

УДК. 543.656.289.27.21

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗООБРАЗОВАНИЯ В СИСТЕМЕ  $Er_2O_3$ - $GeO_2$ - $B_2O_3$** **О.А.Алиев, М.Р.Аллазов, Н.И.Ягубов, А.Т.Гусейнова, Ш.Ш.Шихалибейли***Бакинский Государственный Университет  
АЗ.1148. ул. З.Халилова 23. БГУ, e-mail: oqtay-aliyev@rambler.ru*

*Методом рентгенофазового и дифференциально-термического анализов исследованы фазообразования в системе  $Er_2O_3$ - $GeO_2$ - $B_2O_3$ . На основе результатов, полученных при исследовании псевдобинарных разрезов  $ErBO_3$ - $GeO_2$ ,  $Er(BO_2)_3$ - $GeO_2$ ,  $Er_2Ge_2O_7$ - $B_2O_3$ ,  $Er_2Ge_2O_7$ - $Er(BO_2)_3$ ,  $ErBO_3$ - $Er_2Ge_2O_7$ ,  $ErBO_3$ - $ErGeO_5$ ,  $ErBO_3$ - $Er_4GeO_8$ , построена триангуляция данной системы, определены потенциальные зоны стеклообразования в ней, охарактеризованы области существования новых тройных оксидных фаз составов  $Er_2O_3 \cdot 3B_2O_3 \cdot 2GeO_2$ ,  $Er_2O_3 \cdot B_2O_3 \cdot 2GeO_2$ ,  $5Er_2O_3 \cdot 3B_2O_3 \cdot 2GeO_2$ , изучены некоторые физические свойства и определены структурные особенности полученных новых оксидных фаз. В результате исследований псевдобинарной системы  $Er_2Ge_2O_7$ - $B_2O_3$  была обнаружена новая тройная оксидная фаза состава  $Er_2O_3 \cdot 3B_2O_3 \cdot 2GeO_2$ . Выяснилось, что системы  $ErBO_3$ - $GeO_2$  и  $ErBO_3$ - $Er_2Ge_2O_7$  характеризуются следующими новыми оксидными фазами составов  $Er_2O_3 \cdot B_2O_3 \cdot 2GeO_2$  и  $5Er_2O_3 \cdot 3B_2O_3 \cdot 2GeO_2$  соответственно. Потенциальные зоны стеклообразования системы  $Er_2O_3$ - $GeO_2$ - $B_2O_3$  охватывают области сосуществования метабората эрбия состава  $Er_2O_3 \cdot 3B_2O_3$ , дигерманата эрбия состава  $Er_2Ge_2O_7$  и тройных оксидных фаз следующих составов  $Er_2O_3 \cdot 3B_2O_3 \cdot 2GeO_2$  и  $Er_2O_3 \cdot B_2O_3 \cdot GeO_2$ .*

**Ключевые слова:** боратогерманаты, эвтектика, фазообразование, стеклообразование, псевдобинарная система .....

**ВВЕДЕНИЕ**

Сложнооксидные соединения с оксоанионами условно могут быть разделены, в основном на две группы: смешаннокатионные и смешаноанионные. Из них наиболее распространены и синтезированы смешаннокатионные [1,2]. Смешаноанионные, как фторкарбонаты редкоземельных элементов (РЗЭ) состава  $LnCO_3 \cdot F$ , хромоалюминат состава

$Fe(Cr,Al)_2O_4$ , разнообразные по составу алюмосиликаты и т.д. встречаются в природе [3,4].

