

## NEWS

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

ISSN 2224-5286

Volume 2, Number 422 (2017), 99 – 103

UDK 542.91+539.26+546.74:75:654:442

**A.Z. Bekturganova<sup>1</sup>, Zh.I. Sagintaeva<sup>2</sup>, K.T. Rustembekov<sup>1</sup>,  
 Sh.B. Kasenova<sup>2</sup>, B.K. Kasenov<sup>2</sup>, M. Stoev<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> - E.A. Buketov Karaganda State University, Karaganda, Kazakhstan;

<sup>2</sup> - J. Abishev Chemical-Metallurgical Institute, Karaganda, Kazakhstan;

<sup>3</sup> - Southwestern University "Neophyte Rilski", Blagoevgrad, Bulgaria  
[kasenov1946@mail.ru](mailto:kasenov1946@mail.ru)

## NEW $\text{La}_2\text{MnNiTeO}_7$ (M – Mg, Ca, Sr, Ba) SYNTHESIS AND THEIR X-RAY STUDIES

**Annotation.** Using ceramic technology from oxides of La(III), Ni(II), Te(IV) and carbonates of Mg, Ca, Sr, Ba in the range of 800-1200 °C are synthesized new phases - nickelite-tellurite  $\text{La}_2\text{MnNiTeO}_7$  (M – Mg, Ca, Sr, Ba).

Annealing was performed in a furnace «SNOL» at temperatures of 800-1200° C for 20 hours with intermediate cooling, mixing and mastication in an agate mortar. Low-temperature annealing conducted at 400° C for 20 hours.

X-ray powder diffraction analysis was performed on a DRON-2.0 diffractometer. The intensity of diffraction maximums was evaluated by 100-point scale. X-ray photograph of obtained compounds was indexed by analytical method. Satisfactory fit of experimental and calculated values  $10^3/d^2$  and the volume of the unit cells  $V_{\text{un.cell.}}^{\circ}$  show the correctness and accuracy of the indexing results.

It was found that all the synthesized compounds crystallize in the cubic system with the following lattice parameters:  $\text{La}_2\text{MgNiTeO}_7$  –  $a=13,23\pm 1,65\text{Å}$ ,  $V^{\circ}=2314,37\pm 4,94\text{Å}^3$ ,  $Z=4$ ,  $V_{\text{un.cell.}}^{\circ}=578,60\pm 1,23\text{Å}^3$ ,  $\rho_{\text{x-ray}}= 6,66\text{ g/cm}^3$ ;  $\text{La}_2\text{CaNiTeO}_7$  –  $a=13,36\pm 1,48\text{Å}$ ,  $V^{\circ}=2388,43 \pm 4,42\text{Å}^3$ ,  $Z=4$ ,  $V_{\text{un.cell.}}^{\circ}=597,11\pm 1,11\text{Å}^3$ ,  $\rho_{\text{x-ray}}= 6,44\text{ g/cm}^3$ ;  $\text{La}_2\text{SrNiTeO}_7$  –  $a=13,17\pm 1,66\text{Å}$ ,  $V^{\circ}=2284,84\pm 4,98\text{Å}^3$ ,  $Z=4$ ,  $V_{\text{un.cell.}}^{\circ}= 571,21\pm 1,25\text{Å}^3$ ,  $\rho_{\text{x-ray}}= 6,67\text{ g/cm}^3$ ;  $\text{La}_2\text{BaNiTeO}_7$  –  $a=14,43\pm 1,74\text{Å}$ ,  $V^{\circ}=3002,19 \pm 5,22\text{Å}^3$ ,  $Z=4$ ,  $V_{\text{un.cell.}}^{\circ}= 750,55\pm 1,31\text{Å}^3$ ,  $\rho_{\text{x-ray}}= 6,83\text{ g/cm}^3$ . Estimated structure of the synthesized nickelite-tellurites is perovskite with the space group Pm3m.

