

стять фосфати, силікати, луѓи) і пошкодження скляних волокон при їх підготовці до хімічної металізації рекомендуємо використовувати в якості миючих засобів суміші ХДДП—Твін-40 різного складу, суміш ХДДП—Твін-60 з невеликим вмістом Твіну.

РЕЗЮМЕ. Установлені механізм і умови утворення супрамолекулярних структур хлорид додецилпіридинію—Твін (Твін-40, Твін-60) в об'ємі сумішних водних розчинів. Проведені в межах теорії регулярних розчинів розрахунок складу новоутворених, параметра міжчастинного взаємодіяння і стандартної вільної енергії Гіббса сумішного мицеллоутворення катіон-неіоногенних поверхностно-активних речовин.

SUMMARY. The mechanism and conditions of formation supramolecular structures dodecylpyridinium chlorides—Tween (Tween-40, Tween-60) in volume of the mixed aqueous solutions are established. It is lead within the framework of the theory of regular solutions calculation of structure new formations, parameter of interpartial interaction and standard free energy Gibbs mixed micellization cationic-nonionic surfactants.

1. Шварц А., Перри Дж. Поверхностно-активные вещества (их химия и техническое применение). -М.: Инлитиздат, 1953.
2. Поверхностно-активные вещества: Синтез, анализ, свойства, применение / Под ред. А.А. Абрамзона. -Л.: Химия, 1988.
3. Плетнев М.Ю. // Успехи коллоид. химии. -Л: Химия, 1991. -С. 60—82.
4. Стрельцова О.О., Волювач О.В. // Укр. хим. журн. -2004. -70, № 5. -С. 46—50.
5. Стрельцова О.О., Мунтян О.Г., Волювач О.В. // Там же. -2002. -68, № 4. -С. 91—94.
6. Шенфельд Н. Поверхностно-активные вещества на основе окиси этилена / Под ред. Н.Н. Лебедева. -М.: Химия, 1982.
7. Саввин С.Б. Поверхностно-активные вещества. -М.: Наука, 1991.
8. Lange H., Beck K.-H. // Kolloid-Z. u. Z. Polymere. -1973. -251, № 5. -S. 424—431.
9. Rubingh D.N. Solution Chemistry of Surfactants / Ed. by K.L. Mittal. -New York; London: Plenum Press., 1979. -Vol. 1. -P. 337.
10. Харитонова Т.В., Иванова Н.И., Сумм Б.Д. // Коллоид. журн. -2002. -64, № 2. -С. 249—256.
11. Писаев И.В., Соболева О.А., Иванова Н.И. // Там же. -2009. -71, № 2. -С. 256—261.
12. Русанов А.И. Мицеллообразование в растворах поверхностно-активных веществ. -СПб. Химия, 1992.

Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова

Надійшла 05.05.2010

УДК 546.541.12.017

А.А. Козьма, І.Є. Барчій, Є.Ю. Переш, А.М. Соломон, В.В. Цигика

ФАЗОВІ РІВНОВАГИ У СИСТЕМІ SnSe_2 — Tl_2SnSe_3 — TlBiSe_2

Методами диференційного термічного (ДТА), рентгенівського фазового (РФА) аналізів, з використанням математичного моделювання фазових рівноваг у багатокомпонентних системах на ЕОМ, досліджено характер фізико-хімічної взаємодії у квазіпотрійній системі SnSe_2 — Tl_2SnSe_3 — TlBiSe_2 , побудовано відповідну просторову діаграму стану.

ВСТУП. Зростаюче споживання енергоресурсів обумовлює створення та впровадження альтернативних джерел енергії, сприяє розробці ефективних термоелектричних матеріалів, які здатні взаємоперетворювати теплову енергію в електричну. Перспективними термоелектриками є ряд халькогенідів талію [1]. Науковий інтерес також викликають складні системи, утворені талійвмісними сполуками. Наявність відомостей щодо

характеру фізико-хімічної взаємодії у системах, де утворюються такі сполуки, дає можливість на науковій основі розробити технологічні умови одержання нових функціональних матеріалів на базі твердих розчинів та сплавів евтектичних сумішей, з вищими термоелектричними показниками, ніж вихідні індивідуальні сполуки.

