

ISSN 2224-5286

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ФЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

ХАБАРЛАРЫ

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ХИМИЯ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯ
СЕРИЯСЫ

◆
СЕРИЯ
ХИМИИ И ТЕХНОЛОГИИ

◆
SERIES
CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

1 (415)

ҚАНТАР – АҚПАН 2016 ж.
ЯНВАРЬ – ФЕВРАЛЬ 2016 г.
JANUARY – FEBRUARY 2016

1947 ЖЫЛДЫҢ ҚАНТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1947 ГОДА
PUBLISHED SINCE JANUARY 1947

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

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

Бас редактор
ҚР ҰҒА академигі
М. Ж. Жұрынов

Редакция алқасы:

хим. ф. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әдекенов С.М.**; хим. ф. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Ғазалиев А.М.**; хим. ф. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Ергожин Е.Е.** (бас редактордың орынбасары); хим. ф. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Пірәлиев К.Д.**; хим. ф. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Баешов А.Б.**; хим. ф. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Бүркітбаев М.М.**; хим. ф. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Жұсіпбеков У.Ж.**; хим. ф. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Итжанова Х.И.**; хим. ф. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Молдахметов М.З.**, техн. ф. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мырхалықов Ж.У.**; мед. ф. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Рахымов К.Д.**; хим. ф. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Сатаев М.И.**; хим. ф. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Тәшімов Л.Т.**; хим. ф. докторы, проф. **Мансуров З.А.**; техн. ф. докторы, проф. **Наурызбаев М.К.**

Редакция кеңесі:

Беларусь Республикасының ҰҒА академигі **Агабеков В.Е.** (Беларусь); Украинаның ҰҒА академигі **Волков С.В.** (Украина); Қырғыз Республикасының ҰҒА академигі **Жоробекова Ш.Ж.** (Қырғызстан); Армения Республикасының ҰҒА академигі **Манташян А.А.** (Армения); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Туртэ К.** (Молдова); Әзіrbайжан ҰҒА академигі **Фарзалиев В.** (Әзіrbайжан); Тәжікстан Республикасының ҰҒА академигі **Халиков Д.Х.** (Тәжікстан); хим. ф. докторы, проф. **Нараев В.Н.** (Ресей Федерациясы); философия ф. докторы, профессор **Полина Прокопович** (Ұлыбритания); хим. ф. докторы, профессор **Марек Сикорски** (Польша)

Г л а в н ы й р е д а к т о р

академик НАН РК
М. Ж. Журинов

Р е д а к ц и о н на я кол л е г и я:

доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **С.М. Адекенов**; доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **А.М. Газалиев**; доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **Е.Е. Ергожин** (заместитель главного редактора); доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **К.Д. Пралиев**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А.Б. Баешов**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.М. Буркитбаев**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **У.Ж. Джусипбеков**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Х.И. Итжанова**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.З. Мулдахметов**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.У. Мырхалыков**; доктор мед. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **К.Д. Рахимов**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.И. Сатаев**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Л.Т. Ташимов**; доктор хим. наук, проф. **З.А. Мансуров**; доктор техн. наук, проф. **М.К. Наурызбаев**

Р е д а к ц и о н н ы й с о в е т:

академик НАН Республики Беларусь **В.Е. Агабеков** (Беларусь); академик НАН Украины **С.В. Волков** (Украина); академик НАН Кыргызской Республики **Ш.Ж. Жоробекова** (Кыргызстан); академик НАН Республики Армения **А.А. Манташян** (Армения); академик НАН Республики Молдова **К. Туртэ** (Молдова); академик НАН Азербайджанской Республики **В. Фарзалиев** (Азербайджан); академик НАН Республики Таджикистан **Д.Х. Халиков** (Таджикистан); доктор хим. наук, проф. **В.Н. Нараев** (Россия); доктор философии, профессор **Полина Прокопович** (Великобритания); доктор хим. наук, профессор **Марек Сикорски** (Польша)

«Известия НАН РК. Серия химии и технологии». ISSN 2224-5286

Собственник: Республиканское общественное объединение «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 №10893-Ж, выданное 30.04.2010 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,
<http://nauka-nanrk.kz> / chemistry-technology.kz

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2016

Адрес редакции: 050100, г. Алматы, ул. Кунаева, 142,

Институт органического катализа и электрохимии им. Д. В. Сокольского,
каб. 310, тел. 291-62-80, факс 291-57-22, e-mail:orgcat@nursat.kz

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

Editor in chief

M. Zh. Zhurinov,
academician of NAS RK

Editorial board:

S.M. Adekenov, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **A.M. Gazaliev**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **Ye.Ye. Yergozhin**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK (deputy editor); **K.D. Praliyev**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **A.B. Bayeshov**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.M. Burkutbayev**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **U.Zh. Zhusipbekov**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Kh.I. Itzhanova**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.Z. MULDAKHMETOV**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.U. Myrkhalykov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **K.D. Rakhimov**, dr. med. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.I. Satayev**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **L.T. Tashimov**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Z.A. Mansurov**, dr. chem. sc., prof.; **M.K. Nauryzbayev**, dr. eng. sc., prof.

