

биття (СДВ) цих сполук. Для фторидів, оксидів, сульфогфторидів та сульфідів Nd, Tm, Sm, Dy встановлено смуги в СДВ, зсув яких співвідноситься з величиною  $\alpha$ . Показано, що розраховані значення  $\alpha$  дозволяють передбачити зсув смуг у СДВ неорганічних сполук лантанідів та спільно з даними про спектри ДВ та хімічного аналізу можуть бути використовані для ідентифікації нових сполук лантанідів.

**SUMMARY.** The reduced polarizability of anion-ligands ( $\alpha$ ) has been proposed as a new parameter correlating with the bands position of inorganic lanthanide compounds of crystalline structure in DRS of these compounds. For Nd, Tm, Sm and Dy fluorides, oxides, sulfofluorides and sulfides the shift of bands in the DRS of these compounds have been determined. There were established the bands which shifts correlate with the values of  $\alpha$ . It has been shown that calculated values of  $\alpha$  allow the shift of these bands in the DRS of new inorganic lanthanide compounds be predicted. These values alongside with the data of DR spectra and chemical analysis could be used for the identification of these lanthanide compounds.

Фізико-хімічний інститут ім. А.В. Богатського  
НАН України, Одеса

Поступила 03.03.2006

УДК 546.541.12.017

**І.П. Стерчо, В.В. Цигика, В.І. Сідей, Є.Ю. Переш**

### **ФІЗИКО-ХІМІЧНА ВЗАЄМОДІЯ КОМПОНЕНТІВ У СИСТЕМАХ З ДВОХІОННИМ ЗАМІЩЕННЯМ НА ОСНОВІ ТЕРНАРНИХ ГАЛОГЕНІДІВ $Rb_3(Cs_3)Bi_2Br_9(I_9)$**

Методами диференціального термічного (ДТА) та рентгенофазового (РФА) аналізів досліджено фазові рівноваги в системах  $Rb_3Bi_2I_9-Cs_3Bi_2Br_9$  (I) та  $Rb_3Bi_2Br_9-Cs_3Bi_2I_9$  (II). Побудовано діаграму стану системи I та встановлено неквазібінарний характер розрізу II. Характер взаємодії у вивченій квазібінарній системі пояснено кристалохімічними особливостями вихідних тернарних компонентів.

Розробка наукових основ одержання матеріалів із заданими властивостями залишається актуальною проблемою неорганічного матеріалознавства. В її основі лежить принципова нездатність властивостей індивідуальних речовин заповнити неперервний діапазон необхідних для сучасної техніки параметрів. Одним із можливих шляхів управління властивостями матеріалів є одержання твердих розчинів, властивості яких закономірно змінюються зі зміною співвідношення вихідних компонентів. Саме тому дослідження фазових рівноваг у системах за участю перспективних для практичного використання речовин,

визначення концентраційних меж існування твердих розчинів на їх основі стають надійною науковою основою одержання матеріалів із заданими властивостями.

Протягом останніх років фахівці кафедри неорганічної хімії Ужгородського національного університету проводять систематичні дослідження складних галогенідних систем  $Rb(Cs)Br(I)-Sb(Bi)Br_3(I_3)$  та квазібінарних розрізів на основі проміжних сполук, що в цих системах утворюються [1—12]. Найхарактернішою особливістю систем  $Rb(Cs)Br(I)-Sb(Bi)Br_3(I_3)$  є утворення проміжних тернарних сполук  $A_3B_2C_9$  (A — Rb, Cs; B — Sb, Bi; C — Br, I)

