

(II) марганцем (II) в структурі дифосфата-матриці $\text{Co}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Кристалізуються синтезовані дифосфати в моноклінній сингонії (просторова група $P2_1/n$, $Z = 4$) з параметрами елементарної ячейки, котрі змінюються в лінійній залежності від вмісту Co(II) і Mn(II) . Приведені кристаллографічні і ІК-спектроскопічні характеристики дифосфатів твердого розчину.

SUMMARY. For the first time the obtained conditions are determined and the solid solution of hydrated diphosphates with general formula $\text{Co}_{2-x}\text{Mn}_x\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ is synthesized. It was established, that $\text{Co}_{2-x}\text{Mn}_x\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ on the chemical nature is the limited solid solution of substitution. Areas of its homogeneity change within the range of $0 < x \leq 0.23$. The solid solution is formed as a result of isomorphous substitution of cobalt (II) by manganese (II) in structure of diphosphate-matrix $\text{Co}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. It is determined, that synthesized diphosphates crystallize in monoclinic system (space group $P2_1/n$, $Z=4$). Their crystallographic and IR spectroscopical characteristics are given.

1. Щегров Л.Н. Фосфаты двухвалентных металлов. -Киев: Наук. думка, 1987.
2. Констант З.А., Диндуне А.П. Фосфаты двухвалентных металлов. -Рига: Зинатне, 1987.
3. Антрапцева Н.М., Ткачева Н.В. // Журн. прикл. химии. -2009. -82, № 7. -С. 1057—1063.
4. Antraptseva N.M., Tkachova N.V. // Proc. the 4th Intern. Conf. for Conveying and Handling of Particulate Solids. -Budapest, 2003. -1. -P. 2.29—2.34.
5. Антрапцева Н.М., Ткачова Н.В., Неділько С.Г. та ін. // Укр. хим. журн. -2007. -73, № 8. -С. 88—94.
6. Бусев А.И., Иванов В.М. // Журн. аналит. химии. -1963. -18, № 2. -С. 208—215.
7. Антрапцева Н.М., Дегтяренко Л.Н., Рябцева Н.В. // Изв. ВУЗов. Химия и хим. технология. -1992. -35, №10. -С. 40—45.
8. Печковский В.В., Чудинова Н.Н., Мельникова Р.Я. и др. Атлас инфракрасных спектров фосфатов. Конденсированные фосфаты. -М.: Наука, 1990.
9. Соколов Н.Д. // Водородная связь. -М.: Госхимиздат, 1964. -С. 7—39.
10. Лазарев А.Н. Колебательные спектры и строение силикатов. -Л.: Наука, 1968.

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ

Надійшла 10.12.2010

УДК 546.541.12.017

І.С. Барчій, А.А. Козьма

ФАЗОВІ РІВНОВАГИ У КВАЗІПОТРІЙНІЙ СИСТЕМІ Tl_4SnSe_4 — TlBiSe_2 — Tl_9BiSe_6

Класичними методами фізико-хімічного аналізу вивчено фазові рівноваги в квазіпотрійній системі Tl_4SnSe_4 — TlBiSe_2 — Tl_9BiSe_6 . Встановлено, що в системі формуються граничні тверді розчини: ϵ на основі сполуки Tl_4SnSe_4 , σ — сполуки TlBiSe_2 , α — Tl_9BiSe_6 . Квазіпотрійна система характеризується неваріантною евтектичною взаємодією $L \leftrightarrow \alpha + \sigma + \epsilon$. З використанням методів математичного моделювання побудовано проекцію поверхні ліквідусу на концентраційний трикутник та просторову діаграму стану.

Науково-технічний прогрес вимагає постійного пошуку нових матеріалів, які відповідають вимогам сучасної напівпровідникової техніки. В останні роки складні халькогенідні сполуки є перспективними об'єктами наукових досліджень завдяки комплексу електрофізичних властивостей, що дозволяє на їх основі виготовляти робочі елементи для інфрачервоної та лазерної техніки, нелінійної оптики, термоелектричних генераторів [1]. Проте складність проблеми полягає в тому, що багато електрофізичних, оптичних властивостей залежать не тільки від типу хімічного зв'язку у

речовинах, але дуже чутливі до їх будови — елементів макро- і мікроструктури. Цим зумовлюється зацікавленість матеріалознавців щодо одержання та вивчення нових композитних матеріалів на основі евтектичних сумішей.

