УДК 546.711:717:76:442

Б. К. КАСЕНОВ[1], Ш. Б. КАСЕНОВА[1], Е. Е. КУАНЫШБЕКОВ[1], К. Т. ЕРМАГАНБЕТОВ[2]

([1]Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева, Караганда, Казахстан,
[2]Карагандинский государственный университет им. Е. А. Букетова, Караганда, Казахстан)

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ХРОМИТО-МАНГАНИТОВ $LaMe^{II}_3CrMnO_{7,5}$ (Me^{II} – Mg, Ca, Sr, Ba)

Аннотация. На приборе LCR-800 (производство Тайвань) в интервале 293-483 К исследованы емкости, диэлектрические проницаемости и электросопротивления хромито-манганитов $LaMe^{II}_3CrMnO_{7,5}$, где Me^{II} – Mg, Ca, Sr, Ba. Установлено, что в указанном интервале температуры все изучаемые соединения проявляют полупроводниковую и металлическую типы проводимости. $LaMg_3CrMnO_{7,5}$ проявляет следующие виды проводимости: при 293-373 К – полупроводниковую, при 373-393 К – металлическую, при 393-413 К – полупроводниковую, при 413-453 К – металлическую, при 453-473 К – полупроводниковую и при 473-483 К – металлическую проводимость. Аналогично $LaMg_3CrMnO_{7,5}$ хромито-манганиты лантана и других щелочноземельных металлов проявляют переменные типы проводимости.

Ключевые слова: лантан, щелочноземельные металлы, хромито-манганит, емкость, электросопротивление.

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

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

Соединения на основе хромитов и манганитов редкоземельных элементов (РЗЭ), допированных оксидами щелочноземельных металлов, характеризуются уникальными свойствами. Они обладают эффектом гигантского магнитного сопротивления, являются эффективными катодолюминофорами, твердотельными химическими источниками тока, термоиндикаторами, а также представляют интерес как материалы для считывания и хранения информации и др. [1-5].

В работах [6, 7] нами методом керамической технологии из La_2O_3, Cr_2O_3, Mn_2O_3 и карбонатов щелочноземельных металлов синтезированы хромито-манганиты состава $LaMe^{II}_3CrMnO_{7,5}$ (Me^{II} – Mg, Ca, Sr, Ba) и определены типы их сингонии и параметры решеток.

В данной работе приводятся результаты электрофизического (электроемкости, диэлектрической проницаемости, электросопротивления) исследования вышеуказанных соединений.

Измерения электроемкости проводилось на LCR-800 (измерители L, C, R) 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 20кг/см^2. Далее они выдерживались в течение 8 часов при температуре 100°С 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 гитерезиса) проводилось на осциллографе С1-83.