Editorial staff:

V.Ye. Agabekov, NAS Belarus academician (Belarus); **S.V. Volkov**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **Sh.Zh. Zhorobekov**, NAS Kyrgyzstan academician (Kyrgyzstan); **A.A. Mantashyan**, NAS Armenia academician (Armenia); **K. Turte**, NAS Moldova academician (Moldova); **V. Farzaliyev**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **D.Kh. Khalikov**, NAS Tajikistan academician (Tajikistan); **V.N. Narayev**, dr. chem. sc., prof. (Russia); **Pauline Prokopovich**, dr. phylos., prof. (UK); **Marek Sikorski**, dr. chem. sc., prof. (Poland)

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of chemistry and technology.
ISSN 2224-5286

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 10893-Ж, issued 30.04.2010

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,
<http://nauka-nanrk.kz> / chemistry-technology.kz

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2016

Editorial address: Institute of Organic Catalysis and Electrochemistry named after D. V. Sokolsky
142, Kunayev str., of. 310, Almaty, 050100, tel. 291-62-80, fax 291-57-22,
e-mail: orgcat@nursat.kz

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

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 1, Number 415 (2016), 73 – 78

**SYNTHESIS AND X-RAY STUDY OF NANOSIZED PARTICLES
OF FERROCHROME-MANGANATES
 $\text{LaM}^{\text{II}}_{0,5}\text{FeCrMnO}_{6,5}$ (M^{II} - Mg, Ca, Sr, Ba)**

B. K. Kassenov¹, N. S. Bekturganov², J. B. Kassenova¹,
J. I. Sagintayeva¹, A. A. Seysenova¹, E. E. Kuanyshbekov³

¹J. Abishev Chemical and Metallurgical Institute, Kazakhstan, Karaganda,

²National Scientific and Technological Holding "Parasat" JSC, Kazakhstan, Astana,

³Karaganda State University named after E. A. Buketov, Kazakhstan, Karaganda.

E-mail: kasenov1946@mail.ru

Keywords: iron, chrome, manganite, synthesis, x-ray.

Abstract. New ferro-chromium manganite $\text{LaM}^{\text{II}}_{0,5}\text{FeCrMnO}_{6,5}$ (M^{II} - Mg, Ca, Sr, Ba) was synthesized by ceramic technology with the oxides of lanthanum (III), iron (III), chromium (III), manganese (III) and carbonates of magnesium, calcium, strontium and barium. They were Grinding in a vibratory mill of company «Retsch» (Germany) brand "MM301", which received their to nano-sized particles. Size of crushed particles was adjusted with an electron microscope JSPM-5400 Scanning Probe Microscope "JEOL". Mode feedback AC-AFM, the measurement mode "Topography", the type of cantilever NSC35 / AIBS, 7,5 nm company «Mikromasch» (Japan). The method of X-ray was revealed that the synthesized nanoscale particles of ferro-chrome-manganite of lanthanum and alkaline earth metals was crystallized into the cubic system: $\text{LaMg}_{0,5}\text{FeCrMnO}_{6,5}$ - $a = 20,160 \pm 0,034 \text{ \AA}$, $V^0 = 8193,54 \pm 0,10 \text{ \AA}^3$, $Z = 8$, $V^0_{\text{un.cell.}} = 1024,19 \pm 0,01 \text{ \AA}^3$, $\rho_{\text{x-ray}} = 5.15$, $\rho_{\text{picn.}} = 5,12 \pm 0,06 \text{ g/cm}^3$; $\text{LaCa}_{0,5}\text{FeCrMnO}_{6,5}$ - $a = 20,143 \pm 0,036 \text{ \AA}$, $Z = 8$, $V^0 = 8172,83 \pm 0,11 \text{ \AA}^3$, $V^0_{\text{un.cell.}} = 1021,60 \pm 0,01 \text{ \AA}^3$, $\rho_{\text{x-ray}} = 5.16$, $\rho_{\text{picn.}} = 5,18 \pm 0,02 \text{ g/cm}^3$; $\text{LaSr}_{0,5}\text{FeCrMnO}_{6,5}$ - $a = 20,103 \pm 0,025 \text{ \AA}$, $Z = 8$, $V^0 = 8124,24 \pm 0,08 \text{ \AA}^3$, $V^0_{\text{un.cell.}} = 1015,53 \pm 0,01 \text{ \AA}^3$, $\rho_{\text{x-ray}} = 5.38$, $\rho_{\text{picn.}} = 5,37 \pm 0,02 \text{ g/cm}^3$; $\text{LaBa}_{0,5}\text{FeCrMnO}_{6,5}$ - $a = 20,335 \pm 0,038 \text{ \AA}$, $Z = 8$, $V^0 = 8408,77 \pm 0,11 \text{ \AA}^3$, $V^0_{\text{un.cell.}} = 1051,10 \pm 0,01 \text{ \AA}^3$, $\rho_{\text{x-ray}} = 5.60$, $\rho_{\text{picn.}} = 5,66 \pm 0,06 \text{ g/cm}^3$.