© І.П. Стерчо, В.В. Цигика, В.І. Сідей, Є.Ю. Переш, 2007

з конгруентним характером плавлення [1—3]. Монокристали всіх зазначених тернарних сполук є напівпровідниками з широким діапазоном оптичної прозорості, окремі сполуки мають перспективи практичного застосування в якості електро- та акустооптичних матеріалів. Спорідненість кристалічних структур тернарних галогенідів  $A_3B_2C_9$  ( $A$  — Rb, Cs;  $B$  — Sb, Bi;  $C$  — Br, I), близькість розмірів і хімічна аналогія йонів  $Rb^+$  і  $Cs^+$ ,  $Sb^{3+}$  і  $Bi^{3+}$ ,  $Br^-$  і  $I^-$  дозволяли прогнозувати утворення широких областей твердих розчинів у системах між згаданими тернарними галогенідами [3], що згодом підтвердили подальші дослідження [4—10]. На сьогодні вивчено всі 12 вищезгаданих квазібінарних систем, вихідні тернарні компоненти яких відрізняються одним йоном, і в кожній з цих систем спостерігається утворення широких концентраційних меж існування твердих розчинів, аж до необмеженої взаємної розчинності. Встановлено також вірогідний взаємозв'язок між кристалічною структурою тернарних галогенідів  $A_3B_2C_9$  ( $A$  — Rb, Cs;  $B$  — Sb, Bi;  $C$  — Br, I) та характером фізико-хімічної взаємодії в системах на їх основі [9].

Виходячи з цих міркувань, теоретичної і практичної актуальності набули дослідження 12 можливих систем з двоїонним та 4 систем з трьохіонним заміщенням між сполуками зазначеного класу. Спорідненість кристалічних структур і близькість розмірів йонів-аналогів дозволяють прогнозувати утворення в зазначених системах певних областей існування твердих розчинів. Однак сумарна дія заміщення одразу кількох йонів здатна привести до суттєвого звуження (порівняно з системами з однойонним заміщенням) концентраційних меж існування твердих розчинів, а також до більш різкої зміни їх властивостей у залежності від складу.

Оскільки для 6 пар можливих систем з двоїонним заміщенням та всіх 4 можливих систем з трьохіонним заміщенням хімічний склад точки “50/50” на відповідних розрізах є спільним, деякі з таких систем можуть виявитись неквазібінарними. Експериментальне встановлення цього факту, а також пояснення причин більшої термодинамічної стійкості компонентів квазібінарних систем у порівнянні з компонентами систем неквазібінарних можуть мати значну наукову цінність для прогнозування характеру фізико-хімічної взаємодії в низці аналогічних та споріднених складних галогенідних систем.

З метою вивчення характеру фізико-хімічної взаємодії в системах з двоїон- та трьохіонним за-

міщенням між сполуками  $A_3B_2C_9$  ( $A$  — Rb, Cs;  $B$  — Sb, Bi;  $C$  — Br, I) нами було розпочато нову серію робіт [11, 12]. Об'єктом дослідження даної роботи були системи  $Rb_3Bi_2I_9$ — $Cs_3Bi_2Br_9$  та  $Rb_3Bi_2Br_9$ — $Cs_3Bi_2I_9$ .

Для дослідження фазових рівноваг у системах  $Rb_3Bi_2I_9$ — $Cs_3Bi_2Br_9$  і  $Rb_3Bi_2Br_9$ — $Cs_3Bi_2I_9$  було одержано по 11 зразків через 10 % мол. у всьому концентраційному інтервалі. Синтези проводили прямим одотемпературним методом з вихідних тернарних сполук. Компонувку вихідних речовин здійснювали з точністю до  $2 \cdot 10^{-4}$  г. Необхідні кількості тернарних галогенідів поміщали в попередньо оброблені кварцеві ампули, вакуумували до 0.133 Па і запаювали. Режими синтезу підбирались на основі раніше досліджених  $T$ — $x$  діаграм стану [1—3]. Максимальні температури синтезу обох систем складала  $950 \pm 5$  К. Після синтезу проводили гомогенізуючий відпал при  $575 \pm 5$  К протягом 360 год. Для встановлення концентраційних меж поліморфного перетворення фази на основі  $Cs_3Bi_2Br_9$  два зразки із вмістом 90 і 100 % мол.  $Cs_3Bi_2Br_9$  додатково відпалювали при  $825 \pm 5$  К протягом 360 год і загартовували. Одержані сплави досліджували методами диференціального термічного (ДТА)

