

Таблица 2. Параметры элементарной ячейки лоренценита

№ п.п.	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
1	5,234(4)	14,486(6)	8,697(3)
2	5,233(2)	14,490(4)	8,702(1)
5	5,2346(8)	14,476(3)	8,700(3)
10	5,230(2)	14,490(3)	8,698(4)
12	5.233	14.487	8.713

Примечание: № п.п. соответствует № п.п. в табл.1, № 12 – по данным [4], в скобках приведены погрешности измерений

Литература:

1. Дорфман М.Д., Белова Е.Н., Забавникова Н.И. Новые данные о рамзаите // в кн.: Новые данные о минералах СССР. М. «Наука», 1966, вып.17, с. 45-59
2. Костылева-Лабунцова Е.Е. и др. Минералогия Хибинского массива (минералы). Под ред. Ф.В. Чухрова. Издательство «Наука», Москва, 1978. Т.2, 586 с
3. Минерылы. ред. Ф.В. Чухрова. Издательство «Наука», Москва, 1981. Т.3, с. 470-477.
4. Sundberg M.R., Lehtinen M., Kivekas R. //American Mineralogist , 72 (1987) p.173-177.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В СУЛЬФИДАХ ИЗ ЧЕРНЫХ КУРИЛЬЩИКОВ ГИДРОТЕРМАЛЬНОГО ПОЛЯ БРОКЕН СПУР (САХ)

Ли Сяоли

Геологический факультет МГУ, Москва, syaoli@mail.ru

Гидротермальное поле Брокен Спур расположено в пределах одного из сегментов рифта Срединно-Атлантического хребта (САХ) на 29° с.ш. [2]. Оно является наиболее молодым (< 1000 лет) среди всех обнаруженных гидротермальных полей в пределах САХ, и на его площади (~ 10000 м²) открыто более 10 гидротермальных построек, значительная часть из которых в настоящее время активна [1]. При проведении минералогического изучения представительной коллекции образцов из него, одной из задач исследования являлось решения вопроса о формах нахождения ряда элементов-примесей, в том числе Au и Ag в сульфидных минералах.

Определение химического состава минеральных фаз и содержания в них Ag и Au осуществлялось на электронно-зондовом микроанализаторе Cameca SX-50, снабженном тремя волновыми спектрометрами при ускоряющем напряжении 15 кВ и токе зонда на образце 30 нА. Эталонами служили аттестованные синтетические и природные минералы. На заключительном этапе расчета

химического состава минералов проводилась стандартная процедура введения RAR коррекции.

Первоначально нами было выполнено детальное исследование распределения Au и Ag в марказите из образца N 4797-3. Точечные микронзондовые анализы проводились на трех выбранных площадках размером 30×40, 30×60 и 60×60 мкм². Для первых двух площадок диаметр зонда составлял 1-2 мкм, шаг зонда - 3 мкм. Для площадки 60×60 мкм² индивидуальные анализы проводились на площади 5×5 мкм² при шаге зонда 5 мкм. При помощи компьютерной программы Surfer вся полученная аналитическая информация была переведена в графический вид, итогом чего стали цветные карты распределения Ag и Au на изученных площадках марказита (рис.1). Компьютерное наложение цветных карт друг на друга позволило оценить степень совпадения концентраций Au и Ag. Если допустить присутствие тонкодисперсного самородного золота в марказите, то на картах распределения Au и Ag следовало бы ожидать совпадение максимумов. Однако аналитические данные показывают, что подобная закономерность проявлена далеко не во всех случаях. Несовпадение максимумов Au и Ag может свидетельствовать о присутствии этих элементов в разных минеральных фазах, размер которых существенно меньше диаметра зонда.

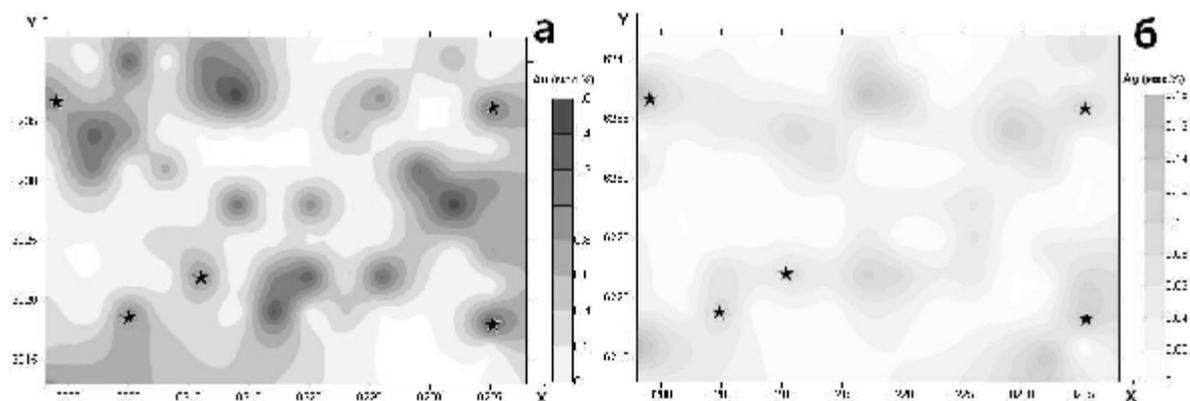


Рис.1. Карты распределения Au (а) и Ag (б) на площадке 30×40 мкм² в марказите из Брокен Спур.