УДК 546.654:442:72:76:711/.717:47

**СИНТЕЗ И РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
НАНОРАЗМЕРНЫХ ЧАСТИЦ ФЕРРО-ХРОМО-МАНГАНИТОВ
 $\text{LaM}^{\text{II}}_{0,5}\text{FeCrMnO}_{6,5}$ (M^{II} - Mg, Ca, Sr, Ba)**

Б. К. Касенов¹, Н. С. Бектурганов², Ш. Б. Касенова¹,
Ж. И. Сагинтаева¹, А. А. Сейсенова¹, Е. Е. Куанышбеков³

¹Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева, Казахстан, Караганда,

²АО «Национальный научно-технологический холдинг «Парасат», Казахстан, Астана,

³Карагандинский государственный университет им. Е. А. Букетова, Казахстан, Караганда

Ключевые слова: железо, хром, мanganит, синтез, рентгенография.

Аннотация. Из оксидов лантана (III), железа (III), хрома (III), марганца (III) и карбонатов магния, кальция, стронция и бария методом керамической технологии синтезированы новые ферро-хромо-мanganиты состава $\text{LaM}^{\text{II}}_{0,5}\text{FeCrMnO}_{6,5}$ (M^{II} - Mg, Ca, Sr, Ba). Измельчением их на вибрационной мельнице компании «Retsch» (Германия) марки «MM301» получены их наноразмерные частицы. Размеры измельченных частиц

устанавливали на электронном микроскопе JSPM-5400 Scanning Probe Microscope “JEOL”. Режим обратной связи AC-AFM, режим измерения «Топография», тип кантелевера NSC35/AIBS, 7,5 нм фирмы «Mikromasch» (Япония). Методом рентгенографии установлено, что синтезированные наноразмерные частицы феррохромо-магнанитов щелочноземельных металлов и лантана кристаллизуются в кубической сингонии: $\text{LaMg}_{0,5}\text{FeCrMnO}_{6,5}$ – $a=20,160\pm0,034\text{\AA}$, $V^0=8193,54\pm0,10\text{\AA}^3$, $Z=8$, $V_{\text{эл.яч.}}^0=1024,19\pm0,01\text{\AA}^3$, $\rho_{\text{рент.}}=5,15$, $\rho_{\text{пикн.}}=5,12\pm0,06 \text{ г/см}^3$; $\text{LaCa}_{0,5}\text{FeCrMnO}_{6,5}$ – $a=20,143\pm0,036 \text{ \AA}$, $Z=8$, $V^0=8172,83\pm0,11 \text{ \AA}^3$, $V_{\text{эл.яч.}}^0=1021,60\pm0,01 \text{ \AA}^3$, $\rho_{\text{рент.}}=5,16$, $\rho_{\text{пикн.}}=5,18\pm0,02 \text{ г/см}^3$; $\text{LaSr}_{0,5}\text{FeCrMnO}_{6,5}$ – $a=20,103\pm0,025 \text{ \AA}$, $Z=8$, $V^0=8124,24\pm0,08 \text{ \AA}^3$, $V_{\text{эл.яч.}}^0=1015,53\pm0,01 \text{ \AA}^3$, $\rho_{\text{рент.}}=5,38$, $\rho_{\text{пикн.}}=5,37\pm0,02 \text{ г/см}^3$; $\text{LaBa}_{0,5}\text{FeCrMnO}_{6,5}$ – $a=20,335\pm0,038 \text{ \AA}$, $Z=8$, $V^0=8408,77\pm0,11 \text{ \AA}^3$, $V_{\text{эл.яч.}}^0=1051,10\pm0,01 \text{ \AA}^3$, $\rho_{\text{рент.}}=5,60$, $\rho_{\text{пикн.}}=5,66\pm0,06 \text{ г/см}^3$.

