

М.Б. Коник, Л.П. Ромака, В.В. Ромака, Р.Я. Серкіз

Взаємодія компонентів у потрійній системі Er–Mn–Ge при 870 К

*Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. Кирила і Мефодія, 6, 79005 Львів, Україна
Національний університет “Львівська політехніка”, вул. С. Бандери, 12, 79013 Львів, Україна
E-mail: m_konyk@franko.lviv.ua*

Методами рентгенофазового аналізу та скануючої електронної мікроскопії побудовано ізотермічний переріз діаграми стану потрійної системи Er–Mn–Ge при 870 К. При температурі дослідження у системі утворюються чотири тернарні сполуки: ErMn₆Ge₆ (СТ HfFe₆Ge₆, ПГ P6/mmm), ErMn₂Ge₂ (СТ CeGa₂Al₂, ПГ I4/mmm), ErMn_{1-x}Ge₂ (СТ CeNiSi₂, ПГ Cmcn), ErMnGe (СТ TiNiSi, ПГ Pnma). Для германіду ErMn_{1-x}Ge₂ визначено область гомогенності ($x = 0,68 - 0,61$, $a = 0,4081(7) - 0,4084(2)$, $b = 1,5628(2) - 1,5641(9)$, $c = 0,3966(7) - 0,3974$ нм), досліджено електротранспортні властивості в інтервалі температур 80 – 380 К, магнітну сприйнятливості (290 – 870 К) та визначено планарний напрямок осі легкого намагнічування (ВЛН). Розрахунки електронної структури сполуки ErMnGe із застосуванням методу CPMD показали, що даний германід є типовим металом.

Ключові слова: потрійна система, кристалічна структура, термо-ерс., питомий електроопір, вісь легкого намагнічування, електронна структура

Стаття постуила до редакції 24.10.2011; прийнята до друку 15.06.2012.

Вступ

Інтерметаліди рідкісноземельних металів (РЗМ) викликають особливу увагу науковців як основа для пошуку і створення нових перспективних магнітних матеріалів. Зокрема, широко вивчаються магнітні властивості сполук, що містять як рідкісноземельні 4f-метали, так і 3d-елементи (Mn, Fe, Co, Ni, Cu). Дослідження взаємодії компонентів у потрійних системах і побудова відповідних діаграм фазових рівноваг є важливим кроком для встановлення стабільності проміжних фаз, концентраційних та температурних меж їх існування, а також впливу структурного фактору та методів синтезу.

Потрійні системи РЗМ–Mn–Ge, на відміну від споріднених систем з Ферумом, Кобальтом, Ніколом, вивчені значно менше. Повністю досліджені діаграми фазових рівноваг для систем з Ce, Nd, Gd, Tb, Yb [1 - 3]. В літературі також повідомляється про вивчення серій ізоструктурних інтерметалідів складів RMn_xGe₂ [4], RMnGe [5], RMn₆Ge₆ [6], RMn₂Ge₂ [7], серед яких є чотири сполуки Ербію: ErMn₆Ge₆, ErMn₂Ge₂, ErMn_{0,27}Ge₂, ErMnGe. Сплави і сполуки на основі рідкісноземельних металів за участю перехідних металів та германію представляють значний інтерес з точки зору дослідження їх магнітних властивостей [8, 9]. Низка праць присвячена вивченню фізичних властивостей

германідів РЗМ і мангану [10 - 14]. Для сполук ізоструктурного ряду RMn₆Ge₆ (R = Sc, Y, Tb - Lu) характерне антиферомагнітне впорядкування за винятком германідів неодиму, самарію та гадолінію, які виявляють феримагнітні властивості [12].

Результати дослідження магнітних властивостей сполуки Ce₂MnGe₆ вказують, що вона є феримагнетиком з точкою Кюрі TC = 150 К [13]. Аналіз температурних залежностей питомої магнітної сприйнятливості та намагніченості сполуки La₂MnGe_{5,58} свідчить про наявність переходу типу “магнітний порядок - безпорядок” з температурою феромагнітного впорядкування 176 К [14]. В обох сполуках простежується впорядкування магнітних моментів Мангану, який робить значний внесок у магнетизм цих германідів. Підтвердженням цього є результати дослідження магнітних властивостей германіду Ce₂CuGe₆ [15], а також сполук R₂CuGe₆ (R = Gd, Tb, Dy, Er) [9], які впорядковуються антиферомагнітно за низьких температур і магнітні моменти яких визначаються лише атомами рідкісноземельного металу. Дослідження магнітної поведінки тернарних сполук RMn₂Ge₂ (R = Tb, Ho, Er, Tm, Lu) методом нейтронографії вказує на широкий спектр їхніх магнітних структур. Так, зокрема, для ErMn₂Ge₂ встановлено феромагнітне впорядкування магнітних моментів як Ербію, так і Мангану за температур, нижчих 5,5 К. При вищих температурах атоми Мангану упорядковуються

антиферомагнітно [16].

