

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 3, Number 429 (2018), 67 – 72

**Sh.B. Kasenova¹, B.K. Kasenov¹, Zh.I. Sagintaeva¹,
M.O. Turtubaeva², E.E. Kuanyshbekov¹**¹ Chemical-metallurgy institute named after Zh. Abishev, Karaganda, Kazakhstan;² Pavlodar State University. S.Toraigyrova, Pavlodar, Kazakhstankasenov1946@mail.ru**NEW NANO-SIZED (NANOCLUSTER) COBALT- CUPRATE -
MANGANITES OF LANTHANE AND ALKALINE METALS
AND THEIR X-RAY DIFFRACTION STUDY**

Abstract. The search for new combined manganese, copper and cobalt-containing nanomaterials and the study of their properties *is quite interesting* for inorganic materials science, especially for microelectronics. Interest in such compounds is due to the polyfunctionality of the demonstrated properties and the flexibility of the composition, allowing many elements of the periodic system to be adopted.

Cobalt-cuprate-manganites of the composition $\text{LaMe}^{\text{I}}_2\text{CoCuMnO}_6$ ($\text{Me}^{\text{I}} - \text{Li, Na, K}$) were synthesized by ceramic technology of lanthanum oxide (III), cobalt oxide(II), copper oxide (II), carbonates of manganese (III), lithium, sodium and potassium in the interval 800-1200 °C. After every 100 °C the formulations were cooled, rubbed and reheated. To obtain equilibrium phases at low temperatures, low-temperature annealing was carried out at 400 °C for 10 hours. Their nanoscale (nanoclusters) particles were obtained by grinding on a vibrational mill from Retsch (Germany) of the brand "MM301". The dimensions were determined on an electronic microscope JSPM-5400 Scanning Probe Microscope "JEOL" (Japan). Prepared nanoparticles (nanoclusters) compounds of the size of 40-90 nm. X-ray phase analysis of new compounds was carried out on a DRON-2.0 unit. The analytical method of X-ray indications is established that the synthesized nanoscale new phases are crystallize in cubic syngony with the following lattice parameters: $\text{LaLi}_2\text{CoCuMnO}_6 - a=11,33\pm 0,02 \text{ \AA}; V^0=2563,20\pm 0,06 \text{ \AA}^3; Z=4; V^0_{\text{el.cell}}=640,80\pm 0,02 \text{ \AA}^3; \rho_{\text{X-ray}} = 4,0 \text{ g/cm}^3$; $\text{LaNa}_2\text{CoCuMnO}_6 - a=14,43\pm 0,02 \text{ \AA}; V^0=3005,5\pm 0,07 \text{ \AA}^3; Z=4; V^0_{\text{el.cell}}=751,38\pm 0,02 \text{ \AA}^3; \rho_{\text{X-ray}} = 3,86 \text{ g/cm}^3$; $\text{LaK}_2\text{CoCuMnO}_6 - a=14,90\pm 0,02 \text{ \AA}; V^0=3306,90\pm 0,06 \text{ \AA}^3; Z=4; V^0_{\text{el.cell}}=826,52\pm 0,02 \text{ \AA}^3; \rho_{\text{X-ray}} = 3,68 \text{ g/cm}^3$. Based on X-ray phase analysis, it can be assumed that the nanoscale cobalt-cuprate-manganites obtained are related to the space group $Pm\bar{3}m$.

Key words: cobalt, cuprate, manganite, lanthanum, alkali metals, synthesis, nanoparticles, radiography.

УДК 546.05+548.3+54-31+546.732:562:713:654:31

**Ш.Б. Касенова¹, Б.К. Касенов¹, Ж.И. Сагинтаева¹,
М.О. Туртубаева², Е.Е. Куанышбеков¹**¹ Химико-металлургический институт им. Ж.Абишева, Караганда, Казахстан;² Павлодарский государственный университет им. С.Торайгырова, Павлодар, Казахстан**НОВЫЕ НАНОРАЗМЕРНЫЕ (НАНОКЛАСТЕРНЫЕ) КОБАЛЬТО-
КУПРАТО-МАНГАНИТЫ ЛАНТАНА И ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ
И ИХ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ**