Ферриты – современные магнитные материалы, которые благодаря низкой себестоимости и простоте получения завоевали прочные позиции в производстве компонентов для электронной техники [1-4].

Сложные оксидные соединения на основе хрома (III) характеризуются наибольшей устойчивостью. Одна из особенностей хромитов редкоземельных элементов (РЗЭ) при нормальных температурах – их значительная электропроводность. При введении добавок щелочноземельных элементов электропроводность увеличивается [5-8].

Манганиты обладают эффектом гигантского магнетосопротивления, полупроводниками, сегнетоэлектрическими, парамагнитными, ферро- и антиферромагнитными и др. свойствами [9-11].

Определенный интерес вызывает сочетание манганитов, хромитов и ферритов в одном соединении в виде ферро-хромо-магнанитов, и получение их наночастиц. Наноматериалы стали основным направлением развития перспективных технологий последнего десятилетия [12-14].

В связи с вышеизложенными, целью данной работы является синтез и рентгенографическое исследование наноразмерных ферро-хромо-магнанитов состава $\text{LaM}^{\text{II}}_{0,5}\text{FeCrMnO}_{6,5}$ (M^{II} - Mg, Ca, Sr, Ba).

Твердофазный синтез соединений $\text{LaM}^{\text{II}}_{0,5}\text{FeCrMnO}_{6,5}$ (M^{II} - Mg, Ca, Sr, Ba) проведен по керамической технологии. Исходными реагентами для получения служили La_2O_3 (марки «ос.ч.»), Fe_2O_3 , Cr_2O_3 и Mn_2O_3 , карбонаты щелочноземельных металлов (квалификации «ч.д.а.»). Синтез соединений проводили в печи SNOL при $800\text{-}1200^\circ\text{C}$ в течение 20 часов. Низкотемпературный отжиг для получения устойчивых модификаций при низкой температуре проведен при 400°C в течение 10 ч.

Наноразмерные частицы синтезированных ферро-хромо-магнанитов получали измельчением на вибрационной мельнице компании Retsch (Германия) марки «MM301».

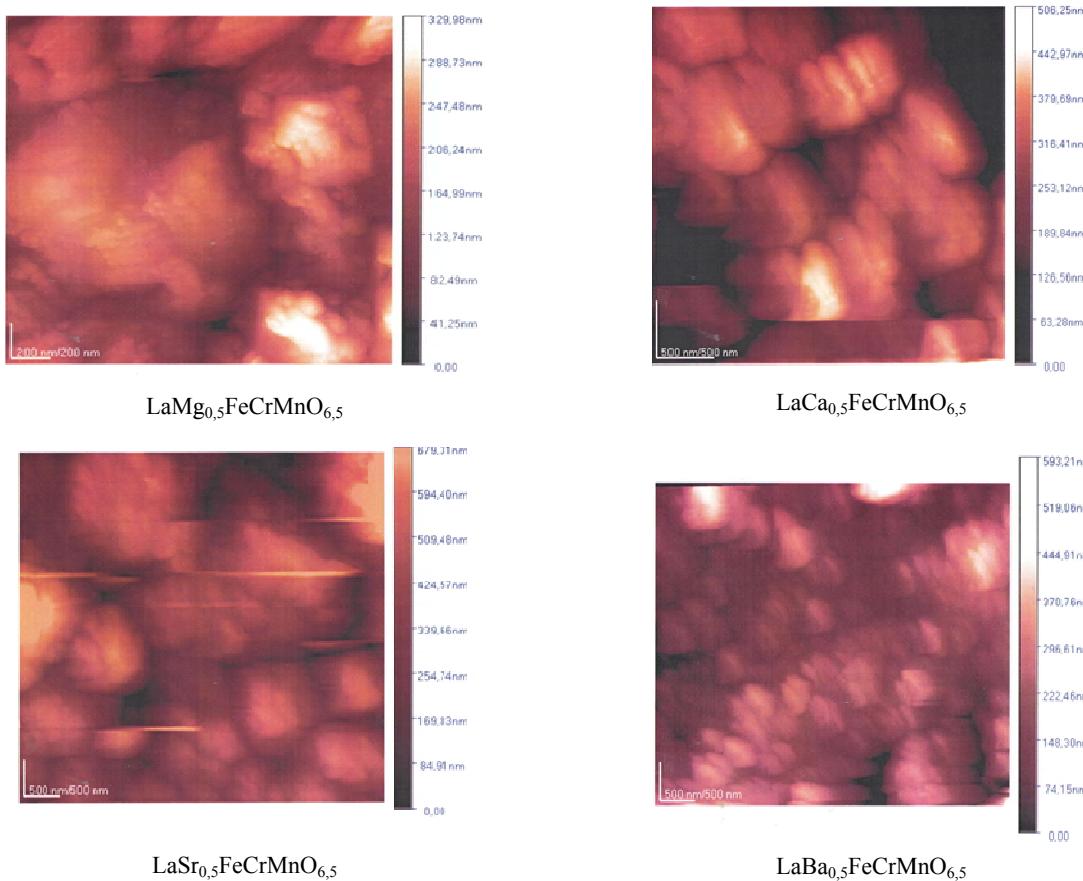
Размеры измельченных частиц устанавливали на электронном микроскопе JSPM-5400 Scanning Probe Microscope “JEOL”. Ниже на рисунке представлены электронно-микроскопические снимки соединений. Как видно из данных рисунка, в среднем имеются наночастицы (нанокластеры) размерами 30-60 нм.