Т а б л и ц я 1

Результати ДТА та РФА взірців системи  $Rb_3Bi_2I_9$ — $Cs_3Bi_2Br_9$

Склад, % мол. $Cs_3Bi_2Br_9$	Температури ендотермічних ефектів, К	Фазовий склад
$Rb_3Bi_2I_9$	785 <sup>m</sup>	$\alpha$
10	795 <sup>s</sup> , 805 <sup>l</sup>	$\alpha$
20	800 <sup>s</sup> , 815 <sup>l</sup>	$\alpha + \beta$
30	820 <sup>p</sup> , 830 <sup>l</sup>	$\alpha + \beta$
40	815 <sup>p</sup> , 845 <sup>l</sup>	$\alpha + \beta$
50	830 <sup>s</sup> , 860 <sup>l</sup>	$\beta$
60	850 <sup>s</sup> , 875 <sup>l</sup>	$\beta$
70	870 <sup>s</sup> , 890 <sup>l</sup>	$\beta$
80	885 <sup>s</sup> , 900 <sup>l</sup>	$\beta$
90*	900 <sup>s</sup> , 910 <sup>l</sup>	$\beta$
90	900 <sup>s</sup> , 910 <sup>l</sup>	$\beta$
$Cs_3Bi_2Br_9$ *	915 <sup>m</sup>	$\beta$
$Cs_3Bi_2Br_9$	600 <sup>pm</sup> , 915 <sup>m</sup>	$\beta'$

<sup>m</sup> Температура плавлення, <sup>s</sup> солідусу, <sup>l</sup> ліквідусу, <sup>p</sup> перитектики, <sup>pm</sup> поліморфного переходу сполуки  $Cs_3Bi_2Br_9$ ; \* взірці, відпалені при  $825 \pm 5$  К;  $\alpha$  — фаза на основі  $Rb_3Bi_2I_9$ ,  $\beta(\beta')$  — на основі  $Cs_3Bi_2Br_9$ .

Т а б л и ц я 2

Параметри кристалічної ґратки фаз у системі  $\text{Rb}_3\text{Bi}_2\text{I}_9\text{—Cs}_3\text{Bi}_2\text{Br}_9$ 

Склад, % мол. $\text{Cs}_3\text{Bi}_2\text{Br}_9$	Моноклінна ( $\alpha$ ) фаза	Тригональна ( $\beta$ ) фаза
$\text{Rb}_3\text{Bi}_2\text{I}_9$	$a=1.470(1)$ , $b=0.824(1)$ , $c=2.549(2)$ нм, $\beta=124.6(1)^\circ$	—
10	$a=1.464(1)$ , $b=0.821(1)$ , $c=2.536(2)$ нм, $\beta=125.0(1)^\circ$	—
20	— <sup>1</sup>	$c \approx 1.006$ нм <sup>2</sup>
20	— <sup>1</sup>	$c \approx 1.006$ нм <sup>2</sup>
40	— <sup>1</sup>	$a=0.822(1)$ , $c=1.006(1)$ нм
50	—	$a=0.820(1)$ , $c=1.005(1)$ нм
60	—	$a=0.816(1)$ , $c=1.000(1)$ нм
70	—	$a=0.810(1)$ , $c=0.997(1)$ нм
80	—	$a=0.806(1)$ , $c=0.995(1)$ нм
90*	—	$a=0.801(1)$ , $c=0.991(1)$ нм
90	—	$a=0.801(1)$ , $c=0.990(1)$ нм
$\text{Cs}_3\text{Bi}_2\text{Br}_9$ *	—	$a=0.798(1)$ , $c=0.987(1)$ нм
$\text{Cs}_3\text{Bi}_2\text{Br}_9$	—	$a=0.798(1)$ , $c=0.987(1)$ нм

<sup>1</sup> Параметри кристалічної ґратки спостереженої у взірці фази не були розраховані через невелику кількість та слабку інтенсивність зафіксованих на порошкограмі характерних рефлексів; <sup>2</sup> параметр  $c$  кристалічної ґратки спостереженої у взірці тригональної фази розраховано з рефлексів 002, 003 та 006, що характеризувались найбільшою відносною інтенсивністю внаслідок значної текстурованості даної фази вздовж кристалографічної осі  $Z$ ; \* взірці, відпалені при  $825 \pm 5$  К.