Аннотация. Поиск новых совмещенных марганец, медь и кобальтсодержащих наноматериалов и изучение их свойств представляет определенный интерес для неорганического материаловедения, особенно для микроэлектроники. Интерес к подобным соединениям обусловлен полифункциональностью демонстри-

руемых свойств и гибкостью состава, позволяющий принимать многие элементы периодической системы. По керамической технологии из оксидов лантана (III), кобальта (II), меди (II), марганца (III) и карбонатов лития, натрия и калия в интервале 800-1200 °С синтезированы кобальто-купрато-манганиты состава $[\text{LaMe}^{\text{I}}_2\text{CoCuMnO}_6$ ($\text{Me}^{\text{I}} - \text{Li, Na, K}$). Через каждые 100 °С составы охлаждались, перетирались и заново нагревались. Для получения равновесных фаз при низких температурах проводили низкотемпературный отжиг при 400 °С в течение 10 часов. Измельчением их на вибрационной мельнице компании Retsch (Германия) марки «ММ301» получили их наноразмерные (нанокластерные) частицы, размеры которых определены на электронном микроскопе JSPM-5400 Scanning Probe Microscope «JEOL» (Япония). Получены наночастицы (нанокластеры) соединений размером 40-90 нм. Рентгенофазовый анализ новых соединений проводили на установке ДРОН-2,0. Аналитическим методом индирования рентгенограмм установлено, что синтезированные наноразмерные новые фазы кристаллизуются в кубической сингонии со следующими параметрами решетки: $\text{LaLi}_2\text{CoCuMnO}_6 - a=11,33\pm 0,02 \text{ \AA}$; $V^0=2563,20\pm 0,06 \text{ \AA}^3$; $Z=4$; $V^0_{\text{эл.яч.}}=640,80\pm 0,02 \text{ \AA}^3$; $\rho_{\text{рент.}} = 4,0 \text{ г/см}^3$; $\text{LaNa}_2\text{CoCuMnO}_6 - a=14,43\pm 0,02 \text{ \AA}$; $V^0=3005,5\pm 0,07 \text{ \AA}^3$; $Z=4$; $V^0_{\text{эл.яч.}}=751,38\pm 0,02 \text{ \AA}^3$; $\rho_{\text{рент.}} = 3,86 \text{ г/см}^3$; $\text{LaK}_2\text{CoCuMnO}_6 - a=14,90\pm 0,02 \text{ \AA}$; $V^0=3306,90\pm 0,06 \text{ \AA}^3$; $Z=4$; $V^0_{\text{эл.яч.}}=826,52\pm 0,02 \text{ \AA}^3$; $\rho_{\text{рент.}} = 3,68 \text{ г/см}^3$. На основании рентгенофазового анализа можно предположить, что полученные наноразмерные кобальто-купрато-манганиты относятся к пространственной группе *Pm3m*.

Ключевые слова: кобальт, купрат, манганит, лантан, щелочные металлы, синтез, наночастицы, рентгенография.

Введение. Купраты, манганиты, кобальтиты, никелиты редкоземельных элементов, допированных легкими оксидами щелочных и щелочноземельных металлов обладают уникальными физическими и физико-химическими свойствами, как сверхпроводниковыми, полупроводниковыми, а также представляют интерес как материалы, имеющие гигантские (колоссальные) значения магнетосопротивления, диэлектрической проницаемости, что очень важно для микроэлектроники в качестве веществ с высокой оперативной памятью [1-16].

В Химико-металлургическом институте им. Ж.Абишева в течение ряда лет проводятся целенаправленные исследования по синтезу и изучению физико-химических свойств двойных и тройных манганитов, хромитов, ферритов, цинкато-манганитов, результаты которых обобщены в монографиях [17, 18].

Определенный научный и практический интерес представляет получение перовскитоподобных соединений, где кобальтиты, купраты и манганиты представлены в виде единой фазы, как кобальто-купрато-манганиты.