Рентгенофазовый анализ наноразмерных частиц ферро-хромо-магнанитов проводили на установке ДРОН-2,0. Интенсивность дифракционных максимумов оценивали по 100-балльной шкале. Пикнотрическая плотность определена с использованием в качестве индифферентной жидкости толуола по методике [15].

Индцирование рентгенограмм соединений проводили аналитическим методом [16]. Результаты индцирования приведены в таблице.

На основании индцирования установлено, что синтезированные наноразмерные ферро-хромо-магнаниты кристаллизуются в кубической сингонии с параметрами решетки: $\text{LaMg}_{0,5}\text{FeCrMnO}_{6,5}$ – $a=20,160\pm0,034\text{\AA}$, $V^0=8193,54\pm0,10\text{\AA}^3$, $Z=8$, $V_{\text{эл.яч.}}^0=1024,19\pm0,01\text{\AA}^3$, $\rho_{\text{рент.}}=5,15$, $\rho_{\text{пикн.}}=5,12\pm0,06 \text{ г/см}^3$; $\text{LaCa}_{0,5}\text{FeCrMnO}_{6,5}$ – $a=20,143\pm0,036 \text{ \AA}$, $Z=8$, $V^0=8172,83\pm0,11 \text{ \AA}^3$, $V_{\text{эл.яч.}}^0=1021,60\pm0,01 \text{ \AA}^3$, $\rho_{\text{рент.}}=5,16$, $\rho_{\text{пикн.}}=5,18\pm0,02 \text{ г/см}^3$; $\text{LaSr}_{0,5}\text{FeCrMnO}_{6,5}$ – $a=20,103\pm0,025 \text{ \AA}$, $Z=8$, $V^0=8124,24\pm0,08 \text{ \AA}^3$, $V_{\text{эл.яч.}}^0=1015,53\pm0,01 \text{ \AA}^3$, $\rho_{\text{рент.}}=5,38$, $\rho_{\text{пикн.}}=5,37\pm0,02 \text{ г/см}^3$; $\text{LaBa}_{0,5}\text{FeCrMnO}_{6,5}$ – $a=20,335\pm0,038 \text{ \AA}$, $Z=8$, $V^0=8408,77\pm0,11 \text{ \AA}^3$, $V_{\text{эл.яч.}}^0=1051,10\pm0,01 \text{ \AA}^3$, $\rho_{\text{рент.}}=5,60$, $\rho_{\text{пикн.}}=5,66\pm0,06 \text{ г/см}^3$.

Удовлетворительное согласие $10^4/d_{\text{эксп.}}^2$ и $10^4/d_{\text{расч.}}^2$, а также рентгеновских и пикнотрических плотностей в пределах погрешности эксперимента указывает на корректность результатов индцирования.



Электронные микротографии ферро-хромо-мanganитов
Индцирование рентгенограмм наноразмерных ферро-хромо-мanganитов состава
 $\text{LaM}^{\text{II}}_{0.5}\text{FeCrMnO}_{6.5}$ (M^{II} – Mg, Ca, Sr, Ba)

J/J ₀	$10^4/d_{\text{эксп}}^2$	hkl	$10^4/d_{\text{выч}}^2$
1	2	3	4
$\text{LaMg}_{0.5}\text{FeCrMnO}_{6.5}$			
21	665,3	333	665
8	1134	631	1133
100	1330	721	1331
27	1560	800	1577
21	1986	900	1996
9	2253	931	2242
31	2649	10.2.2	2661
9	3314	10.5.3	3302
10	3825	11.5.3	3819
29	3976	990	3992
12	4522	12.6.2	4534
12	6642	13.10.0	6628

