

*Б. К. КАСЕНОВ, Ж. И. САГИНТАЕВА, Ш. Б. КАСЕНОВА,
Е. Е. КУАНЫШБЕКОВ, А. А. СЕЙСЕНОВА, Д. И. СМАГУЛОВА*

(Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева, Караганда, Казахстан)

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ И ЭЛЕКТРОСОПРОТИВЛЕНИЯ ХРОМИТО-МАНГАНИТОВ $\text{LaMe}^{\text{I}}_3\text{CrMnO}_6$ ($\text{Me}^{\text{I}} - \text{Li, Na, K}$)

Аннотация. Впервые в интервале 293-483 К на приборе LCR-800 (производство Тайвань) исследованы емкости, диэлектрические проницаемости и электросопротивления хромито-манганитов $\text{LaMe}^{\text{I}}_3\text{CrMnO}_6$, где $\text{Me}^{\text{I}} - \text{Li, Na, K}$. Установлено, что в указанном интервале температуры все изучаемые соединения проявляют полупроводниковую и металлическую типы проводимости. У $\text{LaLi}_3\text{CrMnO}_6$ в интервале 293-353 К наблюдается полупроводниковая проводимость; при 353-373 К – металлическая проводимость, 373–483 К полупроводниковая проводимость; $\text{LaNa}_3\text{CrMnO}_6$ при 293-333 К проявляет полупроводниковую, 333-393 К – металлическую, 393-413 К – полупроводниковую, 413-453 К – металлическую, 453-473 К – полупроводниковую, 473-483 К – металлическую проводимость; $\text{LaK}_3\text{CrMnO}_6$ при 293-393 К проявляет полупроводниковую, 393-473 К – металлическую, 473-483 К – полупроводниковую проводимость.

Ключевые слова: лантан, щелочные металлы, хромито-манганит, емкость, диэлектрическая проницаемость, электросопротивление.

Трек сөздер: лантан, сілтілік металдары, хромит-манганит, сыйымдылық, диэлектрлік өткізгіштік, электрқарсылық.

Keywords: lanthanum, alkaline metals, chromite-manganite, capacity, permittivity, electrical resistivity.

Со стремительным развитием технологии растет потребность в получении и исследовании новых соединений, обладающих ценными электрофизическими свойствами, как полупроводниковые, сегнетоэлектрические, пьезо-, пироэлектрические, радиолуминесцентные и сверхпроводниковые. Следовательно, синтез перспективных неорганических материалов и исследование их структуры и электрофизических свойств является актуальной [1-3].

Хромсодержащие манганиты обладают удачным сочетанием высоких магниторезистивных и механических свойств (прочности, микротвердости, низкой пористости). Замещение марганца хромом способствует ферромагнитному упорядочению, т.к. взаимодействие $Cr^{3+} - O - Mn^{4+}$ имеет ферромагнитный характер [4].

Целью данной работы является экспериментальное определение емкости в интервале 293-483 К хромито-манганитов $LaMe_3CrMnO_6$ ($Me^I - Li, Na, K$) и вычисление из опытных данных диэлектрической проницаемости, электросопротивления, зависимостей $lg \epsilon \sim f(T)$, $lg R \sim f(T)$.

Ранее нами методом керамической технологии из валентных оксидов лантана (III), хрома (III), марганца (III) и карбонатов щелочных металлов синтезированы хромито-манганиты состава $LaMe_3CrMnO_6$, где $Me^I - Li, Na, K$, определены их рентгенографические и термодинамические характеристики [5, 6].

Измерения электроемкости проводилось на приборе LCR-800 (производство Тайвань) при рабочей частоте 1 кГц непрерывно в сухом воздухе в термостатном режиме с временем выдержки при каждой фиксированной температуре. С этой целью были изготовлены плоскопараллельные образцы в виде дисков диаметром 10 мм со связующей добавкой (~1,5 %).

Образцы соединений были спрессованы под давлением 20 кг/см². Далее они выдерживались в течение 8 часов при температуре 600°C с целью придания им достаточной для проведения эксперимента прочности. Полученные образцы подвергались тщательной двухсторонней шлифовке. Применена двухэлектродная система, серебряные электроды нанесены вжиганием пасты.

