

# СИНТЕЗ И ХАРАКТЕРИСТИКА ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ В СИСТЕМЕ АЛЬФЕЛЬДИТ–КОБАЛЬТОМЕНИТ

О. С. Яковенко

Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург,  
[ojakovenka@gmail.com](mailto:ojakovenka@gmail.com)

Актуальность работы обусловлена токсичностью соединений селена и необходимостью выяснения особенностей его миграции в приповерхностных обстановках.

Вместе с тем детальное экспериментальное изучение образующихся в этих условиях минералов селена (селенитов и селенатов) практически невозможно из-за отсутствия необходимого количества природного вещества. В связи с этим была поставлена цель настоящей работы – синтез и экспериментальное исследование аналогов двух редких минералов, образующих непрерывный изоморфный ряд:  $\text{CoSeO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (кобальтоменит) и  $\text{NiSeO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (альфельдит).

Данные минералы относятся к водосодержащим селенитам без добавочных анионов, сингония моноклинная, пространственная группа  $P2_1/n$ . Кобальтоменит впервые был найден [Bertrand, 1882] на месторождении Серо-де Качеута (Мендоса, Аргентина), где он встречается в виде мелких розово-красных кристаллов, по внешнему виду напоминающих эритрин. Альфельдит был обнаружен в 1935 г. [Herzenberg, Ahlfeld, 1935] в руднике Иако, Пакахаке (Боливия), но детально состав и свойства этого минерала были изучены значительно позднее [Aristarain, Hurlbut, 1969].

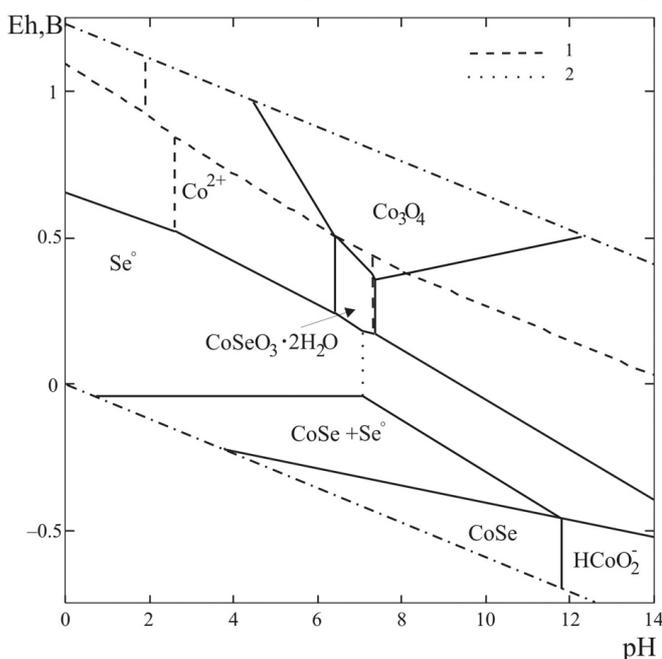


Рис. 1. Диаграммы Eh–pH систем Co–Se–H<sub>2</sub>O и Ni–Se–H<sub>2</sub>O при 25 °C.

кристаллизация селенитов: для  $\text{CoSeO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$   $a_{\text{Co}} = 10^{-3}$ , для  $\text{NiSeO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$   $a_{\text{Ni}} = 10^{-1}$ . То, что альфельдит начинает кристаллизоваться при значительно более высокой активности частиц металла в растворе, хорошо согласуется с данными о значительно меньшей его распространенности в природе по сравнению с кобальтоменитом.

Нами были синтезированы аналоги кобальтоменита и альфельдита, а также промежуточные члены изоморфного ряда из исходных растворов, содержащих 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 и 90 % соли Ni. Синтез производился из растворов нитратов кобальта и

Для определения физико-химических условий образования этих минералов нами были рассчитаны диаграммы Eh–pH систем Co–Se–H<sub>2</sub>O и Ni–Se–H<sub>2</sub>O. Для построения диаграмм использовался пакет программ Geochemist's Workbench (GMB 7.0), в исходный банк данных которого был внесен ряд дополнительных компонентов и уточнены некоторые из термодинамических констант. Полученные диаграммы можно видеть на рис. 1. Расчеты выполнялись для  $P = 1$  бар и  $T = 25$  °C; активность Se для вод зоны окисления селенидсодержащих руд принята равной  $10^{-4}$ . Нами найдены значения активностей кобальта и никеля в минералообразующем растворе, при которых становится возможной

никеля и селенита натрия, подкисленных с помощью раствора азотной кислоты при температуре 50 °С. Химический состав синтезированных твердых фаз установлен с помощью микронного анализа (прибор Quanta 200 3D, FEI), концентрации ионов кобальта и никеля в растворах – с помощью метода ICP ES (спектрометр OPTIMA-2000 DV, Perkin Elmer).

Идентификация полученных  $\text{CoSeO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{NiSeO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , а также изучение твердых растворов на их основе, проводились с помощью методов рентгенофазового анализа (порошковый дифрактометр Rigaku Miniflex II) и ИК-спектроскопии (ИК-Фурье спектрометр BRUKER VERTEX 80). Рассчитаны параметры элементарной ячейки для полученных веществ. Анализ ИК-спектров показал изменения в областях основных колебаний Se-O ( $400\text{--}1700\text{ см}^{-1}$ ) и некоторые различия в областях  $2500\text{--}4000\text{ см}^{-1}$ , где присутствуют колебания различных типов  $\text{H}_2\text{O}$ .

*Работа выполнена при поддержке грантов Российского фонда фундаментальных исследований (08-05-00253-а, 09-05-00567-а).*

### Литература

*Aristarain L. F., Hurlbut C. S., Jr. Ahfeldite from Pacajake Bolivia; restudy // Amer. Miner. 1969. 54. P. 448–456.*

*Bertrand E. Sur la molybdomenite (selenite de plomb), la cobaltomenite (selenite de cobalt) et l'acide selenieux de Cacheuta (La Plata) // Bull. Soc. mineral. France. 1882. N 5. P. 90–92.*

*Herzenberg R., Ahlfeld F. Blockit, ein neues Selenerz aus Bolivien // Zentralbl. Mineral. Geol. Palaeontol. Abt. A. 1935. P. 277–279.*