Окончание таблицы

1	2	3	4
$\text{LaCa}_{0.5}\text{FeCrMnO}_{6.5}$			
10	665,3	333	665
8	1126	631	1133
100	1343	721	1331
16	1538	651	1528
17	2000	900	1996
8	2215	931	2218
29	2665	10.2.1	2661
8	3341	10.6.0	3351
6	3773	10.7.2	3770
26	4001	990	3992
6	4468	10.9.0	4460
10	5328	10.10.4	5322
10	6631	13.10.0	6628
$\text{LaSr}_{0.5}\text{FeCrMnO}_{6.5}$			
15	668,4	333	668
100	1337	721	1337
9	1472	553	1461
19	2000	900	2005
30	2663	10.2.2	2673
6	3629	11.5.1	3639
27	4001	990	4010
4	4628	13.3.3	4629
5	5982	11.11.0	5990
12	6653	13.10.0	6659
$\text{LaBa}_{0.5}\text{FeCrMnO}_{6.5}$			
17	653,4	333	653
5	812,1	530	823
100	1310	721	1307
10	1533	800	1549
21	1961	900	1960
8	2215	931	2202
31	2622	10.2.2	2614
7	3295	10.6.0	3291
29	3946	991	3945
10	5228	10.10.4	5227
11	6578	16.4.0	6582

Анализ параметров решеток показывает, что в ряду соединений от Mg к Ba наблюдается вторичная периодичность: значения параметров «*a*» и «*V*_{эл.яч.}» от Mg падает к Ca и Sr и повышаются к Ba.

По аналогии [17-20] можно предположить, что синтезированные наноразмерные ферро-хромоманганиты относятся к пространственной группе перовскита *Pm3m*.

Таким образом, впервые синтезированы ферро-хромоманганиты состава LaM^{II}_{0,5}FeCrMnO_{6,5} (M^{II} – Mg, Ca, Sr, Ba), получены наноразмерные частицы, определены типы их сингонии и параметры решеток.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Смит Я., Вейн Х. Ферриты. – М.: Изд-во иностр. литературы, 1962. – 504 с.
- [2] Летюк Л.М., Журавлев Г.И. Химия и технология ферритов. Учеб. Пособие для вузов. – Л.: «Химия», 1970. – 256 с.
- [3] Третьяков Ю.Д., Брыллов О.А. Новые поколения неорганических функциональных материалов // Журнал РХО им. Д.И. Менделеева. – 2000. – Т. 45, № 4. – С. 10-16.
- [4] Касенов Б.К., Бектурганов Н.С., Мустафин Е.С., Ермагамбет Б.Т., Касенова Ш.Б., Давренбеков С.Ж., Сагинтаева Ж.И., Абыльдаева А.Ж., Едильбаева С.Т., Сергазина С.М., Толоконников Е.Г., Жумадилов Е.К. Рентгенография, термодинамика и электротехника двойных ферритов щелочных, щелочноземельных и редкоземельных металлов. – Караганда: «Тенгри», 2012. – 112 с.
- [5] Набока М.Н., Палатник Л.С., Шевченко В.Я. Структура и свойства тонких пленок на основе соединений редкоземельных металлов //Журн. Всесоюз. Хим. общества им. Д.И. Менделеева. – М.: Химия, 1981. – Вып. 36, № 6. – С. 31-39.
- [6] Жузе В.П. Оптические свойства редкоземельных полупроводников //Журн. Всесоюз. Хим. общества им. Д.И. Менделеева. – М.: Химия, 1981. – Вып. 36, № 6. – С. 95-102.
- [7] Супоницкий Ю.Л. Термическая химия оксосоединений РЗЭ и элементов VI-группы: автореферат дисс. докт. хим. наук. – Москва, 2001. – 40 с.
- [8] Касенов Б.К., Бектурганов Н.С., Мустафин Е.С., Касенова Ш.Б., Ермагамбет Б.Т., Сагинтаева Ж.И., Жумадилов Е.К. Двойные и тройные хромиты щелочных, щелочноземельных и редкоземельных металлов. – Караганда: «TENGRI Ltd», 2013. – 172 с.
- [9] Балакирев В.Ф., Бархатов В.П., Голиков Ю.М., Майзель О.Г. Манганиты: равновесные и нестабильные состояния. – Екатеринбург: УРО РАН, 2000. – 398 с.
- [10] Портной К.И., Тимофеева Н.И. Кислородные соединения редкоземельных элементов. – М.: Металлургия, 1986. – 480 с.
- [11] Касенов Б.К., Бектурганов Н.С., Ермагамбет Б.Т. и др. Двойные и тройные манганиты щелочных, щелочноземельных и редкоземельных металлов. – Караганда: «Тенгри», 2012. – 317 с.
- [12] Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы //Учебное пособие для студентов вузов. – М.: ИЦ «Академия», 2005. – 192 с.
- [13] Гусев А.И. Наноматериалы,nanoструктуры, нанотехнологии. – М.: Физматлит, 2005. – 416 с.
- [14] Струк А.В., Кравченко В.И., Ловщенко Ф.Г., Пантелеенко Ф.И., Рогачев А.В. и др. Нанокомпозиционные полимерные материалы и технологии. В кн.: Новые ресурсосберегающие технологии и композиционные материалы. – М.: Энергатомиздат; Гомель: БелГУТ, 2004. – 519 с.
- [15] Кивилис С.С. Техника измерений плотности жидкостей и твердых тел. – М.: Стандартгиз, 1959. – 191с.
- [16] Ковба Л.М., Трунов В.К. Рентгенофазовый анализ. – М.: Изд-во МГУ, 1969. – 232с.
- [17] Вест А. Химия твердого тела. Ч.1. – М.: Мир, 1988. – 588с.
- [18] Касенов Б.К., Мустафин Е.С., Меркульева С.Н. и др. Синтез и рентгенографические исследования манганитов La₂M^{II}₃Mn₄O₁₂ (M^{II}=Mg, Ca, Sr, Ba) //Журнал неорган. химии. – 2007. – Т.52, №10. – С.1616-1617.
- [19] Касенов Б.К., Давренбеков С.Ж., Мустафин Е.С. и др. Синтез и рентгенографическое исследование соединений LaMe^IMg(CrO₃)₂ (Me^I=Li, Na, K) //Журнал неорган. химии. – 2008. – Т.53, №11. – С.1812-1813.
- [20] Касенов Б.К., Мустафин Е.С., Акубаева М.А. и др. Рентгенографическое исследование двойных ферритов ErMeFe₂O_{5,5} (Me – Ca, Sr, Ba) //Журнал неорган. химии. – 2010. – Т.55, №3. – С.459-461.