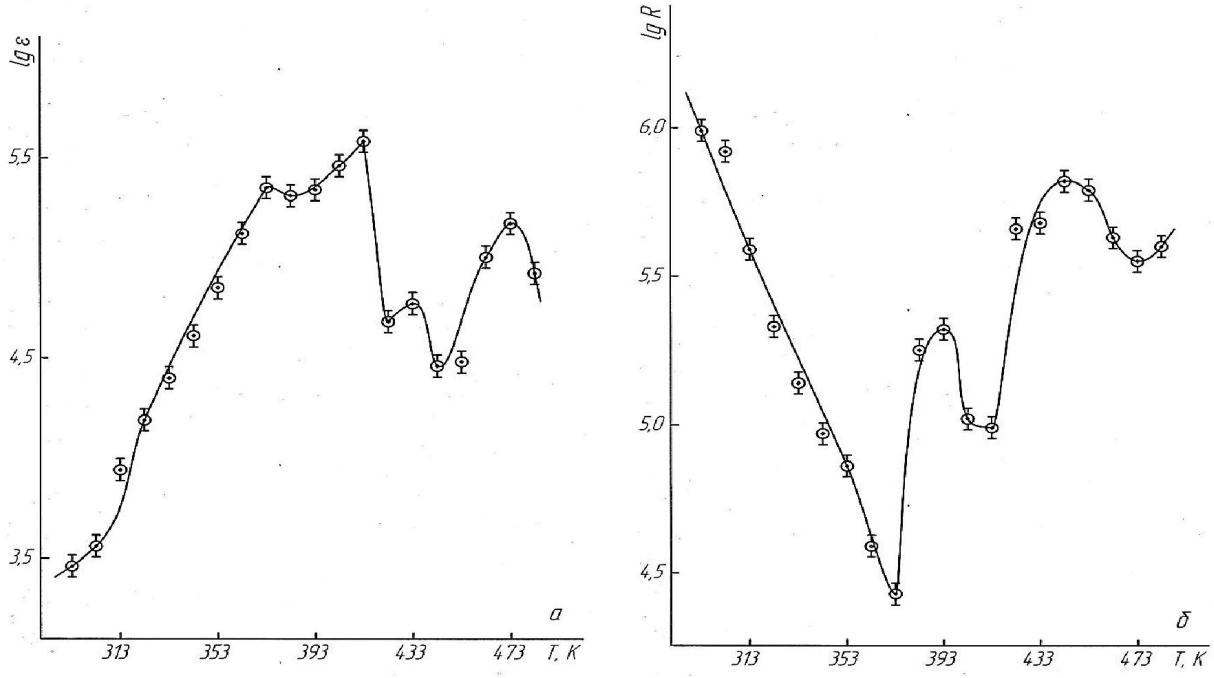
Ниже в таблице и рисунках 1 и 2 представлены данные температурных зависимостей диэлектрической проницаемости и электросопротивления хромито-манганитов $LaMg_3CrMnO_{7,5}$ (I), $LaCa_3CrMnO_{7,5}$ (II), $LaSr_3CrMnO_{7,5}$ (III), $LaBa_3CrMnO_{7,5}$ (IV) в интервале 293-483 К.