Пропонована робота є продовженням систематичних досліджень потрійних систем на основі РЗМ, перехідних металів та германію і мала на меті дослідити взаємодію компонентів у системі Er–Mn–Ge у повному концентраційному інтервалі і побудувати ізотермічний переріз діаграми стану при 870 К.

I. Методика експерименту

З метою перевірки і уточнення літературних даних та побудови діаграми фазових рівноваг потрійної системи Er – Mn – Ge було виготовлено 85 тернарних та бінарних сплавів. Для виготовлення сплавів використовувались метали з таким вмістом основного компоненту: Ербій (ErM-1) – 99,82 мас. част. Er, Марганець (Mn0) – 99,99 мас. част. Mn, Германій (монокристалічний) – 99,99 мас. част. Ge. Зразки масою 1 г виготовляли в електродуговій печі з вольфрамовим електродом на мідному водоохолоджуваному поді в атмосфері очищеного аргону з використанням губчастого титану в якості гетера. Контроль втрат шихти при плавлі проводили повторним зважуванням і, якщо маса зразка не відхилялась від маси шихти більше ніж на 1 – 2 %, склад сплаву приймали рівним складу шихти. Для приведення сплавів у рівноважний стан проводився гомогенізуючий відпал при 870 К протягом 720 год. з гартуванням у холодній воді без попереднього розбивання ампул. Рентгенофазовий аналіз проводили за дифрактограмами зразків (дифрактометр ДРОН-2,0М, Fe Ka випромінювання, Mn-фільтр). Для деяких сплавів проведено визначення елементного складу з використанням мікрозондового аналізу на основі рентгенівської спектроскопії за допомогою скануючого електронного мікроскопа РЕММА-102-02. Для розрахунку періодів ґратки використовували комплекс програм CSD [17]. Для уточнення кристалічної структури використовували комплекс програм WinPLOTR [18].

Дослідження залежності питомої магнітної сприйнятливості від температури проводилось відносним методом Фарадея, диференціальна терморухійна сила (по відношенню до міді) і питомий електроопір вимірювались в інтервалі температур 80 – 380 К.

Для визначення напрямку осі легкого намагнічування (ВЛН) [19] полікристалічний зразок, розтертий в порошок, поміщався в індиферентне середовище (епоксидна смола) і фіксувався в магнітному полі до 0,4 Тл, після чого знімалась дифракційна картина на порошковому дифрактометрі ДРОН-2.0М. За зміною інтенсивностей відбиття та аналізом *hkl* рефлексів робився висновок про орієнтацію осі легкого намагнічування відносно кристалографічних осей досліджуваної сполуки.

Розрахунок розподілу густини електронних станів проведено із застосуванням методу CPMD, що використовувався в умовах наближення

псевдопотенціалу у представленні плоских хвиль. В якості обмінно-кореляційних потенціалів використовувались наближення локальної густини (LDA) з використанням обмінно-кореляційного потенціалу [20, 21].

II. Результати експерименту та їх обговорення

Подвійні системи Er – Mn, Er – Ge і Mn – Ge, які обмежують досліджувану потрійну, вивчено достатньо повно, відомості про них зібрано в довідниках [22, 23]. Для проведення рентгенофазового аналізу використовувались теоретичні дифрактограми бінарних сполук систем Er – Ge та Mn – Ge за відомими в літературі даними, а для подвійної системи Er – Mn – використовували еталонні порошкограми із структурних бінарних сполук, що реалізуються при температурі відпалу. Рентгенофазовий аналіз підтвердив утворення всіх бінарних сполук, що існують при температурі відпалування: ErMn₁₂ (СТ ThMn₁₂), Er₆Mn₂₃ (СТ Th₆Mn₂), ErMn₂ (СТ MgZn₂), Mn₁₁Ge₈ (СТ Cr₁₁Ge₈), Mn₅Ge₃ (СТ Mg₅Si₃), Mn₂Ge (СТ Ni₂In), Mn₅Ge₂ (СТ Mg₅Ga₂), Mn_{3,25}Ge (СТ Ni₃Sn), ErGe_{2,83} (СТ DyGe₃), Er₂Ge₅ (СТ Er₂Ge₅), ErGe_{1,83} (СТ DyGe_{1,85}), ErGe_{1,5} (СТ AlB₂), Er₃Ge₄ (СТ Er₃Ge₄), ErGe (СТ CrB), Er₁₁Ge₁₀ (СТ Ho₁₁Ge₁₀), Er₅Ge₄ (СТ Sm₅Ge₄), Er₅Ge₃ (СТ Mn₅Si₃).

