СТАННИН В КОЛЧЕДАНЫХ РУДАХ ИМАНДРА-ВАРЗУТСКОЙ ЗОНЫ, ПЕРВАЯ НАХОДКА В КОЛЬСКОМ РЕГИОНЕ

Карпов С.М., Чернявский А.В., Тележкин А.А., Савченко Е.Э.

Геологический институт КНЦ РАН, Апатиты, skarpov@geoksc.apatity.ru

Станнин относится к минералам класса сульфидов с общей формулой вида $\text{Cu}_2\text{FeSnS}_4$. Это довольно распространенный минерал, однако в большинстве случаев встречается в незначительных количествах и важного промышленного значения не имеет.

Кристаллическая структура станнина является аналогом структуры халькопирита, в которой половина атомов железа в тетраэдрах упорядоченно замещается атомами олова (рис. 1). Часто в составе минерала отмечается примесь цинка. Близким к станнину по составу является кестерит ($\text{Cu}_2(\text{Zn}, \text{Fe})\text{SnS}_4$), с которым станнин нередко находится в одном парагенезисе. Топологически структура этих минералов идентична, отличие заключается в ином распределении атомов металлов в кристаллической ячейке, что приводит к различным пространственным группам симметрии: $\bar{1}42m$ для станнина и $\bar{1}4$ для кестерита [9, 10].

Рис. 1. Шариковые модели кристаллических структур халькопирита (А), станнина (Б) и кестерита (В) [5].

На территории Кольского региона этот минерал до недавнего времени достоверно установлен не был [1]. В то же время, на Фенноскандинавском щите станнин известен во многих регионах: в скарноворудных образованиях Питкярантского рудного района в Карелии, Россия [3], в рудах месторождений Оутокумпу, Финляндия [12], в колчеданном месторождении Виханти, Финляндия [6], в колчеданном месторождении Сулитъельма, Норвегия [8], в колчеданном месторождении Сатра, в Швеции [14] и на других объектах [11].

Станнин в пределах пояса Имандра-Варзуга (ИВСЗ) установлен нами на двух участках: в северо-западном блоке Панареченской вулcano-тектонической структуры (ПР ВТС) и в колчеданной залежи №2 Основного участка Южного Прихиби́нья (рис. 2).

ПР ВТС расположена в центральной части ИВСЗ и представляет собой автономную брахиформную структуру по зоне глубинного разлома, разделенной на два блока. В пределах северо-западного блока выявлены золото-теллуридные проявления, которые приурочены к четырем типам рудоносных пород: сульфидно-углеродистым сланцам, серицит-карбонат-альбит-кварцевым метасоматитам, хлорит-карбонатным метасоматитам и массивным пиритовым рудам [7, 2]. С последним типом руд связана находка станнина. Пиритовые руды полосчатого, густо-вкрапленного типа, до массивных (рис. 3). Второстепенные и редкие минералы ассоциации - пирротин, халькопирит, сфалерит, тетраэдрит, алтаит, арсенопирит, алексит.

Колчеданные залежи западной части ИВСЗ Южного Прихиби́нья расположены вблизи контакта со щелочным массивом Хибин и разведывались в первой половине прошлого столетия на сульфидную серу. Руды чаще брекчиевидного (нерудные обломки, цемент сульфидный) и сетчато-полосчатого типов (рис. 3). Главным сульфидным минералом руд является пирротин, в подчинен-

Рис. 2. Геологическая карта Кольского региона.

Участки ИВСЗ: 1 – Северо-западный блок Панареченской вулcano-тектонической структуры ПР ВТС; 2 – Основной участок, Южное Прихибинье.

ном количестве развит халькопирит и сфалерит. В качестве акцессорных минералов здесь присутствует молибденит, редко галенит и пирит. На отдельных участках залежей наблюдается обогащение руд халькопиритом, сфалеритом, пиритом и галенитом. Типоморфной для колчеданных проявлений Южного Прихибинья является акцессорная арсенопирит – лёллингитовая ассоциация, с которой тесно связана благороднометалльная минерализация [4].

Рис. 3. Внешний вид колчеданных руд ИВСЗ.

Слева: пиритовые руды полосчатого, густо-вкрапленного типа, ПР ВТС; справа: пирротиновые руды брекчиевидного типа, Южное Прихибинье. Фото фрагментов полированных образцов.

На участке ПР ВТС станнин установлен в образце из керна одной из скважин, вскрывшей пиритовые руды. Минерал выявлен внутри включения в пирите. Включение округлой формы размером 40×30 мкм представляет собой сложное срастание пирротина, халькопирита и станнина (рис. 4). Станнин в виде удлинённых зерен размером 2×5 мкм находится в межзерновом пространстве индивидов пирротина. Здесь же на границе халькопирита и пирротина присутствует тонкое включение Hg содержащей минеральной фазы.

Рис. 4. Характер выделений станнина (Stn) в колчеданных рудах ИВСЗ.

Сверху – полосчатые густо-вкрапленные пиритовые руды ПР ВТС; снизу – сетчатые пирротиновые руды Основного участка, Южное Прихибинье). А, Б, Д – снимки в отраженном поляризованном свете; В, Г, Е – снимки в обратно рассеянных электронах; Py – пирит; Po – пирротин; Ccp – халькопирит; Gn – галенит; Sp – сфалерит; Qtz – кварц; Mph – минеральная фаза состава $(\text{Fe}_{4.46}\text{Ag}_{2.23}\text{Cu}_{1.98}\text{Au}_{0.42}\text{Zn}_{0.14}\text{Hg}_{2.07}(\text{S}_{6.39}\text{Se}_{0.29})_{6.69})$.