Целью данной работы является получения новых, перспективных для науки и техники кристаллических и стеклообразных материалов на основе окислов РЗЭ и анионосмешанных боратогерманатов.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ**

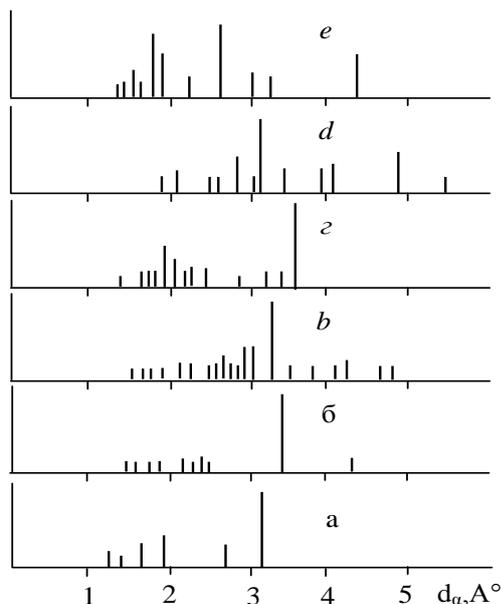
Система  $Er_2O_3$ - $GeO_2$ - $B_2O_3$  была изучена нами методом отжига и закалки на образцах, полученных твердофазным синтезом из оксидов  $Er_2O_3$ -99.98%,  $GeO_2$  - 99.98% и  $H_3BO_3$  квалификации «ч.д.а». Твердофазное спекание исходных компонентов проводили в платиновом тигле с повторным непрерывным перемешиванием до достижения равновесия, которое контролировалось рентгенографически. Для выполнения

рентгенофазового анализа дифрактограммы снимали на приборе Дрон-2 ( $CuK_2$ -излучения). В данной системе нами были обнаружены боратогерманаты эрбия. Для выявления новых фаз в триангулированной тройной оксидной системе  $Er_2O_3$ - $GeO_2$ - $B_2O_3$  исследовали прежде всего препараты составов, соответствующих точкам пересечения прямых, проходящих через точки составов известных бинарных боратов и германатов РЗЭ (рис.1, 2).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На дифрактограммах образцов, составы которых соответствуют точкам пересечения прямых  $\text{ErVO}_3\text{-GeO}_2$ ,  $\text{Er}_2\text{Ge}_2\text{O}_7\text{-V}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ErVO}_3\text{-Er}_2\text{GeO}_5$ ,  $\text{ErVO}_3\text{-Er}_4\text{GeO}_8$ ,  $\text{Er}_2\text{O}_3\cdot 3\text{V}_2\text{O}_3\text{-GeO}_2$  (рис.1), обнаружено образование новых тройных оксидных фаз. В каждом из этих псевдобинарных сечений на дифрактограммах образцов составов,

лежащих на этих разрезах, прослеживались отражения ортобората эрбия  $\text{ErVO}_3$ , бинарных германатов  $\text{Er}_2\text{Ge}_2\text{O}_7$ ,  $\text{Er}_2\text{GeO}_5$ ,  $\text{Er}_4\text{GeO}_8$ , а в случае сечения  $\text{Er}_2\text{O}_3\cdot 3\text{V}_2\text{O}_3\text{-GeO}_2$  - отражения оксидов  $\text{Er}_2\text{O}_3$ ,  $\text{GeO}_2$  и новых тройных оксидных фаз составов  $\text{Er}_2\text{O}_3\cdot 3\text{V}_2\text{O}_3\cdot 2\text{GeO}_2$ ,  $\text{Er}_2\text{O}_3\cdot \text{V}_2\text{O}_3\cdot 2\text{GeO}_2$  и  $5\text{Er}_2\text{O}_3\cdot 3\text{V}_2\text{O}_3\cdot 2\text{GeO}_2$ .



**Рис 1.** Рентгенограммы: а -  $\text{Er}_2\text{O}_3$ , б -  $\text{GeO}_2$ , в -  $\text{H}_3\text{BO}_3$ , г -  $\text{Er}_2\text{O}_3\cdot 3\text{V}_2\text{O}_3\cdot 2\text{GeO}_2$ , д -  $\text{Er}_2\text{O}_3\cdot \text{V}_2\text{O}_3\cdot 2\text{GeO}_2$ , е -  $5\text{Er}_2\text{O}_3\cdot 3\text{V}_2\text{O}_3\cdot 2\text{GeO}_2$ .