У даній роботі представлено результати дослідження характеру фізико-хімічної взаємодії у

© А.А. Козьма, І.Є. Барчій, Є.Ю. Переш, А.М. Соломон, В.В. Цигика, 2010

квазіпотрійній системі $\text{SnSe}_2\text{—Tl}_2\text{SnSe}_3\text{—TlBiSe}_2$.

Зазначена система є вторинною квазіпотрійною відносно вихідної $\text{Tl}_2\text{Se—SnSe}_2\text{—Bi}_2\text{Se}_3$ [2] і обмежується трьома квазібінарними перерізами: $\text{SnSe}_2\text{—Tl}_2\text{SnSe}_3$, $\text{SnSe}_2\text{—TlBiSe}_2$ та $\text{Tl}_2\text{SnSe}_3\text{—TlBiSe}_2$. Система $\text{SnSe}_2\text{—Tl}_2\text{SnSe}_3$ є частковою від $\text{SnSe}_2\text{—Tl}_2\text{Se}$ [3—5], характеризується наявністю проміжної тернарної сполуки $\text{Tl}_2\text{Sn}_2\text{Se}_5$, яка утворюється за перитектичною реакцією $\text{L}+\text{SnSe}_2 \leftrightarrow \text{Tl}_2\text{Sn}_2\text{Se}_5$ (724 K [3], 733 K [4, 5]) і зазнає твердофазного розкладу $\text{Tl}_2\text{Sn}_2\text{Se}_5\text{—SnSe}_2 + \text{Tl}_2\text{SnSe}_3$ (при 648 K [3], 658 K [4, 5]). Гілки первинної кристалізації сполук SnSe_2 та Tl_2SnSe_3 перетинаються у евтектичній точці, що відповідає 26 % мол. SnSe_2 (724 K) [4, 5] та 36 % мол. SnSe_2 (728 K) згідно з роботою [3]. Системи $\text{SnSe}_2\text{—TlBiSe}_2$ та $\text{Tl}_2\text{SnSe}_3\text{—TlBiSe}_2$ характеризуються евтектичним типом взаємодії [2]. Сполука TlBiSe_2 утворюється на квазібінарному перерізі $\text{Tl}_2\text{Se—Bi}_2\text{Se}_3$ [6—9], плавиться конгруентно при 980 K [2, 6, 8] або 993 K [7, 10]. У роботах [8, 9] при 600 K для зазначеної сполуки наведено поліморфне перетворення, яке, однак, не виявлено авторами робіт [6, 7, 10—12].

ЕКСПЕРИМЕНТ ТА ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТИВ. Синтез вихідних сполук і проміжних сплавів, їх дослідження класичними методами фізико-хімічного аналізу здійснювали аналогічно до методик, описаних у роботі [2], а математичне моделювання — згідно з [12, 13].

Для вивчення характеру фізико-хімічної взаємодії у системі синтезували 19 подвійних та 17 потрійних сплавів. Склад сплавів підбирали таким чином, щоб вони знаходилися на перерізах $\text{SnSe}_2\text{—Tl}_2\text{SnSe}_3$, $\text{SnSe}_2\text{—TlBiSe}_2$, $\text{Tl}_2\text{SnSe}_3\text{—TlBiSe}_2$, відповідали вузлам симплексних трикутників і давали можливість встановити межі існування граничних твердих розчинів на основі бінарних і тернарних сполук. Максимальна температура синтезу складала 1053 K. Для приведення сплавів у рівноважний стан здійснювали гомогенізуючий відпал при температурі 423 K протягом 336 год. Одержані сплави досліджували методами ДТА та РФА із залученням математичного моделювання.

