

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Аббасова Р.Ф., Ильяслы Т.М., Вейсова С.М., Худиева А.Г. // Свойства халькогенидных стекол на основе  $As_2Se_3$  и  $AsSe$ , *Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 93-cü ildönümünə həsr olunmuş doktorant, magistr və gənc tədqiqatçıların "Kimyanın aktual problemləri" IX Respublika Konfransının Materialları*, Bakı 2016, səh. 132.
2. Ильяслы Т.М., Худиева А.Г., Алиев И.И. // Синтез и исследование системы  $AsSe-GdSe$ , XI международное Курнаковское совещание по физико-химическому анализу в рамках XX Менделеевского съезда по общей и прикладной химии, Воронеж 2016, с. 134.
3. Ильяслы Т.М., Худиева А.Г., Алиев И.И. // Стеклообразования и свойства стекол на основе  $As_2Se_3$ , *Chemical Senses*, Oxford University Press 2016, p. 968.
4. Ильяслы Т.М. // Док. диссертация», Баку 1992, с. 404.
5. Лякишева Н.П. // Диаграмма состояния двойных металлических систем, *М.Машиностроение* 2001, т 3, с. 391.
6. Мамедова Г.И., Худиева А.Г., Ильяслы Т.М. Скорость растворения стекол системы  $As_2S_3-Dy_2S_3$  // *Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 92-ci ildönümünə həsr olunmuş doktorant, magistr və gənc tədqiqatçıların "Kimyanın aktual problemləri" IX Respublika Konfransının Materialları*, Bakı 2015, səh. 41.
7. Худиева А.Г., Ильяслы Т.М., Аббасова Р.Ф., Исмаилов З.И., Алиев И.И. // Исследование тройной системы  $Nd-As-S$  по различным разрезам», *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*, Москва «Академия Естествознания», 2016, с. 902.
8. Худиева А.Г., Ильяслы Т.М., Исмаилов З.И., Алиев И.И. // Тройная система  $Nd-As-S$ , *Современные Тенденции развития науки и технологий*, Белгород 2016, с. 72.
9. Əliyev İ.İ., İlyaslı T.M., Xudiyeva A.Q.  $As_2Se_3-Nd_2Se_3$  sistemində şüşə sahəsinin tədqiqi // *Akademik Toğrul Şahtaxtinskini 90 illik yubileyinə həsr olunmuş Respublika elmi konfransı*, Bakı 2015, səh. 122.

УДК: 546.65.87.23

RESEARCH SECTION  $Bi_2Se_3-NdSe$ 

Ganbarova G.

*PhD student, Department of General and Inorganic Chemistry  
Baku State University, Baku*ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗРЕЗА  $Bi_2Se_3-NdSe$ 

Ганбарова Г.Т.

*диссертант кафедры Общей и неорганической химии  
Бакинский Государственный Университет, Баку*

## Abstract

Phase formation in the  $Bi_2Se_3-NdSe$  system using physicochemical analysis methods (differential thermal, X-ray phase, microstructural analysis and microhardness and density measurements) a phase diagram of the  $Bi_2Se_3-NdSe$  system was constructed and it was established that the  $Bi_2Se_3-NdSe$  system is a simple eutectic and is a quasibinary section of the  $Nd-Bi-Se$  ternary system.

## Аннотация

Фазообразование в системе  $Bi_2Se_3-NdSe$  комплекс методами физико-химического анализа (дифференциального термического, рентгенофазового, микроструктурного анализа и измерением микротвердости и плотности) была построена фазовая диаграмма системы  $Bi_2Se_3-NdSe$  и установлено, что система  $Bi_2Se_3-NdSe$  представляет собой простой эвтектический тип и является квазибинарным сечением тройной системы  $Nd-Bi-Se$ .

**Keywords:** system, alloy, temperature, diagram, quasibinary**Ключевые слова:** система, сплав, температура, диаграмма, квазибинарный

Известно, что систематический поиск новых функциональных материалов с различными свойствами и условий их синтеза в первую очередь основан на детальном изучении фазовых равновесий и электрофизических свойств соответствующих систем [1,2].

Исходные соединения обладают уникальным комплексом физических свойств, которые позволяют производить и использовать фотоэлектрические материалы в микроэлектронике.

Тем не менее,  $Bi_2^{V3}$ , следовательно, является актуальным для поиска новых полупроводниковых соединений на основе  $Sb_2Se_3$  ( $Bi_2Se_3$ ) и изучения тройных систем, состоящих из селенидов висмута и лантаноидов, для установления физико-химической основы их приобретения.

**Экспериментальная часть.**

Сплавы системы были синтезированы из элементов высокой чистоты (висмут - В5, селен В4 и неодим 99,98%).

Сплавы системы были синтезированы из лигатур  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$  и  $\text{NdSe}$  в кварцевых ампулах, вакуумированных до  $10^{-3}$  рт.ст. остаточного давления, в течение 5-6 часов при 900-1200 К. После синтеза было обнаружено, что до 0-60 мол. % сплавов  $\text{NdSe}$  были получены в компактном кристаллическом состоянии, а остальные сплавы были пористыми.

