

ISSN 2224-5286

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

# Х А Б А Р Л А Р Ы

---

---

## 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**

**5 (413)**

**ҚЫРКҮЙЕК – ҚАЗАН 2015 ж.  
СЕНТЯБРЬ – ОКТЯБРЬ 2015 г.  
SEPTEMBER – OCTOBER 2015**

1947 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР 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 ҰҒА  
АЛМАТЫ, НАН РК  
ALMATY, NAS RK

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:

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

Р е д а к ц и я к е ң е с і:

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 **Мангашян А.А.** (Армения); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Туртэ К.** (Молдова); Әзірбайжан ҰҒА академигі **Фарзалиев В.** (Әзірбайжан); Тәжікстан Республикасының ҰҒА академигі **Халиков Д.Х.** (Тәжікстан); хим. ғ. докторы, проф. **Нараев В.Н.** (Ресей Федерациясы); философия ғ. докторы, профессор **Полина Прокопович** (Ұлыбритания); хим. ғ. докторы, профессор **Марек Сикорски** (Польша)

Главный редактор

академик НАН РК

**М. Ж. Журинов**

Редакционная коллегия:

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. Башов**; 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**

Редакционный совет:

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, 2015

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. Burkhitbayev**, 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, 2015

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](mailto: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 5, Number 413 (2015), 52 – 56

## NEW NANOSIZED FERRO-CHROME-MANGANITES LaMe<sup>I</sup>FeCrMnO<sub>6,5</sub> (Me<sup>I</sup> – Li, Na, K) AND THEIR X-RAY STUDIES

B. K. Kasenov<sup>1</sup>, Sh. B. Kasenova<sup>1</sup>, Zh. I. Sagintaeva<sup>1</sup>,  
A. A. Seysenova<sup>1</sup>, E. E. Kuanyshbekov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>J. Abishev Chemical-Metallurgical Institute, Karaganda, Kazakhstan,

<sup>2</sup> - E. A. Buketov Karaganda State University, Karaganda, Kazakhstan.

E-mail: kasenov1946@mail.ru

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

**Abstract.** Reacting the solid phase oxides La, Fe (III), Cr (III), Mn (III) and carbonates Li, Na, K range 800-1200 °C obtained new phases - Ferro-chromium manganites LaMe<sup>I</sup>FeCrMnO<sub>6,5</sub> (Me<sup>I</sup> - Li, Na, K).

Reagents triturated thoroughly in an agate mortar and fired in a furnace «SNOL» at temperatures of 800-1200 °C for 20 hours. Low-temperature annealing conducted at 400 °C and for 20 hours.

Grinding them in a vibratory mill company «Retsch» (Germany) brand "MM301" received their 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 "Topogrifiya" type cantilever NSC35 / AIBS, 7,5 nm company «Mikromasch» (Japan).

The method of X-ray revealed that they crystallize in the cubic system with the following lattice parameters: LaLiFeCrMnO<sub>6,5</sub> – a=20,181±0,030 Å, Z=8, V<sup>o</sup>=8219,17±0,09 Å<sup>3</sup>, V<sup>o</sup><sub>un.cell</sub>=1027,40±0,01 Å<sup>3</sup>, ρ<sub>x-ray</sub> =5,05 g/cm<sup>3</sup>; LaNaFeCrMnO<sub>6,5</sub> – a=20,168±0,027 Å, Z=8, V<sup>o</sup>=8203,30±0,08 Å<sup>3</sup>, V<sup>o</sup><sub>un.cell</sub>=1025,41±0,01 Å<sup>3</sup>, ρ<sub>x-ray</sub> =5,06 g/cm<sup>3</sup>; LaKFeCrMnO<sub>6,5</sub> – a=20,273±0,027 Å, Z=8, V<sup>o</sup>=8332,09±0,08 Å<sup>3</sup>, V<sup>o</sup><sub>un.cell</sub>=1041,51±0,01 Å<sup>3</sup>, ρ<sub>x-ray</sub> =5,03 g/cm<sup>3</sup>. Derivatograph system "Paulik-Paulik-Erdey" range 25-1000 °C conducted thermal analysis study of ferro-chrome-manganite.

