**Сульфиды-селениды никеля-индия и никеля-сурьмы на основе интерметаллического фрагмента со структурой AuCu3**

***Агапов С.А., Строганова Е.А., Кузнецов А.Н.***

*Студент, 2 курс специалитета*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, химический факультет, Москва, Россия*

*E-mail: agapovsa@my.msu.ru*

В современной неорганической химии одним из наиболее активно изучаемых классов соединений являются интерметаллиды и их производные. Среди представителей уникального семейства низкоразмерных блочных халькогенидов никеля-*p*-металла с общей формулой Ni7-xMCh2 (M = металл 13-15 групп) ранее были получены теллуриды и селениды никеля-индия [1] и никеля-сурьмы [2], однако до сих пор не удавалось получить аналогичные сульфиды.

Целью нашего исследования стал поиск нестандартного подхода к синтезу данных соединений. Ранее была предпринята попытка введения серы в устойчивый селенид никеля-индия [3], однако добиться однофазности авторам не удалось. Также для получения малоустойчивых блочных фаз в литературе при синтезе использовались галогенидные флюсы или малые добавки иода.

В рамках данной работы с помощью высокотемпературного ампульного синтеза получен ряд твердых растворов: Ni7-xInSe2-ySy (y = 0.5, 1, 1.5, 1.8, 1.9), Ni7-xSbSe2-ySy (y = 0.5, 1.5, 1.8), Ni5.55Fe0.05InS2 и Ni5.75Fe0.05SbS2. Для достижения однофазности образцов также использовались методы механоактивации, допирование образцов металлическим железом, флюс LiCl+KCl, минерализирующие агенты.

С помощью рентгенофазового и локального рентгеноспектрального анализов установлено присутствие искомой блочной фазы в образцах с индием Ni7-xInSe2-ySy до значения y = 1.8, однако все образцы являлись неоднофазными. С увеличением степени замещения селена на серу количество примесей увеличивалось. Среди них можно выделить металлический никель, частично замещенные сульфид никеля и сульфид никеля-индия Ni3In2S2, кристаллизующийся в структурном типе шандита.

В образцах с сурьмой Ni7-xSbSe2-ySy также не достигается однофазность, но несмотря на это, блочный сульфид-селенид никеля-сурьмы образуется, при этом граница замещения халькогена для закладываемых составов лежит на отрезке 1.9 ≤ y ≤ 1.95.

Рефлексы целевых фаз в ряде образцов были проиндицированы в предположении об изоструктурности новых фаз селенидам Ni5.73InSe2 и Ni5.72SbSe2 (пр. гр*. I4/mmm*). Установлено, что с увеличением в образце количества серы закономерно уменьшаются значения параметров элементарных ячеек.

Предварительная механоактивация образцов, а также синтез из флюса не способствовали стабилизации исследуемых структур. Частичное замещение никеля на железо, а также использование в синтезе иода в качестве минерализирующего агента оказалось безуспешным для образцов с сурьмой, однако в случае образцов с индием был установлен факт стабилизации этими агентами искомой блочной фазы.

*Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (грант 23-23-00263).*

**Литература**

1. Kuznetsov A. N., Serov A. A. Ni5. 73InSe2–a Metal‐Rich Selenide Based on the Cu3Au‐Type 2D Heterometallic Framework: Synthesis, Structure, and Bonding // European Journal of Inorganic Chemistry. 2016. Vol. 2016. №. 3. P. 373-379.

2. Reynolds T. K., Bales J. G., DiSalvo F. J. Synthesis and properties of a new metal-rich nickel antimonide telluride or selenide: Ni7-δSbX2 (δ≈ 1.3; X= Se or Te) // Chemistry of materials. 2002. Vol. 14. №. 11. P. 4746-4751.

3. Dutta A., Buxi, K., Lakshan, A., Mondal, A., Wang, F., Jana, P. P. Role of Partial Vacancy and Structural Distortion in the Stability of Nonstoichiometric Phases Ni7− δInSe2–xSx (1.26≥δ≥0.94; 0≤x≤1.33) // Inorganic Chemistry. 2023. Vol. 62. №. 43. P. 17894-17904.