Квазіпотрійна система $\text{SnSe}_2\text{—Tl}_2\text{SnSe}_3\text{—TlBiSe}_2$ утворена квазібінарними перерізами $\text{SnSe}_2\text{—TlBiSe}_2$ та $\text{Tl}_2\text{SnSe}_3\text{—TlBiSe}_2$, для яких встановлено неваріантні евтектичні процеси: $\text{L} \leftrightarrow \beta + \sigma$ (координати евтектики e_3 : 45 % мол. TlBiSe_2 , 727 K) і $\text{L} \leftrightarrow \mu' + \sigma$ (координати евтектики e_4 : 15 % мол. TlBiSe_2 , 724 K), а також частковою системою $\text{SnSe}_2\text{—Tl}_2\text{SnSe}_3$, яка характеризується наявністю проміжної тернарної

сполуки $\text{Tl}_2\text{Sn}_2\text{Se}_5$ (утворюється за перитектичною реакцією $\text{L} + \beta \leftrightarrow \text{Tl}_2\text{Sn}_2\text{Se}_5$ при 732 K, твердофазно розкладається за реакцією $\text{Tl}_2\text{Sn}_2\text{Se}_5 \leftrightarrow \beta + \mu$ при 655 K) і неваріантним евтектичним процесом $\text{L} \leftrightarrow \mu' + \text{Tl}_2\text{Sn}_2\text{Se}_5$ (координати евтектики e_5 : 24 % мол. SnSe_2 , 723 K). У дослідженій квазіпотрійній системі формуються граничні тверді розчини: β -кристалів на основі SnSe_2 , σ -кристалів на основі TlBiSe_2 , μ - та μ' -кристалів на основі низько- та високотемпературної поліморфних модифікацій Tl_2SnSe_3 .

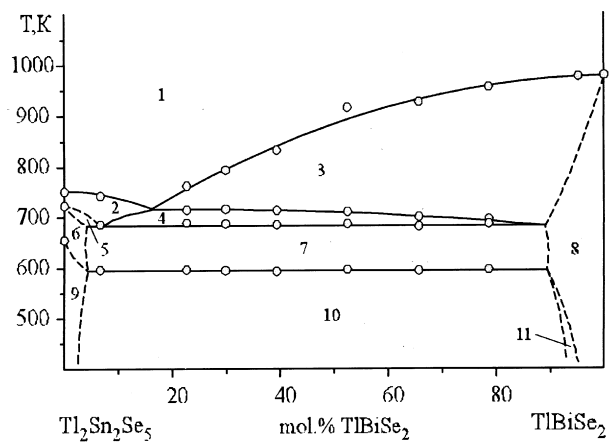


Рис. 1. Діаграма стану політермічного перерізу $\text{Tl}_2\text{Sn}_2\text{Se}_5\text{—TlBiSe}_2$: 1 — L; 2 — L+ β ; 3 — L+ σ ; 4 — L+ β + σ ; 5 — L+ β + $\text{Tl}_2\text{Sn}_2\text{Se}_5$; 6 — $\text{Tl}_2\text{Sn}_2\text{Se}_5$; 7 — σ + $\text{Tl}_2\text{Sn}_2\text{Se}_5$; 8 — σ ; 9 — β + μ ; 10 — β + σ + μ ; 11 — σ + μ (де β — фаза на основі сполуки SnSe_2 , σ — на основі TlBiSe_2 , μ — Tl_2SnSe_3).

Система $\text{Tl}_2\text{Sn}_2\text{Se}_5\text{—TlBiSe}_2$ є політермічним перерізом вторинної квазіпотрійної системи $\text{SnSe}_2\text{—Tl}_2\text{SnSe}_3\text{—TlBiSe}_2$ (рис. 1). Гілки первинного виділення β - і σ -кристалів (ліквідус системи) перетинаються у точці з координатами: 18 % мол. TlBiSe_2 , 720 K. Перитектичний процес $\text{L} + \beta \leftrightarrow \text{Tl}_2\text{Sn}_2\text{Se}_5$ в інтервалі 0—5 % мол. TlBiSe_2 проходить із пониженням температури (732—687 K), а на відрізку 5—90 % мол. TlBiSe_2 — при сталій температурі 687 K. Усі сплави кристалізуються при 687 K (відповідає температурі перитектичної площини всередині системи $\text{SnSe}_2\text{—Tl}_2\text{SnSe}_3\text{—TlBiSe}_2$). Лінія неваріантної рівноваги при 596 K відповідає твердофазному розкладу $\text{Tl}_2\text{Sn}_2\text{Se}_5$, тому на дифрактограмах сплавів інтервалу 7—80 % мол. TlBiSe_2 , при температурі ізотермічного відпалу (423 K), присутні рефлекси β -, σ -, μ -фаз. За результатами термічного і рентгенівського аналізів встановлено, що при 423 K область гомогенності сполуки TlBiSe_2 не перевищує 5 % мол.

