

NEWS

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

ISSN 2224-5286

Volume 4, Number 412 (2015), 51 – 55

CALORIMETRIC STUDIES OF SPECIFIC HEAT ZINCATES-MANGANITE $\text{LaLi}_2\text{ZnMnO}_5$

B. K. Kasenov¹, Sh. B. Kasenova¹, Zh. I. Sagintaeva¹, A. A. Seysenova¹, E. E. Kuanyshbekov²

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

²E. A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.

E-mail: kasenov1946@mail.ru

Keywords: lanthanum, lithium zincate, manganite, thermodynamics.

Abstract. This article presents the results of calorimetric investigations of the specific heat and the calculation of the thermodynamic functions zincates-manganite $\text{LaLi}_2\text{ZnMnO}_5$. The compound synthesized by the technology of ceramic oxides of lanthanum(III), zinc (II), manganese (III) and lithium carbonate, which crystallizes in the cubic crystal system with the following lattice parameters: $a = 13,325 \pm 0,091 \text{ \AA}$, $Z = 4$, $V^0 = 2366,04 \pm 0,27 \text{ \AA}^3$, $V_{\text{un.cell}}^0 = 591,51 \pm 0,07 \text{ \AA}^3$, $\rho_{\text{x-ray}} = 4,00$, $\rho_{\text{pycn}} = 4,02 \pm 0,05 \text{ g/cm}^3$;

Calorimetry method dynamically on the device of IT-400 in the range of 298.15-673 K. The temperature dependence of the specific heat zincates-manganite $\text{LaLi}_2\text{ZnMnO}_5$. Curve $C_p^0 \sim f(T)$ $\text{LaLi}_2\text{ZnMnO}_5$ at 423 K, the λ -shaped effect is probably associated with phase transitions II - kind.

In view of the identified phase transition temperature of the test compound are calculated equation dependencies $C_p^0 \sim f(T)$.

On the basis of experimental data on the heat capacity and the estimated value of the standard entropy calculated temperature dependence of the thermodynamic functions $S^0(T)$, $H^0(T)-H^0(298,15)$ and $\Phi^{xx}(T)$.

УДК 536.6+661.847.27+546.711/.717:654:34

КАЛОРИМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОЕМКОСТИ ЦИНКАТО-МАНГАНИТА $\text{LaLi}_2\text{ZnMnO}_5$

Б. К. Касенов¹, Ш. Б. Касенова¹, Ж. И. Сагинтаева¹, А. А. Сейсенова¹, Е. Е. Куанышбеков²

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

² Карагандинский государственный университет им. Е. А. Букетова, Казахстан

Ключевые слова: лантан, литий, цинкат, мanganит, термодинамика.

Аннотация. В статье приводятся результаты калориметрических исследований теплоемкости и расчет термодинамических функций цинкато-манганита $\text{LaLi}_2\text{ZnMnO}_5$. Соединение синтезировано методом керамической технологии из оксидов лантана(III), цинка (II), марганца (III) и карбоната лития, которое кристаллизуется в кубической сингонии со следующими параметрами решетки: $a = 13,325 \pm 0,091 \text{ \AA}$, $Z = 4$, $V^0 = 2366,04 \pm 0,27 \text{ \AA}^3$, $V_{\text{зл.яч.}}^0 = 591,51 \pm 0,07 \text{ \AA}^3$, $\rho_{\text{рент}} = 4,00$, $\rho_{\text{пшкн}} = 4,02 \pm 0,05 \text{ г/cm}^3$;

Методом динамической калориметрии на приборе ИТ-С-400 в интервале 298.15-673 K исследовали температурную зависимость теплоемкости цинкато-манганита $\text{LaLi}_2\text{ZnMnO}_5$. На кривой $C_p^0 \sim f(T)$ $\text{LaLi}_2\text{ZnMnO}_5$ при 423 K наблюдается λ -образный эффект, вероятно, связанное с фазовым переходом II – рода.

С учетом выявленной температуры фазового перехода исследуемого соединения рассчитаны уравнения зависимостей $C_p^0 \sim f(T)$.

На основании опытных данных по теплоемкостям и расчетного значения стандартной энтропии вычислены температурные зависимости термодинамических функций $S^0(T)$, $H^0(T)-H^0(298,15)$ и $\Phi^{xx}(T)$.