**Key words:** lanthanum, nickel, tellurite, synthesis, x-ray.

УДК 542.91+539.26+546.74:75:654:442

**А.Ж. Бектурганова<sup>1</sup>, Ж.И. Сагинтаева<sup>2</sup>,  
 К.Т.Рустембеков<sup>1</sup>, Ш.Б. Касенова<sup>2</sup>, Б.К. Касенов<sup>2</sup>, М. Стоев<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> - Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова;

<sup>2</sup> - Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева, Караганда;

<sup>3</sup> - Юго-Западный университет «Неофит Рильский», Благоевград, Болгария

## СИНТЕЗ И РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ НИКЕЛИТО-ТЕЛЛУРИТОВ $\text{La}_2\text{MnNiTeO}_7$ (M – Mg, Ca, Sr, Ba)

**Аннотация.** Методом керамической технологии из оксидов La(III), Ni(II), Te(IV) и карбонатов Mg, Ca, Sr, Ba в интервале 800-1200 °C синтезированы новые фазы – никелито-теллуриды  $\text{La}_2\text{MnNiTeO}_7$  (M – Mg, Ca, Sr, Ba).

Отжиг проводили в печи «SNOL» при температурах 800-1200 °C в течение 20 часов с промежуточными охлаждениями, перемешиваниями и перетирами в агатовой ступке. Низкотемпературный отжиг проведен при 400 °C также в течение 20 часов.

Рентгенофазовый анализ проведен на установке ДРОН-2.0. Интенсивность дифракционных максимумов оценивали по стобальной шкале. Индицирование рентгенограмм полученных соединений проводили аналитическим методом. Удовлетворительное согласие опытных и расчетных значений  $10^4/d^2$  и объемов элементарных ячеек  $V_{\text{эл.яч.}}^{\circ}$  показывают на корректность и достоверность результатов индицирования.

Установлено, что все синтезированные соединения кристаллизуются в кубической сингонии со следующими параметрами решетки:  $\text{La}_2\text{MgNiTeO}_7$  –  $a=13,23\pm 1,65\text{Å}$ ,  $V^{\circ}=2314,37\pm 4,94\text{Å}^3$ ,  $Z=4$ ,  $V_{\text{эл.яч.}}^{\circ}=578,60\pm 1,23\text{Å}^3$ ,  $\rho_{\text{рент.}}=6,66$  г/см<sup>3</sup>;  $\text{La}_2\text{CaNiTeO}_7$  –  $a=13,36\pm 1,48\text{Å}$ ,  $V^{\circ}=2388,43\pm 4,42\text{Å}^3$ ,  $Z=4$ ,  $V_{\text{эл.яч.}}^{\circ}=597,11\pm 1,11\text{Å}^3$ ,  $\rho_{\text{рент.}}=6,44$  г/см<sup>3</sup>;  $\text{La}_2\text{SrNiTeO}_7$  –  $a=13,17\pm 1,66\text{Å}$ ,  $V^{\circ}=2284,84\pm 4,98\text{Å}^3$ ,  $Z=4$ ,  $V_{\text{эл.яч.}}^{\circ}=571,21\pm 1,25\text{Å}^3$ ,  $\rho_{\text{рент.}}=6,67$  г/см<sup>3</sup>;  $\text{La}_2\text{BaNiTeO}_7$  –  $a=14,43\pm 1,74\text{Å}$ ,  $V^{\circ}=3002,19\pm 5,22\text{Å}^3$ ,  $Z=4$ ,  $V_{\text{эл.яч.}}^{\circ}=750,55\pm 1,31\text{Å}^3$ ,  $\rho_{\text{рент.}}=6,83$  г/см<sup>3</sup>. Предполагаемая структура синтезированных никелито-теллуридов является перовскитной с пространственной группы Pm3m.

**Ключевые слова:** лантан, никель, теллурид, синтез, рентгенография.

В последнее время к никелитам проявляют большой интерес в связи с возможностью их применения в качестве твердых электролитов топливных ячеек [1]. В [2] исследованы электропроводность, термоЭДС и магнитная восприимчивость образцов твердых растворов замещения  $\text{La}_{2-x}\text{Ca}_x\text{NiO}_{4+8}$  в интервале температур от 80 до 290 К и установлены их перспективные физико-химические свойства.

Учитывая перспективность никелитов и манганитов нами также ранее были синтезированы и исследованы рентгенографические и термодинамические характеристики никелито-манганитов  $\text{LaMg}_2\text{NiMnO}_6$  и  $\text{LaCa}_2\text{NiMnO}_6$  [3, 4].