Переріз $Tl_2Sn_2Se_5-TlBiSe_2$ умовно поділяє вихідну квазіпотрійну систему $SnSe_2-Tl_2Sn_2Se_5-TlBiSe_2$ на дві вторинні часткові системи: $SnSe_2-Tl_2Sn_2Se_5-TlBiSe_2$ і $Tl_2Sn_2Se_5-Tl_2Sn_2Se_3-TlBiSe_2$, які можна розглядати окремо.

Система $SnSe_2-Tl_2Sn_2Se_5-TlBiSe_2$ (рис. 2) характеризується проходженням моноваріантного евтектичного процесу $L \leftrightarrow \beta + \sigma$ (відбувається в інтервалі температур 727–720 К вздовж лінії e_3-s_1), який поділяє поля первинних кристалізацій вихідних бінарного станум (IV) селеніду та тернарної сполуки $TlBiSe_2$. Об'єм первинних виділень β -фази ($L + \beta$) зверху обмежений поверхнею ліквідусу $A'e_3s_1D'A'$, знизу — поверхнями $a_7d_1d_7a_8a_7$ та $s_1e_3a_2a_8d_7s_1$. Об'єм первинних виділень σ -фази ($L + \sigma$) обмежений поверхнями $C's_1e_3C'$ (ліквідус системи) і $s_1e_3c_1c_7s_1$. Дві трифазні області, які відповідають об'ємам вторинних виділень, обмежуються поверхнями, що утворюються переміщенням сторін конодних трикутників: $s_1e_3c_1c_7s_1$, $s_1e_3a_8d_7s_1$, $c_7a_8d_7c_7$ ($L + \beta + \sigma$); $a_7d_1d_7a_8a_1$, $a_7d_1d_6a_8a_7$, $a_8d_6d_7a_8$ ($L + \beta + Tl_2Sn_2Se_5$). Трифазні об'єми вторинних виділень поділені між собою двофазним об'ємом співіснування розплаву L і первинних виділень β -кристалів. Нижні сторони об'ємів вторинних виділень утворюють поверхню неваріантного перитектичного перетворення $a_8d_6c_7a_8$, на якій проходить процес $L + \beta \leftrightarrow Tl_2Sn_2Se_5 + \sigma$ при 687 К. Оскільки перитектичний процес $L + \beta \leftrightarrow Tl_2Sn_2Se_5$ у подвійній системі $Tl_2Sn_2Se_3-SnSe_2$ у даному концентраційному інтервалі відбувається з повним вичерпанням розплаву, а β -кристали залишаються у надлишку, нижче за перитектичну площину трифазна область є сумішшю β -, σ - та $Tl_2Sn_2Se_5$ -кристалів. Площина $a_{10}d_4c_8a_{10}$ відповідає процесу твердофазного розкладу сполуки $Tl_2Sn_2Se_5$ ($Tl_2Sn_2Se_5 \leftrightarrow \beta + \mu$ при 596 К), тому нижче за неї тверда фаза складається із суміші β -, σ - та μ -кристалів.

Області гомогенності бінарного станум (IV) селеніду та тернарної сполуки $TlBiSe_2$ обмежені поверхнями $A'a_2a_8a_7a'$, $a_7a_9a_{10}a_8a_7$, $a_9a_{10}a_{11}a_{12}a_9$, $a_2a_8a_{10}a_{11}a_5a_2$, $A'a_2a_5AA'$, $A'a_7a_9a_{12}AA'$ і $C'c_1c_7C'$, $c_1c_7c_8c_9c_4c_1$, $C'c_7c_8c_9CC'$, $C'c_1c_4CC'$ відповідно.