С этой целью в данной работе представлены результаты синтеза и рентгенографического исследования новых наноразмерных (нанокластерных) кобальто-купрато-манганитов состава $\text{LaMe}^{\text{I}}_2\text{CoCuMnO}_6$, где $\text{Me}^{\text{I}} - \text{Li, Na, K}$.

Методы. Керамическая технология, рентгенофазовый анализ, электронная микроскопия.

Результаты исследований. Исходными реагентами для синтеза использовались La_2O_3 (марки «ос.ч.»), Li_2CO_3 , Na_2CO_3 , K_2CO_3 , CoO , CuO , Mn_2O_3 квалификации «ч.д.а». Твердофазный синтез проводили взаимодействием вышеуказанных веществ при 800-1200°С в течение 20 часов с периодическим охлаждением и перетиранием смесей через 100°С. Низкотемпературный отжиг смесей проводили при 400°С в течение 10 часов.

Наноразмерные частицы синтезированных кобальто-купрато-манганитов синтезированных кобальто-купрато-манганитов получали измельчением на вибрационной мельнице компании Retsch (Германия) марки «ММ301». Размеры измельченных частиц устанавливали на электронном микроскопе JSPM-5400 Scanning Probe Microscope «JEOL» (Япония). Получены наночастицы (нанокластеры) от 40 до 90 нм. Ниже на рисунке приведены их электронно-микроскопические снимки.

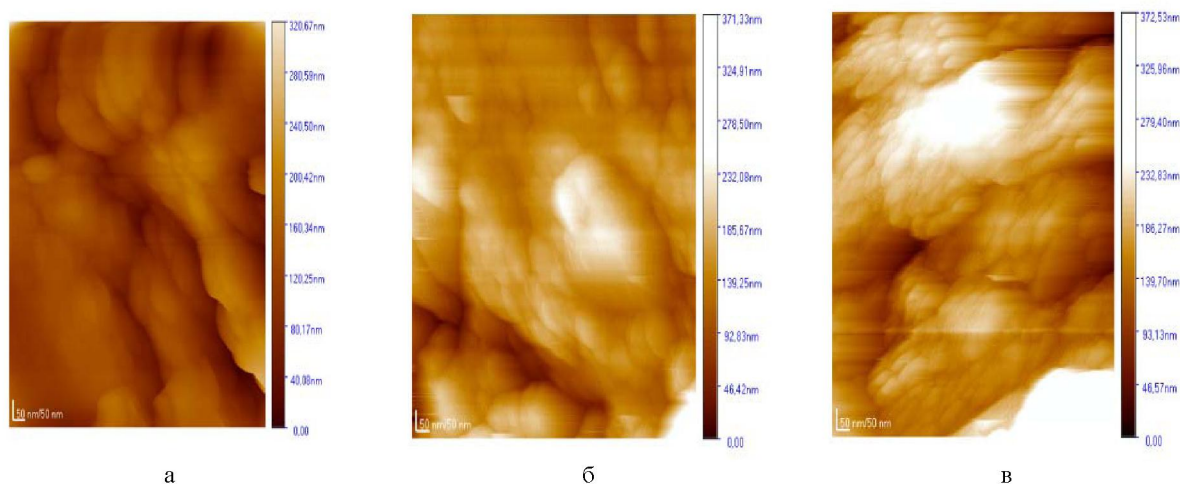


Рисунок – Электронная микроскопия $\text{LaLi}_2\text{CoCuMnO}_6$ (а), $\text{LaNa}_2\text{CoCuMnO}_6$ (б), $\text{LaK}_2\text{CoCuMnO}_6$ (в)

Рентгенофазовый анализ образовавшихся наночастиц проводили на установке ДРОН 2,0. Условия съемки: CuK_α – излучение, Ni – фильтр, $U = 30$ кВ, $I = 10$ мА, скорость вращения счетчика 2 оборота в минуту, диапазон шкалы 1000 импульсов в секунду, постоянная времени $\tau = 5$ с, интервал углов 2θ от 10 до 90 градусов. Интенсивность дифракционных максимумов оценивали по стобалльной шкале. Индексирование рентгенограмм полученных соединений проводили аналитическим методом [19].

Ниже в таблице приведены результаты индексирования рентгенограмм синтезированных соединений.