УДК 546.654:31:72:76:711/.717+621.386.8

## НОВЫЕ НАНОРАЗМЕРНЫЕ ФЕРРО-ХРОМО-МАНГАНИТЫ LaMe<sup>I</sup>FeCrMnO<sub>6,5</sub> (Me<sup>I</sup> – Li, Na, K) И ИХ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Б. К. Касенов<sup>1</sup>, Ш. Б. Касенова<sup>1</sup>, Ж. И. Сагинтаева<sup>1</sup>,  
А. А. Сейсенова<sup>1</sup>, Е. Е. Куанышбеков<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева, Караганда, Казахстан,

<sup>2</sup>Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова, Казахстан

**Ключевые слова:** железо, хром, манганит, синтез, рентгенография.

**Аннотация.** Твердофазным взаимодействием оксидов La, Fe(III), Cr(III), Mn(III) и карбонатов Li, Na, K в интервале 800-1200 °C получены новые фазы – ферро-хромоманганиты LaMe<sup>I</sup>FeCrMnO<sub>6,5</sub> (Me<sup>I</sup> – Li, Na, K).

Реагенты тщательно перетерли в агатовой ступке и отжигались в печи «SNOL» при температурах 800-1200 °C в течение 20 часов. Низкотемпературный отжиг проведен при 400 °C также в течение 20 часов.

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 nm фирмы «Mikromasch» (Япония).

Методом рентгенографии установлено, что все они кристаллизуются в кубической сингонии со следующими параметрами решетки: LaLiFeCrMnO<sub>6,5</sub> – a=20,181±0,030 Å, Z=8, V<sup>o</sup>=8219,17±0,09 Å<sup>3</sup>,