В этом отношении все образцы с концентрацией выше 60 мол. %  $\text{NdSe}$  были измельчены в порошок и подвергнуты воздействию высокого давления на специальном устройстве и таблетированы при 800К в течение 300 ч. и термически обработан с использованием метода твердофазной реакции.

Чтобы гомогенизировать все образцы системы их отжигами в условиях вакуума при 750 К в течение 450 ч. Исследования проводились с использованием DTA (приборы Theroscan-2 и VDТА 8M2), рентгеноструктурного анализа (дифрактометр Bruker D8 ADVANCE), сканирующей электронной микроскопии МСА (с использованием SEI, Phillips-XL 30 FEG) и микротвердомера (приборы ПМТ-3).

#### Результаты и обсуждение

После термической обработки все образцы были подвергнуты физико-химическим исследованиям. Результаты ДТА сплавов и некоторые свойства приведены в таблице.

Таблица.

Некоторые физико-химические свойства сплавов  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$ - $\text{NdSe}$

№	состав, мол. %		Термический эффект, Т, К	микротвердость $H_v$ , гс/мм <sup>2</sup>		Плотность, D, г/см <sup>3</sup>
	$\text{Bi}_2\text{Se}_3$	$\text{NdSe}$		$\text{Bi}_2\text{Se}_3$	$\text{NdSe}$	
1	100	0	980	85,0	-	7,66
2	99	1	975-980	86,0	-	7,69
3	98	2	965,975	87,0	-	7,65
4	97	3	960,970	91,0	-	7,62
5	95	5	87,5955	94,0	-	7,60
6	93	7	865,950	97,0	-	7,58
7	90	10	800,835	ölçül-di	-	7,52
8	80	20	800,825	-	-	7,45
9	70	30	800	evtek	tika	7,40
10	60	40	800,1275	-	-	7,35
11	50	50	800,1350	-	-	7,30
12	40	60	800,1430	-	-	7,25
13	30	70	800,1550	-	3120	7,20
14	20	80	800	-	-	7,15
15	10	90	800	-	-	7,02
16	0	100	2420	-	3180	6,98

Как видно из таблицы, в сплавах были получены максимум два эндоэффекта. Результаты RFA показаны на рис. 1

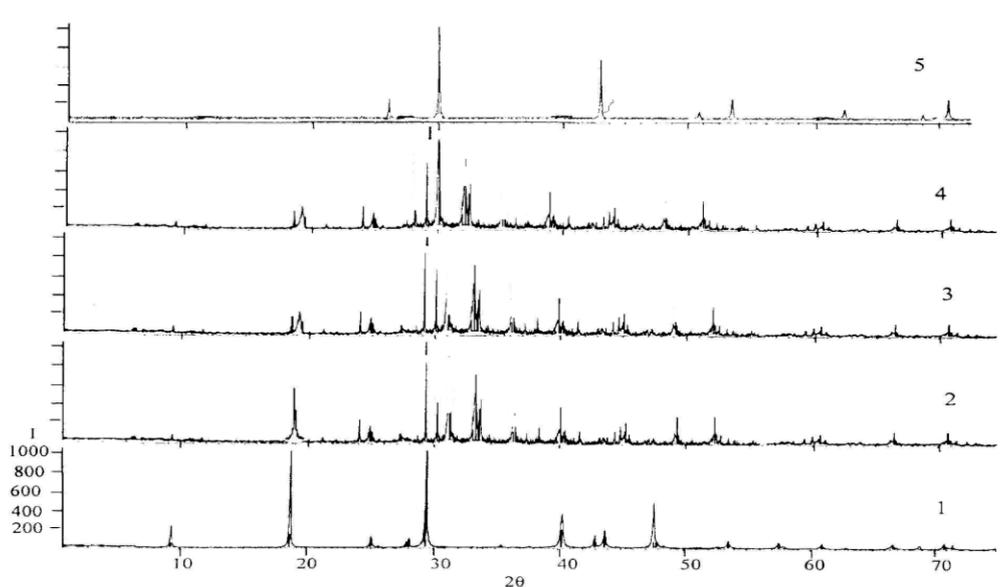


Рисунок 1. Дифрактограмма системы  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$ - $\text{NdSe}$ . 1-  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$ , 2-40, 3-50, 4-60, 5-100 мол. %  $\text{NdSe}$

Анализ дифрактограмм показывает, что в системе не выявлена новая фаза, рефлексы на дифрактограммах сплавов представляют собой смесь рефлексов соединений  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$ ,  $\text{NdSe}$ .

Значения микротвердости сплавов приведено в таблице 1. Как видно, из таблицы получено два типа значений микротвердости: на основе  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$  85,0-97,0 кгс/мм<sup>2</sup> и относящихся к  $\text{NdSe}$  318,0 кгс/мм<sup>2</sup>. Это указывает на то, что новая фаза в системе не образуется, и это подтверждают результаты ДТА и РФА.