Теллур и его соединения являются перспективными объектами для поиска новых полупроводниковых и сегнетоэлектрических материалов. Особенно это касается малоизученных сложных оксосоединений, в частности, тройных теллуридов d и f-элементов, которые представляют собой определенный теоретический и практический интерес для неорганического материаловедения в качестве перспективных веществ, обладающих ценными физико-химическими свойствами.

Также авторами [5-19] были исследованы теллуриды s и d-элементов.

Учитывая вышеуказанное можно заключить, что определенный интерес вызывает сочетание никелитов и теллуридов в одном соединении.

В связи с этим, целью данной работы является синтез и рентгенографическое исследование новых фаз – никелито-теллуридов состава  $\text{La}_2\text{MnNiTeO}_7$  (M – Mg, Ca, Sr, Ba).

Твердофазный синтез соединений проведен методом керамической технологии из оксидов лантана (III) квалификации «ос.ч.», никеля (II), теллура (IV) и карбонатов кальция, стронция и бария марки «ч.д.а.». Предварительно обезвоженные при 400<sup>o</sup>C стехиометрические количества исходных веществ тщательно перемешивались, перетирались в агатовой ступке. Затем они в алундовых тиглях в печи «SNOL» отжигались сначала при 800<sup>o</sup>C, затем при 1200<sup>o</sup>C в течение 20 часов, далее смеси охлаждались, перемешивались и тщательно перетирались. Низкотемпературный отжиг составов проводили при температуре 400<sup>o</sup>C также в течение 20 часов.

Рентгенографическое исследование синтезированных новых фаз 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. Индицирование рентгенограмм полученных соединений проводили аналитическим методом [20]. Ниже в таблице представлены результаты индицирования.

На основании результатов индицирования установлено, что синтезированные никелито-теллуриды кристаллизуются в кубической сингонии в структуре перовскита:  $\text{La}_2\text{MgNiTeO}_7$  –  $a=13,23\pm 1,65\text{Å}$ ,  $V^{\circ}=2314,37\pm 4,94\text{Å}^3$ ,  $Z=4$ ,  $V_{\text{эл.яч.}}^{\circ}=578,60\pm 1,23\text{Å}^3$ ,  $\rho_{\text{рент.}}=6,66$  г/см<sup>3</sup>;  $\text{La}_2\text{CaNiTeO}_7$  –  $a=13,36\pm 1,48\text{Å}$ ,  $V^{\circ}=2388,43\pm 4,42\text{Å}^3$ ,  $Z=4$ ,  $V_{\text{эл.яч.}}^{\circ}=597,11\pm 1,11\text{Å}^3$ ,  $\rho_{\text{рент.}}=6,44$  г/см<sup>3</sup>;  $\text{La}_2\text{SrNiTeO}_7$  –  $a=13,17\pm 1,66\text{Å}$ ,  $V^{\circ}=2284,84\pm 4,98\text{Å}^3$ ,  $Z=4$ ,  $V_{\text{эл.яч.}}^{\circ}=571,21\pm 1,25\text{Å}^3$ ,  $\rho_{\text{рент.}}=6,67$  г/см<sup>3</sup>;  $\text{La}_2\text{BaNiTeO}_7$  –  $a=14,43\pm 1,74\text{Å}$ ,  $V^{\circ}=3002,19\pm 5,22\text{Å}^3$ ,  $Z=4$ ,  $V_{\text{эл.яч.}}^{\circ}=750,55\pm 1,31\text{Å}^3$ ,  $\rho_{\text{рент.}}=6,83$  г/см<sup>3</sup>.

Удовлетворительное согласие опытных и расчетных значений  $10^4/d^2$  и  $V_{\text{эл.яч.}}^{\circ}$  указывают на корректность и достоверность результатов индицирования.

Таким образом, впервые получены новые никелито-теллуриды состава  $\text{La}_2\text{MnNiTeO}_7$  (M – Mg, Ca, Sr, Ba), определены типы их сингонии, параметры решеток.