та рентгенофазового (РФА) аналізів. ДТА здійснювався на приладі НТР-62М з використанням комбінованої хромель-алюмелевої термопари. Точність реєстрації температури становила  $\pm 5$  К. РФА проводився на приладі ДРОН-3 (випромінювання  $\text{CuK}_\alpha$ ,  $\lambda=0.15418$  нм, Ni-фільтр,  $16^\circ \leq 2\theta \leq 60^\circ$ ). Визначення фазового складу зразків, індексування порошкограм і уточнення параметрів елементарної комірки (методом найменших квадратів) виконували на комп'ютері типу IBM PC з використанням програмних пакетів PowderCell 2.4 [13] і LAPDS [14].

За результатами проведених аналізів (табл. 1, 2) побудовано діаграму стану системи  $\text{Rb}_3\text{Bi}_2\text{I}_9\text{—Cs}_3\text{Bi}_2\text{Br}_9$  (рис. 1), що виявилась квазібінарною. Досліджений нами розріз  $\text{Rb}_3\text{Bi}_2\text{I}_9\text{—Cs}_3\text{Bi}_2\text{Br}_9$  виявився неквазібінарним, і сплави цієї системи з номінальним вмістом іншого тернарного компонента 10 % мол. вже містили домішкові фази, що рентгенографічно ідентифікувались як фази на основі бінарних галогенідів рубідію, цезію і бісмуту.

Як видно з представленої діаграми стану (рис.

1), система  $\text{Rb}_3\text{Bi}_2\text{I}_9\text{—Cs}_3\text{Bi}_2\text{Br}_9$  характеризується перитектичним типом взаємодії з утворенням досить широких областей твердих розчинів на основі вихідних тернарних компонентів. У точці перитектики ( $p$ ) з координатами 820 К — 25 % мол.  $\text{Cs}_3\text{Bi}_2\text{Br}_9$  спостерігається нонваріантна фазова рівновага  $L_p + \beta \leftrightarrow \alpha$ . Температура перитектичної горизонталі складає 820 К.

Концентраційні межі утворення твердих розчинів, зафіксовані при температурі відпалу ( $575 \pm 5$  К), складають: 0—18 % мол.  $\text{Cs}_3\text{Bi}_2\text{Br}_9$  ( $\alpha$  — фаза на основі  $\text{Rb}_3\text{Bi}_2\text{I}_9$ ) і 48—100 % мол.  $\text{Cs}_3\text{Bi}_2\text{Br}_9$  ( $\alpha$  — фаза на основі  $\text{Cs}_3\text{Bi}_2\text{Br}_9$ ). Границі утворення твердих розчинів зі зниженням температури звужуються. Для сплавів, що відповідають однофазним областям, спостерігається лінійна (в першому наближенні) залежність параметрів ґратки від концентрації вихідних компонентів згідно із законом Вегарда, у двофазній області параметри ґратки фаз залишаються незмінними. Ендотермічні ефекти, що відповідають поліморфному перетворенню  $\text{Cs}_3\text{Bi}_2\text{Br}_9$ , спостерігались лише для індивідуальної сполуки.

Вивчена у цій роботі діаграма стану системи  $\text{Rb}_3\text{Bi}_2\text{I}_9\text{—Cs}_3\text{Bi}_2\text{Br}_9$  дає можливість вирощувати монокристали твердих розчинів із заданими властивостями (в першу чергу це стосується твердих розчинів на основі  $\text{Cs}_3\text{Bi}_2\text{Br}_9$ , що існують у широкому концентраційному інтервалі).

Однак окрім практичної цінності одержаних результатів, досліджена система має важливе наукове значення, оскільки наочно ілюструє вплив кристалохімічних факторів на характер діаграми стану.

Як видно з узагальненої діаграми взаємодії між тернарними галогенідами  $\text{Rb}_3\text{Bi}_2\text{Br}_9$ ,  $\text{Cs}_3\text{Bi}_2\text{Br}_9$ ,  $\text{Rb}_3\text{Bi}_2\text{I}_9$  та  $\text{Cs}_3\text{Bi}_2\text{I}_9$  (рис. 2), у дослідженій системі з двоїонним заміщенням спостерігається конкуренція двох протилежних кристалохімічних факторів впливу.