В настоящее время объектом внимания исследователей являются оксидные материалы с полупроводниками, сегнето-, пьезо- и пироэлектрическими и сверхпроводниковыми свойствами и высокой смешанной (электронной и ионной или металлической) проводимостью. К таким материалам относятся мanganиты редкоземельных элементов состава $R_{1-x}M_xMnO_{3-\delta}$ (R – РЗЭ, M – двухвалентный катион) [1, 2].

В мanganитах лантана-стронция $La_{1-x}Sr_xMnO_3$ содержание ионов Mn^{4+} равно значению x . В области комнатных температур имеет место концентрационный фазовый переход от орторомбической к ромбической кристаллической структуре при $x=0,175$. Примерно этому же (или чуть меньшему) значению x соответствует переход от полупроводникового типа проводимости к металлическому. Однако при понижении температуры мanganиты с не очень высоким уровнем додирования ($x \leq 0,22$) переходят в орторомбическую фазу, а при повышении температуры состава с $x \sim 0,15$ приобретают ромбическую структуру [3, 4].

В работе [5] методом термического разложения солей получена плотная керамика на основе ZnO додированного Ga_2O_3 , электропроводность полученной керамики составляет $\sim 5 \cdot 10^3 \text{ Ом}^{-1} \text{ м}^{-1}$. Исследование [6] посвящено изучению влияния содержания марганца на структуру, люминесценцию и ферромагнитные свойства у полученных золь-гель методом соединений состава $Zn_{1-x}Mn_xS_y$ с помощью рентгеновской дифракции (XRD), ФЛ, энергодисперсионной спектрометрии и чередующихся градиентных измерений магнитометра (AGM).

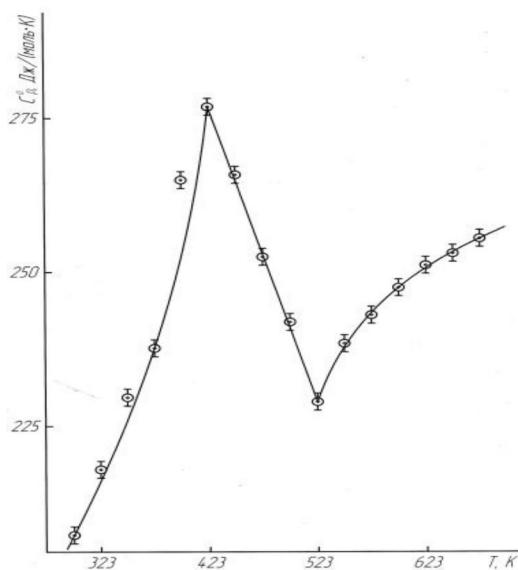
Замещение марганца двухвалентными катионами (например, Zn^{2+}) приводит к увеличению содержания Mn^{4+} и одновременно – к снижению концентрации Mn^{3+} . Ион Zn^{2+} , имеющий электронную конфигурацию $3d^{10}$, не участвует в обменном взаимодействии, а разбавление им подрешетки трехвалентных ионов марганца может препятствовать возникновению кооперативного эффекта Яна-Теллера. Кроме того, присутствие цинка, имеющего большой ионный радиус (0,074 нм), при фиксированной концентрации ионов Mn^{4+} и, соответственно, меньшем содержании стронция, обусловливает снижение фактора толерантности. В результате усиливается тенденция к локализации зарядов и снижению подвижности носителей. Ионы цинка Zn^{2+} , замещая ионы марганца, разрывают цепочку двойного обмена $Mn-O-Mn$, что приводит к изменению проводящих свойств мanganита [7].

В работе приводятся результаты исследования термодинамических свойств, а именно теплоемкости, впервые синтезированного нами цинкато-мanganита лантана и лития $LaLi_2ZnMnO_5$. Соединение синтезировано по керамической технологии аналогично [8] из оксидов La_2O_3 , ZnO , Mn_2O_3 и Li_2CO_3 , которое кристаллизуются в кубической сингонии со следующими параметрами решетки: $LaLi_2ZnMnO_5 - a = 13,325 \pm 0,091 \text{ \AA}$, $Z = 4$, $V^0 = 2366,04 \pm 0,27 \text{ \AA}^3$, $V_{\text{эл.яч.}}^0 = 591,51 \pm 0,07 \text{ \AA}^3$, $\rho_{\text{рент}} = 4,00$, $\rho_{\text{пикн}} = 4,02 \pm 0,05 \text{ г/см}^3$.

Исследование теплоемкости цинкато-мanganита проводили в интервале 298,15–673 К на калориметре ИТ-С-400.