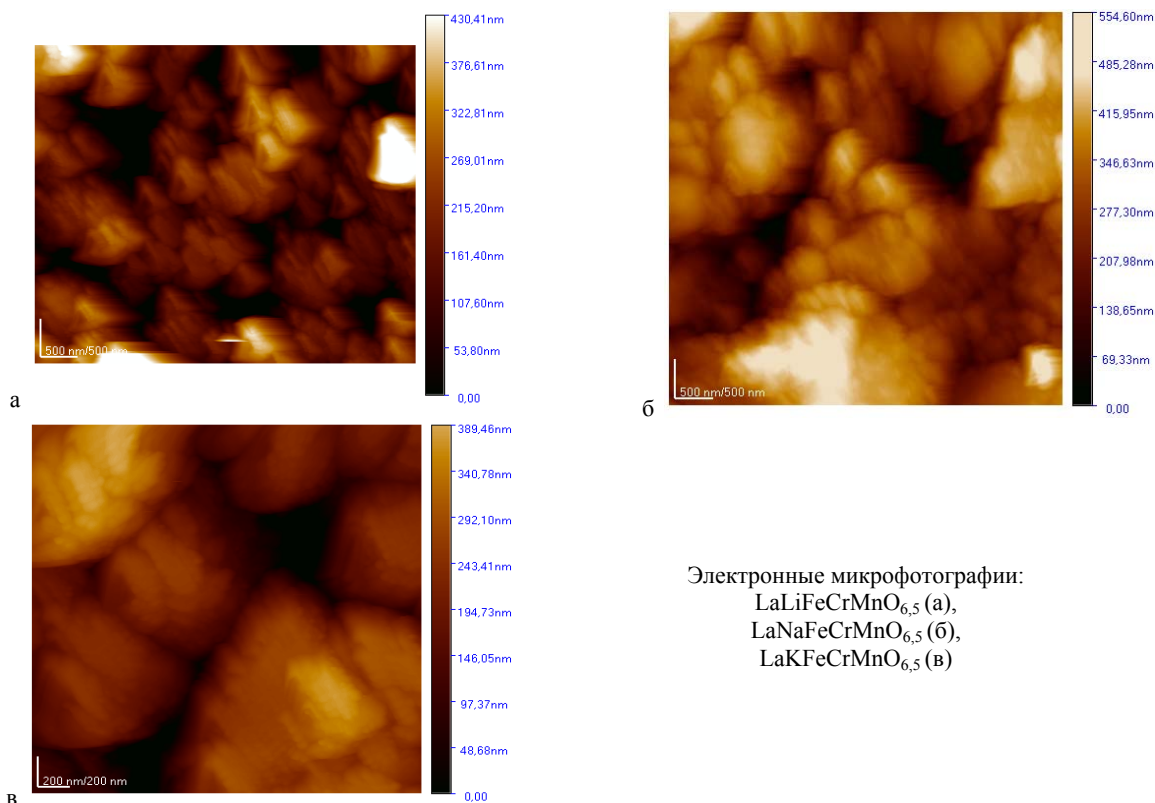
$V_{\text{эл.яч.}}^{\circ} = 1027,40 \pm 0,01 \text{ \AA}^3$ ,  $\rho_{\text{рентг.}} = 5,05 \text{ г/см}^3$ ;  $\text{LaNaFeCrMnO}_{6,5}$  –  $a = 20,168 \pm 0,027 \text{ \AA}$ ,  $Z = 8$ ,  $V^{\circ} = 8203,30 \pm 0,08 \text{ \AA}^3$ ,  
 $V_{\text{эл.яч.}}^{\circ} = 1025,41 \pm 0,01 \text{ \AA}^3$ ,  $\rho_{\text{рентг.}} = 5,06 \text{ г/см}^3$ ;  $\text{LaKFeCrMnO}_{6,5}$  –  $a = 20,273 \pm 0,027 \text{ \AA}$ ,  $Z = 8$ ,  $V^{\circ} = 8332,09 \pm 0,08 \text{ \AA}^3$ ,  
 $V_{\text{эл.яч.}}^{\circ} = 1041,51 \pm 0,01 \text{ \AA}^3$ ,  $\rho_{\text{рентг.}} = 5,03 \text{ г/см}^3$ . На дериватографе системы «Паулик-Паулик-Ердей» в интервале 25-1000 °С проведен термический анализ исследуемых ферро-хромо-манганитов.

В настоящее время сложные оксиды переходных  $3d$ - и  $4f$ -элементов со структурой перовскита или близкой к ней (манганиты, кобальтиты, хромиты, никелиты, никелаты и купраты РЗЭ) и их твердые растворы с оксидами щелочных и щелочноземельных металлов нашли широкое применение в различных областях науки и техники, благодаря наличию широкого спектра интересных свойств, как большая величина электропроводности в значительном диапазоне температур, электронный характер проводимости (полупроводниковый  $n$ - или  $p$ - типа или металлический), магнитные, сверхпроводящие и др. Следует отметить, что в 1993-94 г.г. именно у манганитов типа  $\text{La}(\text{Ca}, \text{Ba})\text{MnO}_3$  со структурой перовскита обнаружен эффект гигантского магнитного сопротивления [1-9].

Определенный теоретический и практический интерес представляет синтез комбинированных ферро-хромо-манганитов редкоземельных и щелочных металлов, особенно их наночастиц.

Ферро-хромо-манганиты указанного состава получены методом керамической технологии. Исходными реагентами для синтеза служили оксиды лантана (III) квалификации «ос.ч.», железа (III), хрома (III), марганца (III) и карбонаты лития, натрия и калия марки «ч.д.а.». Предварительно обезвоженные при 400 °С стехиометрические количества исходных веществ тщательно перемешивались, перетирались в агатовой ступке. Затем они в алундовых тиглях в печи «SNOL» отжигались сначала при 800 °С, затем при 1200 °С смеси охлаждались, перемешивались и тщательно перетирались. Низкотемпературный отжиг составов проводили при температуре 400 °С также в течение 20 часов.