З одного боку, взаємне заміщення атомів бром та йоду для галогенідних похідних структури перовскіту, до сімейства яких належать вищезгадані тернарні галогеніди [15], приводить до евтектичної взаємодії або ж до утворення неперервних рядів твердих розчинів (НТР) з температурним мінімумом (якщо вихідні тернарні галогеніди є ізоструктурними) — через деформацію найщільнішої

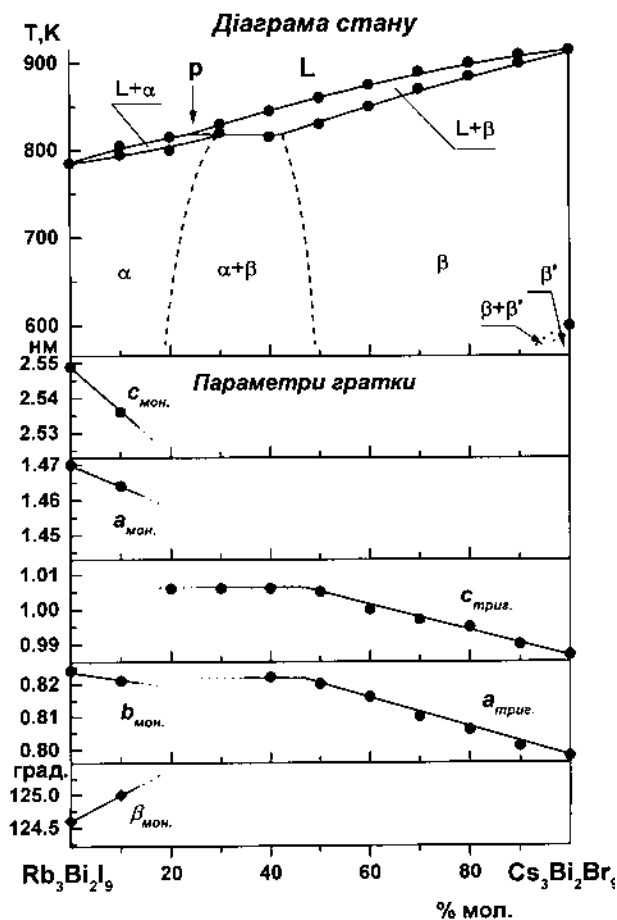


Рис. 1. Діаграма стану, параметри ґратки фаз системи  $Rb_3Bi_2I_9-Cs_3Bi_2Br_9$ .

упаковки атомів галогену й одновалентного металу і пов'язану з цим нестійкість твердих розчинів у порівнянні з чистими тернарними компонентами.

З іншого боку, заміщення атомів рубідію більшими за розмірами атомами цезію в аналогічних системах призводить до перитектичної взаємодії або ж до утворення НРТР без температурного мінімуму (у разі ізоструктурності вихідних тернарних галогенідів) — в результаті такого заміщення зменшується різниця між розмірами атомів галогену і одновалентного металу, що формують найщільнішу упаковку, і це підвищує стабільність кристалічної структури.

У дослідженій нами системі останній фактор виявився вирішальним — система характеризується перитектичним типом взаємодії.

Причинами квазібінарності (більшої термодинамічної стійкості) системи  $Rb_3Bi_2I_9-Cs_3Bi_2Br_9$  та неквазібінарності іншого дослідженого перерізу є, на нашу думку, близькість кристалічних структур  $Rb_3Bi_2I_9$  і  $Cs_3Bi_2Br_9$  (структурний тип першо-

го галогеніду [5] є низькосиметричним варіантом останнього [16]) та кубічний тип найщільнішої упаковки атомів галогену і одновалентного металу в цих структурах, за рахунок чого досягається максимально рівномірний розподіл електричних зарядів йонів у просторі (такий розподіл відіграє особливо важливу роль для стабілізації структури при деформаціях найщільнішої упаковки). Кристалічні структури сполук  $Rb_3Bi_2Br_9$  і  $Cs_3Bi_2I_9$  суттєво відрізняються і тип найщільнішої упаковки в цих структурах є гексагональним [9, 17].