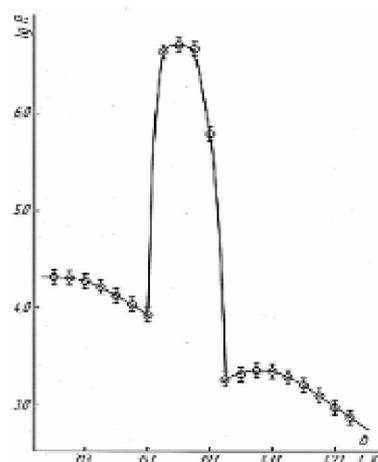
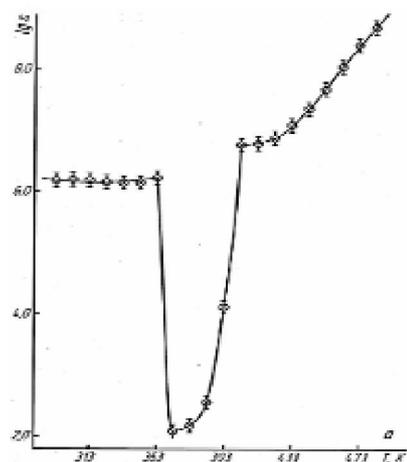
Диэлектрическая проницаемость определялась из электроемкости образца при известных значениях толщины образца и площади поверхности электродов. Для получения зависимости между электрической индукцией (D) и напряженностью электрического поля (E) использована схема Сойера-Тауэра. Визуальное наблюдение D (E петли гистерезиса) проводилось на осциллографе С1-83.

Ниже в таблице и на рисунке представлены данные температурных зависимостей диэлектрической проницаемости и электросопротивления хромито-манганитов $LaLi_3CrMnO_6$ (I), $LaNa_3CrMnO_6$ (II), LaK_3CrMnO_6 (III) в интервале 293-483 К.

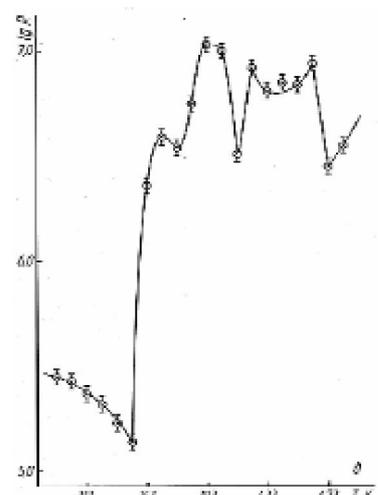
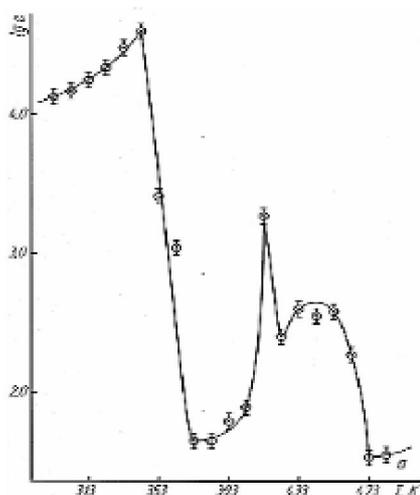
Зависимости электроемкости (С), диэлектрической проницаемости (ϵ) и электросопротивления (R) хромито-манганитов от температуры

T, К	C, нФ	ϵ	$lg \epsilon$	R, Ом	$lg R$
1	2	3	4	5	6
$LaLi_3CrMnO_6$					
293	211,17	1550206	6,19	20870	4,32
303	215,15	1579424	6,20	20460	4,31
313	210,90	1548224	6,19	19050	4,28
323	195,62	1436053	6,16	16550	4,22
333	190,23	1396485	6,15	13590	4,13
343	198,42	1456608	6,16	10900	4,04
353	231,08	1696366	6,23	8536	3,93
363	0,017	123	2,09	4218000	6,63
373	0,021	152	2,18	4979000	6,70
383	0,049	361	2,56	4581000	6,66
393	1,812	13303	4,12	609900	5,79
403	800,53	5876718	6,77	1850	3,27
413	830,74	6098491	6,79	2098	3,32
423	1040,50	7638346	6,88	2312	3,36