ИТ-С-400 работает по принципу микрокалориметра Кальве и является регистратором теплового потока. Предел допускаемой погрешности согласно паспортным данным составляет $\pm 10,0 \%$. Градуировка прибора и проверка ее работы подробно описаны в [9–12]. При каждой температуре по техническим возможностям прибора через 25 К проводились по пять параллельных опытов, результаты которых усреднялись. Для значений удельных теплоемкостей вычислялись среднеквадратичные отклонения ($\bar{\delta}$), а для мольных теплоемкостей – случайные составляющие погрешности (Δ) [10, 13]. Аналогичные исследования проводились нами в работах [14–19]. На рисунке представлены результаты калориметрических исследований.

Данные рисунка показывают, что $LaLi_2ZnMnO_5$ на кривой зависимости $C_p^0 \sim f(T)$ претерпевает аномальный λ -образный эффект при 423 К, вероятно, относящийся к фазовому переходу II-рода. Этот фазовый переход обусловлен эффектами Шоттки, с изменениями емкости, диэлектрической проницаемости, переходом из полупроводниковой проводимости к металлической, появлением точек Кюри, Нееля и др.

Зависимость теплоемкости $\text{LaLi}_2\text{ZnMnO}_5$ от температуры

С учетом температуры фазового перехода, выведены уравнения температурной зависимости теплоемкости $\text{LaLi}_2\text{ZnMnO}_5$:

$$C_p^0 (\text{I}) = -(380,30 \pm 20,65) + (1328,70 \pm 72,15) \cdot 10^{-3} T + (170,22 \pm 9,24) \cdot 10^5 T^2 \quad (298-423 \text{ K});$$

$$C_p^0 (\text{II}) = (479,56 \pm 26,04) - (479,17 \pm 26,02) \cdot 10^{-3} T \quad (423-523 \text{ K});$$

$$C_p^0 (\text{III}) = (473,31 \pm 25,70) - (196,69 \pm 10,68) \cdot 10^{-3} T - (387,02 \pm 21,02) \cdot 10^5 T^2 \quad (523-673 \text{ K}).$$

Так как возможности калориметра не позволяют вычислить стандартную энтропию цинкатоманганита лантана и лития непосредственно из опытных данных, ее вычислили с применением системы ионных энтропийных инкрементов [10]. С использованием экспериментальных данных по $C_p^0 \sim f(T)$ и расчетных значений $S^\circ(298,15)$ в интервале 298,15-673 К вычислены температурные зависимости термодинамических функций $S^\circ(T)$, $H^\circ(T)$ - $H^\circ(298,15)$, $\Phi^{xx}(T)$ (таблица).

Термодинамические функции $\text{LaLi}_2\text{ZnMnO}_5$

T, K	$C_p^0(T) \pm \Delta, \text{Дж}/(\text{моль}\cdot\text{К})$	$S^\circ(T) \pm \Delta, \text{Дж}/(\text{моль}\cdot\text{К})$	$H^\circ(T)-H^\circ(298,15) \pm \Delta, \text{Дж}/(\text{моль})$	$\Phi^{xx}(T) \pm \Delta, \text{Дж}/(\text{моль}\cdot\text{К})$
298,15	207±11	197±6	—	197±17
300	207±11	198±17	410±20	197±17
325	213±12	215±18	5650±310	198±17
350	224±12	231±19	11100±600	199±17
375	239±13	247±21	16870±920	202±17
400	258±13	263±22	23070±1250	205±17
425	279±15	279±24	29770±1620	209±18
450	264±14	295±25	36520±1980	214±18
475	252±14	309±26	42970±2330	218±18
500	240±13	321±27	49120±2670	223±19
525	228±12	333±28	54970±2980	228±19
550	237±13	344±29	60810±3300	233±20
575	243±13	354±30	66810±3630	238±20
600	248±13	365±31	72950±3960	243±20
625	251±14	375±32	79190±4300	248±21
650	254±14	385±32	85510±4640	253±21
675	256±14	394±33	91880±4990	258±22

При оценке погрешностей $S^0(T)$ и $\Phi^{xx}(T)$ учитывались наряду с погрешностями по теплоемкостям погрешности энтропийных инкрементов ионов (~3,0) [20].