Окремої уваги заслуговує характер поліморфного переходу сполуки  $Cs_3Bi_2Br_9$ . Обидва зразки (90 і 100 % мол.  $Cs_3Bi_2Br_9$ ), відпалені при  $825 \pm 5$  К, мали порошкограми, практично ідентичні порошкограмам зразків, відпалених при  $575 \pm 5$  К. Розраховані параметри ґратки відповідних зразків були рівні в межах експериментальної похибки (табл. 2). Цей факт вже спостерігався в інших системах за участю  $Cs_3Bi_2Br_9$  [9]. Його можна пояснити належністю високо- і низькотемпературної модифікацій  $Cs_3Bi_2Br_9$  до одного й того ж структурного типу (СТ) — власного структурного типу  $Cs_3Bi_2Br_9$  [17] або ж до двох кристалохімічно дуже близьких СТ —  $Cs_3Bi_2Br_9$  [17] і  $Cs_3As_2Br_9$  [18]. Слід зазначити, що СТ  $Cs_3Bi_2Br_9$  і  $Cs_3As_2Cl_9$  неможливо надійно розрізнити на рентгенограмах, оскільки їх просторові групи ( $P-3m1$  і  $P321$ ) належать до одного й того ж дифракційного класу [19]. Такі поліморфні переходи, що супроводжуються лише зміною міжатомних відстаней і валентних кутів без суттєвого порушення кристалохімічної топології, прийнято називати нереконструктивни-

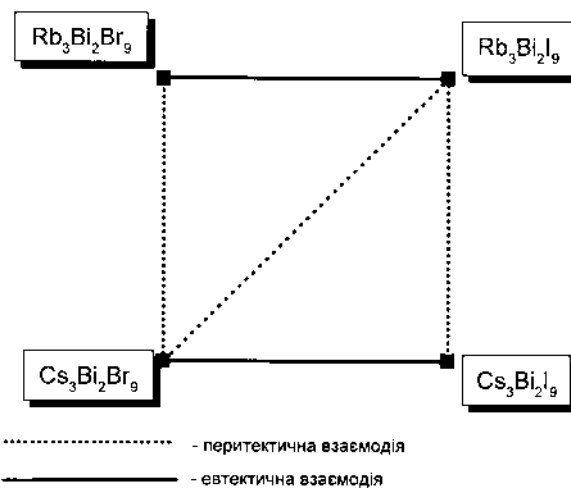


Рис. 2. Схематичне зображення фізико-хімічної взаємодії у квазібінарних системах на основі тернарних галогенідів  $Rb_3(Cs_3)Bi_2Br_9(I_9)$ .

ми [20]. Очевидно, саме такий тип поліморфізму і характерний для сполуки  $Cs_3Bi_2Br_9$ . На користь цієї гіпотези свідчить факт успішного вирощування крупних високоякісних монокристалів  $Cs_3Bi_2Br_9$  методом Бріджмена [2], що було б неможливо за умови реконструктивного фазового переходу цієї сполуки.

**РЕЗЮМЕ.** Методами дифференціального термічного (ДТА) і рентгенофазового (РФА) аналізів дослідовані фазові рівноваги в системах  $Rb_3Bi_2I_9-Cs_3Bi_2Br_9$  (I) і  $Rb_3Bi_2Br_9-Cs_3Bi_2I_9$  (II). Побудована діаграма стану системи I і встановлено неквазібінарний характер розрізу II. Характер взаємодії в дослідженій квазібінарній системі пояснено кристаллохімічними особливостями вихідних трійних компонентів.

**SUMMARY.** Using differential thermal analysis (DTA) and X-ray powder diffraction techniques (XRD), the phase equilibria of the systems  $Rb_3Bi_2I_9-Cs_3Bi_2Br_9$  (I) and  $Rb_3Bi_2Br_9-Cs_3Bi_2I_9$  (II) have been studied. The temperature-composition diagram of the system I has been mapped, and the system II was found to be non-quasibinary. The type of interaction in the studied quasibinary system has been explained by the structural peculiarities of the starting ternary components.