При прослеживании на дифрактограммах отражения соединений, лежащих на линиях пересечения  $\text{Er}_2\text{O}_3\text{-GeO}_2$  и  $\text{Er}_2\text{O}_3\text{-V}_2\text{O}_3$ , выявили, что при удалении от крайних соединений интенсивность их отражения уменьшается к минимуму на дифрактограммах образцов состава 25 мол%  $\text{Er}_2\text{O}_3$ , 25 мол%  $\text{V}_2\text{O}_3$  и 50 мол%  $\text{GeO}_2$ . Полученная дифрактограмма соответствовала новому тройному соединению состава  $\text{Er}_2\text{O}_3\cdot \text{V}_2\text{O}_3\cdot 2\text{GeO}_2$ , а вторая точка состава 17 мол%  $\text{Er}_2\text{O}_3$ , 50 мол%  $\text{V}_2\text{O}_3$  и 33 мол%  $\text{GeO}_2$  соответствует формуле  $\text{Er}_2\text{O}_3\cdot 3\text{V}_2\text{O}_3\cdot 2\text{GeO}_2$  и, наконец, третья точка состава 50 мол%  $\text{Er}_2\text{O}_3$ , 30 мол%  $\text{V}_2\text{O}_3$  и 20 мол%  $\text{GeO}_2$  соответствует химической формуле  $5\text{Er}_2\text{O}_3\cdot 3\text{V}_2\text{O}_3\cdot 2\text{GeO}_2$ . При переходе по сечению  $\text{ErVO}_3\text{-Er}_2\text{GeO}_5$  от

точки, отвечающей составу соединения  $5\text{Er}_2\text{O}_3\cdot 3\text{V}_2\text{O}_3\cdot 2\text{GeO}_2$  в сторону  $\text{Er}_2\text{GeO}_5$  или в сторону  $\text{ErVO}_3$ , интенсивность отражений смешанного боратогерманата состава  $5\text{Er}_2\text{O}_3\cdot 3\text{V}_2\text{O}_3\cdot 2\text{GeO}_2$  уменьшается и появляются интенсивные пики, характерные для бинарного германата эрбия состава  $\text{Er}_2\text{GeO}_5$  и ортобората эрбия состава  $\text{ErVO}_3$ . Переход по разрезам  $\text{ErVO}_3\text{-Er}_2\text{Ge}_2\text{O}_7$  и  $\text{ErVO}_3\text{-Er}_4\text{GeO}_8$  не давал новых отражений по характерным конечным продуктам данных разрезов (рис. 2). При переходе по разрезу  $\text{Er}_2\text{O}_3\cdot 3\text{V}_2\text{O}_3\text{-GeO}_2$  от точки, отвечающей составу  $\text{Er}_2\text{O}_3\cdot 3\text{V}_2\text{O}_3$  к точке, отвечающей диоксиду германия  $\text{GeO}_2$ , интенсивность отражений, характерных для оксида эрбия, ослабевает и появляются новые отражения,

характерные для боратогерманата эрбия состава  $\text{Er}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{GeO}_2$ .

Субсолидусная область системы  $\text{Er}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3\text{-GeO}_2$  может быть условно разбита на 12 треугольников (рис. 2): **1.**  $\text{Er}_2\text{O}_3 - \text{ErBO}_3 - \text{Er}_4\text{GeO}_8$ ; **2.**  $\text{ErBO}_3 - \text{Er}_4\text{GeO}_8 - 5\text{Er}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{GeO}_2$ ; **3.**  $\text{Er}_4\text{GeO}_8 - 5\text{Er}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{GeO}_2 - \text{Er}_2\text{GeO}_5$ ; **4.**  $\text{ErBO}_3 - \text{Er}_2\text{Ge}_2\text{O}_7 - 5\text{Er}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{GeO}_2$ ; **5.**  $\text{Er}_2\text{GeO}_5 -$

