

**О. В. Марчук<sup>1</sup>, Х.О. Мельничук<sup>1</sup>, Л. Д. Гулай<sup>1</sup>, В. Я. Шемет<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки, м. Луцьк

<sup>2</sup> – Луцький національний технічний університет, м. Луцьк

### **ФАЗОВІ РІВНОВАГИ У СИСТЕМІ NiS – La<sub>2</sub>S<sub>3</sub> – SnS<sub>2</sub> ЗА ТЕМПЕРАТУРИ 770 К**

*Методами порошкової дифрактометрії вивчено взаємодію компонентів у системі NiS – La<sub>2</sub>S<sub>3</sub> – SnS<sub>2</sub> за температури 770 К.*

*Ключові слова:* ізотермічний переріз, порошкова дифрактометрія, кристалічна ґратка.

**О. В. Марчук<sup>1</sup>, К. О. Мельничук<sup>1</sup>, Л. Д. Гулай<sup>1</sup>, В. Я. Шемет<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – Восточноєвропейский национальный университет имени Леси Украинки, г. Луцк

<sup>2</sup> – Луцкий национальный технический университет, г. Луцк

### **ФАЗОВЫЕ РАВНОВЕСИЯ В СИСТЕМЕ NiS – La<sub>2</sub>S<sub>3</sub> – SnS<sub>2</sub> ЗА ТЕМПЕРАТУРЫ 770 К**

*Методами порошковой дифрактометрии изучено взаимодействие компонентов в системе NiS – La<sub>2</sub>S<sub>3</sub> – SnS<sub>2</sub> за температуры 770 К.*

*Ключевые слова:* изотермическое сечение, порошковая дифрактометрия, кристаллическая решетка.

**O. V. Marchuk<sup>1</sup>, Kh. O. Melnychuk<sup>1</sup>, L. D. Gulay<sup>1</sup>, V. Ya. Shemet<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – Lesya Ukrainka Eastern European National University, Lutsk

<sup>2</sup> – Lutsk National Technical University, Lutsk

### **PHASE EQUILIBRIA IN THE NiS – La<sub>2</sub>S<sub>3</sub> – SnS<sub>2</sub> SYSTEMS AT TEMPERATURES 770 K**

*The interaction of components in the NiS – La<sub>2</sub>S<sub>3</sub> – SnS<sub>2</sub> system at 770 K has been determined using X-Ray powder diffraction.*

*Keywords:* isothermal section, powder diffraction, crystal lattice.

#### **Постановка проблеми.**

Отримання сполук із наростаючим компонентним вмістом та встановлення їх кристалічної структури є одним із шляхів пошуку нових матеріалів у напівпровідниковому матеріалознавстві [1]. Серед багатокомпонентних систем практичний інтерес становлять системи, що в своєму складі містять рідкісноземельні халькогеніди. Зазначені халькогенвмісні системи інтенсивно вивчаються протягом останніх років, зважаючи на утворення у них багатокомпонентних сполук, що володіють специфічними тепловими, електричними, оптичними та інші властивостями.

Дане дослідження є одним із етапів систематичного вивчення фазових рівноваг у квазіпотрійних системах NiS – R<sub>2</sub>S<sub>3</sub> – D<sup>IV</sup>S<sub>2</sub> (R – РЗМ, D<sup>IV</sup> – Si, Ge, Sn) та кристалічної структури сполук, що в них утворюються [2 - 6] та ін.

У роботі представлено результати встановлення фазових рівноваг у квазіпотрійній системі NiS – La<sub>2</sub>S<sub>3</sub> – SnS<sub>2</sub> за температури 770 К.

**Метою даного дослідження** є встановлення фазових рівноваг у квазіпотрійній системі NiS – La<sub>2</sub>S<sub>3</sub> – SnS<sub>2</sub> за температури 770 К.