Косвенно на присутствие «нанофаз» с различным содержанием Au и Ag указывает также кажущаяся «невоспроизводимость» некоторых повторных анализов, которая легко может быть объяснена различной миграционной способностью Au и Ag в разных минеральных «нанофазах».

Для решения вопроса о минеральных формах нахождения Au и Ag в гидротермальных рудах мы провели аналогичную работу для пирита, сфалерита и халькопирита того же образца (N 4797-3), но существенно расширили при этом количество определяемых элементов-примесей: пирит – As, Pb, Au, Ag, Se; сфалерит – As, Pb, Sb, Au, Ag, Cd; и халькопирит – Au, Ag, Sn, Te, Se, Sb. Для увеличения точности определения концентраций элементов на электронном

микронде были изменены условия проведения анализа: ускоряющее напряжение было увеличено до 20 кВ, а сила тока на образце повышена до 50 нА; время набора статистики составляло от 20 до 30 секунд. Исследования проводились на площадках размером $30 \times 30 \text{ мкм}^2$ при диаметре зонда 1,5-2 мкм и шаге 3 мкм. Полученные данные были обработаны уже упоминавшимся выше способом, что позволило построить карты распределения элементов-примесей для каждого из сульфидов (рис. 2).

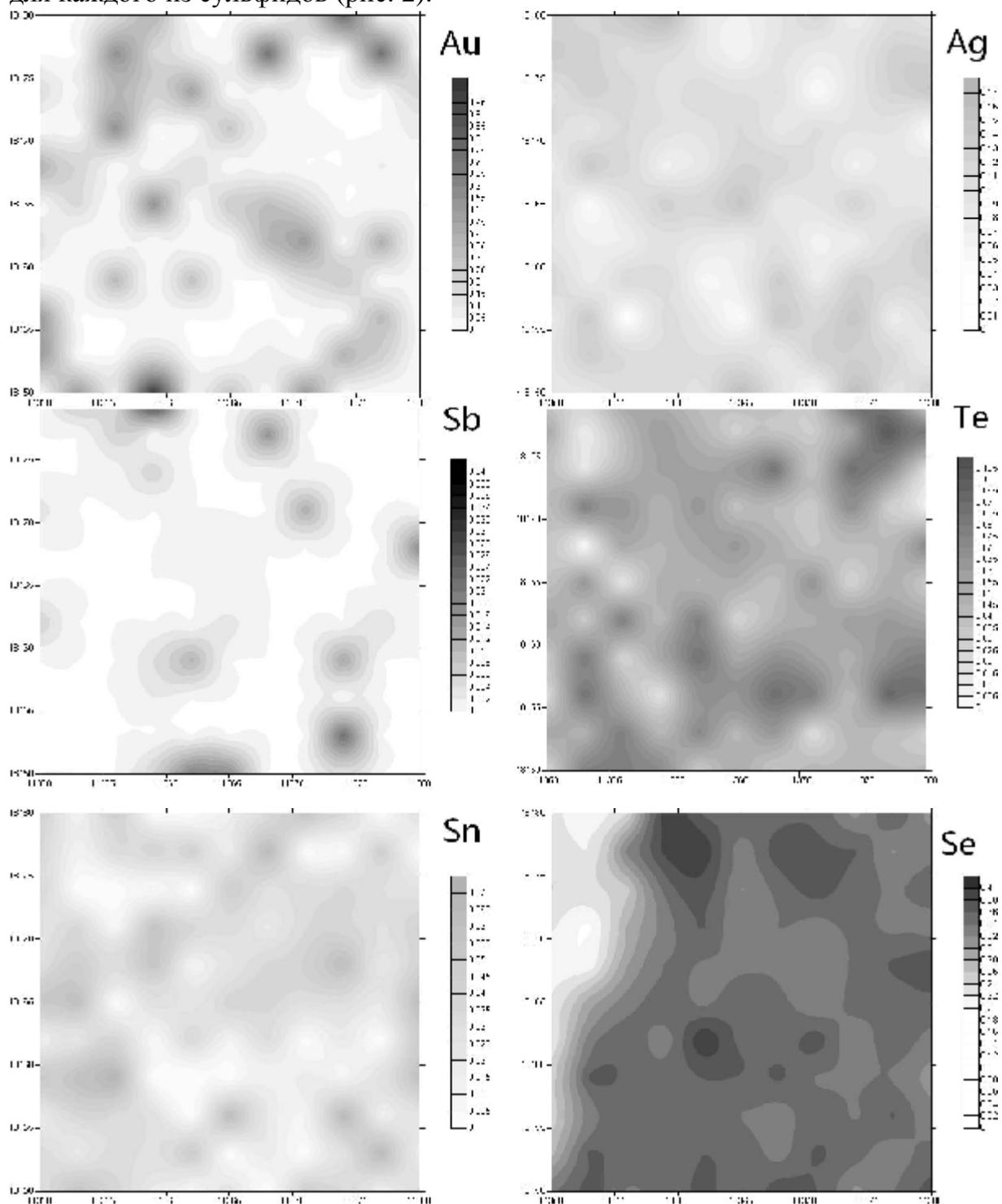


Рис.2. Карты распределения элементов примесей (Au, Ag, Sb, Te, Sn, Se) на площадке $30 \times 30 \text{ мкм}^2$ в халькопирите из Брокен Спур.