$5\text{Er}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{GeO}_2 - \text{Er}_2\text{GeO}_7$ ; **6.**  $\text{ErBO}_3 - \text{Er}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{GeO}_2 - \text{Er}_2\text{Ge}_2\text{O}_7$ ; **7.**  $\text{ErBO}_3 - \text{Er}_2\text{O}_3 \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{GeO}_2 - \text{Er}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3$ ; **8.**  $\text{Er}_2\text{O}_3 \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{GeO}_2 - \text{Er}_2\text{Ge}_2\text{O}_7 - \text{GeO}_2$ ; **9.**  $\text{Er}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 - \text{Er}_2\text{O}_3 \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{GeO}_2 - \text{Er}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{GeO}_2$ ; **10.**  $\text{Er}_2\text{O}_3 \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{GeO}_2 - \text{GeO}_2 - \text{Er}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{GeO}_2$ ; **11.**  $\text{Er}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 - \text{Er}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{GeO}_2 - \text{B}_2\text{O}_3$ ; **12.**  $\text{B}_2\text{O}_3 - \text{Er}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{GeO}_2 - \text{GeO}_2$ .

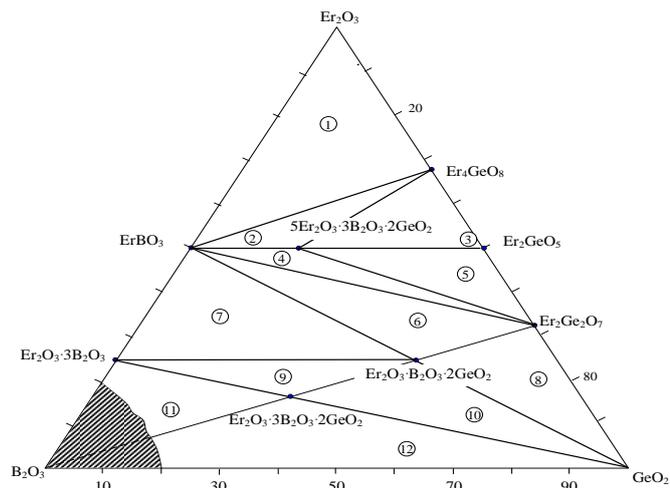


Рис. 2. Фазовая диаграмма системы  $\text{Er}_2\text{O}_3\text{-GeO}_2\text{-B}_2\text{O}_3$ .

Боратогерманатам эрбия, обнаруженным нами при исследовании системы  $\text{Er}_2\text{O}_3\text{-GeO}_2\text{-B}_2\text{O}_3$ , можно дать следующие эмпирические формулы:  $\text{Er}_5\text{V}_3\text{GeO}_{14}$ ,  $\text{ErVGeO}_3$  и  $\text{ErV}_3\text{GeO}_8$  соответственно. Соединение состава  $5\text{Er}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{GeO}_2$ , которому соответствует эмпирическая формула  $\text{Er}_5\text{V}_3\text{GeO}_{14}$ , кристаллизуется в тригональной сингонии, обладает пространственной группой  $\text{P}\bar{3}_1, Z=3$ . Оно термически неустойчиво и разлагается при  $1230 \pm 10^\circ\text{C}$ , выделяя  $\text{ErBO}_3$ . Дигерманат эрбия  $\text{Er}_2\text{O}_3 \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{GeO}_2$  эмпирического состава  $\text{ErVGeO}_5$  разлагается при нагревании выше  $1100^\circ\text{C}$ . Продуктами разложения являются ортоборат эрбия  $\text{ErBO}_3$  и дигерманат эрбия  $\text{Er}_2\text{Ge}_2\text{O}_7$ .

Соединение состава  $\text{ErVGeO}_5$  существует в двух модификациях. Метастабильная модификация соответствует  $900^\circ\text{C}$  и при этой температуре кристаллизуется в моноклинной сингонии, пр.гр.  $\text{P}2_1/a, Z=4$ , параметры элементарных