Таким образом, впервые в интервале 298,15–673 К исследована теплоемкость $\text{LaLi}_2\text{ZnMnO}_5$, выявлен λ -образный эффект, относящийся к фазовому перехода II-рода. Выведены уравнения температурной зависимости теплоемкости и вычислены термодинамические функции $S^0(T)$, $H^0(T)$ – $H^0(298,15)$, $\Phi^{xx}(T)$.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Нагаев Э.Л. Физика магнитных полупроводников. – М.: Наука, 1983. – 220 с.
- [2] Балакирев В.Ф., Бархатов В.П., Голиков Ю.В., Майзель С.Г. Манганиты: Равновесные и нестабильные состояния. – Екатеринбург: УРО РАН, 2000. – 398 с.
- [3] Urushibara A., Moritomo Y., Arima T., Asamitsu A., Kido G., TokuraY. Insulator-metal transition and giant magnetoresistance in $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ //Phys. Rev. B 51. 1995.– P. 14103-14109.
- [4] Dagotto E., Hotta T., Moreo A. Colossal magnetoresistant materials: the key role of phase separation //Physics Reports.– 2001.–Vol. 344.–Issues 1-3.–P. 1-153.
- [5] Лычковская Е.Ю. Синтез керамики ZnO , дopedированной галлием //Сб. материалов VIII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, посвященной 155-летию со дня рождения К. Э. Циолковского [Электронный ресурс]. Красноярск: Сиб. фед. ун-т. 2012. – Режим доступа: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2012/section15.html.>).
- [6] Wei-Shih Ni, Yow-Jon Lin, Chia-Jyi Liu, Yao-Wei Yang, Lance Horng Luminescence, structural and ferromagnetic properties of $\text{Zn}_{1-x}\text{Mn}_x\text{S}_y$ films for different manganese contents//Journal of Alloys and Compounds. – 2013. –Vol.556.– P. 178–181.
- [7] Шарипов К.Р., Еремина Р.М., Мингалиева Л.В. Исследование магнитных свойств $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{Mn}_{1-x}\text{Zn}_x\text{O}_3$ //Казанский физико-технический институт. Ежегодник. –2011.– С. 111-114.
- [8] Касенов Б.К., Туртубаева М.О., Касенова Ш.Б., Сейсенова А.А., Сагинтаева Ж.И., Куанышбеков Е.Е. Синтез и рентгенографическое исследование цинкато-манганитов $\text{LaM}^{\text{II}}_2\text{ZnMnO}_6$ (M^{II} – Mg, Ca) //Известия НАН РК. – 2015. – № 2. – С. 79-81.
- [9] Платунов Е.С., Буравой С.Е., Курепин В.В., Петров Г.С. Термофизические измерения и приборы. – Л.: Машиностроение, 1986. – 256 с.
- [10] Техническое описание и инструкции по эксплуатации измерителя теплоемкости ИТ-С-400. – Актюбинск. Актюбинский завод «Эталон». – 1986. – 48 с.
- [11] Касенова Ш.Б., Касенов Б.К., Сагинтаева Ж.И. и др. Теплоемкость и термодинамические функции наноструктурированного купрато-манганита $\text{NdCa}_2\text{CuMnO}_6$ //Журнал физ. химии. РАН. – 2014. – Т. 88, № 10. – С. 1615-1618.
- [12] Касенова Ш.Б., Сагинтаева Ж.И., Касенов Б.К. и др. Теплоемкость и термодинамические функции наноструктурированных манганито-ферритов состава $\text{NdMe}_{1.5}\text{MnFeO}_6$ ($\text{Me}=\text{Mg}, \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}$) в интервале 298,15–673 К // Журнал физ. химии. РАН. –2015.– Т. 89, № 4.– С. 599-604.
- [13] Спиридонов В.П., Лопаткин Л.В. Математическая обработка экспериментальных данных.– М.: Изд-во МГУ, 1970.– 221с.
- [14] Касенов Б.К., Касенова Ш.Б., Сагинтаева Ж.И. и др. Калориметрия и термодинамические функции манганитов $\text{NdMe}^{\text{I}}_3\text{Mg}_3\text{Mn}_4\text{O}_{12}$ (Me^{I} – Li, Na, K) в интервале 298,15–673 К //Термофизика высоких температур. РАН.– 2009.– Т.47, № 1.– С. 31-36.
- [15] Касенов Б.К., Бектурганов Н.С., Ермагамбет Б.Т. и др. Двойные и тройные манганиты щелочных, щелочно-земельных и редкоземельных металлов.–Караганда: «Тенгри», 2012. – 317 с.
- [16] Касенов Б.К., Давренбеков С.Ж., Касенова Ш.Б., Сагинтаева Ж.И., Абыльдаева А.Ж., Ермагамбет Б.Т., Исабаева М.А., Туртубаева М.О., Жумадилов Е.К. Термодинамические и электрофизические свойства феррита $\text{LaSrMnFeO}_{5.5}$ // Термофизика высоких температур. РАН. – 2012. – Т. 50, № 6. – С. 789-792.
- [17] Касенова Ш.Б., Абыльдаева А.Ж., Сагинтаева Ж.И., Давренбеков С.Ж., Касенов Б.К. Теплоемкость и термодинамические функции манганито-ферритов $\text{NdM}^{\text{I}}\text{MnFeO}_5$ (M^{I} – Li, Na) в интервале 298,15–673 К //Журнал физ. химии. РАН. – 2013. – Т. 87, № 5. – С. 739-743.
- [18] Касенова Ш.Б., Касенов Б.К., Сагинтаева Ж.И., Ермагамбетов К.Т., Куанышбеков Е.Е., Сейсенова А.А., Смагулова Д.И. Теплоемкость и термодинамические функции наноструктурированных частиц $\text{LaM}^{\text{II}}_2\text{CuMnO}_6$ (M^{II} – Mg, Ca) в интервале 298,15–673 К // Журнал физ. химии. РАН. – 2014. – Т. 88, № 5. – С. 836-840.
- [19] Касенова Ш.Б., Сагинтаева Ж.И., Касенов Б.К., Давренбеков С.Ж., Сергазина С.М., Жумадилов Е.К. Теплоемкость и электрофизические свойства ферритов состава $\text{GdMeFe}_2\text{O}_5$ ($\text{Me} = \text{Li}, \text{Na}, \text{K}, \text{Cs}$) // Термофизика высоких температур. РАН. – 2013. – Т. 51, № 1. – С.1-6.
- [20] Кумок В.Н. Проблема согласования методов оценки термодинамических характеристик // В сб.: Прямые и обратные задачи химической термодинамики. Новосибирск: Наука, 1987. С. 108.