Наноразмерные частицы ферро-хромо-манганитов получали путем измельчения их на вибрационной мельнице MM301 (Retsch, Германия) аналогично [10-19]. Размеры наночастиц определены на электронном микроскопе JSPM-5400 Scanning Probe Microscope «Jeol». На рисунке приведены электронные микрофотографии наночастиц исследуемых ферро-хромо-манганитов. Как видно из данных рисунка размеры наночастиц (нанокластеров) находятся в пределах 30-60 нм.



Рентгенографическое исследование наноразмерных частиц соединений проводили на дифрактометре ДРОН-2,0 (CuK $\alpha$  – излучение, Ni – фильтр, U=30кВ, J=10мА, скорость вращения счетчика 2 об/мин, диапазон шкалы 1000 имп/с,  $\tau=5$ с,  $2\theta=10-90^\circ$ ). Интенсивность дифракционных максимумов оценивали по 100 балльной шкале. Индексирование рентгенограм полученных соединений проводили аналитическим методом [20].

Удовлетворительное согласие опытных и вычисленных значений  $10^4/d^2$  указывает на корректность результатов индексирования рентгенограмм исследуемых соединений (таблица).

Индексирование рентгенограмм наноразмерных частиц  
LaLiFeCrMnO<sub>6,5</sub>(I), LaNaFeCrMnO<sub>6,5</sub>(II), LaKFeCrMnO<sub>6,5</sub>(III)

$J/J_0$	$10^4/d^2_{\text{эксп.}}$	hkl	$10^4/d^2_{\text{выч.}}$
I			
17	663,6	333	663,6
100	1323	721	1327
16	1557	800	1573
17	1986	900	1991
6	2263	10.2.2	2654
7	3314	10.5.3	3293
7	3825	975	3810
31	3970	990	3982
7	7504	15.6.2	4522
12	5313	10.10.4	5309
10	6642	13.10.1	6636
II			
17	663,6	333	664
100	1322	721	1327
14	1533	732	1524
18	1988	900	1991
6	2231	931	2237
33	2652	10.2.2	2654
9	3314	10.5.3	3294
6	3778	12.3.1	3785
30	3966	10.6.5	3957
8	4462	10.9.1	4473
11	5320	10.10.4	5309
9	6631	13.10.1	6636
III			
17	657,5	333	658
9	1113	631	1120
100	1313	721	1315
19	1972	900	1972
7	2229	931	2216
31	2576	943	2581
9	3292	10.6.0	3312
6	3778	11.5.3	3775
30	3951	9.9.0	3945
7	4462	12.6.2	4481
9	5266	10.10.4	5260
9	6557	13.10.0	6551

На основании индирования рентгенограмм установлено, что все исследуемые соединения кристаллизуются в кубической сингонии со следующими параметрами решеток:  $\text{LaLiFeCrMnO}_{6,5}$  –  $a=20,181\pm 0,030$  Å,  $Z=8$ ,  $V^0=8219,17\pm 0,09$  Å<sup>3</sup>,  $V^0_{\text{эл.яч.}}=1027,40\pm 0,01$  Å<sup>3</sup>,  $\rho_{\text{рент.}}=5,05$  г/см<sup>3</sup>;  $\text{LaNaFeCrMnO}_{6,5}$  –  $a=20,168\pm 0,027$  Å,  $Z=8$ ,  $V^0=8203,30\pm 0,08$  Å<sup>3</sup>,  $V^0_{\text{эл.яч.}}=1025,41\pm 0,01$  Å<sup>3</sup>,  $\rho_{\text{рент.}}=5,06$  г/см<sup>3</sup>;  $\text{LaKFeCrMnO}_{6,5}$  –  $a=20,273\pm 0,027$  Å,  $Z=8$ ,  $V^0=8332,09\pm 0,08$  Å<sup>3</sup>,  $V^0_{\text{эл.яч.}}=1041,51\pm 0,01$  Å<sup>3</sup>,  $\rho_{\text{рент.}}=5,03$  г/см<sup>3</sup>.