ячеек:  $a = 10.050\text{Å}, c = 4.970\text{Å}, \beta = 91.98^\circ$ . Низкотемпературная модификация кристаллизуется в гексагональной сингонии, пр.гр.  $\text{P}\bar{3}_1, Z=3$ , параметры элементарных ячеек:  $a = 4.3358\text{Å}, c = 8.3397\text{Å}$  [5-10]. Выяснилось, что из боратогерманатов эрбия состава  $\text{Er}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{GeO}_2$  и  $\text{Er}_2\text{O}_3 \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{GeO}_2$  и бинарных соединений эрбия  $\text{Er}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3$  и  $\text{Er}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{GeO}_2$  при быстром охлаждении из жидкого состояния ( $1200\text{-}1250^\circ\text{C}$ ) до комнатной температуры образуется стекло. Кислотные оксиды  $\text{B}_2\text{O}_3$  и  $\text{GeO}_2$  в составе указанных соединений известны как стеклообразующие оксиды. Стеклообразующая роль оксидов редкоземельных элементов, согласно авторам [8], состоит, во-первых, в высокой способности сочленять по ребрам отдельные координационные полиэдры  $[\text{LnO}_n]$  в димеры  $[\text{LnO}_n]\text{-}[\text{LnO}_n]$  (где  $\text{Ln}=\text{P}\bar{3}\text{Э}$ ), во-вторых, образовывать беспорядок в преимущественной ориентации димеров, в третьих, по возможности

формировать многополиэдрические группировки  $[LnO_n] + [LnO_{n-1}] + [LnO_{n-2}] + \dots$  в структурах, особенно тройных оксидных соединений [5, 11].

Таким образом, можно ожидать, что потенциальными зонами стеклообразо-

вания в системе  $Er_2O_3-GeO_2-B_2O_3$  должны быть зоны кристаллохимической нестабильности и они ограничиваются от 59 до 79 мол%  $B_2O_3$  в системе  $Er_2O_3-B_2O_3$ , от 60 до 90 мол%  $GeO_2$  в системе  $Er_2O_3-GeO_2$  и до 80 мол%  $B_2O_3$  в системе  $B_2O_3-GeO_2$ .

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гохман Л.З., Джурицкий Б.Ф., Комова М.Г. Фазовые равновесия в субсолидусной области систем  $Ln_2O_3-GeO_2-P_2O_5$  ( $Ln=La,Nd$ ). //Ж.неорг. химии.1994, т.39, №2, с.499-503.
2. Малых А.Г., Зуев М.Г., Фотиев А.А. и др.Фазовые соотношения в системе  $Ln_2O_3-B_2O_3-V_2O_5$  в субсолидусной области. // Ж.неорг.химии.1990, т.35, №11,с.3168-3172.
3. Угай Я.А.Общая и неорганическая химия. М.: Высшая школа. 2004, 432с.
4. Алиев О.А., Ильяслы Т.М., Ягубов Н.И. Химия природных неорганических соединений. Баку 2014, 215с.
5. Малиновский Ю.А., Бондарева О.С. Уточненная кристаллическая структура  $Er_2O_3$ . // Кристаллография, 1991. т.36, №6, с.1558-1561.
6. Палкина К.К., Кузьмина Н.Е., Джурицкий Б.Ф. и др. Структура оксогерманатофосфатов РЗЭ  $Ln_{11}GeP_3O_{26}$ . // Ж. Неорган. химии. 1997. т.42, №5, с.1442-1447.
7. Алиев О.А. Фазообразование в системах  $Ln_2O_3-GeO_2-B_2O_3$ . // Ж. Химия и химическая технология. 2008, т.51, №1, с.83-85.
8. Алиев О.А., Рустамов П.Г., Аллахвердиев Х.М. Система  $Pr_2Ge_2O_7-B_2O_3$ . // Ж.Неорган. химии .1989, т.34, №1, с.192-194.
9. Алиев О.А., Аллазов М.Р., Ягубов Н.И. Фазообразование в системе  $Nd_2Ge_2O_7-B_2O_3$ . // Вести БГУ. 2015, №1, с.12-15.
10. Алиев О.А. Синтез, границы существования соединений и стеклообразование в системах  $Ln_2O_3-GeO_2-B_2O_3$ . Тезисы докладов XIX Менделеевского съезда по общей и прикладной химии. Волгоград, 2011. т.3, с.17
11. Дембовский С.А., Чечеткин Е.А. Стеклообразование. М.: Наука, 1990 г., 137с.

