

**Султанова Самина Гейс,**  
научный сотрудник кафедры общей и неорганической химии,  
Бакинский Государственный Университет, г. Баку, Азербайджан  
Sultanova Samina Geys, Research Fellow, Department of General  
and Inorganic Chemistry Baku State University, Baku, Azerbaijan

**Гасанова Зивяр Тофиг,**  
научный сотрудник кафедры общей и неорганической химии,  
Бакинский Государственный Университет, г. Баку, Азербайджан  
Hasanova Zivar Tofiq, Research Fellow, Department of General  
and Inorganic Chemistry, Baku State University, Baku, Azerbaijan

**Исмаилов Закир Ислам,**  
к. т.н., доцент, кафедра «Общая и неорганическая химия»  
Бакинский государственный университет, г. Баку, Азербайджан  
Ismailov Zakir Islam, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Department of General and Inorganic Chemistry,  
Baku State University, Baku, Azerbaijan

### ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ $Sb_2Se_3$ -ErSe STUDY OF THE $Bi_2Te_3$ -Er $_2$ Te $_3$ SYSTEM

**Аннотация:** Методами дифференциально-термического (ДТА), рентгенофазового (РФА) и микроструктурного (МСА) анализов, измерением микротвердости и электрофизических свойств, изучен характер физико-химического взаимодействия в системе  $Sb_2Se_3$ -ErSe.

Установлено, что сплавы системы  $Sb_2Se_3$ -ErSe, содержащие 98; 66,7; 50 и 40 мол%  $Sb_2Se_3$  однофазные, а остальные сплавы двухфазные.

По результатам исследований рентгенофазового анализа установлено, что в системе образуются три новых тройных соединений  $ErSb_4Se_7$ ,  $ErSb_2Se_4$  и  $Er_3Sb_4Se_9$ .

Построена диаграмма состояния системы  $Sb_2Se_3$ -ErSe, которая является квазибинарной эвтектического типа.

Обнаружена область твердого раствора вблизи  $Sb_2Se_3$  протяженностью до 2 мол% при комнатной температуре.

**Abstract:** The nature of the physicochemical interaction in the  $Sb_2Se_3$ -ErSe system has been studied by the methods of differential thermal (DTA), X-ray phase (XRD) and microstructural (MSA) analyzes, measurements of microhardness and electrophysical properties.

It was found that alloys of the  $Sb_2Se_3$ -ErSe system, containing 98; 66.7; 50 and 40 mol%  $Sb_2Se_3$  are single-phase, and the rest of the alloys are two-phase.

According to the results of studies of X-ray phase analysis, it was established that three new ternary compounds  $ErSb_4Se_7$ ,  $ErSb_2Se_4$ , and  $Er_3Sb_4Se_9$  are formed in the system.

A state diagram of the  $Sb_2Se_3$ -ErSe system, which is a quasi-binary eutectic type, is constructed.

A solid solution region was found near  $Sb_2Se_3$  with a length of up to 2 mol% at room temperature.

**Ключевые слова:** селениды, система, твердые, растворы, фаза, диаграмма.

**Keywords:** selenides, system, solid, solutions, phase, diagram.

Халькогениды редкоземельных элементов и элементы подгруппы мышьяка, в частности сурьма, обладают ценными оптическими и электрофизическими свойствами для применения в термоэлектрических и оптических приборах [1-3]. Поэтому исследование характера химического взаимодействия между  $Sb_2Se_3$  и ErSe представляет научный и практический интерес [4-6].



Исследование системы  $Sb_2Se_3$ -ErSe изучали дифференциально-термическим (ДТА), рентгенофазовым (РФА), микроструктурным (МСА) методами и измерением микротвердости и плотности. Для синтеза сплавов системы использовали сурьму (В-4), селен (В-4) и самарий (СММ-0). Режим синтеза подбирали, исходя из физико-химических свойств элементарных компонентов, бинарных соединений (ErSe и  $Sb_2Se_3$ ) и предварительных данных ДТА тройных сплавов.

Образцы системы получали из лигатур  $Sb_2Se_3$  и ErSe в вакуумированных кварцевых ампулах при нагревании до 1275К. При этой температуре выдерживали 8-10 часов с последующим медленным охлаждением в режиме выключенной печи.

Для достижения гомогенности сплавы после синтеза отжигали при температурах на 50-100 К ниже солидуса 550 ч. Полученные образцы подвергали детальному физико-химическому исследованию.

Кривые нагревания и охлаждения сплавов записывали на приборе ВДТА-8м<sub>2</sub>, в инертной атмосфере с использованием W-W/Re термопар и на НТР-70 в откачанных до 0,133 Па кварцевых ампулах. Скорость нагревания для ВДТА-8м<sub>2</sub>-40К/мин, точность определения температур  $\pm 10$ К, а для НТР-70-10 К/мин, точность определения температур  $\pm 5$ К. Все наблюдаемые эффекты были эндотермическими, обратимыми.

МСА выполняли на микроскопе марки МБИ-6. При исследовании микроструктуры сплавов использовали травитель состава 10 мл. концентрированной  $H_2SO_4$ +5г  $K_2Cr_2O_7$ +90 мл.  $H_2O$ . Установлено, что сплавы системы  $Sb_2Se_3$ -ErSe, содержащие 98; 66,7; 50 и 40 мол%  $Sb_2Se_3$  однофазные, а остальные сплавы двухфазные.