Метою даної роботи є дослідження фазових рівноваг у квазіпотрійній системі Tl_4SnSe_4 — TlBiSe_2 — Tl_9BiSe_6 . Побудова діаграми стану дозволить більш детально вивчити характер фізико-хімічної взаємодії, описати поля кристалізації проміжних фаз і цілеспрямовано, з наукової точки зору підійти до проблеми одержання нових матеріалів на

© І.С. Барчій, А.А. Козьма, 2011

основі евтектичних сумішей.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА. Вихідними компонентами у процесі виконання роботи служили попередньо одержані тернарні селеніди. Синтез тернарних сполук здійснювали шляхом сплавлення стехіометричних кількостей елементарних компонентів у вакуумованих до 0.13 Па кварцевих ампулах. Для цього використовували талій марки Т1-000, станум ОВЧ-000, бісмут ос.ч.11-4, селен ос.ч.17-3. Диференційний термічний аналіз (ДТА) здійснювали за методикою [2]. Контроль за швидкістю нагрівання та охолодження (250—320 град/год) проводили з використанням програмованого пристрою РИФ-101. Температуру реєстрували хромель-алюмелевою термопарою з точністю ± 5 К. Рентгенівський фазовий аналіз (РФА) проводили методом порошку на дифрактометрі ДРОН-3М ($\text{CuK}\alpha$ -випромінювання, Ni-фільтр) [3].

Для вивчення характеру фізико-хімічної взаємодії у квазіпотрійній системі Tl_4SnSe_4 — TlBiSe_2 — Tl_9BiSe_6 було синтезовано у середині досліджуваного трикутника 16 потрійних сплавів. Склад сплавів підбирали таким чином, щоб вони відповідали вузлам симплексної ґратки, а також дали можливість встановити області існування окремих фаз. Температурні режими синтезу підбирали на основі діаграм стану квазіподвійних систем Tl_4SnSe_4 — TlBiSe_2 [4], Tl_4SnSe_4 — Tl_9BiSe_6 [4] та Tl_2Se — Bi_2Se_3 [5, 6]. Максимальна температура синтезу складала 1053 К, гомогенізуючий відпал проводили при 423 К протягом 336 год. Одержані сплави досліджували класичними методами ДТА та РФА, що дозволило встановити фазовий склад сплавів та поля існування кристалів вихідних компонентів при температурі ізотермічного перерізу 423 К.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ. Температури первинної кристалізації сплавів системи в комплексі з літературними даними використовували в якості вихідного масиву значень для побудови проєкції поверхні ліквідусу шляхом математичного моделювання методом “рухомих” симплексних трикутників на ЕОМ із залученням поліноміального аналізу [7, 8]. Базовий симплексний трикутник, що являє собою концентраційний трикутник квазіпотрійної системи Tl_4SnSe_4 — TlBiSe_2 — Tl_9BiSe_6 , поділяється на вторинні симплексні трикутники таким чином, щоб точки неваріантних рівноваг квазіподвійних систем розташовувались у вузлах вторинних симплексів (рис. 1). Матриця планування базового симплексного трикутника наведена в табл. 1.

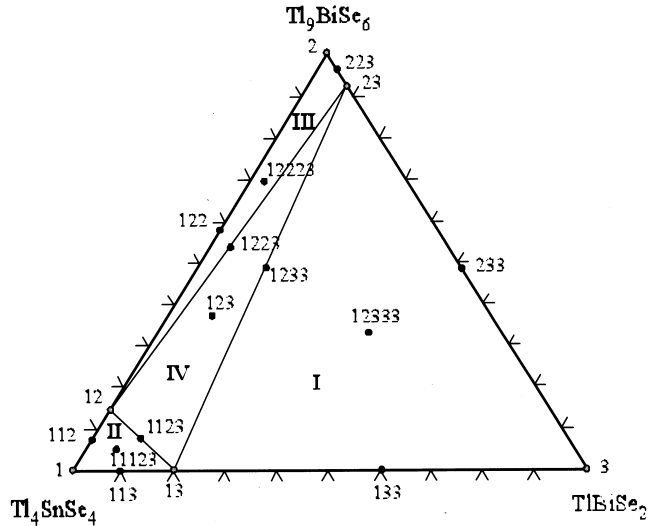


Рис. 1. Вузли базової симплексної ґратки квазіпотрійної системи Tl_4SnSe_4 — TlBiSe_2 — Tl_9BiSe_6 .