Таблица – Индексирование рентгенограмм кобальто-купрато-манганитов

| J/J^0 | $d, \text{Å}$ | $10^4/d^2$ экп. | hkl | $10^4/d^2$ расч. |
|---------------------------------|---------------|-----------------|---------|------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| $\text{LaLi}_2\text{CoCuMnO}_6$ | | | | |
| 9 | 4,691 | 454,4 | 410 | 454,4 |
| 26 | 3,891 | 660,5 | 500 | 668,2 |
| 5 | 2,866 | 1217 | 631 | 1230 |
| 100 | 2,742 | 1330 | 550 | 1337 |
| 11 | 2,521 | 1573 | 553 | 1577 |
| 18 | 2,442 | 1677 | 651 | 1657 |
| 12 | 2,320 | 1858 | 653 | 1871 |
| 22 | 2,245 | 1984 | 831 | 1978 |
| 7 | 2,209 | 2049 | 832 | 2058 |
| 4 | 2,024 | 2441 | 931 | 2432 |
| 42 | 1,939 | 2660 | 10.0.0 | 2673 |
| 8 | 1,741 | 3299 | 775 | 3288 |
| 8 | 1,728 | 3349 | 10.5.0 | 3341 |
| 32 | 1,584 | 3985 | 10.7.0 | 3983 |
| 16 | 1,568 | 4067 | 12.2.2 | 4063 |
| 9 | 1,427 | 4911 | 12.6.2 | 4918 |
| 11 | 1,374 | 5297 | 14.1.1 | 5292 |
| 11 | 1,364 | 5375 | 14.2.1 | 5373 |
| 12 | 1,224 | 6675 | 10.10.7 | 6656 |
| $\text{LaNa}_2\text{CoCuMnO}_6$ | | | | |
| 24 | 5,569 | 322,4 | 320 | 322,4 |
| 7 | 4,490 | 496,0 | 420 | 496,0 |
| 19 | 3,862 | 670,5 | 511 | 669,6 |
| 100 | 2,736 | 1335 | 552 | 1339 |
| 14 | 2,315 | 1866 | 751 | 1860 |
| 17 | 2,236 | 2000 | 900 | 2009 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------------------------------------|-------|-------|--------|-------|
| 51 | 1,932 | 2679 | 10.2.2 | 2678 |
| 8 | 1,876 | 2841 | 953 | 2852 |
| 5 | 1,846 | 2934 | 10.3.3 | 2916 |
| 5 | 1,715 | 3400 | 11.4.0 | 3398 |
| 36 | 1,581 | 4000 | 12.4.1 | 3993 |
| 14 | 1,565 | 4083 | 10.8.1 | 4092 |
| 3 | 1,501 | 4438 | 13.3.1 | 4439 |
| 15 | 1,373 | 5305 | 14.3.3 | 5307 |
| 11 | 1,360 | 5406 | 13.7.0 | 5406 |
| 12 | 1,264 | 6675 | 16.3.2 | 6671 |
| 12 | 1,217 | 6752 | 16.4.0 | 6746 |
| LaK ₂ CoCuMnO ₆ | | | | |
| 21 | 3,868 | 668,4 | 520 | 668,4 |
| 7 | 3,097 | 1042 | 630 | 1037 |
| 6 | 2,867 | 1216 | 641 | 1222 |
| 100 | 2,736 | 1336 | 730 | 1337 |
| 16 | 2,527 | 1566 | 644 | 1567 |
| 9 | 2,442 | 1677 | 830 | 1683 |
| 14 | 2,320 | 1858 | 900 | 1867 |
| 16 | 2,240 | 1993 | 921 | 1982 |
| 5 | 2,130 | 2204 | 844 | 2213 |
| 36 | 1,932 | 2679 | 10.4.0 | 2674 |
| 6 | 1,873 | 2850 | 11.1.1 | 2835 |
| 8 | 1,728 | 3349 | 980 | 3342 |
| 27 | 1,580 | 4006 | 13.2.1 | 4010 |
| 11 | 1,569 | 4062 | 12.4.4 | 4057 |
| 11 | 1,373 | 5305 | 15.2.1 | 5301 |
| 7 | 1,358 | 5422 | 15.3.1 | 5416 |
| 8 | 1,229 | 6620 | 16.4.4 | 6638 |
| 12 | 1,222 | 6697 | 17.1.1 | 6707 |