Анализ карт концентрационных уровней элементов-примесей четко указывает на внутреннюю микроскопическую неоднородность изученных сульфидов. Отсутствие значимых межэлементных корреляций для всего массива аналитических данных, вероятно, указывает на разнообразие минеральных «нанофаз» и, возможно, их сростаний – носителей примесных элементов в сульфидных рудах. В изученном халькопирите данные по распределению элементов примесей позволяют говорить о нескольких бинарных (и тройных) ассоциациях элементов, явно носящих неслучайный характер. Для золота это такие элементы как Ag (\pm Sn, Sb), Te(\pm Se), для серебра – преимущественно Te, Sn, Sb. Также возможна ассоциация Te-Sb и Te-Sn (рис.3).

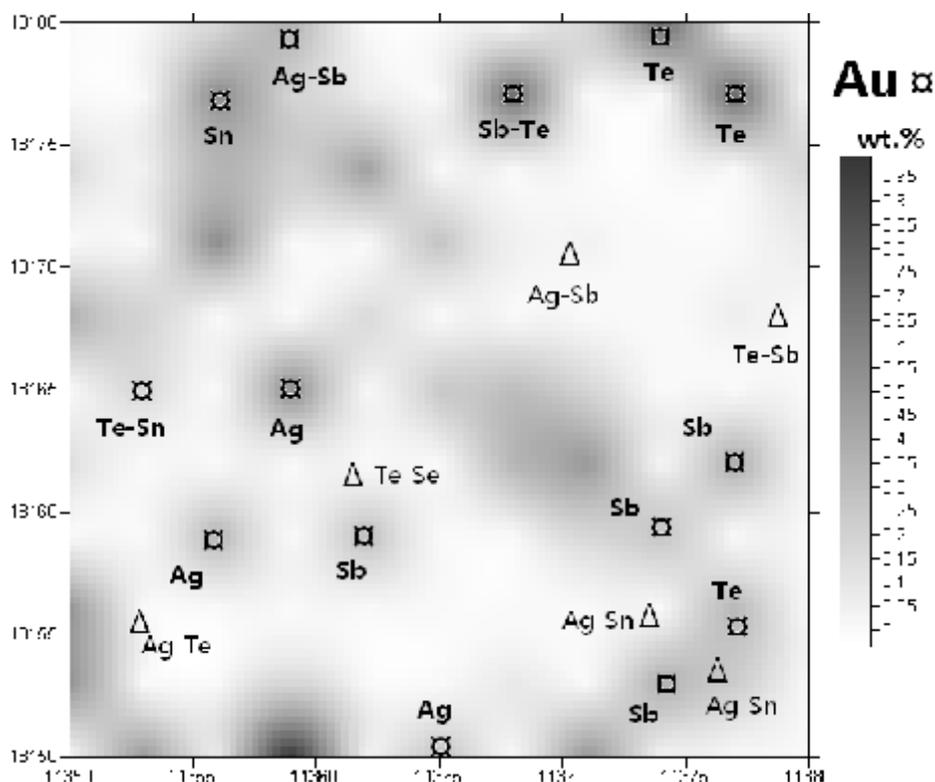


Рис. 3. Ассоциации элементов примесей в халькопирите из Брокен Спур.
(Au-Ag(\pm Sn,Sb), Au-Sb-Sn, Au-Te(\pm Se), Au-(Sn, Se); Ag- (Te, Sn, Sb); Te-(Sn, Sb))

Автор выражает искреннюю признательность проф. А.А. Ульянову, И.А. Брызгалову (МГУ) и проф. А.Ю. Леину (ИО РАН) за помощь и консультации при выполнении данной работы.

Литература:

1. Богданов Ю.А., Лисицын А.П., Сагалевич А.М., Гурвич Е.Г. Гидротермальный рудогенез океанского дна. М.: Наука, 2006
2. Богданов Ю.А., Сагалевич А.М. Геологические исследования с глубоководных обитаемых аппаратов "Мир". Научный Мир. 2002