Поліном, який описує залежність температур первинної кристалізації сплавів від концентрації, має вигляд :

$$Y = b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{12}X_1X_2 + b_{23}X_2X_3 + b_{13}X_1X_3 + b_{123}X_1X_2X_3.$$

Коефіцієнти поліному b_1, b_2, \dots, b_{123} являють собою лінійну комбінацію значень температур первинної кристалізації, що спостерігаються у вузлах симплексної ґратки та розраховуються за результатами дослідів:

$$b_1 = Y_1, \quad b_2 = Y_2, \quad b_3 = Y_3;$$

$$b_{12} = 4Y_{12} - 2Y_1 - 2Y_2$$

(аналогічно розраховують b_{23}, b_{13}),

$$b_{123} = 27Y_{123} - 12 \cdot (Y_{12} + Y_{23} + Y_{13}) + 3 \cdot (Y_1 + Y_2 + Y_3),$$

де X_1, X_2, X_3 — відповідні концентрації компонентів у вершинах симплексних трикутників (% моль.); Y_1, Y_2, \dots, Y_{123} — значення температур кристалізації сплавів у вузлах симплексних трикутників, К; Y — розрахункове значення температури кристалізації, К.

Необхідно звернути увагу на те, що кожний вторинний симплексний трикутник (рис. 1) описує свою певну область квазіпотрійної системи. Оскільки вони пов'язані між собою, їх сукупність характеризує загальну досліджувану базову систему.

Детальний хід ліній моноваріантних рівноваг у квазіпотрійній системі Tl_4SnSe_4 — TlBiSe_2 — Tl_9BiSe_6 ,

Т а б л и ц я 1

Реалізація планів методу “рухомих” симплексних трикутників у квазіпотрійній системі Tl_4SnSe_4 — $TlBiSe_2$ — Tl_9BiSe_6

Вузол	Склад, % мол.			T, К	Вузол	Склад, % мол.			T, К
	Tl_4SnSe_4	Tl_9BiSe_6	$TlBiSe_2$			Tl_4SnSe_4	Tl_9BiSe_6	$TlBiSe_2$	
Y_1	100	0	0	715	Y_{113}	90	0	10	709
Y_2	0	100	0	791	Y_{133}	40	0	60	820
Y_3	0	0	100	980	Y_{1123}	82.7	7.3	10	670
Y_{12}	85	15	0	687	Y_{1223}	42.5	53.5	4	727
Y_{23}	0	92.5	7.5	776	Y_{1233}	40	46	14	735
Y_{13}	80	0	20	674	Y_{11123}	88.3	5	6.7	705
Y_{112}	92.5	7.5	0	702	Y_{12223}	27.5	70	2.5	759
Y_{122}	42.5	57.5	0	759	Y_{12333}	26.8	30.7	42.5	820
Y_{223}	0	96.25	3.75	783	Y_{123}	54.7	36	9.3	678
Y_{233}	0	46.25	53.75	880					