На дериватографе системы «Паулик-Паулик-Ердей» в интервале 25-1000 °С проведен термический анализ исследуемых соединений. Условия съемки: навеска соли 1500 мг,  $C=10^\circ/\text{мин}$ ,  $v=2$  мм/мин. На кривой ДТА при указанном  $\Delta T$  не наблюдаются заметные эффекты превращения и кривые термогравиметрии указывают на отсутствие убыли веса.

Резюмируя вышеизложенное, можно констатировать, что впервые получены наноразмерные ферро-хромо-манганиты состава  $\text{LaMe}^I\text{FeCrMnO}_{6,5}$  ( $\text{Me}^I$  – Li, Na, K), определены типы их сингонии, параметры решеток и в интервале 25-1000 °С проведен их дериватографический анализ.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Третьяков Ю.Д., Брылёв О.А. Новые поколения неорганических функциональных материалов // Журнал РХО им. Д.И. Менделеева. – 2000. – Т. 45, № 4. – С. 10-16.
- [2] Балакирев В.Ф., Бархатов В.П., Голиков Ю.М., Майзель О.Г. Манганиты: равновесные и нестабильные состояния. – Екатеринбург: УРО РАН, 2000. – 398 с.
- [3] Портной К.И., Тимофеева Н.И. Кислородные соединения редкоземельных элементов. – М.: Металлургия, 1986. – 480 с.
- [4] Гильдерман В.К., Земцова В.И., Пальгубев С.Ф. Электропроводность и термо – э.д.с. ортохромитов редкоземельных элементов подгруппы церия // Изв. АН СССР. Неорган. материалы. – 1987. – Т. 23, № 6. – С.1001-1004.
- [5] Супоницкий Ю.Л. Термическая химия оксосоединений РЗЭ и элементов VI-группы: автореферат дисс. докт. хим. наук. – Москва, 2001. – 40 с.
- [6] Макшина Е.В., Боровских Л.В., Кустов А.Л. и др. Кобальтиты лантана-стронция с перовскитной и слоистой структурной как катализаторы окисления метанола // Журнал физ. химии. – 2005. – Т. 70, № 1. – С. 253-257.
- [7] 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.
- [8] Касенов Б.К., Бектурганов Н.С., Мустафин Е.С., Ермагамбет Б.Т., Касенова Ш.Б., Давренбеков С.Ж., Сагинтаева Ж.И., Абильдаева А.Ж., Едильбаева С.Т., Сергазина С.М., Толоконников Е.Г., Жумадилов Е.К. Рентгенография, термодинамика и электрофизика двойных ферритов щелочных, щелочноземельных и редкоземельных металлов. – Караганда: «Тенгри», 2012. – 112 с.
- [9] 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.
- [10] Касенов Б.К., Сергазина С.М., Касенова Ш.Б. и др. Синтез и рентгенографическое исследование ферритов  $\text{ErM}^I\text{Fe}_2\text{O}_5$  ( $\text{M}^I$  – Li, Na, K, Cs) // Журнал неорган. химии. – 2010. – Т. 55, № 10. – С.1702-1705.