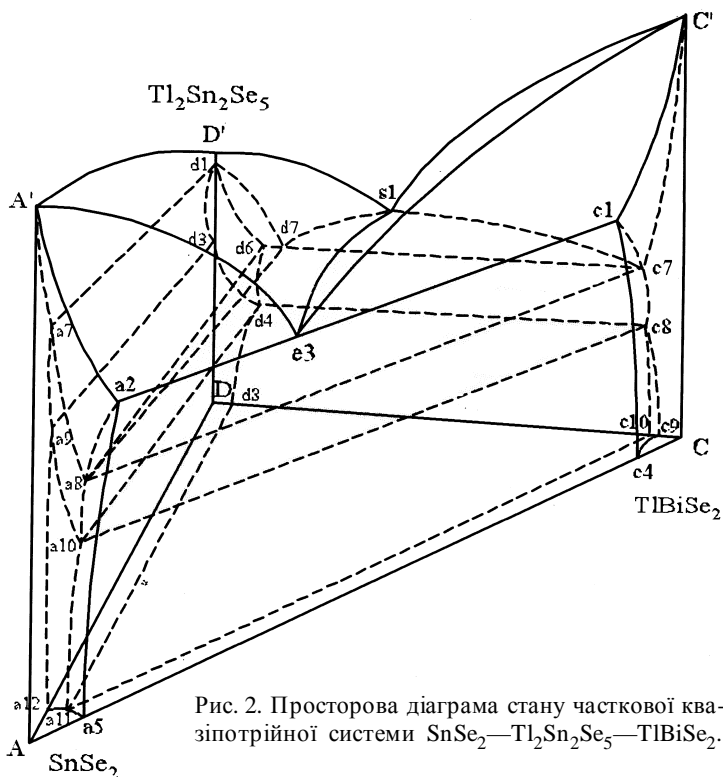


Рис. 2. Просторова діаграма стану часткової квазіпотрійної системи $SnSe_2-Tl_2Sn_2Se_5-TlBiSe_2$.

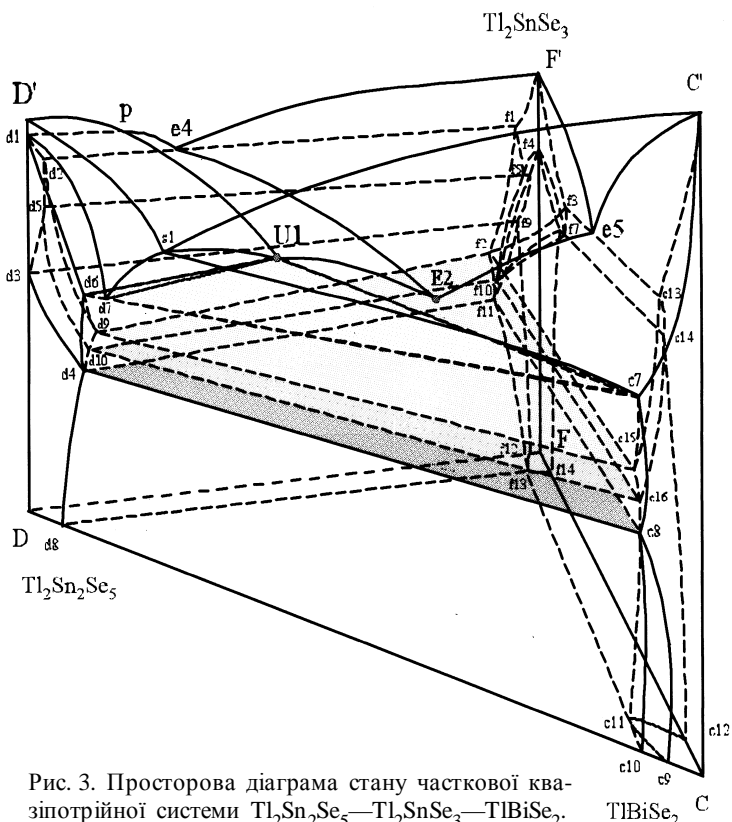


Рис. 3. Просторова діаграма стану часткової квазіпотрійної системи $Tl_2Sn_2Se_5-Tl_2Sn_2Se_3-TlBiSe_2$.