Удовлетворительное согласие $10^4/d_{\text{эксп.}}$ и $10^4/d_{\text{выч.}}$ показывает корректность результатов индирования. На основании индирования рентгенограмм установлено, что все синтезированные наноразмерные (нанокластерные) кобальто-купрато-манганиты кристаллизуются в кубической сингонии со следующими параметрами решетки: LaLi₂CoCuMnO₆ – $a=11,33\pm 0,02 \text{ \AA}$; $V^0=2563,20\pm 0,06 \text{ \AA}^3$; $Z=4$; $V^0_{\text{эл.яч.}}=640,80\pm 0,02 \text{ \AA}^3$; $\rho_{\text{рент.}} = 4,0 \text{ г/см}^3$; LaNa₂CoCuMnO₆ – $a=14,43\pm 0,02 \text{ \AA}$; $V^0=3005,5\pm 0,07 \text{ \AA}^3$; $Z=4$; $V^0_{\text{эл.яч.}}=751,38\pm 0,02 \text{ \AA}^3$; $\rho_{\text{рент.}} = 3,86 \text{ г/см}^3$; LaK₂CoCuMnO₆ – $a=14,90\pm 0,02 \text{ \AA}$; $V^0=3306,90\pm 0,06 \text{ \AA}^3$; $Z=4$; $V^0_{\text{эл.яч.}}=826,52\pm 0,02 \text{ \AA}^3$; $\rho_{\text{рент.}} = 3,68 \text{ г/см}^3$. На основании рентгенофазового анализа также можно предположить, что соединения относятся к пространственной группе *Pm3m*.

По аналогии [20, 21] предположить, что ионы La⁺, Li⁺, Na⁺, K⁺ находятся в центрах элементарных ячеек и имеют координационные числа (к.ч.) по кислороду, равные 12, а в узлах элементарных ячеек находятся ионы Co²⁺, Cu²⁺ и Mn³⁺, к.ч. которых по кислороду равны 6.

В связи с нарастанием ионных радиусов в ряду Li⁺ → Na⁺ → K⁺ также наблюдается увеличение параметра «а», объемов кристаллических решеток и элементарных ячеек.

Выводы. Впервые синтезированы кобальто-купрато-манганиты состава LaMe^I₂CoCuMnO₆ (Me^I – Li, Na, K), получены их наноразмерные (нанокластерные) частицы, методом рентгенографии определены тип их сингонии и параметры решеток.