Таблица – Индексирование рентгенограмм никелито-теллуридов

$J/J_0$	$d, \text{Å}$	$10^4/d^2$ <sub>расч.</sub>	hkl	$10^4/d^2$ <sub>эксп.</sub>
1	2	3	4	5
<b>La<sub>2</sub>MgNiTeO<sub>7</sub></b>				
24	3,890	660,9	511	660,9
15	3,403	863,5	531	856,7
100	3,010	1104	630	1102
68	2,881	1205	700	1199
15	2,200	2066	842	2056
32	2,102	2263	852	2277
25	2,034	2417	933	2423
30	1,958	2608	951	2619
27	1,753	3254	964	3256
12	1,580	4006	10.8.0	4014
<b>La<sub>2</sub>CaNiTeO<sub>7</sub></b>				
22	15,249	655,8	511/333	655,7
100	9,060	1104	631	1117
63	8,387	1192	700	1190
14	7,751	1290	641	1287
17	4,805	2081	921	2089
28	4,166	2400	755	2404
14	4,024	2485	10.1.1	2477
18	3,885	2574	950	2574
18	3,112	3214	10.4.4	3206
32	2,866	3489	12.0.0	3497
<b>La<sub>2</sub>SrNiTeO<sub>7</sub></b>				
36	3,414	858,0	521	858,0
56	3,328	902,9	440	914,2
50	3,061	1067	610	1057
20	2,898	1191	541	1200
36	2,348	1814	800	1829
34	2,281	1922	733	1914
25	2,034	2417	920	2429
33	1,974	2566	930	2571
36	1,758	3236	870	3228
31	1,656	3647	880	3657
9	1,356	5439	10.9.3	5428
11	1,31	5827	10.10.2	5829
10	1,218	6741	13.6.2	6743
<b>La<sub>2</sub>BaNiTeO<sub>7</sub></b>				
35	3,89	660,9	500	660,9
19	3,392	869,1	441	873,4
100	3,02	1096	541	1110
87	2,281	1922	830	1930
19	2,266	1948	831	1956
27	2,14	2184	753	2194
21	2,034	2417	931	2406
37	1,971	2574	940	2564
16	1,698	3468	10.7.0	3439
14	1,679	3547	972	3542
13	1,634	3745	965	3754
8	1,444	4796	10.9.0	4785

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Зырин А. В., Бондаренко Т. Н., Уваров В. Н. Легированные никелиты лантана как катоды твёрдоэлектролитных топливных элементов / Труды конференции «Водородное материаловедение и химия гидридов металлов». – Киев, 2001. – С. 770-773.
- [2] Матвеев Е. А. Физические свойства твердых растворов La<sub>2-x</sub>Ca<sub>x</sub>NiO<sub>4+z</sub>: Дисс. канд. физ.-мат. наук: – Москва, 2008. – 119 с.

[3] Бектурганова А.Ж., Касенова Ш.Б., Сагинтаева Ж.И., Сейсенова А.А., Куанышбеков Е.Е., Касенов Б.К. Синтез и рентгенографическое исследование никелито-манганита  $\text{LaCa}_2\text{NiMnO}_6$  //Тезисы докладов VI Всероссийской молодежной научно-технической конференции «Наукоёмкие химические технологии - 2015». – 2015. – С. 112.

[4] Касенов Б.К., Касенова Ш.Б., Сейсенова А.А., Рустембеков, Туртубаева М.О., Бектурганова А.Ж. Теплоемкость и термодинамические функции нового никелито-манганита  $\text{LaMg}_2\text{NiMnO}_6$  в интервале 298,15–673 К // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию Е.А. Букетова «Научное и творческое наследие академика Е.А. Букетова». – 2015. – Т. 1. – С. 256-260.

[5] Дюсекеева А.Т. Синтез и свойства двойных селенатов, теллуридов некоторых d-элементов: автореф. дис... канд. хим. наук. – Караганда, 2008. – 19 с.

[6] Рустембеков К.Т. Синтез, свойства неорганических соединений на основе халькогенов и их поведение в гидрокхимических процессах: автореф. дис... докт. хим. наук. – Караганда, 2009. – 32 с.

[7] Рустембеков К.Т., Дюсекеева А.Т., Шарипова З.М., Жумадилов Е.К. Рентгенографические, термодинамические и электрофизические свойства двойного теллурида натрия и цинка //Известия Томского политехнического университета. – 2009. –Т. 315. – № 3. – С. 16-19.