Сполука $Tl_2Sn_2Se_5$ існує в температурному інтервалі 732—596 К і її область обмежена площинами $d1d3d1$, $d1d6d4d3d1$, $d1d3d4d6d1$.

У системі $Tl_2Sn_2Se_5$ — Tl_2SnSe_3 — $TlBiSe_2$ (рис. 3) відбувається більш складна фізико-хімічна взаємодія. Вона характеризується проходженням нонваріантного перитектичного процесу $L + \beta \leftrightarrow \sigma + Tl_2Sn_2Se_5$ при 687 К (площина $d6U1c7d6$), нонваріантного евтектичного процесу $L \leftrightarrow \sigma + \mu' + Tl_2Sn_2Se_5$ при 657 К (площина $d9f2c15d9$), поліморфного перетворення на основі сполуки Tl_2SnSe_3 при 637 К (площина $d10f10c16d10$) і твердофазного розкладу тернарної сполуки $Tl_2Sn_2Se_5$: при 596 К $Tl_2Sn_2Se_5 \leftrightarrow \beta + \mu$ (площина $d4f11c8d4$). Ліквідус системи утворюють чотири поверхні первинних кристалізацій $D'pU1s1D'$ (β -фази), $F'e4E2e5F'$ (μ' -фази), $pe4E2U1p$ (тернарної сполуки $Tl_2Sn_2Se_5$) і $Ce5E2s1C'$ (σ -фази).

Поверхні первинних кристалізацій поділені між собою лініями моноваріантних рівноваг $s1-U1$ (рівноважний процес $L \leftrightarrow \beta + \sigma$, 720—687 К), $U1-E2$ (рівноважний процес $L \leftrightarrow \sigma + Tl_2Sn_2Se_5$, 687—657 К), $p-U1$ (рівноважний процес $L + \beta \leftrightarrow Tl_2Sn_2Se_5$, 732—687 К), $e4-E2$ (рівноважний процес $L \leftrightarrow \mu' + Tl_2Sn_2Se_5$, 723—657 К), $e5-E2$ (рівноважний процес $L \leftrightarrow \sigma + \mu'$, 724—657 К). Лінії моноваріантних рівноваг перетинаються в двох нонваріантних точках: $U1$ (66 % мол. Tl_2SnSe_3 , 21 % мол. $SnSe_2$, 13 % мол. $TlBiSe_2$, 687 К), $E2$ (74 % мол. Tl_2SnSe_3 , 13 % мол. $SnSe_2$, 13 % мол. $TlBiSe_2$, 657 К). Солідус системи утворюється нонваріантною евтектичною площиною ($d9f2c15d9$), поверхнями закінчення первинних кристалізацій σ -фази ($C'c13c15c7C'$), μ' -фази ($F'f1f2f3F'$), сполуки $Tl_2Sn_2Se_5$ ($d1d2d9d6d1$), а також поверхнями закінчення сумісних кристалізацій $\mu' + \sigma$ ($f3c13c15f2f3$), $\sigma + Tl_2Sn_2Se_5$ ($d6c7c15d9d6$) та $\mu' + Tl_2Sn_2Se_5$ ($f1f2d9d2f1$). Область гомогенності сполуки $TlBiSe_2$ обмежена поверхнями $C'c13c15c7C'$, $C'c13c14c12C'$, $c13c14c16c15c13$, $c7c8c16c15c7$, $c14c16c8c12c14$, $c8c9c11c8$.