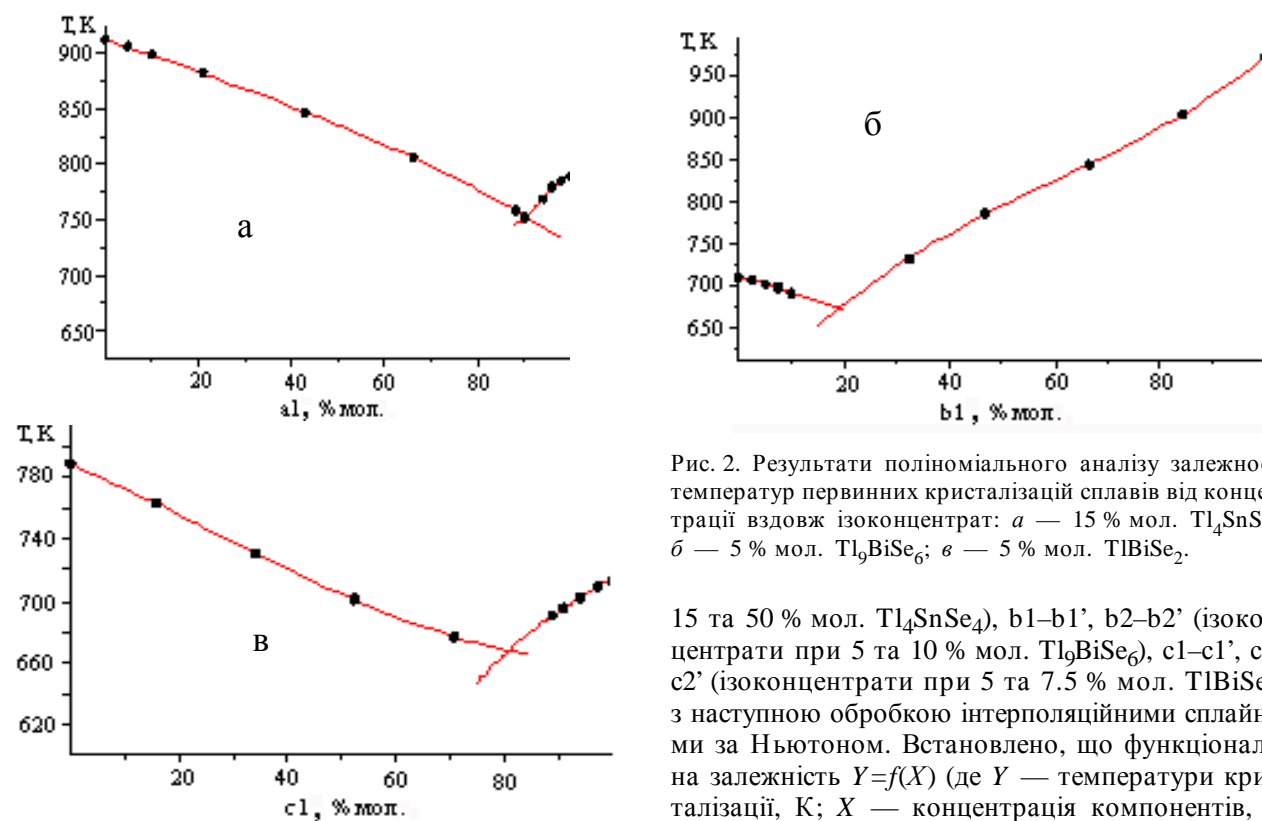


Рис. 2. Результати поліноміального аналізу залежності температур первинних кристалізацій сплавів від концентрації вздовж ізоконцентрат: а — 15 % мол. Tl_4SnSe_4 ; б — 5 % мол. Tl_9BiSe_6 ; в — 5 % мол. $TlBiSe_2$.

які поділяють поля первинних кристалізацій вихідних тернарних селенідів, визначали за допомогою поліноміального аналізу. Для цього було піддано обробці залежності температур первинних кристалізацій тернарних фаз від концентрації за перетинами $a1-a1'$, $a2-a2'$ (ізоконцентрати при

15 та 50 % мол. Tl_4SnSe_4), $b1-b1'$, $b2-b2'$ (ізоконцентрати при 5 та 10 % мол. Tl_9BiSe_6), $c1-c1'$, $c2-c2'$ (ізоконцентрати при 5 та 7.5 % мол. $TlBiSe_2$) з наступною обробкою інтерполяційними сплайнами за Ньютоном. Встановлено, що функціональна залежність $Y=f(X)$ (де Y — температури кристалізації, К; X — концентрація компонентів, % мол.) добре описується поліномом 3-го ступеня $Y = a_0 + a_1X + a_2X^2 + a_3X^3$. Результати поліноміального аналізу наведено на рис. 2 та в табл. 2.

Проведені дослідження дали можливість вивчити характер фізико-хімічної взаємодії у квазіпотрійній системі Tl_4SnSe_4 — $TlBiSe_2$ — Tl_9BiSe_6 , вперше побудувати проекцію поверхні ліквідусу на

Т а б л и ц я 2

Результати поліноміального аналізу в квазіпотрійній системі $Tl_4SnSe_4-TlBiSe_2-Tl_9BiSe_6$

Переріз $a1-a1'$ (ізоконцентрата при 15 % мол. Tl_4SnSe_4)