Ізотермічний переріз діаграми стану системи Er–Mn–Ge при температурі 870 К зображено на рис. 1. Згідно з результатами рентгенофазового аналізу в системі Er – Mn – Ge при досліджуваній температурі утворюється чотири тернарні сполуки, кристалографічні характеристики яких наведено в таблиці 1. Мікроструктури окремих сплавів наведено на рис. 2 – 3.

У роботі [4] наведено дані про існування германіду ErMn_{0,27}Ge₂ зі структурою CeNiSi₂. При проведенні рентгенофазового аналізу в цій області системи Er – Mn – Ge встановлено, що дана сполука характеризується невеликою областю гомогенності в межах $x = 0,77 - 0,61$, періоди ґратки змінюються в межах $a = 0,4081(7) - 0,4084(2)$, $b = 1,5628(2) - 1,5641(9)$, $c = 0,3966(7) - 0,3974(2)$ нм, а склад сполуки відповідає формулі ErMn_{0,27-0,39}Ge₂ (ErMn_{1-x}Ge₂). Детальне дослідження кристалічної структури проведено методом порошку для зразка складу Er₃₀Mn₉Ge₆₁ (дифрактометр STOE STADI P, Mo Ka-випромінювання, $8^{\circ} \leq 2\theta \leq 120^{\circ}$, крок сканування $0,02^{\circ}$, час сканування в одній точці 8 с). Обчислені координати атомів та ізотропні параметри атомного зміщення, уточнені до $R_p = 0,0509$, $R_{wp} = 0,0737$, $R_{Bragg} = 0,0402$, для сполуки ErMn_{0,27}Ge₂ наведено в табл. 2. Експериментальну, теоретичну та різницеву дифрактограми зображено на рис. 4. Отже, згідно результатів рентгенофазового аналізу та розрахунків кристалічної структури германід ErMn_{1-x}Ge₂ характеризується дефектною структурою типу CeNiSi₂ з невеликою областю

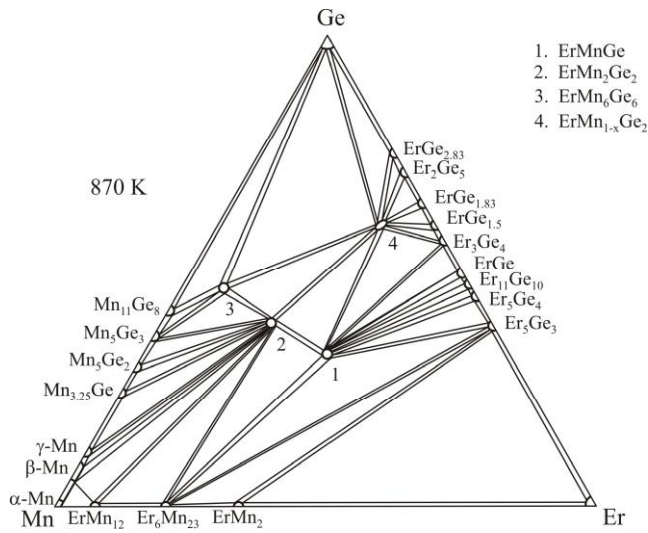
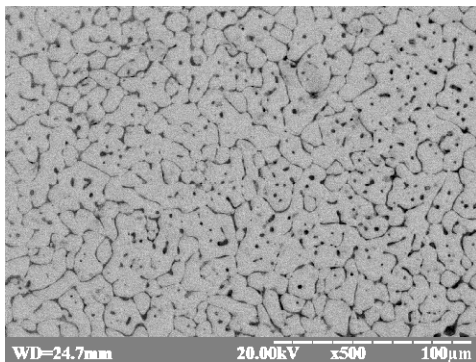


Рис. 1. Изотермичний переріз діаграми стану системи Er – Mn - Ge при 870 K.