Работа выполнена согласно договора, заключенного между КН МОН РК и Химико-металлургическим институтом им. Ж.Абишева по гранту ИРН АР05131317.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Третьяков ЮД, Брылев ОА (2000) Журнал РХО им. Д.И. Менделеева [Zhurnal Rossijskogo Himicheskogo Obshhestva im DI Mendeleeva] 65, 4: 10-16.
- [2] Портной КИ, Тимофеев НИ (1986) Кислородные соединения редкоземельных элементов. Металлургия, Москва. ISBN: П260500000-138/040(01)-86
- [3] Суздаев ИП, Суздаев ПИ (2001) Успехи химии [Uspehi himii] 70, 3: 203-240.
- [4] Третьяков ЮД, Гудилин ЕА (2000) Успехи химии [Uspehi himii] 69, 1: 3-39.
- [5] Ерин Ю (2009) Химия и химии [Himija i himiki] 1:16-22 http://chemistry-chemists.com/N1_2009/16-22.pdf
- [6] Келлерман ДГ (2001) Успехи химии [Uspehi himii] 70, 9: 874-889.
- [7] Хороненкова СВ, Еремина ЕА (2002) Вестник МГУ. Серия химическая [Vestnik MGU. Serija himicheskaja] 43, 5: 304-306
- [8] Иванова НБ, Овчинников СГ, Коршунов ММ, Еремин ИМ, Казак НВ (2009) Успехи физических наук [Uspehi fizicheskikh nauk] 179, 8: 837-860.
- [9] Шевельков АВ (2008) Успехи химии [Uspehi himii] 77, 1: 3-22.
- [10] Robert R, Aguirre MH, Hug P, Reller A, Weidenkaff A (2007) High-temperature thermoelectric properties of Ln(Co, Ni)O₃ (Ln=La, Pr, Nd, Sm, Gd and Dy) compounds, Acta Materialia, 55, 15: 4965-4972. <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2007.05.020>
- [11] Клындюк АИ, Магукевич ИВ (2012) Свиридовские чтения [Sviridovskie chtenija] 8:44-50.
- [12] Макшина ЕВ, Боровских ЛВ, Кустов АЛ, Мазо ГН, Романовский БВ (2005) Журн. физической химии [Zhurnal fizicheskoy himii] 70, 1: 253-257.
- [13] Балакирев ВФ, Бархатов ВП, Голиков ЮГ, Майзель ОГ (2000) Манганиты: равновесные и нестабильные состояния. УРО РАН, Екатеринбург. ISBN: 5-7691-0968-8
- [14] Мелкозерова МА, Базуев ГВ (2006) Журнал неорганической химии [Zhurnal neorganicheskoy himii] 51, 3: 400-415.
- [15] Медведев ДА, Журавлева ТА, Мурашкина АА, Сергеева ВС, Антонов БД (2010) Журнал физической химии [Zhurnal fizicheskoy himii] 84, 9: 1777-1781.
- [16] Рыкова АИ, Черный АС, Хацько ЕН, Буханько ФН (2009) Наноматериалы [Nanomaterialy] 7, 3: 859-866.
- [17] Касенов БК, Касенова ШБ, Сагинтаева ЖИ, Ермагамбет БТ, Бектурганов НС, Оскембеков ИМ (2017) Двойные и тройные манганиты, ферриты и хромиты щелочных, щелочноземельных и редкоземельных металлов. Научный мир, Москва. ISBN: 978-5-91522-448-2
- [18] Касенов БК, Бектурганов НС., Ермагамбет БТ, Касенова ШБ, Сагинтаева ЖИ, Исабаева МА (2016) Манганиты, хромиты, ферриты щелочных, щелочноземельных и редкоземельных металлов. ТОО «Litera», Караганда. ISBN: 978-601-210-194-2
- [19] Ковба ЛМ, Трунов ВК (1969) Рентгенофазовый анализ. Издательство Московского университета, Москва. ISBN: K20502-147/077(02)-76141-75
- [20] Вест А (1988) Химия твердого тела. Мир, Москва. Ч. 1. ISBN: 5-03-000056-9
- [21] Касенов БК, Оралова АТ, Мустафин ЕС, Жумадилов ЕК (1998) Журнал неорганической химии [Zhurnal neorganicheskoy himii] 43, 2: 196-197

**Ш.Б. Қасенова¹, Б.Қ. Қасенов¹, Ж.И. Сағынтаева¹,
М.О. Түртүбаева², Е.Е. Қуанышбеков¹**

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

² – С.Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар, Қазақстан

**ЛАНТАН ЖӘНЕ СІЛТІЛІ МЕТАЛДАРДЫҢ ЖАҢА НАНОӨЛШЕМДІ
(НАНОКЛАСТЕРЛІК) КОБАЛЬТ-КУПРАТ-МАНГАНИТТЕРІ
ЖӘНЕ ОЛАРДЫ РЕНТГЕНОГРАФИЯЛЫҚ ТҰРҒЫДАН ЗЕРТТЕУ**

Аннотация. Жаңа қосарласқан марганец, мыс және кобальтқұрамды наноматериалдарға ізденіс және олардың қасиеттеріне зерттеулер жүргізу бейорганикалық материалдануда, әсіресе микроэлектроника үшін елеулі қызығушылық тудырады.

Осындай қосылыстарға қызығушылық олардың берілген қасиеттерінің полифункционалдылығымен және құрамдарының периодтық жүйенің көптеген элементерін қабылдау икемділігімен байланысты.