REFERENCES

- [1] Smit Ja., Vejn H. Ferrite. M.: Izd-vo inostr. literatury, 1962, 504 (In Russ.).
- [2] Letjuk L.M., Zhuravljov G.I. Chemistry and technology of ferrites. Ucheb. Posobie dlja vuzov. L.: «Himija», 1970, 256 (In Russ.).
- [3] Tret'jakov Iu.D., Bryliv O.A. Journal RHO n/a D.I. Mendeleeva. 2000, 45, 4, 10-16 (In Russ.).
- [4] Kasenov B.K., Bekturghanov N.S., Mustafin E.S. i dr. Radiography, thermodynamics and electrophysics double iron alkaline, alkaline earth and rare earth metals. Karaganda: «Tengri», 2012, 112 (In Russ.).
- [5] Naboka M.N., Palatnik L.S., Shevchenko V.Ja. Zhurn. Vsesojuz. Him. obshhestva im. D.I. Mendeleeva. M.: Himija, 1981, 36, 6, 31-39 (In Russ.).
- [6] Zhuze V.P. Zhurn. Vsesojuz. Him. obshhestva im. D.I. Mendeleeva. M.: Himija, 1981, 36, 6, 95-102 (In Russ.).

- [7] Suponickij Ju.L. Thermal chemistry oxo compounds and rare earth elements VI-groups: abstract diss. Doctor. chemical Sciences. Moscow, 2001, 40 (In Russ.).
- [8] Kassenov B.K., Bekturganov N.S., Mustafin E.S. i dr. Double and triple chromite alkaline, alkaline earth and rare earth metals. Karaganda: «TENGRI Ltd», 2013, 172 (In Russ.).
- [9] Balakirev V.F., Barhatov V.P., Golikov Yu. M., Meisel O.G. Manganites: equilibrium and unstable states. Yekaterinburg: UB RAS, 2000, 398 (In Russ.).
- [10] Portnoj K.I., Timofeeva N.I. Oxygen compounds of rare earth elements. M.: Metallurgy, 1986, 480 (In Russ.).
- [11] Kasenov B.K., Bekturganov N.S., Ermagambet B.T. i dr. Double and triple manganites alkaline, alkaline earth and rare earth metals. Karaganda: «Tengri», 2012, 317 (In Russ.).
- [12] Andrievskij R.A., Ragulja A.V. Nanostructured materials. Uchebnoe posobie dlja studentov vuzov. M.: IC «Akademija», 2005, 192 (In Russ.).
- [13] Gusev A.I. Nanomaterials, nanostructures, nanotechnology. M.: Fizmatlit, 2005, 416 (In Russ.).
- [14] Struk A.V., Kravchenko V.I., Lovshenko F.G., Panteleenko F.I., Rogachev A.V. i dr. Composite polymeric materials and technology. In the book: The new resource-saving technologies and composite materials. M.: Jenergatomizdat; Gomel': BelGUT, 2004, 519 (In Russ.).
- [15] Kivilis S.S. Technique measuring the density of liquids and solids. M.: Standartgiz, 1959, 191 (In Russ.).
- [16] Kovba L.M., Trunov V.K. X-ray analysis. M.: Izd-vo MGU, 1969, 232 (In Russ.).
- [17] Vest A. Solid State Chemistry. M.: Mir, 1988, 1, 588 (In Russ.).
- [18] Kasenov B.K., Mustafin E.S., Merkur'eva S.N. i dr. Zhurnal neorgan. himii. 2007, 52, 10, 1616-1617 (In Russ.).
- [19] Kasenov B.K., Davrenbekov S.Zh., Mustafin E.S. i dr. Zhurnal neorgan. himii. 2008, 53, 11, 1812-1813 (In Russ.).
- [20] Kasenov B.K., Mustafin E.S., Akubaeva M.A. i dr. Zhurnal neorgan. himii. 2010, 55, 3, 459-461 (In Russ.).