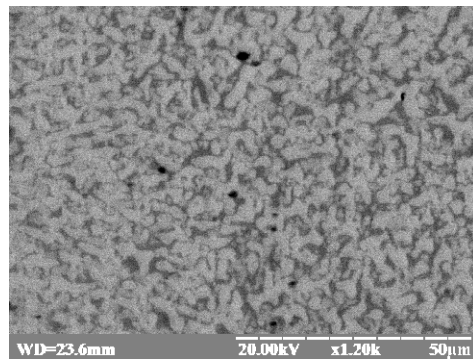
Таблиця 1

Кристалографічні характеристики сполук системи Er – Mn - Ge

Сполука	СТ	СП	ПГ	Періоди ґратки, нм		
				<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
ErMn ₆ Ge ₆	HfFe ₆ Ge ₆	ohP13	<i>P6/mmm</i>	0,5218(2)	-	0,8142(1)
ErMn ₂ Ge ₂	CeGa ₂ Al ₂	tI10	<i>I4/mmm</i>	0,3945(6)	-	1,076(8)
ErMn _{0,27} Ge ₂	CeNiSi ₂	oS16	<i>Smct</i>	0,408736(8)	1,565608(32)	0,397466(7)
ErMn _{0,32-0,39} Ge ₂				0,4081(7)- 0,4084(2)	1,5628(7)- 1,5641(9)	0,3966(7)- 0,3974(1)
ErMnGe	TiNiSi	hP12	<i>Pnma</i>	0,6981(3)	0,4079(6)	0,8071(4)

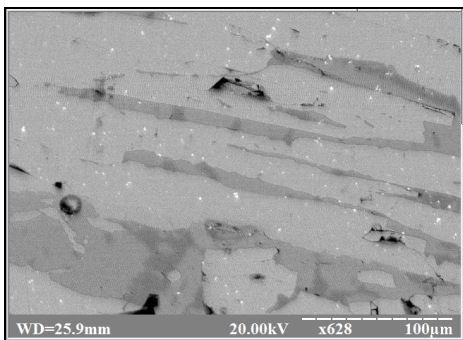


а)

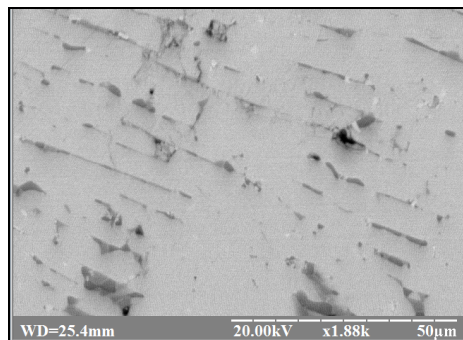


б)

Рис. 2. Фотографії мікросліфів сплавів: а - Er₄₈Mn₂₁Ge₃₁ (сіра (основна) фаза - Er₅Ge₃, темна фаза – ErMnGe); б - Er₅₀Mn₁₅Ge₃ (сіра фаза - Er₅Ge₃, темна фаза – ErMnGe).



а)



б)

Рис. 3. Фотографії мікросліфів сплавів: а - Er₇Mn₄₅Ge₄₈ (світла (основна) фаза ErMn₆Ge₆, темно-сіра фаза - Mn₁₁Ge₈, сіра фаза Ge); б - Er₃₀Mn₁₁Ge₅₉. (світла (основна) фаза - ErMn_{1-x}Ge₂, сіра фаза – Ge.

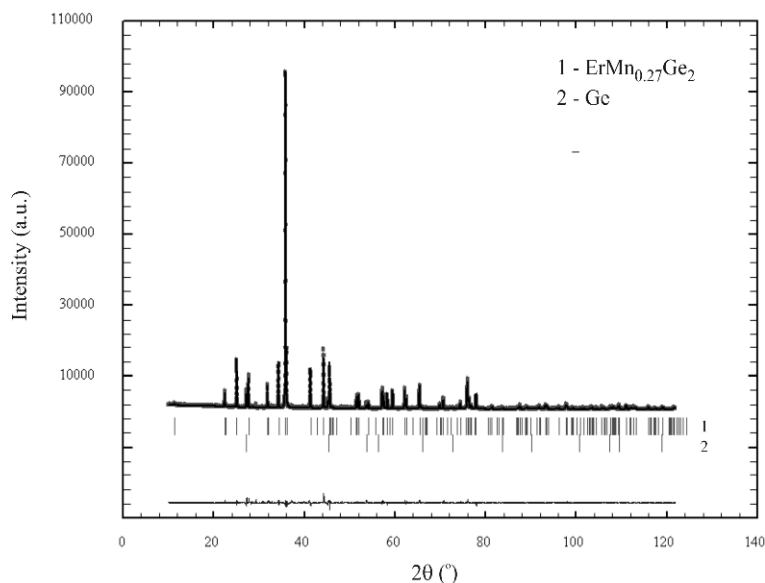


Рис. 4. Експериментальна (точки), теоретична (суцільна лінія) та різницева (внизу) дифрактограми зразка складу $\text{Er}_{30}\text{Mn}_9\text{Sn}_{61}$.