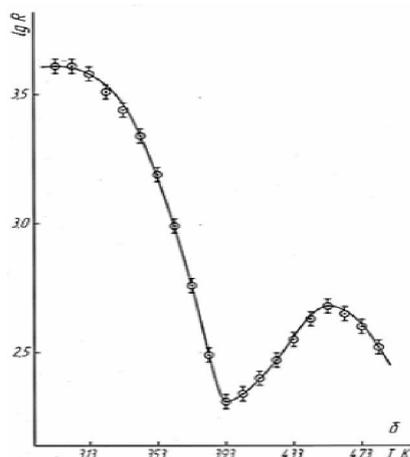
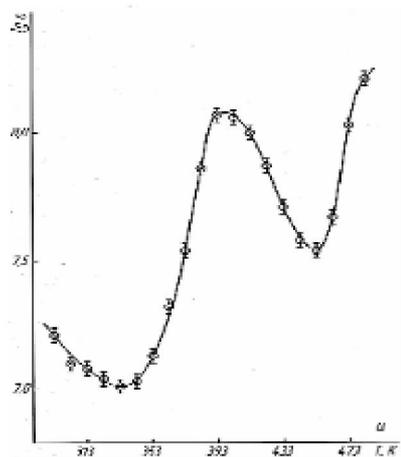
1	2	3	4	5	6
433	1657,60	12168498	7,09	2246	3,35
443	3109,70	22828414	7,36	1959	3,29
453	6479,50	47566231	7,68	1607	3,21
463	15293	112266436	8,05	1253	3,10
473	34060	250035626	8,40	958	2,98
483	66856	490792184	8,69	752	2,88
LaNa ₃ CrMnO ₆					
293	2,392	13598	4,13	282700	5,45
303	2,606	14818	4,17	268500	5,43
313	3,105	17655	4,25	235400	5,37
323	3,869	21996	4,34	206900	5,32
333	5,333	30324	4,48	168000	5,23
343	7,007	39841	4,60	139500	5,14
353	0,447	2542	3,41	2289000	6,36
363	0,193	1100	3,04	3851000	6,59
373	0,008	45	1,65	3464000	6,54
383	0,008	45	1,65	5633000	6,75
393	0,011	61	1,79	10593000	7,03
403	0,014	77	1,89	9952000	7,00
413	0,327	1862	3,27	3216000	6,51
423	0,044	250	2,40	8338000	6,92
433	0,070	401	2,60	6522000	6,81
443	0,062	353	2,55	7130000	6,85
453	0,068	384	2,58	6993000	6,84
463	0,032	184	2,27	8658000	6,94
473	0,006	34	1,53	2833000	6,45
483	0,006	35	1,55	3511000	6,55
LaK ₃ CrMnO ₆					
293	2603,3	16300486	7,21	4120	3,61
303	2022,8	12665702	7,10	4028	3,61
313	1903,7	11919961	7,08	3771	3,58
323	1755,6	10992637	7,04	3236	3,51
333	1626,8	10186160	7,01	2726	3,44
343	1717,5	10754075	7,03	2174	3,34
353	2156,3	13501609	7,13	1543	3,19
363	3325,6	20823146	7,32	981	2,99
373	5599,3	35059851	7,54	578	2,76
383	11480	71881680	7,86	306	2,49
393	18639	116707546	8,07	205	2,31
403	18286	114497247	8,06	221	2,34
413	15956	99908021	8,00	249	2,40
423	11975	74981108	7,87	294	2,47
433	8274,2	51808658	7,71	352	2,55
443	6012,7	37648343	7,58	422	2,63
453	5546,2	34727367	7,54	476	2,68
463	7397,6	46319853	7,67	452	2,65
473	17179	107565799	8,03	400	2,60
483	26028	162973551	8,21	332	2,52



I



II



III

Температурная зависимость диэлектрической проницаемости (а) и электросопротивления (б) $\text{LaLi}_3\text{CrMnO}_6$ (I), $\text{LaNa}_3\text{CrMnO}_6$ (II) и $\text{LaK}_3\text{CrMnO}_6$ (III) от температуры

По результатам проведенных исследований установлено, что все исследуемые соединения в диапазоне 293–483 К проявляют переменные типы проводимости.