Керамикалық технологиямен лантан (III), кобальт(II), мыс (II), марганец (III) тотықтары мен литий, натрий және калий карбонаттарынан 800-1200 °C аралықта $\text{LaMe}^{\text{I}}_2\text{CoCuMnO}_6$ ($\text{Me}^{\text{I}} - \text{Li, Na, K}$) құрамды кобальт-купрат-манганиттері синтезделініп алынды.

Әрбір 100 °C сайын құрамдар суытылып, араластырылып және қайта қыздырылды. Төмен температурада тепе-тең фазалар алу үшін 10 сағат бойы 400 °C-та төмен температуралық қыздыру жүргізілді.

Retsch (Германия) компаниясының «ММ301» маркалы вибрациялық диірменінде үгіту жолымен олардың наноөлшемді (нанокластерлік) бөлшектері алынды, «JSPM-5400» Scanning Probe Microscope «JEOL» (Япония) электрондық микроскопында олардың өлшемдері анықталды.

Қосылыстардың өлшемі 40-90 нм болатын нанобөлшекті (нанокластері) алынды.

Жаңа қосылыстарға рентгенофазалық талдау ДРОН-2,0 дифрактометрінде жасалды. Рентгенограммаларын аналитикалық әдіспен индицирлеу барысында синтезделініп алынған наноөлшемді жана фазалардың тор көрсеткіштері келесідей кубтық сингонияда кристалданатыны анықталды: $\text{LaLi}_2\text{CoCuMnO}_6 - a=11,33\pm 0,02 \text{ \AA}; V^0=2563,20\pm 0,06 \text{ \AA}^3; Z=4; V^0_{\text{эл.ұя.}}=640,80\pm 0,02 \text{ \AA}^3; \rho_{\text{рент.}} = 4,0 \text{ г/см}^3;$ $\text{LaNa}_2\text{CoCuMnO}_6 - a=14,43\pm 0,02 \text{ \AA}; V^0=3005,5\pm 0,07 \text{ \AA}^3; Z=4; V^0_{\text{эл.ұя.}}=751,38\pm 0,02 \text{ \AA}^3; \rho_{\text{рент.}} = 3,86 \text{ г/см}^3;$ $\text{LaK}_2\text{CoCuMnO}_6 - a=14,90\pm 0,02 \text{ \AA}; V^0=3306,90\pm 0,06 \text{ \AA}^3; Z=4; V^0_{\text{эл.ұя.}}=826,52\pm 0,02 \text{ \AA}^3; \rho_{\text{рент.}} = 3,68 \text{ г/см}^3.$ Рентгенофазалық талдау негізінде алынған наноөлшемді кобальт-купрат-манганиттердің $Pm\bar{3}m$ кеңістіктік топқа жататынын болжауға болады.

Түйін сөздер: кобальт, купрат, манганит, лантан, сілтілі металл, синтез, нанобөлшектер, рентгенография.

Сведения об авторах:

Касенов Булат Кунурович – д.х.н., профессор, заведующий лабораторией термохимических процессов Химико-металлургического института им. Ж.Абишева, E-mail: kasenov1946@mail.ru, телефон (рабочий) 7212433516.

Касенова Шуга Булатовна – д.х.н., профессор, главный научный сотрудник лаборатории термохимических процессов Химико-металлургического института им. Ж.Абишева, E-mail: kasenovashuga@mail.ru, телефон (рабочий) 7212433516.

Сагинтаева Женисгуль Имангалиевна – к.х.н., ассоц. профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории термохимических процессов, Химико-металлургического института им. Ж.Абишева, Химико-металлургического института им. Ж.Абишева, E-mail: kai_sagintaeva@mail.ru, телефон (рабочий) 7212433516.

Куанышбеков Ерболат Ермакович – магистр технических наук, ведущий инженер лаборатории термохимических процессов Химико-металлургического института им. Ж.Абишева, E-mail: mr.ero1986@mail.ru, телефон (рабочий) 7212433516.

Туртубаева Меруерт Оразгалиевна – PhD химических наук, преподаватель Павлодарского государственного университета им. С. Торайгырова, E-mail: azat-2000@bk.ru.