Таблиця 2

Координати та ізотропні теплові параметри атомів у структурі сполуки $\text{ErMn}_{0.27}\text{Ge}_2$

Атом	ПСТ	x/a	y/b	z/c	$B_{\text{ізо}} \cdot 10^2 \text{ (нм}^2\text{)}$
Er	4(c)	0	0,39710(8)	1/4	0,53(3)
Mn*	4(c)	0	0,2060(6)	1/4	1,315(0)
Ge1	4(c)	0	0,0536(1)	1/4	1,21(5)
Ge2	4(c)	0	0,7517(1)	1/4	1,84(7)

*Mn = 0,27(1) Mn

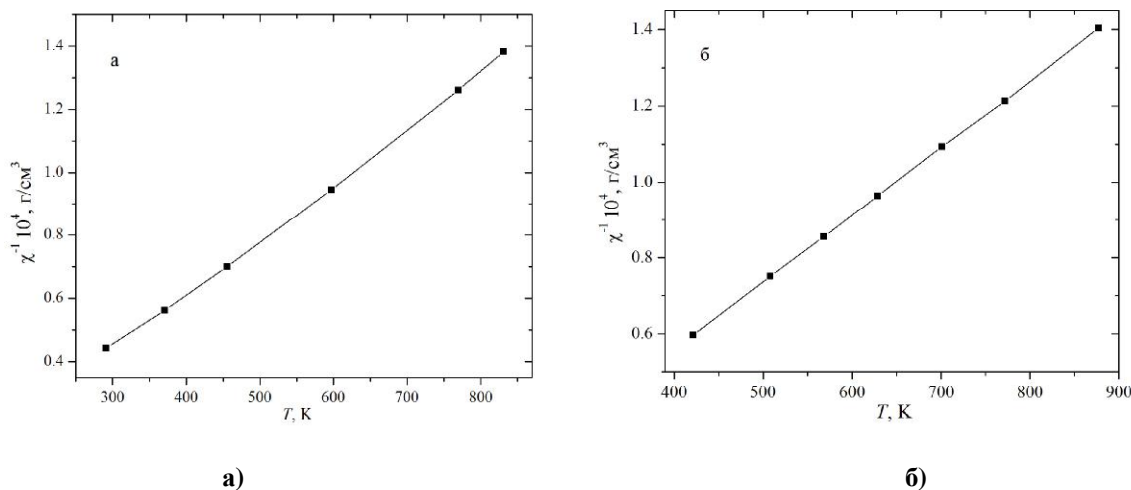


Рис. 5. Залежність оберненої магнітної сприйнятливості від температури для зразків $\text{ErMn}_{0.32}\text{Ge}_2$ (а) і $\text{ErMn}_{0.39}\text{Ge}_2$ (б).

гомогенності вздовж перетину “ ErMnGe_2 ” – $\text{ErGe}_{1.83}$.

Для зразків складів $\text{ErMn}_{0.32}\text{Ge}_2$ та $\text{ErMn}_{0.39}\text{Ge}_2$ з області гомогенності сполуки $\text{ErMn}_{1-x}\text{Ge}_2$ проведено поміри температурної залежності магнітної сприйнятливості в інтервалі температур 290 – 870 К та 400 – 870 К, відповідно (рис. 5, а, б). Аналіз температурних залежностей оберненої магнітної сприйнятливості вказує, що для обох зразків властивий парамагнетизм Кюрі - Вейса в дослідженому інтервалі температур. Парамагнітні

температури Кюрі зразків $\text{ErMn}_{0.32}\text{Ge}_2$ та $\text{ErMn}_{0.39}\text{Ge}_2$ становлять 90,5 та 79 К, розрахований магнітний момент на формульну одиницю дорівнює 12,61 та 13,03 μ_B , відповідно. Величини магнітних моментів на атомах Ербію та Мангану свідчать, що у сплавах вони перебувають у станах Er^{3+} та Mn^{2+} .

Для визначення природи магнітної взаємодії при кімнатній температурі рентгенографічним методом визначено напрямок осі легкого намагнічування (осі магнетокристалічної анізотропії) зразка складу

$\text{ErMn}_{0,32}\text{Ge}_2$ шляхом порівняння дифрактограм нетекстурованого (рис. 6, а) та орієнтованого у сталому магнітному полі (0,4 Тл) (рис. 6, б) порошку відповідного сплаву. На основі зміни інтенсивностей відбиття та аналізу hkl рефлексів можна зробити висновок про орієнтацію осі легкого намагнічування в базисній площині.