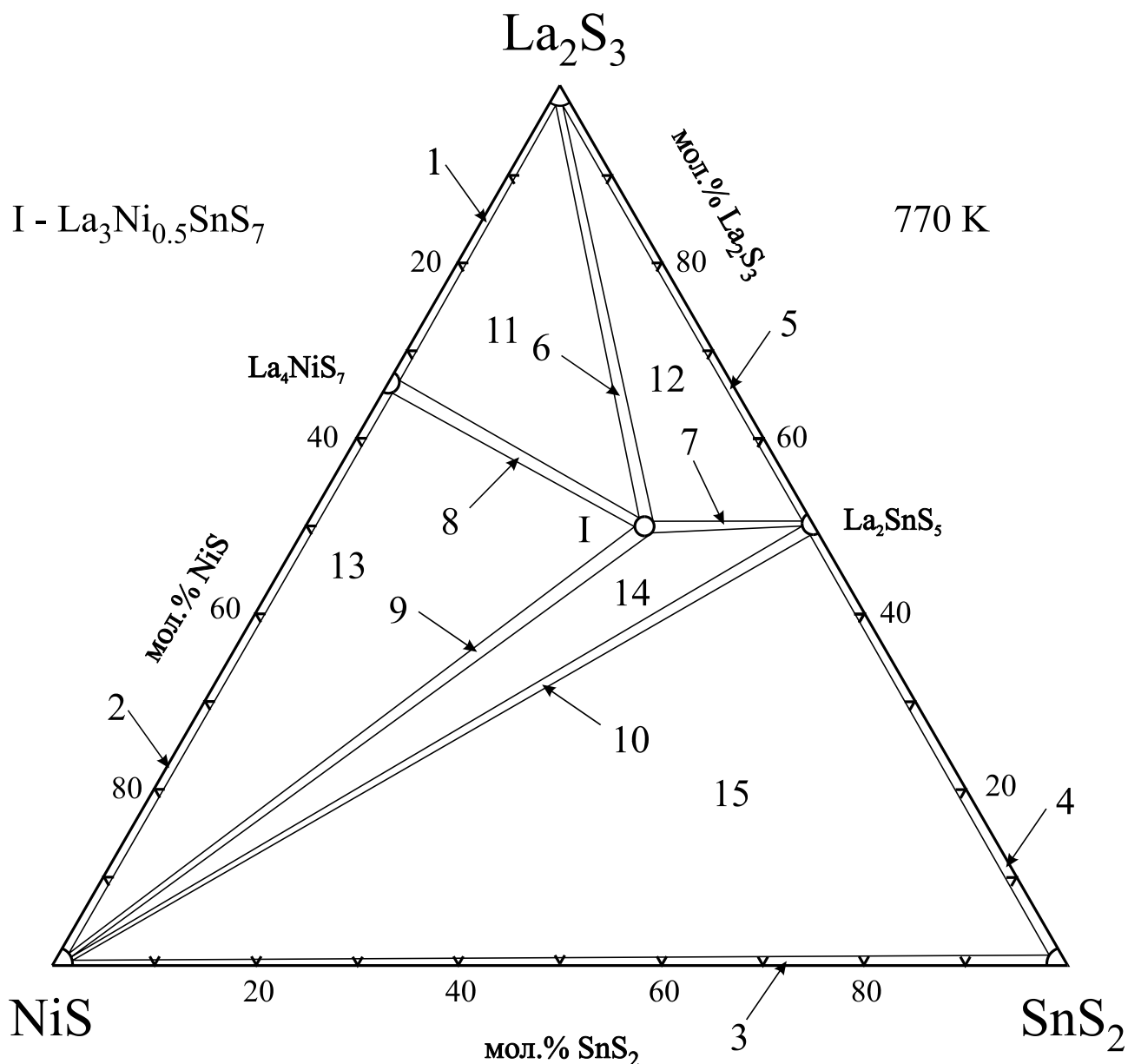
#### **Матеріали і методи дослідження.**