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

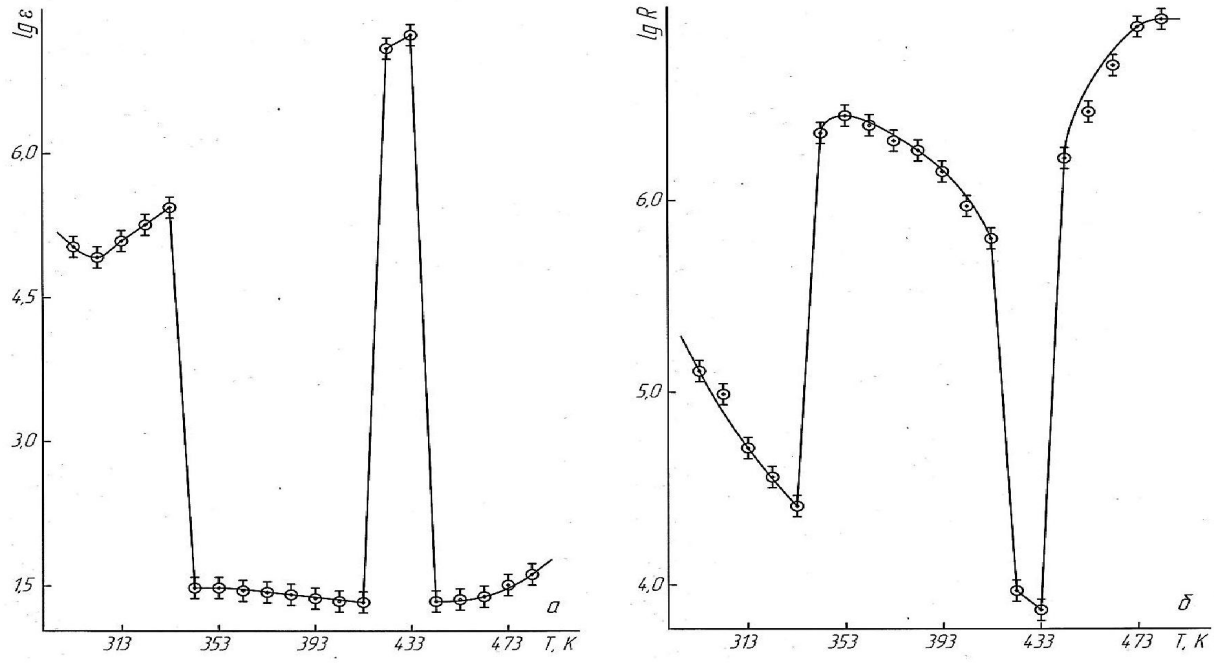
T, K	C, пФ	ε	*lg* ε	R, Ом	*lg* R
1	2	3	4	5	6
$LaMg_3CrMnO_{7,5}$					
293	0,494	2877	3,46	966800	5,99
303	0,622	3627	3,56	833700	5,92
313	1,478	8617	3,94	387500	5,59
323	2,684	15645	4,19	212900	5,33
333	4,325	25214	4,40	139200	5,14
343	7,069	41207	4,61	94170	4,97
353	12,242	71367	4,85	72900	4,86
363	22,648	132030	5,12	38500	4,59
373	38,080	221993	5,35	26690	4,43
383	35,344	206041	5,31	176700	5,25
393	37,705	219807	5,34	206700	5,32
403	49,563	288935	5,46	105500	5,02
413	65,543	382092	5,58	98710	4,99
423	8,280	48269	4,68	458600	5,66
433	10,165	59258	4,77	477000	5,68
443	4,990	29090	4,46	662100	5,82
453	5,208	30361	4,48	623000	5,79
463	17,074	99535	5,00	431200	5,63
473	25,251	147204	5,17	358200	5,55
483	14,211	82845	4,92	397300	5,60
$LaCa_3CrMnO_{7,5}$					
293	23,5220	106653	5,03	127600	5,11
303	18,2570	82780	4,92	98760	4,99
313	27,3680	124091	5,09	51100	4,71
323	40,0630	181652	5,26	36240	4,56
333	60,5340	274471	5,44	25780	4,41
343	0,0067	31	1,48	2242000	6,35
353	0,0066	30	1,48	2771000	6,44
363	0,0062	28	1,45	2464000	6,39
373	0,0060	27	1,43	2046000	6,31
383	0,0056	25	1,41	1817000	6,26

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6
393	0,0052	23	1,37	1415000	6,15
403	0,0049	22	1,34	942300	5,97
413	0,0047	21	1,33	625700	5,80
423	2688,7000	12191018	7,09	9353	3,97
433	3717,6000	16856224	7,23	7354	3,87
443	0,0048	22	1,34	1671000	6,22
453	0,0050	23	1,36	2877000	6,46