[8] Рустембеков К.Т. Теплоемкость и термодинамические функции теллурида кальция-кадмия в интервале 298,15-673 К // Известия Томского политехнического университета. – 2010. – Т. 317. – № 2. – С. 144-146.

[9] Дюсекеева А.Т., Рустембеков К.Т. Синтез и рентгенография теллуридов некоторых s-d-элементов //Вестник Карагандинского университета. Серия химия. – 2010. - № 2(58). – С. 37-41.

[10] Рустембеков К.Т. Синтез и термохимия теллуридов некоторых s-d-элементов //Вестник Карагандинского университета. Серия химия. – 2010. – № 2(58). – С. 42-47.

[11] Рустембеков К.Т., Дюсекеева А.Т. Квантово-химические расчеты и строение теллуридов некоторых s-d-элементов //Вестник Карагандинского университета. Серия химия. – 2010. – № 2(58). – С. 47-51.

[12] Рустембеков К.Т. Калориметрия нового дителлуридоцинката кальция //Республиканский журнал «Труды университета». – 2010. – № 2(39). – С. 108-110.

[13] Рустембеков К.Т., Дюсекеева А.Т., Шарипова З.М., Аманжан А. Синтез и термохимия новых металлосмешанных теллуридов // Вестник КазНУ. Серия химическая. – 2012. – № 1(65). – С. 170-174.

[14] Рустембеков К.Т., Дюсекеева А.Т. Термохимия селената и теллурида магния и кадмия //Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 321. –№ 3. – С. 77-80.

[15] Рустембеков К.Т., Дюсекеева А.Т., Шарипова З.М. и др. Теллуриды некоторых s – f – элементов, синтез, рентгенографические и электрофизические свойства. – Журнал общ. химии РАН. – 2012. – Т.82. – № 8. – С. 1272-1276.

[16] Дюсекеева А.Т., Кездикбаева А.Т., Канафина С.Б., Сарсенбаева Л.А. Синтез и электрофизические свойства теллурида калия-церия //Материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции имени профессора Л.П. Кулева студентов и молодых ученых с международным участием «Химия и химическая технология в XXI» – Томск, 2013. – С. 42-43.

[17] Рустембеков К.Т., Дюсекеева А.Т. Теплоемкость и термодинамические функций теллуридов кадмия в интервале 298,15-6736 К // Журнал физ. химии РАН. – 2013. – Т.87. – №5. – С. 734-737. DOI: [10.7868/S0044453713050221](https://doi.org/10.7868/S0044453713050221).

[18] Рустембеков К.Т., Дюсекеева А.Т., Фомин В.Н., Махатова Н.А. Теплоемкость и термодинамические функций теллуридов церия в интервале 298,15-6763 К //Журнал физ. химии РАН. – 2015. – Т. 89. – № 2. – С. 201-206. DOI: [10.7868/S0044453715020272](https://doi.org/10.7868/S0044453715020272).

[19] Рустембеков К.Т., Дюсекеева А.Т., Бектурганова А.Ж., Касенов Б.К., Махатова Н.А., Фомин В.Н. Теплоемкость и термодинамические функции теллуридов тулия в интервале 298,15-673 К //Журнал физ химии РАН. – 2016. – Т. 90. – № 2. – С. 169-172. DOI: [10.7868/S0044453716020266](https://doi.org/10.7868/S0044453716020266).

[20] Ковба Л.М., Трунов В.К. Рентгенофазовый анализ. – М.: Изд-во МГУ, 1969. – 232 с.  $K_{\frac{20502-147}{077(02)-76}}$  141 – 75.

## REFERENCES

[1] Zyrin A. V., Bondarenko T. N., Uvarov V. N. *Trudy konferencii Vodородnoe materialovedenie i himija gidridov metallov. – Kiev, 2001, 770-773* (In Russ.).

[2] Matveenko E. A. *Fizicheskie svojstva tverdyh rastvorov  $\text{La}_{2-x}\text{Ca}_x\text{NiO}_{4+z}$ : Diss. kand. fiz.-mat. nauk: Moskva, 2008, 119* (In Russ.).