Синтез сплавів проводили з простих речовин із вмістом основного компонента не менше 99,99 ваг. % у вакуумованих кварцевих контейнерах в електричній муфельній печі з програмним управлінням технологічними процесами МП-30. Максимальна температура синтезу становила 1370 К. Гомогенізуючий відпал проводили за температури 770 К протягом 500 годин. Рентгенофазовий аналіз здійснювали за дифрактограмами, які були отримані на дифрактометрі ДРОН-4-13 в межах 2 $\theta$  = 10 - 80° (CuK $\alpha$  – випромінювання, крок сканування – 0.05°, експозиція в кожній точці – 4 с). Обробку даних та визначення кристалічної структури здійснювали за допомогою пакету програм CSD [7].

#### **Основні результати дослідження.**

В обмежувачих бінарних системах дослідженої квазіпотрійної системи за температури відпалу сплавів підтверджено існування двох тернарних сполук: La<sub>4</sub>NiS<sub>7</sub> (тетрагональна сингонія, власний структурний тип [8], ПГ I4/mmm, (рис. 1)) та La<sub>2</sub>SnS<sub>5</sub> (ромбічна сингонія, власний



Рис. 1. Ізотермічний переріз системи  $\text{NiS} - \text{La}_2\text{S}_3 - \text{SnS}_2$  за температури  $770\text{ K}$ 

Таблиця 1.

Фазовий склад дво- та трифазних полів на ізотермічному перерізі квазіпотрійної системи  $\text{NiS} - \text{La}_2\text{S}_3 - \text{SnS}_2$  за температури  $770\text{ K}$

Номер поля	Кількість фаз	Фази
1.	дві фази	$\text{La}_2\text{S}_3 + \text{La}_4\text{NiS}_7$
2.	— / / —	$\text{NiS} + \text{La}_4\text{NiS}_7$
3.	— / / —	$\text{NiS} + \text{SnS}_2$
4.	— / / —	$\text{SnS}_2 + \text{La}_2\text{SnS}_5$
5.	— / / —	$\text{La}_2\text{S}_3 + \text{La}_2\text{SnS}_5$
6.	— / / —	$\text{La}_2\text{S}_3 + \text{La}_3\text{Ni}_{0.5}\text{SnS}_7$
7.	— / / —	$\text{La}_2\text{SnS}_5 + \text{La}_3\text{Ni}_{0.5}\text{SnS}_7$
8.	— / / —	$\text{La}_4\text{NiS}_7 + \text{La}_3\text{Ni}_{0.5}\text{SnS}_7$
9.	— / / —	$\text{NiS} + \text{La}_3\text{Ni}_{0.5}\text{SnS}_7$

Номер поля	Кількість фаз	Фази
10.	– / / –	NiS + La <sub>2</sub> SnS <sub>5</sub>
11.	три фази	La <sub>2</sub> S <sub>3</sub> + La <sub>4</sub> NiS <sub>7</sub> + La <sub>3</sub> Ni <sub>0.5</sub> SnS <sub>7</sub>
12.	– / / –	La <sub>2</sub> S <sub>3</sub> + La <sub>2</sub> SnS <sub>5</sub> + La <sub>3</sub> Ni <sub>0.5</sub> SnS <sub>7</sub>
13.	– / / –	NiS + La <sub>4</sub> NiS <sub>7</sub> + La <sub>3</sub> Ni <sub>0.5</sub> SnS <sub>7</sub>
14.	– / / –	NiS + La <sub>2</sub> SnS <sub>5</sub> + La <sub>3</sub> Ni <sub>0.5</sub> SnS <sub>7</sub>
15.	– / / –	NiS + SnS <sub>2</sub> + La <sub>3</sub> Ni <sub>0.5</sub> SnS <sub>7</sub> .

### Висновки.

Методом РФА встановлено фазові рівноваги та побудовано ізотермічний переріз квазіпотрійної системи NiS – La<sub>2</sub>S<sub>3</sub> – SnS<sub>2</sub> за температури 770 К. У дослідженій системі встановлено існування нової тетрарної сполуки La<sub>3</sub>Ni<sub>0.5</sub>SnS<sub>7</sub>, що є представником структурного типу La<sub>3</sub>Mn<sub>0.5</sub>SiS<sub>7</sub>.