REFERENCES

- [1] Nagaev Je.L. The physics of magnetic semiconductors. M.: Nauka, 1983, 220 (In Russ.).
- [2] Balakirev V.F., Barhatov V.P., Golikov Ju.V., Majzel' S.G. Manganites: Equilibrium and unstable states. Ekaterinburg: URO RAN, 2000, 398 (In Russ.).

- [3] Urushibara A., Moritomo Y., Arima T., Asamitsu A., Kido G., TokuraY. *Phys. Rev.* **51**, **1995**, 14103-14109 (In Eng.).
[4] Dagotto E., Hotta T., Moreo A. *Physics Reports*. **2001**, 344, 1-3, 1-153 (In Eng.).
[5] Lychkovskaja E.Ju. *Sb. materialov VIII Vserossijskoj nauchno-tehnicheskoy konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchjonyh, posvjashchennoj 155-letiju so dnem rozhdenija K. Je. Ciolkovskogo [Elektronnyj resurs]*. Krasnojarsk: Sib. fed. un-t. **2012**. Rezhim dostupa: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2012/section15.html>. (In Russ.).
[6] Wei-Shih Ni, Yow-Jon Lin, Chia-Jyi Liu, Yao-Wei Yang, Lance Horng. *Journal of Alloys and Compounds*. **2013**, 556, 178-181 (In Eng.).
[7] Sharipov K.R., Eremina R.M., Mingalieva L.V. *Kazanskij fiziko-tehnicheskij institut. Ezhegodnik*. **2011**, 111-114 (In Russ.).
[8] Kasenov B.K., Turtubaeva M.O., Kasenova Sh.B., Sejsenova A.A., Sagintaeva Zh.I., Kuanyshbekov E.E. *Izvestija NAN RK*. **2015**, 2, 79-81 (In Russ.).
[9] Platunov E.S., Buravoj S.E., Kurepin V.V., Petrov G.S. Thermophysical measurement and instrumentation. L.: *Mashinostroenie*, **1986**, 256 (In Russ.).
[10] Tehnicheskoe opisanie i instrukcii po jekspluatacii izmeritelja teploemkosti IT-S-400. *Aktjabinsk. Aktjabinskij zavod «Jetalon»*. **1986**, 48 (In Russ.).
[11] Kasenova Sh.B., Kasenov B.K., Sagintaeva Zh.I. i dr. *Zhurnal fiz. himii. RAN*. **2014**, 88, 10, 1615-1618 (In Russ.).
[12] Kasenova Sh.B., Sagintaeva Zh.I., Kasenov B.K. i dr. *Zhurnal fiz. himii. RAN*. **2015**, 89, 4, 599-604 (In Russ.).
[13] Spiridonov V.P., Lopatkin L.V. Mathematical processing of experimental data. M.: Izd-vo MGU, **1970**, 221 (In Russ.).
[14] Kasenov B.K., Kasenova Sh.B., Sagintaeva Zh.I. i dr. *Teplofizika vysokih temperatur. RAN*. **2009**, 47, 1, 31-36 (In Russ.).
[15] 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.).
[16] Kasenov B.K., Davrenbekov S.Zh., Kasenova Sh.B., Sagintaeva Zh.I., Abil'daeva A.Zh., Ermagambet B.T., Isabaeva M.A., Turtubaeva M.O., Zhumadilov E.K. *Teplofizika vysokih temperatur. RAN*. **2012**, 50, 6, 789-792 (In Russ.).
[17] Kasenova Sh.B., Abil'daeva A.Zh., Sagintaeva Zh.I., Davrenbekov S.Zh., Kasenov B.K. *Zhurnal fiz. himii. RAN*. **2013**, 87, 5, 739-743 (In Russ.).
[18] Kasenova Sh.B., Kasenov B.K., Sagintaeva Zh.I., Ermaganbetov K.T., Kuanyshbekov E.E., Sejsenova A.A., Smagulova D.I. *Zhurnal fiz. himii. RAN*. **2014**, 88, 5, 836-840 (In Russ.).
[19] Kasenova Sh.B., Sagintaeva Zh.I., Kasenov B.K., Davrenbekov S.Zh., Sergazina S.M., Zhumadilov E.K. *Teplofizika vysokih temperatur. RAN*. **2013**, 51, 1, 1-6 (In Russ.).
[20] Kumok V.N. V sb.: *Prjameiobratnye zadachi himicheskoy termodinamiki*. Novosibirsk: Nauka, **1987**, 108 (In Russ.).