463	0,0054	24	1,39	5041000	6,70
473	0,0071	32	1,51	7907000	6,90
483	0,0092	42	1,62	8671000	6,94
$LaSr_3CrMnO_{7,5}$					
293	0,0174	89	1,95	2984000	6,47
303	0,0173	88	1,95	3117000	6,49
313	0,0184	94	1,97	3233000	6,51
323	0,0228	117	2,07	3810000	6,58
333	0,0394	201	2,30	3817000	6,58
343	0,0635	324	2,51	3228000	6,51
353	0,0804	411	2,61	2897000	6,46
363	0,0770	393	2,59	2997000	6,48
373	0,0632	323	2,51	3260000	6,51
383	0,0497	254	2,40	3431000	6,54
393	0,0495	253	2,40	3364000	6,53
403	0,0423	216	2,34	7805000	6,89
413	0,0245	125	2,10	10841000	7,04
423	0,0446	228	2,36	9114000	6,96
433	0,0656	335	2,53	7899000	6,90
443	0,0290	148	2,17	11213000	7,05
453	0,0065	33	1,52	6152000	6,79
463	0,0064	33	1,52	7529000	6,88
473	0,0058	30	1,47	3100000	6,49
483	0,0061	31	1,50	4469000	6,65
$LaBa_3CrMnO_{7,5}$					
293	0,0094	44	1,65	3067000	6,49
303	0,0098	47	1,67	3397000	6,53
313	0,0122	58	1,76	5450000	6,74
323	0,0288	137	2,14	6565000	6,82
333	0,0470	223	2,35	5393000	6,73
343	0,0575	273	2,44	4691000	6,67
353	0,0677	322	2,51	4186000	6,62
363	0,0962	457	2,66	3305000	6,52
373	0,1657	787	2,90	2369000	6,37
383	0,0799	379	2,58	3209000	6,51
393	0,0419	199	2,30	3971000	6,60
403	0,0273	130	2,11	4243000	6,63
413	0,0213	101	2,00	3930000	6,59
423	0,0207	98	1,99	3741000	6,57
433	0,0211	100	2,00	3861000	6,59
443	0,0243	115	2,06	4055000	6,61
453	0,0310	147	2,17	4204000	6,62
463	0,0482	229	2,36	3869000	6,59
473	0,0890	423	2,63	3054000	6,48
483	0,2016	958	2,98	2078000	6,32

