

## О ПРИМЕНИМОСТИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ ПО СУХИМ СИСТЕМАМ К АНАЛИЗУ УСЛОВИЙ ОБРАЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ АССОЦИАЦИЙ

Гриценко Ю.Д. (МГУ геол. ф-т)

*Yulka-gricenco@mail.ru*; факс: (095) 939- тел.: (095) 939-49-58

Ключевые слова: Сульфоарсениды, арсениды никеля, кобальта, железа, синтез, температура образования, гидротермальные жилы

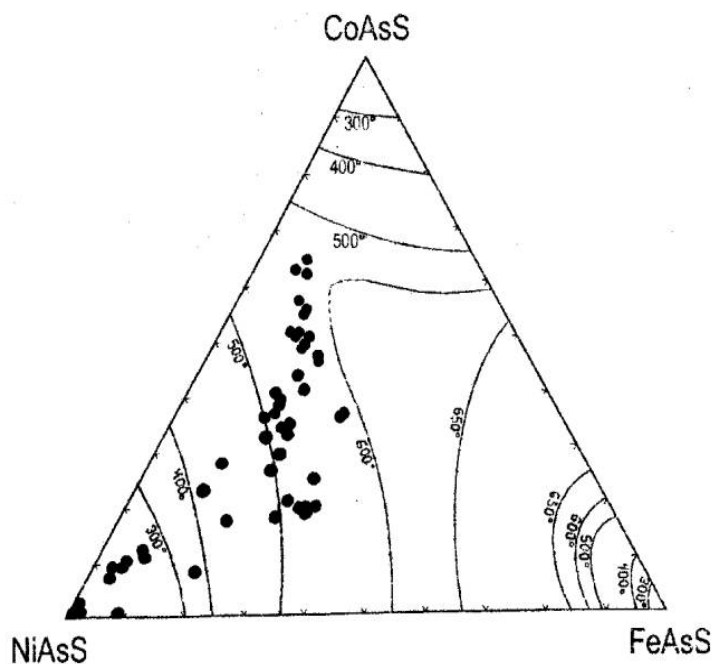
Данные, полученные по синтезу арсенидов [1,2,3] и сульфоарсенидов [4] никеля, кобальта и железа в сухих системах используются для оценки температур образования природных гидротермальных ассоциаций, содержащих эти минералы [5,6].

Синтез кубических сульфоарсенидов кобальта и никеля [4] показывает, что возникающие в системе  $\text{CoAsS-NiAsS-FeAsS}$  до  $500^\circ\text{C}$  твердые растворы образуют два изолированных поля составов: с преобладанием кобальта и с преобладанием никеля. С повышением температуры до  $650^\circ\text{C}$ , когда изоморфизм между Co, Ni и Fe становится более совершенным, синтезируются составы между ними, т.е. возникает серия непрерывных твердых растворов с образованием единого поля значительной площади (рис. 1). В природных высокотемпературных проявлениях сульфоарсенидов никеля и кобальта (алкаиновый интрузивный массив Иллимауссах, хромит-никелиновые руды провинции Малага (Испания) и Северного Марокко) известны богатый кобальтом герсдорфит и богатый никелем кобальтин [7,8].

В гидротермальных апофиллит-ангидрит-карбонатных жилах Норильского рудного поля кубические сульфоарсениды представлены герсдорфитом, кобальтовым герсдорфитом и промежуточными членами ряда кобальтин-герсдорфит (рис. 1). Сульфоарсениды образуют обособленные выделения или входят в состав сложно-зональных антимонино-арсенидных почек и бобовин. У арсенидно-сульфоарсенидных агрегатов четко проявлены индукционные грани совместного роста с карбонатом жил. Параметры формирования арсенидно-карбонатных жил, по результатам изучения флюидных включений в кальците составляют  $T = 216 - 127^\circ\text{C}$ ,  $P = 0.9 - 0.1$  кб. Температура кристаллизации кальцита арсенидной стадии по данным В.В. Дистлера [9] составляет  $120-165^\circ\text{C}$ ; доломита по данным А.С. Борисенко и др. –  $90-145^\circ\text{C}$  [10].

Т.е. температура образования карбонатно-сульфоарсенидно-арсенидных жил Норильского рудного поля не превышает  $220^\circ\text{C}$ . Сульфоарсениды подобного состава, по данным синтеза в сухих системах, образуются при температуре выше  $500^\circ\text{C}$ .

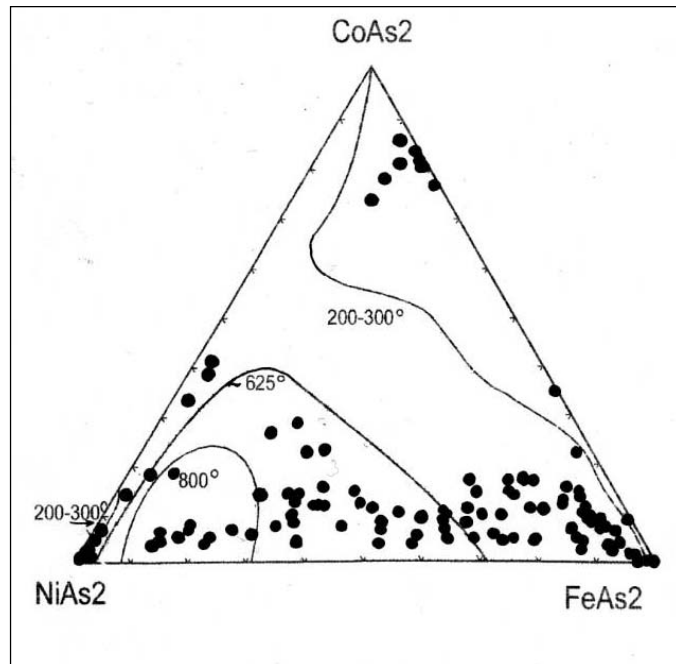
Среди ромбических диарсенидов выделяют минералы ряда леллингит  $\text{FeAs}_2$  - саффлорит  $\text{CoAs}_2$ ; раммельсбергит  $\text{NiAs}_2$  – саффлорит  $\text{CoAs}_2$  и раммельсбергит  $\text{NiAs}_2$  – леллингит  $\text{FeAs}_2$ . В составе этих диарсенидов обычно присутствуют все три элемента триады с преобладанием одного или двух из них. Синтез диарсенидов в сухих системах при температуре  $800^\circ\text{C}$  [1] выявил