## REFERENCES

1. Gohman L.Z., Dzhurinskij B.F., Komova M.G. Phase equilibriums in sub-solidus area of the system  $Ln_2O_3-GeO_2-P_2O_5$  ( $Ln=La,Nd$ ). *Zhurn. Neorgan.himii – Russian Journal of Inorganic Chemistry*. 1994, vol.39, no.2, pp.499-503.
2. Malyh A.G., Zuev M.G., Fotiev A.A. i dr. Phase relationships in sub-solidus area of the system  $Ln_2O_3-B_2O_3-V_2O_5$ . *Zhurn. Neorgan.himii – Russian Journal of Inorganic*. 1990, vol.35, no.11, pp.3168-3172.
3. Ugai.Ya.A. *Obshhaja i neorganicheskaja himija* [General and inorganic chemistry]. Moscow: Vysshaja shkola Publ. 2004, 432p.
4. Aliev O.A., Pjasly T.M., Jagubov N.I. *Himija prirodnyh neorganicheskikh soedinenij* [Chemistry of natural inorganic compounds]. Baku, 2014, 215с. (In Azerbaijan).
5. Malinovskij Ju.A., Bondareva O.S. Refined crystalline structure of  $Er_2O_3$ . *Kristallografija-Crystallography Reports*.1991, vol.36, no.6, pp.1558-1561. (In Russian).
6. Палкина К.К., Кузьмина Н.Е., Джурицкий Б.Ф. и др. Structure of oxogermanatphosphates  $Ln_{11}GeP_3O_{26}$ . *Zhurn. Neorgan.himii – Russian Journal of Inorganic Chemistry*. 1997, vol.42, no.5, pp.1442-1447.
7. Aliev O.A.Phase formation in the systems  $Ln_2O_3-GeO_2-B_2O_3$ . *Khimiya I Khimicheskaya Tekhnologiya - Chemistry and Chemical Technology*. 2008, vol.51, no.1, pp.83-85. (In Russian).

8. Aliev O.A., Rustamov P.G., Allahverdiev H.M. Pr<sub>2</sub>Ge<sub>2</sub>O<sub>7</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> system. *Zhurn. Neorgan.himii – Russian Journal of Inorganic Chemistry*.1989, vol..34, no.1, pp.192-194.
9. Aliev O.A., Allazov M.R., Jagubov N.I. Phase formation in the systems Ln<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-GeO<sub>2</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. *BDU Xeberleri – News Baku University*. 2015, no.1, pp.12-15.(In Azerbaijan).
10. Aliev O.A.Synthesis, boundaries of compounds existence and glass formation in the systems Ln<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-GeO<sub>2</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Theses of reports of the XIX Mendeleev congress on general and applied chemistry. Volgograd. 2011, vol.3, p.17. (In Russian).
11. Dembovskij S.A., Chechetkin E.A. *Stekloobrazovaniye*[Glass formation] Moscow: Nauka Publ. 1990, 137p. (In Russian).

### RESEARCH INTO OF PHASE FORMATION IN THE SYSTEM OF Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-GeO<sub>2</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