[3] Bekturganova A.Zh., Kasenova Sh.B., Sagintaeva Zh.I., Sejsenova A.A., Kuanyshbekov E.E., Kasenov B.K. *Tezisy dokladov VI Vserossijskoj molodezhnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii «Naukoemkie himicheskie tehnologii - 2015», 2015, 112* (In Russ.).

[4] Kasenov B.K., Kasenova Sh.B., Sejsenova A.A., Rustembekov, Turtubaeva M.O., Bekturganova A.Zh. *Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvjashhennoj 90-letiju E.A. Buketova «Nauchnoe i tvorcheskoe nasledie akademika E.A. Buketova». 2015, 1, 256-260* (In Russ.).

[5] Djuseejeva A.T. *Sintez i svojstva dvojnyn selenatov, telluritov nekotoryh d-jelementov: avtoref. dis... kand. him. nauk. Karaganda, 2008, 19* (In Russ.).

[6] Rustembekov K.T. *Sintez, svojstva neorganicheskikh soedinenij na osnove hal'kogenov i ih povedenie v gidrohimiicheskikh processah: avtoref. dis... dokt. him. nauk. Karaganda, 2009, 32* (In Russ.).

[7] Rustembekov K.T., Djuseejeva A.T., Sharipova Z.M., Zhumadilov E.K. *Izvestija Tomskogo politehnicheskogo universiteta, 2009, 315, 3, 16-19* (In Russ.).

[8] Rustembekov K.T. *Izvestija Tomskogo politehnicheskogo universiteta, 2010, 317, 2, 144-146* (In Russ.).

- [9] Djusekeeva A.T., Rustembekov K.T. *Vestnik Karagandinskogo universiteta. Serija himija*, **2010**, 2(58), 37-41 (In Russ.).
- [10] Rustembekov K.T. *Vestnik Karagandinskogo universiteta. Serija himija*, **2010**, 2(58), 42-47 (In Russ.).
- [11] Rustembekov K.T., Djusekeeva A.T. *Vestnik Karagandinskogo universiteta. Serija himija*, **2010**, 2(58), 47-51 (In Russ.).
- [12] Rustembekov K.T. *Respublikanskij zhurnal «Trudy universiteta»*, **2010**, 2(39), 108-110 (In Russ.).
- [13] Rustembekov K.T., Djusekeeva A.T., Sharipova Z.M., Amanzhan A. *Vestnik KazNU. Serija himicheskaja*, **2012**, 1(65), 170-174 (In Russ.).
- [14] Rustembekov K.T., Djusekeeva A.T. *Izvestija Tomskogo politehnicheskogo universiteta*, **2012**, 321, 3, 77-80 (In Russ.).
- [15] Rustembekov K.T., Djusekeeva A.T., Sharipova Z.M. *Zhur. Obshh. himii RAN*, **2012**, 82, 8, 1272-1276 (In Russ.).
- [16] Djusekeeva A.T., Kezdikbaeva A.T., Kanafina S.B., Sarsenbaeva L.A. *Materialy XIV Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii imeni professora L.P. Kuleva studentov i molodyh uchenyh s mezhdunarodnym uchastiem «Himija i himicheskaja tehnologija v XXI», Tomsk, 2013*, 42-43 (In Russ.).
- [17] Rustembekov K.T., Djusekeeva A.T. *Zhurnal fiz. Himii*, **2013**, 87, 5, 734-737 DOI: [10.7868/S0044453713050221](https://doi.org/10.7868/S0044453713050221).
- [18] Rustembekov K.T., Djusekeeva A.T., Fomin V.N., Mahatova N.A. *Zhurnal fiz. himii*. **2015**, 89, 2, 201-206 DOI: [10.7868/S0044453715020272](https://doi.org/10.7868/S0044453715020272).
- [19] Rustembekov K.T., Djusekeeva A.T., Bekturganova A.Zh., Kasenov B.K., Mahatova N.A., Fomin V.N. *Zhurnal fiz himii*, **2016**, 90, 2, 169-172 (In Russ.). DOI: [10.7868/S0044453716020266](https://doi.org/10.7868/S0044453716020266).
- [20] Kovba L.M., Trunov V.K. X-ray analysis. *M.: Izd-vo MGU, 1969*, 232 (In Russ.).  $K_{\alpha}^{20502-147}$   $_{077(02)-76}$  141 – 75.