**Рис. 1.** Области составов кубических сульфоарсенидов, синтезированных при различных температурах [4]. Точками показаны составы природных кубических сульфоарсенидов из гидротермальных жил Норильского рудного поля.

обширную область тройных составов диарсенидов, хотя полная смесимость в этом случае не наблюдалась (Рис. 2). Значительный разрыв между никелевым и железистым членами ряда наблюдается при синтезе диарсенидов при 625 °С [2]. При ~ 300 °С образуются 2 изолированных поля составов леллингит - саффорит и раммельсбергит - кобальт-раммельсбергит [3].

Температура образования гидротермальных карбонатно - арсенидных жил Норильского рудного поля, по результатам изучения флюидных включений в кальците, составляет 216 - 127° С. В этих жилах в составе антимонидно-арсенидных бобовин встречены диарсениды непрерывного изоморфного ряда раммельсбергит-леллингит, высоко кобальтовый раммельсбергит и железоникелевый саффорит (рис. 2). Диарсениды подобного состава, по данным синтеза в сухих системах, образуются при температуре выше 800°С [1].



**Рис. 2.** Области составов диарсенидов никеля, кобальта и железа, синтезированных при 800°С [1], при 625 °С [2], при 200- 300 °С [3]. Точками показаны составы природных диарсенидов ряда раммельсбергит-леллингит и раммельсбергит-саффорит из гидротермальных жил Норильского рудного поля.

Таким образом, оценки температуры образования гидротермальных ассоциаций с арсенидами и сульфоарсенидами никеля, кобальта и железа, проведенные по данным экспериментального синтеза сухих систем не корректны.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 01-05-64051)*

## Литература

1. *Rosenboom Eugene H.* Co-Ni-Fe diarsenides: compositions and cell dimenions. // *American mineralogist.* V. 48, 1963. PP. 271-293.
2. *Gervilla F., Ronsbo J.* New data on (Ni, Fe, Co) diarsenides and sulfarsenides in chromite – niccolite ores from Malaga Province, Spain // *Neues Jahrb. Mineral. Monatsh.* 1992. PP. 193-206.
3. *Radcliffe D., Berry L.G.* Clinosafflorite: a monoclinic polymorphe of safflorite // *Can. Mineral.* 1971. V. 10. N 5.
4. *Klemm D.D.* Synthesen und analysen in den Dreiecksdiagrammen FeAsS-CoAsS-NiAsS und FeS<sub>2</sub>-CoS<sub>2</sub>-NiS<sub>2</sub>// *Neues Jb. Mineral. Abhandl.* 1965, Bd. 103, Hf. 3.
5. *Гамянин Г.Н., Лескова Н.В., Рябева Е.Г.* Сульфоарсениды никеля и кобальта месторождения Эргалах // В кн.: *Минералогия и геохимия производных гранитоидного магматизма.* Якутск, 1981. СС. 34-41.
6. *Боришанская С.С., Виноградова Р.А., Крутов Г.А.* Минералы никеля и кобальта (систематика, описание и диагностика) // М.: Изд-во МГУ, 1981. 224 с.
7. *Oen I.S., Burke E.A.J., Kieft C., Westerhof A.B.* Ni-arsenides, Ni-rich loellingite and (Fe, Co) – rich gersdorffite in Cr-Ni-ores from Malaga Province, Spain // *Neues Jaheb. Mineral. Abh.* 1971. 115, N 2. PP. 123-139.

8. *Gervilla Fernando, Leblanc M., Torres-Ruiz., Hach-Ali P.F.* Immiscibility between arsenide and sulfide melts a mechanism for the concentration of noble metals // *Can. Miner.*-1996. V. 34. N. 3, PP. 485-502.
  9. *Дистлер В.В., Лапутина И.П., Смирнов А.В., Балбин А.С.* Арсениды, сульфоарсениды никеля, кобальта и железа Талнахского рудного поля // В кн.: *Минералы и парагенезисы минералов эндогенных месторождений*. Л.: Наука, 1975. СС. 61-74.
  10. *Борисенко А.С., Лебедев В.И., Тюлькин В.Т.* Условия образования кобальтовых месторождений. Новосибирск: Наука, 1984. 172 с.
- 

*Вестник Отделения наук о Земле РАН - №1(22) 2004*

*Информационный бюллетень Ежегодного семинара по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии 2004 года (ЕСЭМПГ-2004)*

*URL: [http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h\\_dgggms/1-2004/informbul-1/hydroterm-15.pdf](http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/1-2004/informbul-1/hydroterm-15.pdf)*

*Опубликовано 1 июля 2004 г*

*© Вестник Отделения наук о Земле РАН, 1997 (год основания), 2004*

*При полном или частичном использовании материалов публикаций журнала, ссылка на "Вестник Отделения наук о Земле РАН" обязательна*