Температурні залежності питомого електроопору ($r(T)$) та термоелектрорушійної сили ($a(T)$) досліджені для зразку $\text{ErMn}_{0,39}\text{Ge}_2$ (рис. 7, а, б). Лінійний хід температурних залежностей $r(T)$, невеликі значення питомого електроопору та малі від'ємні значення диференціальної термо-Е.Р.С. вказують на металічний тип провідності. Аналогічно

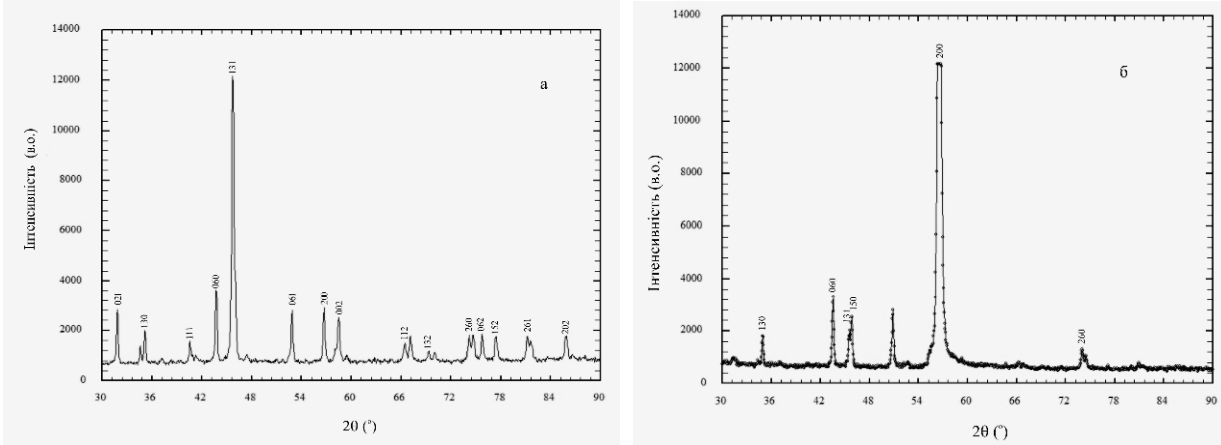


Рис. 6. Дифрактограма нетекстурованого (а) і орієнтованого у магнітному полі (б) порошоків зразка $\text{ErMn}_{0,32}\text{Ge}_2$.

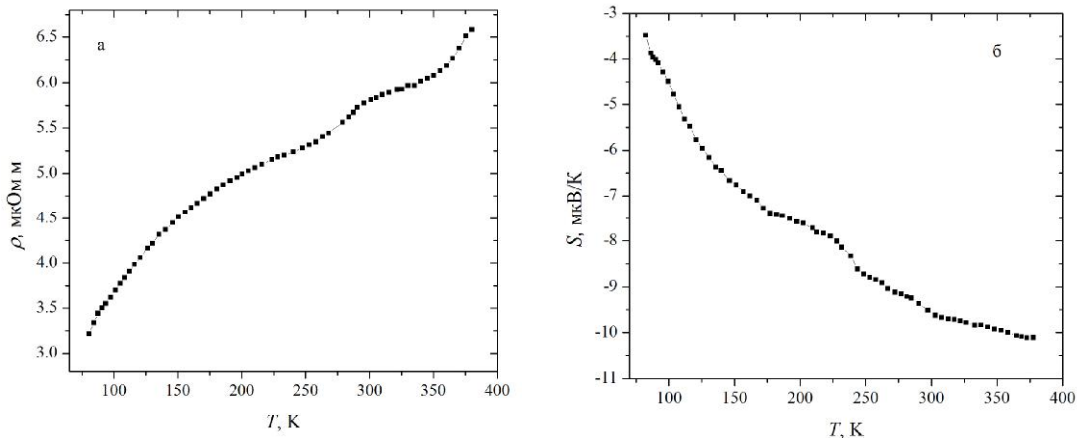


Рис. 7. Температурні залежності питомого електроопору (а) та диференціальної термоелектрорушійної сили (б) для зразка $\text{ErMn}_{0,39}\text{Ge}_2$.

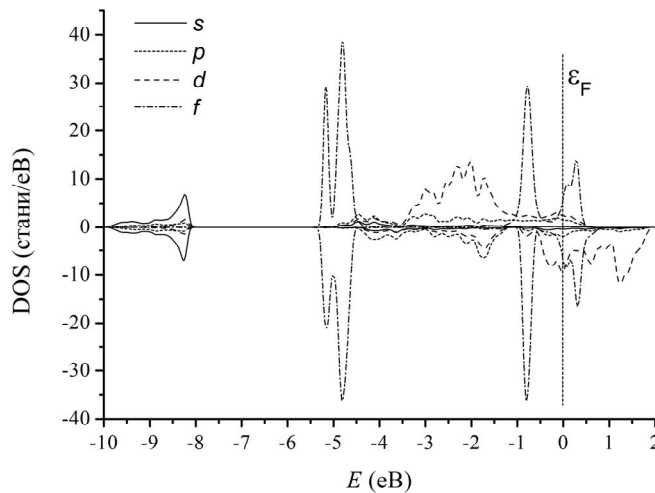


Рис. 8. DOS тернарного германіду ErMnGe .