- [11] Инновационный патент. № 28710 от 19.06.2014г. Касенов Б.К., Бектурганов Н.С., Ермагамбет Б.Т., Касенова Ш.Б., Сагинтаева Ж.И. и др. «Способ получения наноразмерных частиц двойных хромитов редкоземельных и щелочноземельных металлов».
- [12] Инновационный патент. № 29247 от 20.11.2014г. Касенов Б.К., Бектурганов Н.С., Толымбеков М.Ж., Ермагамбет Б.Т. и др. «Способ получения наноструктурированных частиц манганито-ферритов редкоземельных, щелочных и щелочноземельных металлов с общими формулами  $\text{LnM}^I\text{MnFeO}_5$  и  $\text{LnM}^I\text{MnFeO}_{5,5}$  где Ln – редкоземельный, M(I) – щелочной, M(II) – щелочноземельный металл».
- [13] Заключение о выдаче Инновационного патента (№ заявки 2013/1355.1 от 04.05.2014г.). «Способ получения наноразмерных частиц купрато-манганитов щелочноземельных редкоземельных металлов состава  $\text{LnM}^I\text{CuMnO}_6$  (Ln – La, Nd;  $\text{M}^I$  – Mg, Ca, Sr, Ba)» (Б.К. Касенов, Н.С. Бектурганов, М.Ж. Толымбеков и др.).
- [14] Касенов Б.К., Давренбеков С.Ж., Мустафин Е.С. и др. Синтез и рентгенографическое исследование новых наноструктурированных манганито-ферритов  $\text{NdM}^I_{1,5}\text{MnFeO}_6$  ( $\text{M}^I$  – Mg, Ca, Sr, Ba) // Журнал неорган. химии. – 2013. – Т. 58, № 5. – С. 646.
- [15] Касенов Б.К., Сагинтаева Ж.И., Касенова Ш.Б., Касенова Ш.Б., Давренбеков С.Ж., Абильдаева А.Ж. Рентгенографическое исследование наноструктурированных частиц манганито-ферритов  $\text{NdM}^I\text{MnFeO}_5$  ( $\text{M}^I$  – Li, Na, K) // Журнал неорган. химии. РАН. – 2013. – Т. 58, № 8. – С. 1095-1098.
- [16] Касенова Ш.Б., Касенов Б.К., Сагинтаева Ж.И., Куанышбеков Е.Е., Ермагамбет Б.Т., Сейсенова А.А., Смагулова Д.И. Синтез и рентгенографическое исследование наноструктурированных частиц купрато-манганитов  $\text{LaM}_2^I\text{CuMnO}_6$  ( $\text{M}^I$  – Mg, Ca, Sr, Ba) // Журнал неорган. химии. РАН. – 2014. – Т. 59, № 9. – С. 1243-1247.
- [17] Касенов Б.К., Сагинтаева Ж.И., Касенова Ш.Б., Куанышбеков Е.Е., Сейсенова А.А., Бектурганова А.Ж., Доспаев М.М. Синтез и рентгенографическое исследование наноструктурированных частиц двойных хромитов  $\text{YbMe}^I\text{Cr}_2\text{O}_{5,5}$  ( $\text{M}^I$  – Mg, Ca, Sr, Ba) // Журнал «Энциклопедия инженера-химика», Москва. – 2014. – № 5. – С.11-14.
- [18] Касенов Б.К., Касенова Ш.Б., Сагинтаева Ж.И., Абильдаева А.Ж. Синтез и рентгенографическое исследование манганито-ферритов  $\text{La}^I_{1,5}\text{MnFeO}_6$  ( $\text{M}^I$  – Mg, Ca, Sr, Ba) // Журнал неорган. химии. РАН. – 2014. – Т. 59, № 4. – С. 531-533.