Результаты МСА сплавов показывают, что в системе в области концентрации 0 ÷ 7 мол. %  $\text{NdSe}$ , имеется область ограниченной растворимости.

Плотность образцов определяли пикнометрическим методом, результаты приведены в таблице.

T-x фазовая диаграмма системы  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$ - $\text{NdSe}$  построена по результатам полученных комплексом методов ФХА (рис. 2).

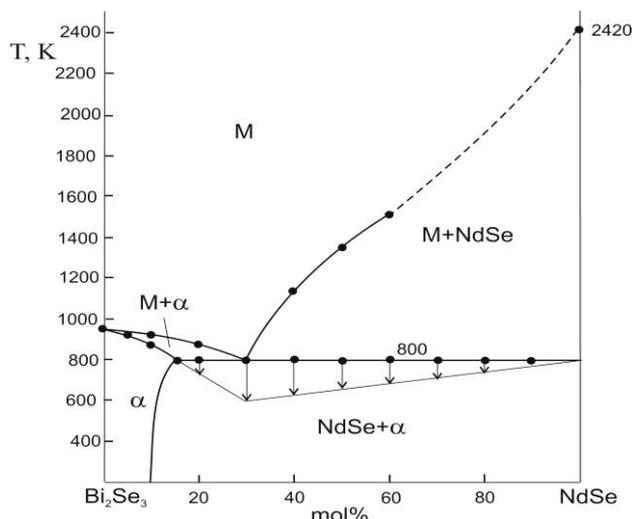


Рисунок 2. Диаграмма состояния системы  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$ - $\text{NdSe}$

Как видно из рисунка, разрез является квазибинарным сечением тройной системы  $\text{Nd-Bi-Se}$  и участвует при триангуляции тройной системы  $\text{Nd-Bi-Se}$ .

Ликвидус системы состоит из двух ветвей первичной кристаллизации  $\alpha$  ( $\text{Bi}_2\text{Se}_3$ ) и  $\text{NdSe}$ . Сплавы системы ниже солидуса представляют собой механическую смесь твердого раствора  $\alpha$ - и  $\text{NdSe}$ .

В системе состав эвтектики соответствует 30 мол. %  $\text{NdSe}$  и температуре

800К. Состав эвтектики традиционно определялось графически путем построения треугольника Таммана. В точке эвтектике происходит невариантный процесс:



При комнатной температуре на основе  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$  имеется область гомогенности соответствующей 7 мол. %  $\text{NdSe}$ , а при температуре 800 К составляет 12 мол. %  $\text{NdSe}$ .

Таким образом, диаграмма состояния системы  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$ - $\text{NdSe}$  относится к простым эвтектическим типам и является квазибинарным разрезом тройной системы  $\text{Nd-Bi-Se}$ .

#### Выводы

На основании полученных результатов методами ФХА была построена T-x фазовая диаграмма разреза  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$ - $\text{NdSe}$ , и было установлено, что разрез  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$ - $\text{NdSe}$  является квазибинарным сечением тройной системы  $\text{Nd-Bi-Se}$ .

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Kulbachinskii V. A., Kytin V. G., Kudryashov A. A., Tarasov P.M. Thermoelectric properties of  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ ,  $\text{Sb}_2\text{Te}_3$  and  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$  Single Crystals with Magnetic Impurities 9TH European Conference on Thermoelectrics: ect 2011. AIP Conference Proceedings, Volume 1449, pp. 95-98 (2012).
2. Андреев О.В., Халиков А.И., Лактионов Ф.В., Щурова М.А. Измерение электропроводности и термо-ЭДС: Учебно-методический комплекс. Методические указания для студентов направления 020100.68 «Химия». Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2012, 44 с.
3. А. М. Прохоров Компенсационный метод измерения // Большая Советская энциклопедия (в 30 т.) — 3-е изд. — М: Сов. энциклопедия, 1973. Т. XII, 624 с.
4. Ганбарова Г.Т., Садыгов Ф.М., Ильяслы Т.М., Исмаилов З.И. Электрофизические свойства твердых растворов на основе  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$ , Кинетика и механизм кристаллизации / Тезисы докладов VIII Межд. Науч. Конф., Иваново, Россия, 2014, с.65-66
5. Ганбарова Г.Т., Садыгов Ф.М., Ильяслы Т.М., Исмаилов З.И., Юсифов Ю.А. Система  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$ - $\text{NdSe}$  / Ümmüllü Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 91-ci ildönümünə həsr olunmuş "Müasir Kimya və biologiyanın aktual problemləri" beynəlxalq elmi konfrans, Gəncə, 2014, s 9-13
6. Augustine S., Ampili S., Kang J.K., Mathai E. Structural, electrical and optical properties of  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$  and  $\text{Bi}_2\text{Se}_{(3-x)}\text{Te}_x$  thin films // Mater. Res. Bull. 2005, v.40,p. 1314-132
7. Абрикосов Н.Х., Банкаина В.Ф., Порецкая Я.В. Полупроводниковые халькогениды и сплавы на их основе. М. Наука, 1975, 220с.