Микротвердость измеряли на микротвердомере ПМТ-3 при оптимально выбранной нагрузке 10,20 и 30 г. в зависимости от состава. При измерении микротвердости в отшлифованных образцах получили 5 рядов значений. Значение 1620 МПа соответствует  $\alpha$ -твердому раствору на основе  $Sb_2Se_3$  (Микротвердость  $Sb_2Se_3$  равна 1560 МПа).

На основании результатов, полученных вышеуказанными методами, построена диаграмма состояния системы  $Sb_2Se_3$ -ErSe (рис.1), которая является квазибинарной и относится к эвтектическому типу.

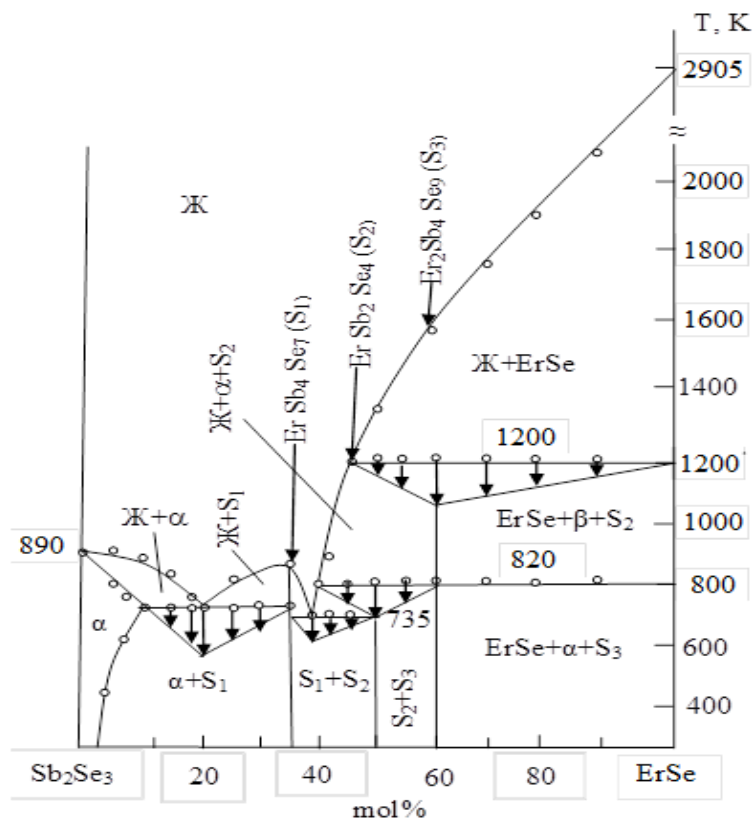


Рис.1. Диаграмма состояния системы  $Sb_2Se_3$ -ErSe



В системе образуется три соединения  $\text{ErSb}_4\text{Se}_7$ ,  $\text{ErSb}_2\text{Se}_4$  и  $\text{Er}_3\text{Sb}_4\text{Se}_9$ .

Соединение  $\text{ErSb}_4\text{Se}_7$  плавится с открытым максимумом (895 К), а  $\text{ErSb}_2\text{Se}_4$  и  $\text{Er}_3\text{Sb}_4\text{Se}_9$ , образуются по соответствующим перитектическим реакциям:

$\text{ж} + \text{ErSe} \leftrightarrow \beta\text{-Er}_3\text{Sb}_4\text{Se}_9$  (при 1190 К),

$\text{ж} + \alpha\text{-Er}_3\text{Sb}_4\text{Se}_9 \leftrightarrow \text{ErSb}_2\text{Se}_4$  (при 800 К).

Соединение  $\text{ErSb}_4\text{Se}_7$  имеет эвтектику как с  $\text{ErSb}_2\text{Se}_4$  (координаты эвтектики: 43 мол%  $\text{ErSe}$ , 735 К), так и с  $\text{Sb}_2\text{Se}_3$  (25 мол%  $\text{ErSe}$ , 775 К).

## ВЫВОДЫ

Методами физико-химического анализа изучена диаграмма состояния системы  $\text{Sb}_2\text{Se}_3\text{-ErSe}$ , которая является квазибинарной эвтектического типа.

В системе образуется три тройных соединений:  $\text{ErSb}_4\text{Se}_7$ ,  $\text{ErSb}_2\text{Se}_4$  и  $\text{Er}_3\text{Sb}_4\text{Se}_9$  первое плавится конгруэнтно, а два других инконгруэнтно.

Обнаружена область твердого раствора вблизи  $\text{Sb}_2\text{Se}_3$  протяженностью до 2 мол% при комнатной температуре.

## Список литературы:

1. Ярембаш Е.М., Елисеев А.А. Халькогениды редкоземельных элементов. М.: Наука, 1975, 260 с.
2. Абрикосов Н.Х., Банкина В.Ф., и др. Полупроводниковые халькогениды и сплавы на их основе. М.: Наука, 1975, 220 с.
3. Кост М.Е., Шилов А.Л., Михеева В.И. и др. Соединения редкоземельных элементов. М.: Наука, 1983, 272 с.
4. Жузе В.П. Физические свойства халькогенидов редкоземельных элементов/. Л.: Наука, 1973, 128 с.
5. Рустамов П.Г., Алиев О.М., Курбанов Т.Х. Тройные халькогениды редкоземельных элементов. Баку: Элм, 1981, 22 с.
6. Максудова Т.Ф., Садыгов Ф.М., Алиев О.М. и др. Фазовые равновесия в тройных системах  $\text{LnSb(Bi)Te}$  где  $\text{Ln-La, Nd, Sm, Gd, Dy, Yb}$  и физико-химические свойства теллуристибнитов (висмутов) лантаноидов: Препринт 1231. Баку: Инт-т физики АН Аз.ССР, 1987.