Поле первинної кристалізації σ -фази			Поле первинної кристалізації α -фази		
$a1'$, % мол.	T , К	Параметри поліному	$a1'$, % мол.	T , К	Параметри поліному
0	912	$a_0=912.16$	90	752	$a_0=29603.97$
5	906	$a_1=-1.45$	94	768	$a_1=-930.81$
10	899	$a_2=9.13 \cdot 10^{-5}$	96	779	$a_2=9.96$
21	882	$a_3=-3.99 \cdot 10^{-5}$	98	784	$a_3=-3.54 \cdot 10^{-2}$
43	846	$r_{xy}=0.9999$	100	789	$r_{xy}=0.9982$
66	806	$S_{xy}=1.1963$			$S_{xy}=1.7621$
88	758				

Координата перетину поліномів: 90.4 % мол. $a1'$; 751.9 К

Переріз $b1-b1'$ (ізоконцентрата при 5 % мол. Tl_9BiSe_6)

Поле первинної кристалізації ϵ -фази			Поле первинної кристалізації σ -фази		
$b1'$, % мол.	T , К	Параметри поліному	$b1'$, % мол.	T , К	Параметри поліному
0	710	$a_0=710.07$	32.3	733	$a_0=555.75$
2.5	707	$a_1=-1.17$	46.8	785	$a_1=7.50$
5.1	702	$a_2=-7.42 \cdot 10^{-2}$	66.5	843	$a_2=-7.59 \cdot 10^{-2}$
7.6	698	$a_3=1.81 \cdot 10^{-3}$	84.2	904	$a_3=4.25 \cdot 10^{-4}$
10.1	693	$r_{xy}=0.9991$	100	972	$r_{xy}=0.9999$
68	710	$S_{xy}=0.5993$			$S_{xy}=1.5829$
79	689				

Координата перетину поліномів: 19.1 % мол. $b1'$; 672.4 К

Переріз $c1-c1'$ (ізоконцентрата при 5 % мол. $TlBiSe_2$)

Поле первинної кристалізації α -фази			Поле первинної кристалізації ϵ -фази		
$c1'$, % мол.	T , К	Параметри поліному	$c1'$, % мол.	T , К	Параметри поліному
0	788	$a_0=788.12$	89.2	691	$a_0=-147.81$
15.8	763	$a_1=-1.49$	91.1	696	$a_1=19.87$
34.2	730	$a_2=-9.87 \cdot 10^{-3}$	94.3	702	$a_2=-1.56 \cdot 10^{-1}$
52.5	701	$a_3=1.24 \cdot 10^{-4}$	97.5	709	$r_{xy}=0.9992$
70.9	677	$r_{xy}=0.9999$	100	713	$S_{xy}=0.7272$
		$S_{xy}=0.8011$			

Координата перетину поліномів: 80.8 % мол. $c1'$; 670.6 К

Переріз $a2-a2'$ (ізоконцентрата при 50 % мол. Tl_4SnSe_4)

Поле первинної кристалізації σ -фази			Поле первинної кристалізації α -фази		
$a2'$, % мол.	T , К	Параметри поліному	$a2'$, % мол.	T , К	Параметри поліному
0	791	$a_0=790.76$	85	695	$a_0=1148.18$
9	785	$a_1=-3.85 \cdot 10^{-1}$	90	709	$a_1=-12.82$
18	781	$a_2=-1.46 \cdot 10^{-2}$	93	717	$a_2=8.82 \cdot 10^{-2}$
31	765	$a_3=4.05 \cdot 10^{-5}$	100	748	$r_{xy}=0.9985$
36	760	$r_{xy}=0.9997$			$S_{xy}=2.1358$
68	710	$S_{xy}=1.3190$			
79	689				

Координата перетину поліномів: 79.2 % мол. $a2'$; 689.5 К

Переріз $b2-b2'$ (ізоконцентрата при 10 % мол. Tl_9BiSe_6)

Поле первинної кристалізації ϵ -фази			Поле первинної кристалізації σ -фази		
$b2'$, % мол.	T , К	Параметри поліному	$b2'$, % мол.	T , К	Параметри поліному
0	699	$a_0=698.99$	28.7	730	$a_0=574.40$
2.3	694	$a_1=-1.91$	43.3	781	$a_1=6.98$
4.7	688	$a_2=-0.12$	60.7	838	$a_2=-6.49 \cdot 10^{-2}$
86	679	$a_3=5.92 \cdot 10^{-3}$	82.2	899	$a_3=3.43 \cdot 10^{-4}$
10.7	672	$r_{xy}=0.9999$	100	967	$r_{xy}=0.9999$
		$S_{xy}=0.0538$			$S_{xy}=3.2566$