$\text{LaLi}_3\text{CrMnO}_6$. В интервале 293–353 К наблюдается полупроводниковая проводимость, 353–373 К – металлическая проводимость, 373–483 К полупроводниковая проводимость.

$\text{LaNa}_3\text{CrMnO}_6$. 293-333 К – полупроводниковая, 333-393 К – металлическая, 393-413 К – полупроводниковая, 413-453 К – металлическая, 453-473 К – полупроводниковая, 473-483 К – металлическая проводимость.

$\text{LaK}_3\text{CrMnO}_6$. 293-393 К – полупроводниковая, 393-473 К – металлическая, 473-483 К – полупроводниковая проводимость.

Наиболее перспективными характеристиками из изученных соединений для полупроводниковой и конденсаторной технологии обладают $\text{LaLi}_3\text{CrMnO}_6$, $\text{LaK}_3\text{CrMnO}_6$.

Выводы

1. Впервые в интервале 293-483 К измерены температурные зависимости емкости, диэлектрической проницаемости и электросопротивления хромито-манганитов $\text{LaMe}^I_3\text{CrMnO}_6$, где Me^I – Li, Na, K.

2. Исследуемые соединения при указанном диапазоне температур проявляют полупроводниковую и металлическую проводимости.

ЛИТЕРАТУРА

1 Итоги науки и техники. Серия «Химия твердого тела». – Т. 6. «Химия и технология высокотемпературных сверхпроводников». – М.: ВИНТИ, 1998. – 144 с.

2 Касенов Б.К., Бектурганов Н.С., Ермагамбет Б.Т. и др. Двойные и тройные манганиты щелочных, щелочноземельных и редкоземельных металлов. – Караганда: «Tengri Ltd», 2012. – 317 с.

3 Касенов Б.К., Бектурганов Н.С., Мустафин Е.С. и др. Двойные и тройные хромиты щелочных, щелочноземельных и редкоземельных металлов. – Караганда: «Tengri Ltd», 2013. – 172 с.

4 Сенин В.В. Взаимосвязь электромагнитных свойств, субмикроструктуры и дефектности лантан - стронциевых манганитов с замещением марганца хромом: Автореф. дис. ... кан. физ.-мат. наук: 01.04.07. – Астрахань, 2011. – 21 с.

5 Касенов Б.К., Мустафин Е.С., Сагинтаева Ж.И. и др. // Журнал неорган. химии. – 2013. – Т. 58, № 2. – С. 243.

6 Абилдаева А.Ж., Сагинтаева Ж.И., Касенова Ш.Б. и др. // Изв. НАН РК. Сер. химии и технологии. – 2012. – № 5. – С. 41.

REFERENCES

1 Results of science and technology. Moscow: VINITI, 1998, 6, 144.

2 Kasenov B.K., Bekturganov N.S., Ermagambet B.T. i dr. *Dvoynye i troinye manganity shchelochnykh, shchelochnozemel'nykh i redkozemel'nykh metallov. Karaganda: «Tengri Ltd», 2012, 317 (in Russ).*

3 Kasenov B.K., Bekturganov N.S., Mustafin E.S. i dr. *Dvoynye i troinye khromity shchelochnykh, shchelochnozemel'nykh i redkozemel'nykh metallov. Karaganda: «Tengri Ltd», 2013, 172 (in Russ).*

4 Senin V. Author. diss. kan. Sci. Sciences: 01.04.07. Astrakhan, 2011, 21c. (in Russ).

5 Kasenov B.K., Mustafin E.S., Sagintaeva Zh.I. i dr. *Zhurnal neorgan. Khimii, 2013, 58, 2, 243 (in Russ).*

6 Abil'daeva A.Zh., Sagintaeva Zh.I., Kasenova Sh.B. i dr. *Izv. NAN RK. Ser. khimii i tekhnologii, 2012, 5, 41 (in Russ).*