1. Кун С.В., Переш Е.Ю., Лазарев В.Б. и др. // Неорганические материалы. -1988. -**24**, № 11. -С. 1899—1903.
2. Кун С.В., Переш Е.Ю., Лазарев В.Б., Кун А.В. // Там же. -1991. -**27**, № 3. -С. 611—615.
3. Кун С.В., Лазарев В.Б., Переш Е.Ю. и др. // Там

же. -1993. -**29**, № 3. -С. 410—413.

4. Переш Е.Ю., Лазарев В.Б., Кун С.В. и др. // Там же. -1997. -**33**, № 4. -С. 431—435.
5. Sidey V.I., Voroshilov Yu.V., Kun S.V., Peresh E.Yu. // Red Book. Constitutional Data and Phase Diagrams of Metallic Systems. -1999. -**41**. -Р. 2034, 2035.
6. Сідей В.І. // Наук. вісн. Ужгород. ун-ту. Сер. Хім. -Вип. 3. -1998. -С. 30—33.
7. Сідей В.І., Кун С.В., Переш Е.Ю. // Там же. -Вип. 4. -1999. -С. 21—25.
8. Sidey V.I., Voroshilov Yu.V., Kun S.V., Peresh E.Yu. // J. Alloys Compd. -2000. -**296**. - Р. 53—58.
9. Сідей В.І. Автореф. дис. ... канд. хім. наук. -Львів, 2000.
10. Сідей В.І., Кун С.В., Переш Е.Ю. // Наук. вісн. Ужгород. ун-ту. Сер. Хім. -Вип. 6. -2001. -С. 116—120.
11. Стерчо І.П., Сідей В.І., Кун С.В., Переш Е.Ю. // Там же. -Вип. 7. -2002. -С. 22—26.
12. Стерчо І.П., Цигика В.В., Сідей В.І., Переш Е.Ю. // Укр. хім. журн. -2005. -**71**, № 5. -С. 29—33.
13. Nolze G., Kraus W. // Powder Diffraction. -1998. -**13**. -Р. 256—259.
14. Dong C., Langford J.I. // J. Appl. Crystallogr. -2000. -**33**. -Р. 1177—1179.
15. Переш Е., Сідей В., Зубака О., Стерчо І. // Вісн. Львів. ун-ту. Серія Хім. -2004. -Вип. 45. -С. 47—55.
16. Lazarini F. // Acta Crystallogr. (B). -1977. -**33**. -Р. 2961—2964.
17. Chabot B., Parthe E. // Ibid. -1978. -**34**. -Р. 645—648.
18. Hoard J.L., Goldstein L. // J. Chem. Phys. -1935. -**3**. -Р. 117—122.
19. Миркин Л.И. Справочник по рентгеноструктурному анализу поликристаллов. -М.: Изд-во физ.-мат. лит., 1961.
20. Лодиз Р., Паркер Р. Рост монокристаллов: Пер. с англ. -М.: Мир, 1974.

Ужгородський національний університет

Надійшла 20.04.2006

УДК 541.8

**Н.В. Бондарев, Е.Н. Цурко, О.В. Ларина**

## **ТЕРМОДИНАМИКА ОБРАЗОВАНИЯ КОМПЛЕКСОВ СЕРЕБРА (I) С АЦЕТАТНЫМИ И БЕНЗОАТНЫМИ ЛИГАНДАМИ В ВОДНО-СПИРТОВЫХ РАСТВОРИТЕЛЯХ**

Электрометрическим методом с использованием гальванических цепей с переносом исследована термодинамика образования комплексов серебра (I) с ацетатными и бензоатными лигандами в водно-метанольных растворителях при 288.15—318.15 К. Проведен сольватационно-термодинамический и корреляционный анализ влияния водно-метанольных и водно-пропан-2-ольных растворителей на устойчивость карбоксилатных комплексов серебра (I) при 298 К.

Из обобщенной сольватационно-термодинамической схемы (модели) равновесных процессов в растворах [1—3] вытекает частный случай взаи-

мосвязи термодинамических характеристик процессов диссоциации и комплексообразования в растворах солей ( $AgNO_3$ ) и слабых органических

© Н.В. Бондарев, Е.Н. Цурко, О.В. Ларина, 2007