Координата перетину поліномів: $x=14.9$ % мол. $b2'$; 667.4 К

Переріз $c2-c2'$ (ізоконцентрата при 7.5 % мол. $TlBiSe_2$)

Поле первинної кристалізації α -фази			Поле первинної кристалізації ϵ -фази		
$c2'$, % мол.	T , К	Параметри поліному	$c2'$, % мол.	T , К	Параметри поліному
0	783	$a_0=783.07$	88.2	691	$a_0=272.85$
15.7	768	$a_1=-0.80$	92.2	696	$a_1=7.31$
34.6	743	$a_2=-1.24 \cdot 10^{-2}$	96.1	702	$a_2=-2.94 \cdot 10^{-2}$
53.6	715	$a_3=6.59 \cdot 10^{-5}$	100	709	$r_{xy}=0.9999$
71.2	687	$r_{xy}=0.9999$		713	$S_{xy}=0.04752$
		$S_{xy}=0.4884$			

Координата перетину поліномів: 80.8 % мол. $c1'$; 670.6 К

П р и м і т к и. r_{xy} — Коефіцієнт парної кореляції; S_{xy} — середньквадратичне відхилення; ϵ -фаза на основі сполуки Tl_4SnSe_4 , σ — на основі $TlBiSe_2$, α — на основі Tl_9BiSe_6 .

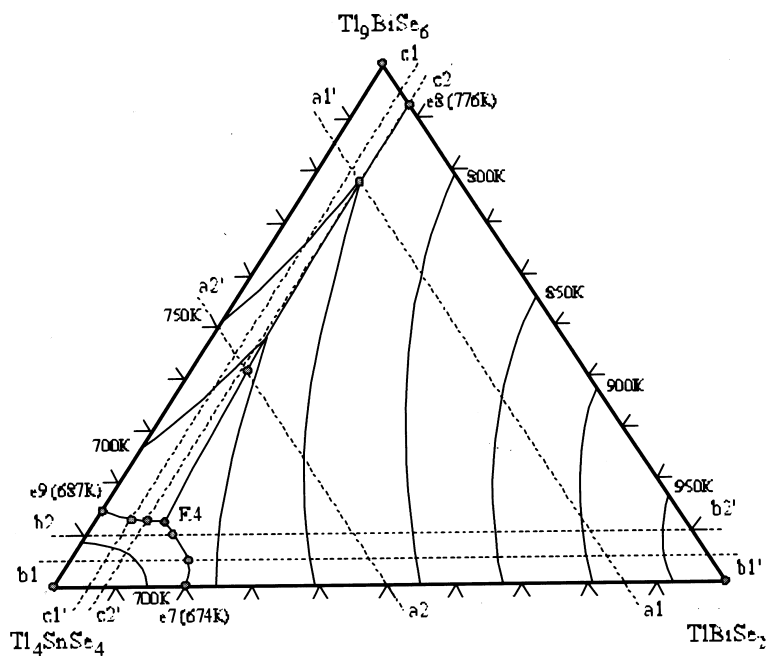


Рис. 3. Проекція поверхні ліквідусу на концентраційний трикутник квазіпотрійної системи $Tl_4SnSe_4-TlBiSe_2-Tl_9BiSe_6$.

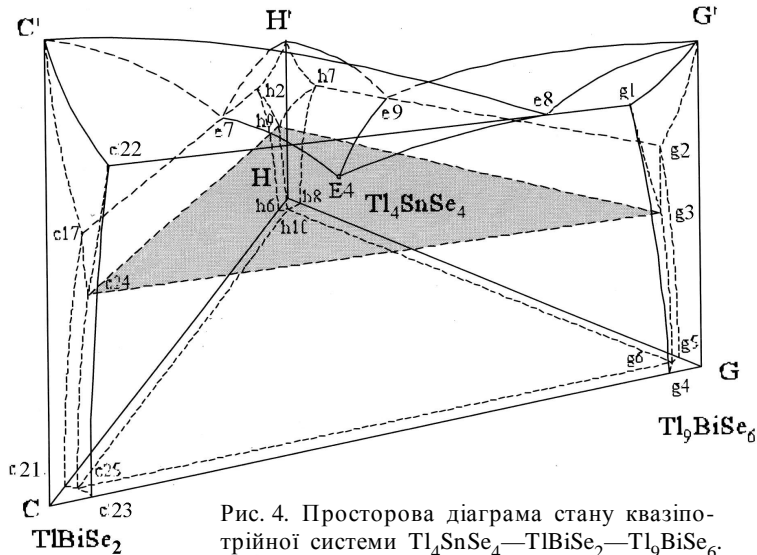


Рис. 4. Просторова діаграма стану квазіпотрійної системи $Tl_4SnSe_4-TlBiSe_2-Tl_9BiSe_6$.