O.A.Aliyev, M.R.Allazov, N.I.Yaqubov, A.T.Huseynova, Sh.Sh.Shikhalibeyli

Baku State University

Z.Khalilov str,23, AZ 1148 Baku, Azerbaijan; e-mail: oqtay-aliyev@rambler.ru

Using X-ray phase diffraction and differential-thermal method, the phase formation in the system Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-GeO<sub>2</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> has been analyzed. On the basis of results obtained during the research into pseudobinary sections of ErBO<sub>3</sub>-GeO<sub>2</sub>, Er(BO<sub>2</sub>)<sub>3</sub>-GeO<sub>2</sub>, Er<sub>2</sub>Ge<sub>2</sub>O<sub>7</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Er<sub>2</sub>Ge<sub>2</sub>O<sub>7</sub>-Er(BO<sub>2</sub>)<sub>3</sub>, ErBO<sub>3</sub>-Er<sub>2</sub>Ge<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, ErBO<sub>3</sub>-ErGeO<sub>5</sub> and ErBO<sub>3</sub>-Er<sub>4</sub>GeO<sub>8</sub>, there has been built a triangulation of this system; potential glass formation zones specified; areas of existence of new ternary oxide phases of Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·3B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·2GeO<sub>2</sub>, Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·2GeO<sub>2</sub>, and 5Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·3B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·2GeO<sub>2</sub> described; some physical properties and structural features of new oxide phases identified. As a result of research into pseudo-binary system of Er<sub>2</sub>Ge<sub>2</sub>O<sub>7</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, there has been discovered a new triple-oxide phase composition of Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·3B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·2GeO<sub>2</sub>. It transpired that systems of ErBO<sub>3</sub>-GeO<sub>2</sub> and ErBO<sub>3</sub>-Er<sub>2</sub>GeO<sub>5</sub> are characterized by new oxide phases of Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·2GeO<sub>2</sub> and 5Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·3B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·2GeO<sub>2</sub> respectively. Potential areas of glass formation system of Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-GeO<sub>2</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> embrace areas of coexistence of metaborate erbium Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·3B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, digermanat of erbium Er<sub>2</sub>Ge<sub>2</sub>O<sub>7</sub> and ternary oxide phases of Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·3B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·2GeO<sub>2</sub> and Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·2GeO<sub>2</sub>.

**Keywords:** boratogermanat erbium, eutetica, phase formation, glass formation, pseudobinary system.

### Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-GeO<sub>2</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> SİSTEMİNDƏ FAZAƏMƏLƏGƏLMƏNİN TƏDQIQI

O.Ə.Əliyev, M.R.Allazov, N.İ.Yaqubov, A.T.Hüseynova, Ş.Ş.Şıxəlilərli

Bakı Dövlət Universiteti

AZ 1148 Bakı, Z.Xəlilov küç., 23; e-mail: oqtay-aliyev@rambler.ru

Diferensial-termiki və RFA usulları ilə Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-GeO<sub>2</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sistemində fazaəmələgəlmə öyrənilib. ErBO<sub>3</sub>-GeO<sub>2</sub>, Er(BO<sub>2</sub>)<sub>3</sub>-GeO<sub>2</sub>, Er<sub>2</sub>Ge<sub>2</sub>O<sub>7</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Er<sub>2</sub>Ge<sub>2</sub>O<sub>7</sub>-Er(BO<sub>2</sub>)<sub>3</sub>, ErBO<sub>3</sub>-Er<sub>2</sub>Ge<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, ErBO<sub>3</sub>-ErGeO<sub>5</sub>, ErBO<sub>3</sub>-ErGeO<sub>8</sub> kəsiklərinin tədqiqi əsasında sistemin triangulyasiyası gürülmüş, şüşə əmələgəlmə sahələri müəyyən edilmişdir. Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·3B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·2GeO<sub>2</sub>, Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·2GeO<sub>2</sub>, 5Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·3B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·2GeO<sub>2</sub> tərkibli boratogermanatların mövcudluq sahələri müəyyən edilmişdir. Alınmış oksid fazaların bəzi fiziki-kimyəvi xassələri tədqiq edilmiş və quruluş xüsusiyyətləri öyrənilmişdir. Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·3B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·2GeO<sub>2</sub> tərkibli yeni oksid fazanın Er<sub>2</sub>Ge<sub>2</sub>O<sub>7</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sisteminin tədqiqi zamanı alındığı müəyyən edilmişdir. ErBO<sub>3</sub>-GeO<sub>2</sub> və ErBO<sub>3</sub>-Er<sub>2</sub>GeO<sub>5</sub> binar kəsikləri isə Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·2GeO<sub>2</sub> və 5Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·3B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·2GeO<sub>2</sub> tərkibli yeni oksid fazalarla xarakterizə olunurlar. Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-GeO<sub>2</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sisteminin potensial şüşə əmələgətirmə sahələri Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·3B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tərkibli erbium metaborat, Er<sub>2</sub>Ge<sub>2</sub>O<sub>7</sub> tərkibli erbium digermanat və Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·3B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·2GeO<sub>2</sub>, Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·2GeO<sub>2</sub> tərkibli yeni üçlü oksid fazaların mövcudluq sahələrini əhatə edir.

**Açar sözlər:** borgermanatlar, evtektika, fazaəmələgəlmə, şüşə əmələgəlmə, psevdobinar sistem.

Поступила в редакцию 06.07.2016.