У середині трикомпонентної системи відбувається евтектоїдний процес на основі поліморфного перетворення сполуки Tl_2SnSe_3 . Область гомогенності сполуки Tl_2SnSe_3 (рис. 4) складається з трьох областей: існування кристалів μ' -фази ($F'f1f2f3F'$, $F'f1f5f4F'$, $F'f3f7f4F'$, $f1f2f10f5f1$, $f4f5f10f7f4$), μ -фази ($f4f6f10f8f4$, $f6f10f11f9f6$, $f9f11f13f12f9$, $f8f11f13f14f8$, $f4f9f12Ff4$, $f4f8f14Ff4$) та їх сумісної кристалізації $\mu' + \mu$ ($f4f5f10f7f4$, $f4f6f10f8f4$, $f4f5f6f4$, $f4f7f8f4$, $f5f6f10f5$, $f7f8f10f7$). Завдяки утворенню за перитектичною реакцією і твер-

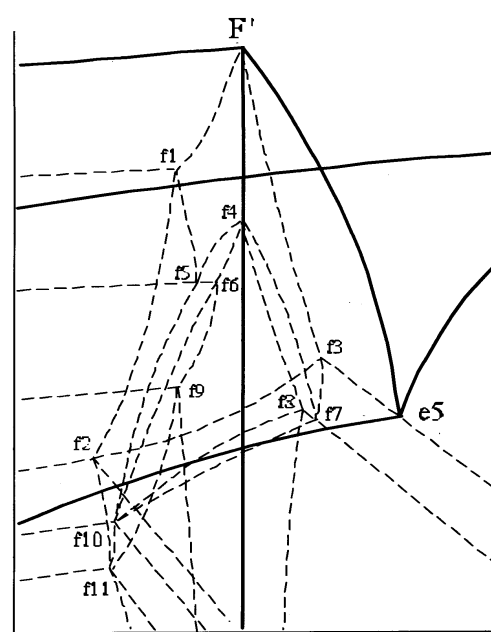


Рис. 4. Фрагмент діаграми стану часткової квазіпотрійної системи $Tl_2Sn_2Se_5$ — Tl_2SnSe_3 — $TlBiSe_2$ в області поліморфного перетворення сполуки Tl_2SnSe_3 .

дофазному розкладу тернарна сполука $Tl_2Sn_2Se_5$ існує в певному температурному інтервалі (її існування обмежене поверхнями $d1d2d9d6d1$, $d1d2d5d3d1$, $d2d9d10d3d5d2$, $d1d6d4d3d1$). Нижче евтектичної площини і вище за площину твердофазного розкладу сполуки $Tl_2Sn_2Se_5$ ($d4f11c8d4$) тверда фаза поділена площиною поліморфного перетворення ($d10f10c16d10$) на дві частини, які складаються з кристалів σ -, μ' -фаз і сполуки $Tl_2Sn_2Se_5$ (у температурному інтервалі 657—637 К), а також кристалів σ -, μ -фаз та сполуки $Tl_2Sn_2Se_5$ (в температурному інтервалі 637—596 К). Нижче площини твердофазного розкладу тверда фаза є сумішшю β -, σ - та μ -кристалів.

Проведені дослідження показали, що система $SnSe_2$ — Tl_2SnSe_3 — $TlBiSe_2$ характеризується наявністю граничних твердих розчинів на основі вихідних компонентів, потрійними евтектичним та перитектичним процесами, поліморфізмом Tl_2SnSe_3 та твердофазним розкладом $Tl_2Sn_2Se_5$. Утворення нових тернарних і тетрарних проміжних фаз у системі не зафіксовано.

РЕЗЮМЕ. Методами дифференціального термічного (ДТА), рентгеновського фазового (РФА) аналізу, з використанням математичного моделювання на ЕВМ, дослідовані фазові рівноваги в квазітро-

иной системе $\text{SnSe}_2\text{—Ti}_2\text{SnSe}_3\text{—TiBiSe}_2$. Построена соответствующая пространственная диаграмма состояния. Показано, что система характеризуется сложным физико-химическим взаимодействием. Установлены границы растворимости исходных соединений и координаты невариантных процессов.

SUMMARY. The phase equilibria of the $\text{SnSe}_2\text{—Ti}_2\text{SnSe}_3\text{—TiBiSe}_2$ system were studied by differential thermal (DTA), X-ray powder diffraction (XRD) analysis and computer mathematic modulation. The space diagram of the quasiternary system was plotted. The ternary system is characterized by the complex physico-chemical interaction. The limited solid solutions are formed on base of binary and ternary compounds. The coordinates of nonvariant eutectic and peritectic interaction were established.