- [19] Касенов Б.К., Мустафин Е.С., Сагинтаева Ж.И., Исабаева М.А., Давренбеков С.Ж., Касенова Ш.Б., Абилдаева А.Ж. Рентгенографические характеристики новых хромито-манганитов  $\text{LaMe}_3^{\text{I}}\text{CrMnO}_6$  и  $\text{LaMe}_3^{\text{II}}\text{CrMnO}_{7,5}$  ( $\text{Me}^{\text{I}} = \text{Li, Na}$ ;  $\text{Me}^{\text{II}} = \text{Mg, Ca}$ ) // Журнал неорганической химии. РАН. – 2013. – Т. 58, № 2. – С. 243-245.
- [20] Ковба Л.М., Трунов В.К. Рентгенофазовый анализ. – М.: Изд-во МГУ, 1969. – 232 с.

#### REFERENCES

- [1] Tret'jakov Iu.D., Bryliov O.A. *Zhurnal RHO im. D.I. Mendeleeva*, **2000**, 45, 4, 10-16 (In Russ.).
- [2] Balakirev V.F., Barhatov V.P., Golikov Yu. M., Meisel O.G. Manganites: equilibrium and unstable states. *Yekaterinburg: UB RAS*, **2000**, 398p. (In Russ.).
- [3] Portnoj K.I., Timofeeva N.I. Oxygen compounds of rare earth elements. *M.: Metallurgy*, **1986**, 480p. (In Russ.).
- [4] Gil'derman V.K., Zemcova V.I., Pal'guyev S.F. *Izv. AN SSSR. Neorgan. Materialy*, **1987**, 23, 6, 1001-1004 (In Russ.).
- [5] Suponickij Ju.L. Thermal chemistry oxo compounds and rare earth elements VI-groups: abstract diss. Doctor. chemical. Sciences. *Moskva*, **2001**, 40p. (In Russ.).
- [6] Makshina E.V., Borovskih L.V., Kustov A.L. i dr. Cobaltites lanthanum-strontium and layered perovskite structure as catalysts for the oxidation of methanol. *Zhurnal fiz.himii*, **2005**, 70, 1, 253-257 (In Russ.).
- [7] 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**, 317p. (in Russ.).
- [8] Kasenov B.K., Bekturganov 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.).
- [9] Kassenov B.K., Bekturganov N.S., Mustafin E.S. i dr. Double and triple chromite alkaline, alkaline earth and rare earth metals. *Karaganda: «TENGRILtd»*, **2013**, 172 (In Russ.).
- [10] Kasenov B.K., Davrenbekov S.Zh., Mustafin E.S. i dr. *Zhurnal neorgan. himii*. **2013**, 58, 5, 646 (In Russ.).
- [11] Innovacionnyj patent. № 28710 ot **19.06.2014g.** Kasenov B.K., Bekturganov N.S., Ermagambet B.T., Kasenova Sh.B., Sagintaeva Zh.I. i dr. (In Russ.).
- [12] Innovacionnyj patent. № 29247 ot **20.11.2014g.** Kasenov B.K., Bekturganov N.S., Tolymbekov M.Zh., Ermagambet B.T. i dr. (In Russ.).
- [13] Zakljuchenie o vydache Innovacionnogo patenta (№ zajavki 2013/1355.1 ot **04.05.2014g.**) (In Russ.).
- [14] Kasenov B.K., Davrenbekov S.Zh., Mustafin E.S. i dr. *Zhurnal neorgan. Himii*, **2013**, 58, 5, 646 (In Russ.).
- [15] Kasenov B.K., Sagintaeva Zh.I., Kasenova Sh.B., Kasenova Sh.B., Davrenbekov S.Zh., Abil'daeva A.Zh. *Zhurnal neorgan. himii. RAN*, **2013**, 58, 8, 1095-1098 (In Russ.).
- [16] Kasenova Sh.B., Kasenov B.K., Sagintaeva Zh.I., Kuanyshbekov E.E., Ermagambet B.T., Sejsenova A.A., Smagulova D.I. *Zhurnal neorgan. himii. RAN*, **2014**, 59, 9, 1243-1247 (In Russ.).
- [17] Kasenov B.K., Sagintaeva Zh.I., Kasenova Sh.B., Kuanyshbekov E.E., Sejsenova A.A., Bekturganova A.Zh., Dospaev M.M. *Zhurnal «Jenciklopedija inzhenera-himika»*, *Moskva*, **2014**, 5, 11-14 (In Russ.).
- [18] Kasenov B.K., Kasenova Sh.B., Sagintaeva Zh.I., Abil'daeva A.Zh. *Zhurnal neorgan. himii. RAN*, **2014**, 59, 4, 531-533 (In Russ.).
- [19] Kasenov B.K., Mustafin E.S., Sagintaeva Zh.I., Isabaeva M.A., Davrenbekov S.Zh., Kasenova Sh.B., Abil'daeva A.Zh. *Zhurnal neorganicheskoy himii. RAN*, **2013**, 58, 2, 243-245 (In Russ.).
- [20] Kovba L.M., Trunov V.K. X-ray analysis. *M.: Izd-vo MGU*, **1969**, 232p (In Russ.).