**LaM^{II}_{0,5}FeCrMnO_{6,5} (M^{II}- Mg, Ca, Sr, Ba) НАНОӨЛШЕМДІ ФЕРРО-ХРОМ-МАНГАНИТТЕРИНІҢ
СИНТЕЗІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ РЕНТГЕНОГРАФИЯЛЫҚ ТҮРФЫДАН ЗЕРТТЕУ**

**Б. Қ. Қасенов¹, Н. С. Бектұрганов², Ш. Б. Қасенова¹,
Ж. И. Сағынтаева¹, А. А. Сейсенова¹, Е. Е. Қуанышбеков³**

¹Ж. Әбішев атындағы Химия-металлургия институты, Қазақстан, Қарағанды,

²«Үлттүк ғылыми-технологиялық холдинг «Парасат» АҚ, Қазақстан, Астана,

³Е. А. Бекетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті, Қазақстан, Қарағанды

Тірек сөздер: темір, хром, манганит, синтез, рентгенография.

Аннотация. Лантан (III), темір (III), хром (III), марганец (III) тотықтары мен магний, кальций стронций және барий карбонаттарынан керамикалық технология әдісімен жаңа LaM^{II}_{0,5}FeCrMnO_{6,5} (M^{II}- Mg, Ca, Sr, Ba) құрамды ферро-хром-манганиттері синтезделініп алынды.

«MM301» маркалы «Retsch» (Германия) компаниясының вибрациялық диірменінде үгіту арқылы олардың наноөлшемдері алынды.

Үгітілген бөлшектер өлшемдері «Mikromasch» (Япония) фирмасының JSPM-5400 Scanning Probe Microscope “JEOL” электрондық микроскопында зерттелді. Кері байланыс режимі AC-AFM, өлшеу режимі «Топография», кантелевер типі NSC35/AIBS, 7,5 nm.

Рентгенографиялық әдіспен синтезделініп алынған наноөлшемді лантан және сілтілі-жер ферро-хром-манганиттерінің кубтық сингонияда кристалданатыны анықталып, келесідей тор көрсеткіштері алынды: LaMg_{0,5}FeCrMnO_{6,5} – a=20,160±0,034 Å, V⁰=8193,54±0,10 Å³, Z=8, V⁰_{эл.яч.}=1024,19±0,01 Å³, ρ_{рент.}=5,15, ρ_{пикн.}=5,12±0,06 г/см³; LaCa_{0,5}FeCrMnO_{6,5} – a=20,143±0,036 Å, Z = 8, V⁰=8172,83±0,11 Å³, V⁰_{эл.яч.} = 1021,60±0,01 Å³, ρ_{рент} = 5,16, ρ_{пикн.}=5,18±0,02 г/см³; LaSr_{0,5}FeCrMnO_{6,5} – a=20,103±0,025 Å, Z = 8, V⁰=8124,24±0,08 Å³, V⁰_{эл.яч.} = 1015,53±0,01 Å³, ρ_{рент} = 5,38, ρ_{пикн.}=5,37±0,02 г/см³; LaBa_{0,5}FeCrMnO_{6,5} – a=20,335±0,038 Å, Z = 8, V⁰=8408,77±0,11 Å³, V⁰_{эл.яч.} = = 1051,10±0,01 Å³, ρ_{рент} = 5,60, ρ_{пикн.}=5,66±0,06 г/см³.

Поступила 03.12.2015г.

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.chemistry-technology.kz/index.php/ru/>

Редакторы: М. С. Ахметова, Т. А. Апендиев
Верстка на компьютере Д. Н. Калкабековой

Подписано в печать 02.02.2016.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
6,75 п.л. Тираж 300. Заказ 1.