1. Шевельков А.В. // Успехи химии. -2008. -77, № 1. -С. 3—21.
2. Козьма А.А., Переш Е.Ю., Барчий І.Є., Цигика В.В. // Укр. хім. журн. -2010. -76, № 4. -С. 80—84.
3. Hoepfner P., Eholie R. // C. R. Acad. Sc. Paris. -1976. -C283, № 16. -P. 731—733.

4. Али Аларик Готук, Бабанлы М.Б., Кулиев А.А. // Азерб. хим. журн. -1977. -№ 6. -С. 128—130.
5. Лазарев В.Б., Переш Е.Ю., Староста В.И., Мудрый В.В. // Журн. неорган. химии. -1985. -30, № 6. -С. 1502—1506.
6. Збигли К.Р., Раевский С.Д. // Неорган. материалы. -1984. -20, №2. -С. 211—214.
7. Барчий І.Є., Переш Е.Ю., Лазарев В.Б. и др. // Там же. -1988. -24, №11. -С. 1791—1795.
8. Бабанлы М.Б., Замани И.С., Азизулла Ахмадьяр, Кулиев А.А. // Журн. неорган. химии. -1990. -35, № 5. -С. 1285—1289.
9. Бабанлы М.Б., Поповкин Б.А., Замани И.С., Гусейнова Р.Р. // Там же. -2003. -48, № 12. -С. 2091—2096.
10. Гицу Д.В., Канцер В.Г., Попович Н.С. Тройные узкозонные полупроводники $\text{A}^{\text{III}}\text{B}^{\text{V}}\text{C}_2^{\text{VI}}$ и их твердые растворы. -Кишинев: "Штиинца", 1986. -С. 308.
11. Козьма А.А., Переш Е.Ю., Барчий І.Є. та ін. // Вісн. УжНУ. Сер. хім. -2008. -Вип. 19—20. -С. 89—92.
12. Козьма А.А., Барчий І.Є., Переш Е.Ю., Цигика В.В. // Там же. -2009. -Вип. 21. -С. 6—12.
13. Барчий І.Є. // Укр. хим. журн. -2001. -67, № 11. -С. 18—23.

Ужгородський національний університет

Надійшла 04.06.2010

УДК 541.183.12+546.273+546.831.4-36

Ю.М. Вольфович, Ю.С. Дзязько, В.Е. Сосенкин, Н.Ф. Никольская

МЕТОД ЭТАЛОННОЙ КОНТАКТНОЙ ПОРОМЕТРИИ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ КЕРАМИЧЕСКИХ МЕМБРАН, МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАНОЧАСТИЦАМИ НЕОРГАНИЧЕСКОГО ИОНИТА

Для исследования структуры неорганических композиционных мембран, модифицированных наночастицами неорганического ионита гидратированного диоксида циркония, использован метод эталонной контактной порометрии. Порограммы разложены на лоренцовы составляющие, отнесение которых к структурным элементам матрицы и ионита рассчитано по гомогенной и гетерогенной глобулярным моделям. Справедливость такого подхода подтверждена данными сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии. Показано, что зарядовая селективность мембран обусловлена закупоркой матрицы агрегатами наночастиц ионита; размер пор, определяющих это свойство, оценен как 14 нм.

ВВЕДЕНИЕ. В отличие от полимерных неорганические мембраны характеризуются высокой химической и термической стабильностью, а также значительной механической прочностью и устойчивостью к загрязнению органическими веществами [1]. Благодаря этим уникальным качествам неорганические материалы широко применяются в баромембранных процессах разделения [1, 2]. Периодически рассматривается возможность

использования неорганических материалов и для электрохимически стимулированного разделения [3, 4], тем не менее отсутствие зарядовой селективности обуславливает низкую производительность и высокую энергоёмкость таких процессов. Отсутствие избирательности мембран по отношению к ионам того или иного знака заряда определяется тем, что известные способы синтеза неорганических мембран, в частности, нанесение акти-

© Ю.М. Вольфович, Ю.С. Дзязько, В.Е. Сосенкин, Н.Ф. Никольская, 2010