### Цитована література.

- [1]. Eliseev A. A. Handbook on the physics and chemistry of rare earths. Phase equilibrium and crystal chemistry in rare earth ternary systems with chalcogenide elements / A. A. Eliseev, G. M. Kuzmichyeva // Elsevier Science Publishers B.V. – 1990. – V.13(89). – P.191-281.
- [2]. Марчук О. В. Система NiS – GeS<sub>2</sub> – Pr<sub>2</sub>S<sub>3</sub> за температури 770 К / О. В. Марчук, Л. Д. Гулай, І. І. Мороз // Фізика і хімія твердого тіла: стан, досягнення і перспективи / Матеріали II всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених та студентів, 19-20 жовтня 2012 року. – Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2012. – С. 113-116.
- [3]. Pashynska Y. Crystal structure of the R<sub>3</sub>Ni<sub>0.5</sub>GeS<sub>7</sub> (R = rare earth element) compounds / Y. Pashynska, M. Daszkiewicz, O. Marchuk and L. Gulay // XII International Conference on Crystal Chemistry of Intermetallic Compounds, Lviv, 22-26 September, 2013. – P. 53.
- [4]. Мельничук Х. О., Марчук О. В., Олексеюк І. Д., Гулай Л. Д. Система NiS – Er<sub>2</sub>S<sub>3</sub> – SiS<sub>2</sub> за температури 770 К // Сборник научных трудов SWorld. – Выпуск 2. Том 33. – Иваново: Маркова А. Д., 2014. – С.14-16.
- [5]. Марчук О. В. Система NiS – Y<sub>2</sub>S<sub>3</sub> – GeS<sub>2</sub> за температури 770 К / О. В. Марчук, В. Я. Шемет, Л. Д. Гулай // Актуальні задачі сучасних технологій. Збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів. – Тернопіль, 11-12 грудня 2013 р. – С.44-45.
- [6]. Марчук О. В. Система NiS – Er<sub>2</sub>S<sub>3</sub> – GeS<sub>2</sub> за температури 770 К / О. В. Марчук, Л. Д. Гулай, Х. О. Мельничук / Фізика і хімія твердого тіла: стан, досягнення і перспективи / Матеріали III всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених та студентів, 24-25 жовтня 2014 року. – Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2014. – С. 72-74.
- [7]. CSD-Universal program package for single crystal and powder structure data treatment / [L. G. Aksel'rud, Yu.N. Grin', P.Yu. Zavalii and others] // Collected Abstracts 12<sup>th</sup> European Crystallogr. Meet., Moscow, USSR, 20-28 August, – 1989. – V. 3. – P.155.
- [8]. Collin G. Structure des composés L<sub>4</sub>MS<sub>7</sub> (L = La, Ce, Pr, Nd; M = Co, Ni) type La<sub>4</sub>NiS<sub>7</sub> deforme / G. Collin, J. Flahaut // Journal of Solid State Chemistry. – 1974. – V.9. – P.352-357.
- [9]. Systemes Ln<sub>2</sub>X<sub>3</sub> – SnX<sub>2</sub> (Ln = terres rares et X = S ou Se) Composés Ln<sub>2</sub>SnS<sub>5</sub>, definition et etude structurale / [Guittard M., Julien-Pouzol M., Jaulmes S., Lavenant C.] // Materials Research Bulletin. – 1976. – V.11. – P.1073-1080.
- [10]. Collin G. Structure cristalline de La<sub>6</sub>MnSi<sub>2</sub>S<sub>14</sub> / G. Collin, P. Laruelle // Comptes Rendus Hebdomadaires des Seances de l'Academie des Sciences, Serie C, Sciences Chimiques. – 1970. – V.270. – P.410-412.

Стаття надійшла до редакції: 18.09.2015.