Станнин Южного Прихибинья выявлен в образце, характеризующем брекчиевидный тип пирротиновых руд залежи № 2 Основного участка. Минерал приурочен к поздним цеолитовым прожилкам, секущим нерудные «обломки», которые по минеральному составу условно отнесены нами к роговикам (кордиерит, флогопит, анортит, апатит, энстатит и др.). Станнин здесь находится в тесном срастании с халькопиритом и сфалеритом, локализуясь ближе к краевым частям агрегата вместе с галенитом (рис. 4). Наблюдаются также мелкие его сростки с пирротинном. В отраженном поляризованном свете минерал светло-серого цвета оливкового оттенка, с показателем отражения выше сфалерита.

Химический состав станина, ввиду мелких его размеров, был оценен рентгеноспектральным методом с помощью энергодисперсионного спектрометра Bruker XFlash-5010, установленном на сканирующем электронном микроскопе LEO-1450. Содержание элементов приведено к 100 % (табл. 1).

Таблица 1. Химический состав станнина из колчеданных руд ИВСЗ.

Элементы	ПР ВТС		Ю. Прихибинье	
	мас. %	к.ф. *	мас. %	к.ф.
Cu	30.33	2.18	27.59	1.86
Sn	27.91	1.07	27.04	0.97
Fe	8.35	0.68	15.50	1.19
Zn	6.20	0.43	—	—
Se	2.79	0.16	—	—
S	24.43	3.48	29.87	3.98
Сумма	100	8.00	100	8.00

Примечание: * Формульные коэффициенты (к.ф.) рассчитаны на 8 атомов в теоретической формуле станнина.

Химический состав и рассчитанные формульные коэффициенты вполне согласуются с теоретическим и природными составами станнина, что хорошо видно на диаграммах соотношений металлов в оловосодержащих сульфидных минералах (рис. 5). Особенностью состава станнина из ПР

Рис. 5. Тройная (слева) и двойная (справа) диаграммы соотношения металлов, показывающие вариации составов в минералах ряда станнин – кестерит, а также других оловосодержащих минеральных видов [10, 12, 13].

ВТС является существенная примесь в катионной группе железа – Zn и в анионной – Se. Состав станнина Южного Прихибинья близок к теоретическому.

Таким образом, на территории Кольского региона на двух разобренных в пространстве участках протерозойской структуры ИВСЗ впервые установлен оловосодержащий сульфидный минерал, который по составу и частично свойствам в отраженном свете отвечает станнину.

Работа выполнена в рамках темы НИР ГИ КНЦ РАН № 0231-2015-0001.

Литература

1. Борисова В.В., Волошин А.В. Перечень минеральных видов Кольского региона. Изд. 5-е, испр. и доп. Апатиты: К&М, 2015. 124 с.
2. Волошин А.В., Чернявский А.В., Войтеховский Ю.Л. Теллуридная минерализация в золоторудных проявлениях Панареченской вулcano-тектонической структуры, Кольский п-ов // Вестник КНЦ РАН. 2012. № 1. С. 66-79.
3. Ивашенко В. И., Голубев А.И. Новые аспекты минералогии и металлогении Питкярантского рудного района // Труды КарНЦ РАН № 7. Петрозаводск, 2015. С. 127-148.
4. Карпов С. М., Волошин А. В. Генетическая минералогия золота и серебра в колчеданных рудах Прихибинья (Кольский полуостров) // Материалы международной конференции «Золото Фенноскандинавского щита» (1-5 октября 2013 г.), Петрозаводск. Карельский научный центр РАН. 2013. С. 77-80.
5. Костов И., Минчева-Стефанова Й. Сульфидные минералы. Кристаллохимия, парагенезис, систематика. Пер.с англ. М.: Мир. 1984. 281 с.
6. Сергеева Н.Е., Ерёмин Н.И., Дергачёв А.Л. Ванадиевая минерализация в рудах колчеданно-полиметаллического месторождения Виханты (Финляндия) // ДАН. 2011. Т.436. № 6. С. 800-803.
7. Чернявский А.В., Войтеховский Ю.Л., Волошин А.В., Савченко Е.Э., Павлов В. А. Благороднометаллическая и сульфидная минерализация в породах панареченской вулcano-тектонической структуры // Тр. VI Всерос. Ферсмановской науч. сессии. Апатиты: изд-во КНЦ РАН, 2009. С. 151-156.
8. Cook N. J. Mineralogy of the sulphide deposits at Sulitjelma, northern Norway // Ore Geology Reviews. 1996. V. 11: P. 303-308.
9. Hall S.R., Szymanski J.T., Stewart J.M. Kesterite $\text{Cu}_2(\text{Zn}, \text{Fe})\text{SnS}_4$, and stannite, $\text{Cu}_2(\text{Fe}, \text{Zn})\text{SnS}_4$, structurally similar but distinct minerals // Can. Mineral. 1978. V. 16. P. 131-137.
10. Kissin S.A. and Owens D.R. New data on stannite and related tin sulfide minerals // Can. Mineral. 1979. V. 17. P. 125-135.
11. Mindat.org <https://www.mindat.org/min-3747.html> (Current server date: March 13, 2018).
12. Peltonen P., Kontinen A., Huhma H., Kuronen U. Outokumpu revisited: New mineral deposit model for the mantle peridotite-associated Cu–Co–Zn–Ni–Ag–Au sulphide deposits // Ore Geology Reviews, 2008. V. 33. P. 559-617.
13. Petruk W. Tin sulphides from the deposit of Brunswick Tin Mines Limited // Can. Mineral. 1973 V.12. P. 46-54.
14. Zakrzewski M.A., Burke E.F.J., Lustenhower W.J. Vuorelainenite, a new spinel, and associated minerals from