концентраційний трикутник (рис. 3), просторову діаграму стану (рис. 4). Досліджувана система характеризується утворенням граничних твердих розчинів: ϵ — на основі сполуки Tl_4SnSe_4 , σ — на основі сполуки $TlBiSe_2$, α — на основі сполуки Tl_9BiSe_6 . Сторони квазіпотрійної системи утворюють три квазіподвійні системи евтектичного типу: $Tl_4SnSe_4-TlBiSe_2$ (евтектика $e7$ відповідає 20 % мол. $TlBiSe_2$, 674 K), $TlBiSe_2-Tl_9BiSe_6$ (евтектика $e8$ відпові-

дає 7.5 % мол. $TlBiSe_2$, 776 K) і $Tl_4SnSe_4-Tl_9BiSe_6$ (евтектика $e9$ відповідає 15 % мол. Tl_9BiSe_6 , 687 K). Система характеризується наявністю трьох полів первинних кристалізацій, що утворюють ліквідус системи: ϵ -фази (обмежена лініями $H'-e7-E4-e9-H'$), σ -фази (обмежена лініями $C'-e7-E4-e8-C'$), α -фази (обмежена лініями $G'-e8-E4-e8-G'$). Поля первинної кристалізації вихідних тернарних селенідів перетинаються вздовж ліній моноваріантних рівноваг: $e7-E4$ (відповідає моноваріантному рівноважному процесу $L \leftrightarrow \epsilon + \sigma$), $e8-E4$ (відбувається моноваріантний процес $L \leftrightarrow \alpha + \sigma$) та $e9-E4$ (характеризується рівноважним процесом $L \leftrightarrow \alpha + \epsilon$). Лінії моноваріантних рівноваг сходяться в потрійній евтектичній точці $E4$, в якій відбувається рівноважний нонваріантний процес $L \leftrightarrow \alpha + \sigma + \epsilon$. Шляхом математичного моделювання встановлено координату нонваріантної точки: 76 % мол. Tl_4SnSe_4 , 11 % мол. $TlBiSe_2$, 13 % мол. Tl_9BiSe_6 , 665 K.

У підсолідусній частині знаходяться об'єми співіснування розплаву L з кристалами α -фази ($L + \alpha$), σ -фази ($L + \sigma$) та ϵ -фази ($L + \epsilon$). Також нижче ліквідусу знаходяться поверхні вторинної кристалізації $c22e8E4c24c22$ і $g1e8E4g3g1$ ($L + \alpha + \sigma$), $g2e9E4g3g2$ і $h7e9E4h9h7$ ($L + \alpha + \epsilon$), $c17e7E4c24c17$ і $h2e7E4h9h2$ ($L + \sigma + \epsilon$). Солідусом системи є граничні склади твердих розчинів на основі вихідних компоненті $G'g1g3g2G'$ (α -твердий розчин), $C'c17c24c22C'$ (σ -твердий розчин), $H'h2h9h7H'$ (ϵ -твердий розчин), поля завершення вторинної кристалізації $g1g3c24c22g1$ ($\alpha + \sigma$), $g2h7h9g3g2$ ($\alpha + \epsilon$), $c17h2h9c24c17$ ($\sigma + \epsilon$) і трикутник нонваріантного евтектичного процесу $g3-c24h9g3$ ($\alpha + \sigma + \epsilon$). Нижче евтектичного трикутника знаходиться трифазна область співіснування кристалів $\alpha + \sigma + \epsilon$.

Області гомогенності вихідних тернарних сполук при температурі 423 K не перевищують 5–10 % мол. і обмежуються площинами $H'h2h9h7H'$, $h2h9h10h6h2$, $h7h9h10h8h7$ (граничний твердий розчин ϵ -фази на основі Tl_4SnSe_4), $C'c17c24c22C'$, $c17c24-c25c21c17$, $c22c24c25c23c22$ (граничний твердий

розчин σ -фази на основі TlBiSe_2), $G'g1g3g2G'$, $g1g3g4g6g1$, $g2g3g4g5g2$ (граничний твердий розчин α -фази на основі Tl_9BiSe_6).