LaLi₂ZnMnO₅ ЦИНКАТ-МАНГАНИТИНІҚ ЖЫЛУ СЫЙЫМДЫЛЫҒЫН КАЛОРИМЕТРЛІК ТҮРФЫДАН ЗЕРТТЕУ

Б. Қ. Қасенов¹, Ш. Б. Қасенова¹, Ж. И. Сагынтаева¹, А. А. Сейсенова¹, Е. Е. Қуанышбеков²

¹Ж. Әбішев атындағы Химия металургия институты, Қарағанды, Қазақстан,

²Е. А. Бекетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті, Қазақстан

Тірек сөздер: лантан, литий, цинкат, манганит, термодинамика.

Аннотация. Берілген мақалада LaLi₂ZnMnO₅ цинкат-манганиті жылу сыйымдылығын калориметрлік түрфыдан зерттеу және термодинамикалық функцияларының есептеу нәтижелері көрсетілген. Қосылыс керамикалық технология әдісімен лантана (III), мырыш (II), марганец (III) тотықтары мен литий карбонатынан синтезделініп алынды. Ол тор көрсеткіштері темендеғідей кубтық сингонияда кристалданады: $a = 13,325 \pm 0,091 \text{ \AA}$, $Z = 4$, $V^0 = 2366,04 \pm 0,27 \text{ \AA}^3$, $V_{\text{пл.уя}}^0 = 591,51 \pm 0,07 \text{ \AA}^3$, $\rho_{\text{рент}} = 4,00$, $\rho_{\text{пикн}} = 4,02 \pm 0,05 \text{ г/см}^3$.

Динамикалық калориметрия әдісі бойынша ИТ-С-400 қондырғысында 298,15-673 К температуралық аралықта LaLi₂ZnMnO₅ цинкат-манганитінде сыйымдылығының температураға тәуелділігі зерттелді. LaLi₂ZnMnO₅ қосылысының $C_p^{\circ} \sim f(T)$ тәуелділік қисығында 423 К температурада, яғни II – текті фазалық ауысуға мүмкін байланысты λ -тәрізді эффект құбыльсыз байқалды.

Фазалық ауысу температурасын ескеңкө ала отырып, зерттеліп отырган қосылыс үшін $C_p^{\circ} \sim f(T)$ тәуелділік тендеулері есептелінді.

Жылу сыйымдылықтардың тәжірибелік мәндері мен стандартты энтропияның есептеулік мәндері негізінде термодинамикалық функциялардың $S^0(T)$, $H^0(T)$ - $H^0(298,15)$ және $\Phi^{xx}(T)$ температураға тәуелділіктері шығарылды.

Поступила 29.07.2015г.