для германіду ErMnGe значення питомого електроопору при кімнатній температурі ($\rho = 38,08 \text{ мкОм}\cdot\text{м}$) та малі від'ємні значення диференціальної термо - Е.Р.С. вказують на те, що сполуці властивий металічний тип провідності, що підтверджено також розрахунком розподілу густини електронних станів (DOS) (рис. 8).

Розрахунки електронної структури сполуки ErMnGe (СТ TiNiSi) показали, що даний германід є типовим металом (рис. 8). Розподіл електронної густини виявив значну локалізацію електронної густини ($\sim 0,25 \text{ e/A}^3$) між атомами Ge та Mn, це в свою чергу відповідає тетраедричному оточенню атомів Mn атомами Ge (рис. 9). Така $p-d$ гібридизація є доволі характерною для інтерметалідів, утворених атомами $3d$ елементів та елементами 4-ї групи. Значно меншу локалізацію електронної густини ($\sim 0,18 \text{ e/A}^3$) виявлено між атомами Er та Ge. При цьому електронна густина зміщена від атомів Er у бік атомів Ge, що свідчить про поляризацію зв'язку. Це добре узгоджується з тим фактом, що Ge є більш електронегативним, ніж

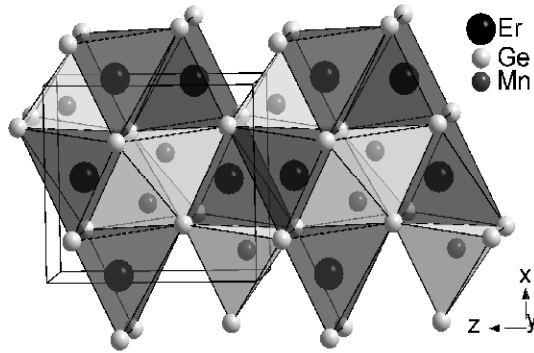


Рис. 9. Укладка координаційних многогранників сполуки ErMnGe згідно розрахунку розподілу електронної густини.

Er. Координаційним многогранником для атомів Er є піраміда з атомів Ge (рис. 9).

Порівняння дослідженої системи Er–Mn–Ge та раніше вивчених з Ce, Nd, Gd, Tb та Yb показало, що найбільш складним характером взаємодії відрізняється система з гадолінієм, у якій виявлено дев'ять тернарних сполук. Решта досліджених систем характеризуються утворенням трьох-чотирьох сполук. За стехіометрією інтерметалідів і типами їх кристалічних структур найбільш подібною до дослідженої є система з тербієм. Ізотермічні перерізи для обох з них побудовані при однаковій температурі, в той час як система з гадолінієм досліджена при вищій температурі (970 K). При заміні перехідного металу із зростання протонного числа $3d$ -елементу ускладнюється взаємодія в потрійних системах Er–M–Ge. Ізотермічні перерізи діаграм стану систем Er–{Fe, Co, Ni}–Ge побудовано в повному концентраційному інтервалі при 1070 K [1]. При заміні M-компоненту кількість тернарних сполук зростає у ряду Mn→Fe→Co→Ni наступним чином 4→8→16→14. Такий вплив перехідних металів на характер взаємодії зумовлений найімовірніше відмінностями в електронній будові, а саме заповненістю $3d$ -підрівня перехідного металу. Зменшення відмінностей в електронній будові M-компоненту і Ge при переході від Mn до Ni сприяє утворенню твердих розчинів більшої протяжності, відображається на кількості утворених тернарних сполук і їх кристалохімії.

Робота виконана у рамках гранту Міністерства освіти і науки України № ДР 0111U001088.

Коник М.Б. – к.х.н., доц.;

Ромака Л.П. – к.х.н., пров.н.сп.;

Ромака В.В. – к.х.н., м.н.сп.;

Серкіз Р.Я. – інженер I категорії. .

