединений [15]. Таким образом, ИК-спектроскопические исследования также подтверждают факт образования углеродных наноструктур в матрице железохромовой шпинели.

**Заключение.** Полученные результаты ИК- Фурье спектроскопических исследований процесса науглероживании железохромовой шпинели позволяют утверждать, что в процессе науглероживания происходит образование карбидов металлов, входящих в состав железохромовой шпинели и в дальнейшем разложение этих карбидов с образованием углерода и углеродных наноструктур. На основании этих данных можно сделать вывод, что колебания «одинарных» -С-С-связей углеродных наноразмерных структур наблюдаются в диапазоне 1300-1650 $см^{-1}$. Поэтому есть основания предположить, что полосы поглощения в диапазоне 1422 $см^{-1}$ обусловлены поглощением коллективных мод углеродных наносистем (многослойные нанотрубки, фуллерены и нанонити). По своей структуре наносистемы могут рассматриваться как трехмерные аналоги ароматических соединений. Рентгенофазовым анализом установлено, что с повышением температуры наблюдается увеличение размеров кристаллитов графита от $L$=6 нм при $700^0$С до $L$=22 нм при $850^0$С с межплоскостным расстоянием d=3,37*Å*.При изучении мессбауэровских спектров идентифицирован фазовый состав полученных образцов и установлено, что при температуре $800^0$С в нем наблюдается максимальное содержание (32%) карбида железа.

**ЛИТЕРАТУРА**

[1] Раков Э.Г. Химия и применение углеродных нанотрубок // Успехи химии. **-2001**.-Т.70. -№10. -С. 934-973.

[2] Kroto H. W. Symmetry, space, starts and $C_{60}$ (Nobel lecture) // Rev. Mod. Phys. **–1997**. –V. 69. –P.703-730.

[3] Iijima S. Helical microtubules of graphitic carbon // Nature. – **1991**. – V.319. –P. 354-356.

[4] Jose-Yacaman M. José-Yacamán M., Miki-Yoshida M. and L. Rendón Catalytic Growth of Carbon Microtubules with Fullerene Structure // Applied Physics Letters **. -1995**. V.62, -№ 6. –P. 657-659.

[5] Караева А.Р., Маркович В.В., Третьякова В.Ф. Получение углеродных нанотрубок и нановолокон в каталитическом пиролизе метана // ХТТ. - **2005**. -№5. -С. 67-75.

[6] Ebssen T.W. Wetting, Filling And Decorating Carbon Nanotubes // J.Phys. Chem Solids. –1996. –V. 57, № 6-8. – P. 951-955.

[7] Mekee C.S. Surface Explosions // Appl. Catal. A. -1996. –V.147. -№1.-P. 3-5.

[8] Рябикин Ю.А., Байтимбетова Б.А., Зашквара О.В., Мансуров З.А. Обнаружение углеродных наноструктур в науглероженной железохромовой шпинели. // Известия высших учебных заведений «Физика». **-2007,** №1. –С. 87-92.

[9] Буянов Р.А., Чесноков В.В. Научные основы приготовления углеродминеральных адсорбентов, носителей, катализаторов и композиционных материалов //Журнал прикладной химии. **–1997**. –Т. 70, -№6. –С. 978-986.

[10] Чесноков В.В. Буянов Р.А. Образование углеродных нитей при каталитическом разложении углеводородов на металлах подгруппы железа и их сплавах // Успехи химии. **-2000**. –Т.69, №7. –С. 675- 692.

[11] Coquay P., Grave De, Vandenberghe R. E., Peigney A. Mössbauer sspectroscopy involved in the study of the catalytic growth of carbon nanotubes and Laurent Ch. // Hyperfine Interactions **-2002**. №139/140. –P.289-296.

[12] Николаев В.Н., Шипилин А.М.. Захарова И.Н. Об оценке наночастиц с помощью эффекта Мессбауэра // Физика твердого тела. **-2001**. –Т. 8. –С. 1455-1558.

[13] Rusakov V.S., Chistyakova N.I. Mossbauer complex MSRools-lacamee. Argentina, **1992.** -3-7 p.

[14] Байтимбетова Б.А., Манакова И.А., Верещак М.Ф., Аканаев Б.А., Мансуров З.А. Мессбауэровские и рентгеновские спектры углеродных нанотрубок полученных при зауглероживании железохромовых шпинелей. Программа и материалы II Межд. симпозиума по физике и химии углеродных материалов. Алматы, **-2002.** – С. 141-143.

[15] Бричка С.Я., Приходько Г.П. и др. Физико-химические свойства многослойных N-содержащих углеродных нанотрубок //Журнал физической химии **–2004.** -Т.78, №1. –С. 133-138.

**REFERENCES**

[1] Rakov E.G. Khimia i primenenie uglerodnykh nanotrubok // Uspekhi khimi **-2001**.-T.70. -№10. -S 934-973.

[2] Kroto H. W. Symmetry, space, starts and $C_{60}$ (Nobel lecture) // Rev. Mod. Phys**. –1997**. –V. 69. –P.703-730.

[3] Iijima S. Helical microtubules of graphitic carbon // Nature. – **1991.** – V.319. –P. 354-356.