Резюме

Б. Қ. Қасенов, Ж. И. Сағынтаева, Ш. Б. Қасенова,
Е. Е. Қуанышбеков, А. А. Сейсенова, Д. Ы. Смағұлова

(Ж. Әбішев атындағы Химия-металлургия институты, Қарағанды, Қазақстан)

$\text{LaMe}^I_3\text{CrMnO}_6$ (Me^I – Li, Na, K) ХРОМИТ-МАНГАНИТТЕРІНІҢ ДИЭЛЕКТРЛІК ӨТКІЗГІШТІГІ МЕН ЭЛЕКТРҚАРСЫЛЫҒЫНЫҢ ТЕМПЕРАТУРАҒА ТӘУЕЛДІЛІКТЕРІ

Алғаш рет 293-483 К аралығында LCR-800 (Тайваньда шығарылған) қондырғысында $\text{LaMe}^I_3\text{CrMnO}_6$ мұндағы Me^I – Li, Na, K хромит-манганиттерінің сыйымдылығы, диэлектрлік өткізгіштігі мен электрқарсылығы зерттелді. Көрсетіліп отырған температуралар аралығында зерттеліп отырған қосылыстардың бәрінің жартылай және металдық қасиеті бары анықталды. $\text{LaLi}_3\text{CrMnO}_6$ төмендегідей өткізгіштік түрін көрсетеді: 293-353 К аралығында жартылай, 353-373 К аралығында металдық, 373-483 К аралығында жартылай, $\text{LaNa}_3\text{CrMnO}_6$. 293-333 К – жартылай, 333-393 К – металдық, 393-413 К – жартылай, 413-453 К – металдық, 453-473 К – жартылай, 473-483 К – металдық өткізгіштік қасиет көрсетеді. $\text{LaK}_3\text{CrMnO}_6$. 293-393 К – жартылай, 393-473 К – металдық, 473-483 К – жартылай өткізгіштік қасиет көрсетеді.

Тірек сөздер: лантан, сілтілік металдары, хромит-манганит, сыйымдылық, диэлектрлік өткізгіштік, электрқарсылық.

Summary

*B. K. Kassenov, J. I. Sagintayeva, SH.B. Kassenova,
E. E. Kuanyshbekov, A. A. Seysenova, D. I. Smagulova*

(J. Abishev Chemical-Metallurgical Institute, Karaganda, Kazakhstan)

TEMPERATURE DEPENDENCE OF ELECTRICAL PERMITTIVITY AND RESISTANCE OF CHROMITE-MANGANITES $\text{LaMe}^{\text{I}}_3\text{CrMnO}_6$ ($\text{Me}^{\text{I}} - \text{Li, Na, K}$)

First in the range of 293-483 K on the device LCR- 800 (manufactured by Taiwan) investigated capacity, dielectric permittivity and electrical Chromite - manganite $\text{LaMe}^{\text{I}}_3\text{CrMnO}_6$, where $\text{Me}^{\text{I}} - \text{Li, Na, K}$. It is found that in this temperature range the studied compounds exhibit semiconductor and types of metallic conductivity. Do $\text{LaLi}_3\text{CrMnO}_6$ range 293-353 K, the conductivity of the semiconductor ; at 353-373 K - metallic conductivity 373 - 483 K the conductivity of a semiconductor; $\text{LaNa}_3\text{CrMnO}_6$ at 293-333 K exhibits semiconductor, 333-393 K - metal, 393-413 K - semiconductor, 413-453 K - metal , 453-473 K - semiconductor, 473-483 K - metallic conductivity; $\text{LaK}_3\text{CrMnO}_6$ at 293-393 K exhibits semiconductor , 393-473 K - metal , 473-483 K - semiconductor conductivity.

Keywords: lanthanum, alkaline metals, chromite-manganite, capacity, permittivity, electrical resistivity.

Поступила 01.04.2014г.