Квазіпотрійна система $\text{Tl}_4\text{SnSe}_4\text{—TlBiSe}_2\text{—Tl}_9\text{BiSe}_6$ характеризується наступними рівноважними процесами:

– нонваріантні процеси плавлення: Tl_4SnSe_4 (точка H') — $\text{Tl}_4\text{SnSe}_4(\text{sol}) \leftrightarrow \text{Tl}_4\text{SnSe}_4(\text{liq})$ (715 K); TlBiSe_2 (точка C') — $\text{TlBiSe}_2(\text{sol}) \leftrightarrow \text{TlBiSe}_2(\text{liq})$ (980 K); Tl_9BiSe_6 (точка G') — $\text{Tl}_9\text{BiSe}_6(\text{sol}) \leftrightarrow \text{Tl}_9\text{BiSe}_6(\text{liq})$ (791 K);

– потрійний нонваріантний евтектичний процес: (точка $E4$) — $L \leftrightarrow \alpha + \sigma + \varepsilon$ (665 K);

– подвійні нонваріантні евтектичні процеси: точка $e7$ — $L \leftrightarrow \sigma + \varepsilon$ (674 K); точка $e8$ — $L \leftrightarrow \alpha + \sigma$ (776 K); точка $e9$ — $L \leftrightarrow \alpha + \varepsilon$ (687 K);

– моноваріантні евтектичні процеси: лінія $e7\text{—}E4$ — $L \leftrightarrow \sigma + \varepsilon$ (інтервал температур 674—665 K); лінія $e8\text{—}E4$ — $L \leftrightarrow \alpha + \sigma$ (інтервал температур 776—665 K); лінія $e9\text{—}E4$ — $L \leftrightarrow \alpha + \varepsilon$ (інтервал температур 687—665 K).

Утворення нових складних проміжних сполук у квазіпотрійній системі не зафіксовано.

РЕЗЮМЕ. Методами дифференціального термічного (ДТА), рентгеновського фазового (РФА) аналізу, використовуючи математичне моделювання на ЕВМ, досліджені фазові рівноваги в квазітрійній системі $\text{Tl}_4\text{SnSe}_4\text{—TlBiSe}_2\text{—Tl}_9\text{BiSe}_6$. Побудована проекція поверхні ліквідуса на концентраційний трикутник

и пространственная диаграмма состояния. Показано, что система характеризуется протеканием нонвариантного эвтектического взаимодействия. Установлены границы растворимости исходных соединений и координаты нонвариантных процессов.

SUMMARY. The physico-chemical interaction in the $\text{Tl}_4\text{SnSe}_4\text{—TlBiSe}_2\text{—Tl}_9\text{BiSe}_6$ system has been established by DTA, X-ray powder diffraction methods in combination with mathematical modeling. Projections of the liquidus surface, 3D space diagram of the quasiternary system were constructed. New complex compounds didn't form. The ternary system is of the invariant eutectic type. The three-dimensional one-, two- and three-phase regions present in the $\text{Tl}_4\text{SnSe}_4\text{—TlBiSe}_2\text{—Tl}_9\text{BiSe}_6$ system are described.

1. Шевельков А.В. // Успехи химии. -2008. -77, № 1. -С. 3—21.
2. Берг Л.Г. Введение в термографию. -М.: Наука, 1969.
3. Липсон Г., Стилл Г. Интерпретация порошковых рентгенограмм. -М.: Мир, 1972.
4. Козьма А.А., Переш Є.Ю., Барчій І.Є., Цигика В.В. // Укр. хим. журн. -2010. -76, № 4. -С. 80—84.
5. Збигли К.Р., Раевский С.Д. // Неорган. материалы. -1984. -20, № 2. -С. 211—214.
6. Барчій І.Є., Переш Є.Ю., Лазарев В.Б. и др. // Там же. -1988. -24, № 11. -С. 1791—1795.
7. Барчій І.Є. // Укр. хим. журн. -2001. -67, № 11. -С. 18—23.
8. Козьма А.А., Барчій І.Є., Переш Є.Ю., Цигика В.В. // Вісн. Ужгород. націон. ун-ту. Сер. Хімія. -2009. -Вип. 21. -С. 6—12.