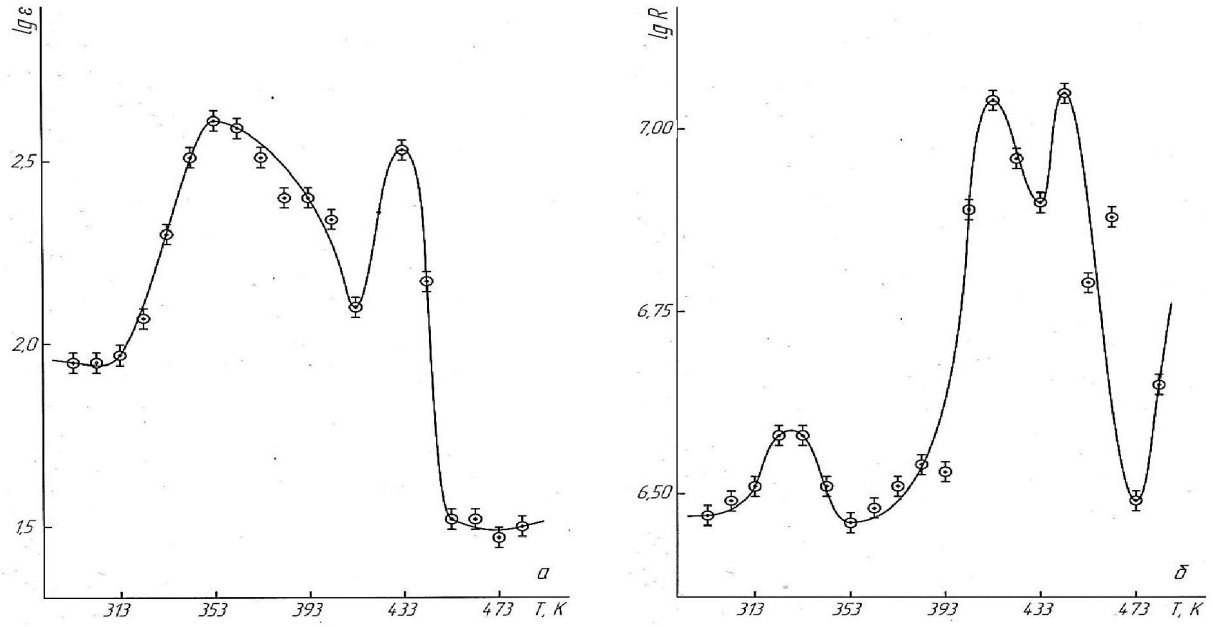


I

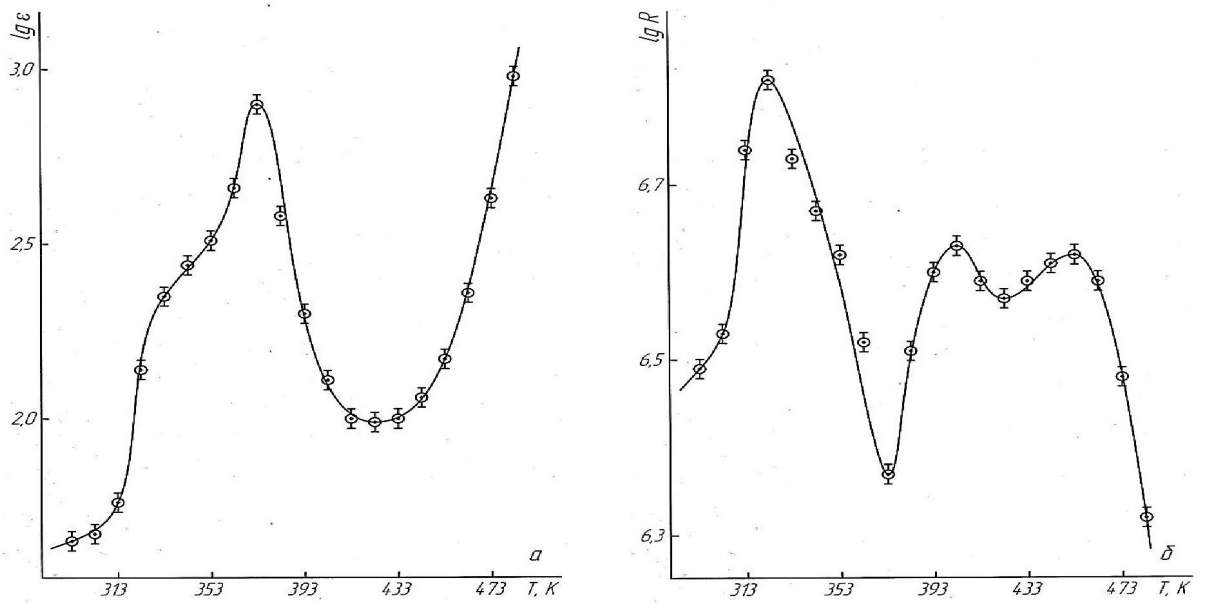


II

Рисунок 1 – Температурная зависимость диэлектрической проницаемости (а) и электросопротивления (б) $LaMg_3CrMnO_{7,5}$ (I) и $LaCa_3CrMnO_{7,5}$ (II) от температуры



I



II

Рисунок 2 – Температурная зависимость диэлектрической проницаемости (а) и электросопротивления (б) $LaSr_3CrMnO_{7,5}$ (I) и $LaBa_3CrMnO_{7,5}$ (II) от температуры

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

$LaMg_3CrMnO_{7,5}$ при 293-373 К имеет полупроводниковую, 373-393 К – металлическую, 393-413 К – полупроводниковую, 413-453 К – металлическую, 453-473 К – полупроводниковую, 473-483 К – металлическую проводимость.

$LaCa_3CrMnO_{7,5}$ при 293-333 К имеет полупроводниковую, 333-353 К – металлическую, 353-433 К – полупроводниковую, 433-483 К – металлическую проводимость.

$LaSr_3CrMnO_{7,5}$ при 293-413 К имеет металлическую, 413-473 К – полупроводниковую, 473-483 К – металлическую проводимость.

$LaBa_3CrMnO_{7,5}$ при 293-313 К имеет металлическую, 313-373 К – полупроводниковую, 373-393 К – металлическую, 393-433 К – полупроводниковую, 433-453 К – металлическую, 453-483 К – полупроводниковую проводимость.

Выводы

1. Впервые в интервале 293-483 К измерены температурные зависимости емкости, диэлектрической проницаемости и электросопротивления хромито-манганитов $LaMe^{II}_3CrMnO_{7,5}$ (Me^{II} – Mg, Ca, Sr, Ba).

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

ЛИТЕРАТУРА

1 Третьяков Ю.Д., Гудилин Е.А. // Успехи химии. – 2000. – Т. 69, № 1. – С. 1.

2 Муковский Я.М. // Журн. Рос. хим. общества им. им. Д. И. Менделеева. – 2001. – Т. 45, № 5-6. – С. 32.