**А.Ж. Бектұрғанова<sup>1</sup>, Ж.И. Сағынтаева<sup>2</sup>,  
К.Т.Рүстембеков<sup>1</sup>, Ш.Б. Қасенова<sup>2</sup>, Б.Қ. Қасенов<sup>2</sup>, М. Стоев<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> - Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті, Қарағанды қ.

<sup>2</sup> - Ж. Әбішев атындағы Химия-металлургия институты, Қарағанды қ.

<sup>3</sup> – «Неофит Рильский» онтүстік батыс университеті

#### **ЖАҢА La<sub>2</sub>MNiTeO<sub>7</sub> (M – Mg, Ca, Sr, Ba) НИКЕЛИТ-ТЕЛЛУРИТТЕРДІҢ СИНТЕЗІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ РЕНТГЕНОГРАФИЯЛЫҚ ТҮРҒЫДАН ЗЕРТТЕУ**

**Аннотация.** Керамикалық технология әдісімен La(III), Ni(II), Te(IV) тотықтары мен Mg, Ca, Sr, Ba карбонаттарынан 800-1200 °C аралықта жаңа фазалар – никелит-теллурииттер La<sub>2</sub>MNiTeO<sub>7</sub> (M – Mg, Ca, Sr, Ba) синтезделініп алынды.

Қосылыстарды қыздыру «SNOL» пеште 20 сағат бойы 800-1200 °C температураларда ағат келіде араластыра отырып жүргізілді. Төмен температуралық қыздыру 20 сағат бойы 400 °C –та жүрді.

Рентгенофазалық талдау ДРОН-2.0 қондырғысында жүргізілді. Дифракциялық максимумдардың қарқындылығы жүз балдық шкаламен бағаланды. Алынған қосылыстардың рентгенограммаларын индицирлеу аналитикалық әдіспен жүргізілді. 10<sup>4</sup>/d<sup>2</sup> мен V<sup>о</sup><sub>эл.ұя.</sub> элементарлы ұяшықтар көлемінің тәжірибе және есептеулік мәндердерінің өзара үйлесімділігі индицирлеу нәтижелерінің дұрыстығын растайды.

Рентгенфазалық әдіспен олардың кубтық сингонияда кристалданатыны анықталып, келесідей тор көрсеткіштері алынды: La<sub>2</sub>MgNiTeO<sub>7</sub> – a=13,36±1,48Å, V<sup>о</sup>=2388,43 ±4,42Å<sup>3</sup>, Z=4, V<sup>о</sup><sub>эл.ұя.</sub>=597,11±1,11Å<sup>3</sup>, ρ<sub>рент.</sub>= 6,44 г/см<sup>3</sup>; La<sub>2</sub>CaNiTeO<sub>7</sub> – a=13,36±1,48Å, V<sup>о</sup>=2388,43 ±4,42Å<sup>3</sup>, Z=4, V<sup>о</sup><sub>эл.ұя.</sub>=597,11±1,11Å<sup>3</sup>, ρ<sub>рент.</sub>= 6,44 г/см<sup>3</sup>; La<sub>2</sub>SrNiTeO<sub>7</sub> – a=13,17± 1,66Å, V<sup>о</sup>=2284,84±4,98 Å<sup>3</sup>, Z=4, V<sup>о</sup><sub>эл.ұя.</sub>= 571,21±1,25 Å<sup>3</sup>, ρ<sub>рент.</sub>= 6,67 г/см<sup>3</sup>; La<sub>2</sub>BaNiTeO<sub>7</sub> – a=14,43± 1,74Å, V<sup>о</sup>=3002,19 ±5,22Å<sup>3</sup>, Z=4, V<sup>о</sup><sub>эл.ұя.</sub>= 750,55±1,31Å<sup>3</sup>, ρ<sub>рент.</sub>= 6,83 г/см<sup>3</sup>. Синтезделініп алынған никелит-теллурииттердің болжамды құрылысы кеністіктік тобы Rm3m перовскит болып табылады.

**Тірек сөздер:** лантан, никель, теллуриит, синтез, рентгенография.