### **$\text{LaMe}^{\text{I}}\text{FeCrMnO}_{6,5}$ ( $\text{Me}^{\text{I}} - \text{Li, Na, K}$ ) ЖАҢА НАНОӨЛШЕМДІ ФЕРРО-ХРОМ-МАНГАНИТТЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ РЕНТГЕНОГРАФИЯЛЫҚ ТҮРҒЫДАН ЗЕРТТЕУ**

**Б. Қ. Қасенов<sup>1</sup>, Ш. Б. Қасенова<sup>1</sup>, Ж. И. Сағынтаева<sup>1</sup>, А. А. Сейсенова<sup>1</sup>, Е. Е. Қуанышбеков<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Ж. Әбішев атындағы Химия-металлургия институты, Қарағанды, Қазақстан,

<sup>2</sup>Е. А. Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті, Қазақстан

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

**Аннотация.** La, Fe(III), Cr(III), Mn(III) тотықтары мен Li, Na, K карбонаттарын 800-1200°C аралықта қаттыфазалы әрекеттесуімен жаңа фазалар -  $\text{LaMe}^{\text{I}}\text{FeCrMnO}_{6,5}$  ( $\text{Me}^{\text{I}} - \text{Li, Na, K}$ ) ферро-хром-манганиттері алынды.

Реагенттер ағат келіде мұқият араластырылып, «SNOL» пешінде 800-1200 °C аралықта 20 сағат бойы қыздырылды. Төмен температуралық қыздыру 20 сағат 400 °C-та жүрді. «MM301» маркалы «Retsch» (Германия) компаниясының вибрациялық диірменінде үгіту арқылы олардың наноөлшемдері алынды.

Үгітілген бөлшектер өлшемдері «Mikrotomach» (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 олардың кубтық сингонияда кристалданатыны анықталып, келесідей топ көрсеткіштері алынды:  $\text{LaLiFeCrMnO}_{6,5} - a=20,181\pm 0,030 \text{ \AA}$ ,  $Z=8$ ,  $V^0=8219,17\pm 0,09 \text{ \AA}^3$ ,  $V^0_{\text{эл.ұя.}}=1027,40\pm 0,01 \text{ \AA}^3$ ,  $\rho_{\text{рент.}}=5,05 \text{ г/см}^3$ ;  $\text{LaNaFeCrMnO}_{6,5} - a=20,168\pm 0,027 \text{ \AA}$ ,  $Z=8$ ,  $V^0=8203,30\pm 0,08 \text{ \AA}^3$ ,  $V^0_{\text{эл.ұя.}}=1025,41\pm 0,01 \text{ \AA}^3$ ,  $\rho_{\text{рент.}}=5,06 \text{ г/см}^3$ ;  $\text{LaKFeCrMnO}_{6,5} - a=20,273\pm 0,027 \text{ \AA}$ ,  $Z=8$ ,  $V^0=8332,09\pm 0,08 \text{ \AA}^3$ ,  $V^0_{\text{эл.ұя.}}=1041,51\pm 0,01 \text{ \AA}^3$ ,  $\rho_{\text{рент.}}=5,03 \text{ г/см}^3$ .

Поступила 29.07.2015г.

## **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](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.chemistry-technology.kz/index.php/ru/>

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

Подписано в печать 16.10.2015.  
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
10,25 п.л. Тираж 300. Заказ 5.