3 Пальгуев С.Ф., Гильдерман В.К., Земцова В.И. Высокотемпературные оксидные электронные проводники для электрохимических устройств. – М.: Наука, 1990. – 197 с.

4 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.

5 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.

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

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

REFERENCES

1 Tret'iakov Iu.D., Gudilin E.A. *Uspekhi khimii*, **2000**, 69, 1, 1 (in Russ).

2 Mukovskii Ia.M. *Zhurn. Ros. khim. obshchestva im. im. D.I. Mendeleeva*, **2001**, 45, 5-6, 32 (in Russ).

3 Pal'guev S.F., Gil'derman V.K., Zemtsova V.I. *Vysokotemperaturnye oksidnye elektronnye provodniki dlia elektrokhimicheskikh ustroistv. M.: Nauka*, **1990**, 197 (in Russ).

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

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

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

7 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[1], Ш. Б. Қасенова[1], Е. Е. Қуанышбеков[1], Қ. Т. Ермағанбетов[2]

([1]Ж. Әбішев атындағы Химия-металлургия институты, Қарағанды, Қазақстан,
[2]Е. А. Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті, Қарағанды, Қазақстан)

$LaMe^{II}_3CrMnO_{7,5}$ (Me^{II} – Mg, Ca, Sr, Ba) ХРОМИТ-МАНГАНИТТЕРІН ЭЛЕКТРОФИЗИКАЛЫҚ ТҰРҒЫДАН ЗЕРТТЕУ

LCR-800 (Тайваньда шығарылған) қондырғысында 293-483 К аралығында $LaMe^{II}_3CrMnO_{7,5}$ (Me^{II} – Mg, Ca, Sr, Ba) хромит-манганиттерінің сыйымдылығы, диэлектрліктік өткізгіштігі мен электрқарсылығы зерттелді. Көрсетіліп отырған температуралар аралығында зерттеліп отырған қосылыстардың бәрінің жартылай және металдық қасиеті бары анықталды. $LaMg_3CrMnO_{7,5}$ төмендегідей өткізгіштік түрін көрсетеді: 293-373 К аралығында – жартылай, 373-393 К аралығында – металдық, 393-413 К аралығында – жартылай, 413-453 К аралығында – металдық, 453-473 К аралығында – жартылай және 473-483 К аралығында – металдық өткізгіштік қасиет көрсетеді. $LaMg_3CrMnO_{7,5}$ сияқты лантан мен басқа сілтілік-жер металдарының хромит-манганиттері өткізгіштіктің ауыспалы түрлерін көрсетеді.

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

Summary

B. K. Kassenov[1], Sh.B. Kassenova[1], E. E. Kuanyshbekov[1], K. T. Ermaganbetov[2]

([1]J. Abishev Chemical-metallurgical institute, Karaganda, Kazakhstan,
[2]E. A. Buketov Karaganda state university, Karaganda, Kazakhstan)

ELECTRIC PROPERTIES OF CHROMITE-MANGANATES $LaMe^{II}_3CrMnO_{7,5}$ (Me^{II} – Mg, Ca, Sr, Ba)

The instrument LCR-800 (manufactured by Taiwan) in the range of 293-483 K are investigated capacitance, dielectric permittivity and electrical chromite-manganite $LaMe^{II}_3CrMnO_{7,5}$, where Me^{II} – Mg, Ca, Sr, Ba. It was established that in the range indicated all temperatures studied compounds exhibited metallic and semiconducting conductivity types. $LaMg_3CrMnO_{7,5}$ exhibits the following types of conductivity: at 293-373 K - semiconductor, at 373-393 K – metal, at 393-413 K - semiconductor, at 413-453 K – metal, at 453-473 K - semiconductor and at 473–483 K - metallic conductivity. Similarly $LaMg_3CrMnO_{7,5}$ chromite-lanthanum manganites and other alkaline earth metals exhibit variable types of conductivity.

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

Поступила 01.04.2014г.