[4] Jose-Yacaman M. José-Yacamán M., Miki-Yoshida M. and L. Rendón Catalytic Growth of Carbon Microtubules with Fullerene Structure // Applied Physics Letters . **-1995.** V.62, -№ 6. –P. 657-659.

[5] Karaeva A.R., Markovich V.V., Tretyakova V.F. Poluchenie uglerodnykh nanotrubok I nanovolokon v kataliticheskom pirolise metana // KhTT. - **2005.** -№5. -S. 67-75.

[6] Ebssen T.W. Wetting, Filling And Decorating Carbon Nanotubes // J.Phys. Chem Solids. –1996. –V. 57, № 6-8. – P. 951-955.

[7] Mekee C.S. Surface Explosions // Appl. Catal. A. -1996. –V.147. -№1.-P. 3-5.

[8] Ryabikin Yu.A., Baitimbetova B.A., Zachkvara O.V., Mansurov Z.A.. Obnarugenie uglerodnikh nanostruktur v sauglerogivanii gelesochromovoi chpineli.. // Izvestya vichikh uchevnikh zavedeni «Fysika». **-2007,** №1. –S. 87-92

[9] Buyanov R.A., Chesnakov V.V. Nauchnie osnovy progotoblenya uglerodmineralnych adsorbentov, nositelei, katalisatorov i kompositsionnich materialov //Zhurnal prikladnoi khimi. **–1997.** –T. 70, -№6. –S. 978-986.

[10] Buyanov R.A., Chesnakov V.V. Obrasovanie uglerodnykh nitei pri kataliticheskom pazlozheni uglevodorodov na metallach podgruppy zheleza i ich splavach // Uspechi khimi. **-2000.** –T.69, №7. –S. 675- 692.

[11] Coquay P., Grave De, Vandenberghe R. E., Peigney A. Mössbauer sspectroscopy involved in the study of the catalytic growth of carbon nanotubes and Laurent Ch. // Hyperfine Interactions **-2002.** №139/140. –P.289-296.

[12] Nikolayev V.N., Chpilin A.M.6 Zacharova I.N. Ov ozenke nanochastis s pomochiu effecta Messbauera // Fysika tverdogo тela. **-2001**. –T. 8. –S. 1455-1558.

[13] Rusakov V.S., Chistyakova N.I. Mossbauer complex MSRools-lacamee. Argentina, **1992**. -3-7 p.

[14] Baitimbetova B.A., Manakova I.A., Verechak M.F., Aканaev B.A., Mansurov Z.A. Messbauerovskie i rentgenovskie spektri uglerodnikh nanotrubok poluchennih pri sauglerogivanii gelesochromovih chpinelei. Programma I materiali II Megd. Simposiuma po fizike I himii uglerodnikh мaterialov. Almati, **2002.** – S. 141-143.

[15] Brichka S.Ya., Prichodko G.P I dr. Phisiko-khimicheskie svoistva mnogosloinykh N-soderzhachikh uglerodnykh nanotrubok // Zhurnal phisicheskoi khimi–**2004.** -T.78, №1. –S. 133-138.

## КӨМІРТЕКТІ НАНОМАТЕРИАЛДАРДЫҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

**Б. А. Байтімбетова[1], Ю. А. Рябикин[2], З. А. Мансуров[3]**

[1]Қ. И. Сәтбаев атындағы ұлттық техникалық университет, Алматы, Қазақстан,
[2]Физика-техникалық институт, Алматы, Қазақстан,

[3]Жану проблемалары институты, Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** көміртекті нанотүтікше, көміртектеліну, конденсирленген графиттің нанокристалиттері, карбонатты-карбоксилат байланыстары.

**Аннотация.** Құрамында көміртекті наноөлшемді құрылымы бар беті дамыған көміртектелген матрицадағы темірхромды шпинелдің құрылымдық ерекшеліктері мен қасиетін ИҚ, рентгенфазалық және мессбауэр спектроскоп әдістерімен зерттеу. ИҚ-Фурье спектроскоп әдісімен зерттелініп отырған көміртектелген темірхромды матрицада наножүйелердің, сонымен қатар конденсирленген полиароматикалық жүйелер, карбонатты-карбоксилат қосылыстарының жұту сызықтарына идентификация жүргізілді. Температура жоғарылаған сайын көптеп “дара” С–С байланыстар мен топтасқан көміртекті наноқұрылымдар модалары, соның ішінде көміртекті нанотүтікшелердің түзілетіні көрсетілген.Рентгенфазалық зерттеу алынған үлгіде нанокристалды графиттің көміртектену температурасы жоғарылаған сайын артатынын көрсетті. Мессбауэр спектрлерін зерттеу барысында көміртектелген үлгіде температурасы жоғарылаған сайын карбид темір арта түсті.

*Поступила 03.11.2015 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). 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.physics-mathematics.kz

Редактор *М. С. Ахметова*
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 10.11.2015.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
10,2 п.л. Тираж 300. Заказ 6.

*Национальная академия наук РК*
*050010, Алматы, ул. Шевченко, 28, т. 272-13-18, 272-13-19*