- [1] P.S. Salamakha, O.L. Sologub, O.I. Bodak. Ternary rare-earth-germanium systems. In: Cschnidner K. A. et al, editors.– Handbook on the Physiss and Chemistry of Rare Earths (Amsterdam, the Netherlands, Elsevier 27, 1999).
- [2] M.B. Konyk, O.I. Bodak. J. Alloys Compd. 387, 243 (2005).
- [3] P.K. Starodub, L.M. Zapotoc'ka, O.I. Bodak. Sistema Tb–Mn–Ge. Visn. L'viv. un-tu Ser. him. 36, 57 (1996).
- [4] M. Francois, G. Venturini, B. Malaman, B. Rogues. J. Less-Com Met. 160, 197 (1990).
- [5] A.V. Morozkin, Y.D. Seropegin, I.A. Sviridov. J. Alloys Compd. 269, 1 (1998).
- [6] P.S. Salamakha. Crystal structures and crystal chemistry of ternary rare-earth germanides. In: Cschnidner K. A. et al, edit.– Handbook on the Physiss and Chemistry of Rare Earths (Amsterdam, the Netherlands, Elsevier. 27, 1999).
- [7] D. Rossi, R. Marazza, D. Mazzone, R. Ferro. J. Less-Common Met. 59, 79 (1978).
- [8] M. Konyk, L. Romaka, D. Gignoux et. al. J. Alloys Compd. 398, 8 (2005).
- [9] D. Kaczorowski, M. Konyk, A. Szytula, L. Romaka et al. Solid State Sciences 10, 1891 (2008).
- [10] A. Gil, J. Leciejewicz, K. Mafetka, A. Szytula et al. J. Magnetism Magnet. Mater. 29, 155 (1994).
- [11] K.S.V.L. Narasimhan, V.U.S. Rao, R.L. Bergner Wallace. J. Appl. Phys. 46(11), 4957 (1975).
- [12] G. Venturini, R. Welter, B. Malaman. J. Alloys Compd. 185, 99 (1992).
- [13] A. Szytula, B. Penc, Yu. Gorelenko, M. Konyk et. al. Chemistry of Metals and Alloys 1, 88 (2008).
- [14] M. Konik, L. Aksel'rud, Ju. Gorelenko, L. Romaka. Visnik L'viv. Un-tu. Ser. him. 49(1), 110 (2008).
- [15] O. Sologub, K. Hiebl, P. Rogl, O. Bodak. J. Alloys Comp. 227, 37 (1995).
- [16] G. Venturini, B. Malaman, E. Ressouche. J. Alloys Comp. 240, 139 (1996).

- [17] L.G. Akselrud, P.Yu. Zavalii, Yu.N. Grin. et al. Mater. Sci. Forum. 133-136, 335 (1993).
- [18] T. Roisnel, J. Rodriguez-Carvajal. WinPLOTR: a Windows tool for powder diffraction patterns analysis. Materials Science Forum, Proceedings of the European Powder Diffraction Conference (EPDIC7) 378-381, 118 (2001).
- [19] Ju.K. Gorelenko, R.С. Gladishevs'kij, Ju.V. Stadnik, L.P. Romaka, A.M. Gorin'. Metodichni vказivki do vikonannja laboratornih robit iz spekursiv "Elektrichni ta magnitni vlastivosti neorganichnih materialiv" i "Suchasni neorganichni materialii" (L'viv: VC LNU im. I.Franka, (<http://sites.google.com/site/ipprlab/>), 2008).
- [20] D.M. Ceperley, B.J. Alder. Phys. Rev. Lett. 45, 566 (1980).
- [21] J.P. Perdew, A. Zunger. Phys. Rev. B. 23, 5048 (1981).
- [22] T.B. Massalski. Binary Alloy Diagrams. American Society for Metals. Metals Park OH 44073. 1, 2 (1986).
- [23] P. Villars, J.D. Calvert. Pearson's Handbook of Crystallographic Data for Intermetallic Phases. Metals Park OH 44073 (1997).

М.Б. Кони́к, Л.П. Рома́ка, В.В. Рома́ка, Р.Я. Серге́з

Interaction of the Components in Er-Mn-Ge Ternary System at 870 K

*Ivan Franko National University of Lviv, Kyryl & Mephody Str., 6, 79005, Lviv, Ukraine
National University "Lvivska Politechnika", Bandera str. 12, 79013, Lviv, Ukraine*

Isothermal section of the Er – Mn - Ge ternary system was constructed using X-ray analysis and scanning electron microscopy at 870 K. Four ternary compounds exist at investigated temperature: ErMn_6Ge_6 (HfFe₆Ge₆-type, space group *P6/mmm*), ErMn_2Ge_2 (CeGa₂Al₂-type, space group *I4/mmm*), $\text{ErMn}_{1-x}\text{Ge}_2$ (CeNiSi₂-type, space group *Cmcm*), ErMnGe (TiNiSi-type, space group *Pnma*). For $\text{ErMn}_{1-x}\text{Ge}_2$ germanide the homogeneity range was established ($x = 0,68 - 0,61$, $a = 0,4081(7) - 0,4084(2)$, $b = 1,5628(2) - 1,5641(9)$, $c = 0,3966(7) - 0,3974$ nm), the electrotransport properties, magnetic susceptibility were investigated in the temperature range 80 – 380 K and 290 - 870 K, the easy axis magnetizing direction was determined. Electronic structure calculations for ErMnGe compound were performed using CPMD method and indicated metallic state for this compound.

Keywords: ternary system, crystal structure, thermopower, electrical resistivity, easy magnetization axis, electronic structure.