

МИНЕРАЛЫ ВИСМУТА ИЗ МЕСТОРОЖДЕНИЯ РЕЖИК (СР. УРАЛ).

Д. А. Ханин, С. Г. Суставов

Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург

На редкометальном месторождении Режик, приуроченное к эндоконтакту Мурзинского гранитного плутона и относящееся к южному участку Малышевского месторождения, встречена висмутовая минерализация.

Объект представлен пегматитовой жилой, секущей гранитогнейс. Разведочной канавой жила вскрыта на глубину 1.5 метра. Простирается – субмеридиональное, падение на восток под углом 80°. Пегматитовая жила имеет зональное строение (рис. 1). Вмещающая порода представлена биотитовым гранитогнейсом. По мере приближения к пегматитовому телу, количество кварца во вмещающей породе снижается, а количество слюды возрастает. Мощность переходной зоны не постоянна и колеблется от 5 до 18 см. Пегматит сложен ортоклаз – кварцевым агрегатом с существенным преобладанием полевого шпата до 75–80 %. Мощность зоны в лежащем боку достигает 20–25 см, а в висячем 10–15 см. Контакт с вмещающим гранитогнейсом – резкий. Среди зерен ортоклаза встречаются псевдоморфозы гетита по пириту и кристаллы берилла. По мере приближения к кварцевому ядру, появляются чешуйки молибденита и выделения висмутина. Мощность ядра колеблется от 50 до 70 см. Граница между кварцевым ядром и кварц – полевошпатовой зоной – резкая. В центральной части кварц становится более светлым, а содержание висмутина с молибденитом уменьшается, постепенно сходя на нет.

Минералы висмута представлены: висмутином, бисмутитом, бисмоклитом, бисмутоферритом(?).

Висмутин (Bi_2S_3). По форме выделения, можно выделить две разновидности висмутина:

- 1) идиоморфные уплощенные зерна,
- 2) сростки зерен.

Отдельные зерна имеют уплощенную форму и представлены фрагментами небольших кристаллов, которые заполняют трещины в кварце. Реже наблюдаются включения единичных кристаллов висмутина в псевдоморфозы гетита по пириту. Размер кристаллов достигает 1.5 см по удлинению, при шире в 0.7 см и толщине от 0.2 мм до 0.5 мм. Большинство зерен висмутина покрывают корочки бледно желтого цвета.

Сростки зерен висмутина имеют размер около 1 см в поперечнике. Зерна, слагающие их, имеют размеры от 3–4 до 7–8 мм по удлинению. Скопление их частично приурочено к области пересечения открытых трещин. Отдельные зерна дугообразно искривлены, это свидетельствует об их пластической деформации. С поверхности они покрыты пленками телесного цвета, которые развиваются и по границам зерен.

Рентгеновская идентификация минерала показала присутствие на рентгенограмме сильных линий висмутина ($d \text{ \AA}(I)$): 3.96(4); 3.55(10); 3.11(8); 2.81(4); 2.49(6); 2.24(5); 1.953(8); 1.930(6); 1.739(5); 1.483(5); 1.353(4).

Находки висмутина не являются редкостью для данного района. Он описан в кварц-плагиоклазовых жилах Мариинского месторождения и в кварцевых жилах Баженовского вольфрам-висмут-молибденового месторождения [Попов и др., 2008].

Бисмутит $\text{Bi}_2(\text{CO}_3)\text{O}_2$. Минерал выделяется в виде опаловидных корочек, реже порошковатых масс. Они имеют разнообразную окраску – желто-зеленую, желтую, зеленую, серую. Блеск стеклянный. Легко царапается иглой. На отдельных участках он практически полностью замещает индивиды висмутина. Бисмутит развивается не только по поверхности зерен висмутина, но и по клиновидным трещинам спайности, идущим от поверхности зерен (рис. 2). Мощность корочек не превышает 0.05 мм.

Наиболее сильные линии на рентгенограмме ($d \text{ \AA}(I)$): 3.74(6); 3.23(4); 2.96(10); 2.72(6); 2.14(4); 1.931(4); 1.761(4); 1.622(8).



Рис. 1. Схема строения пегматитовой жилы.

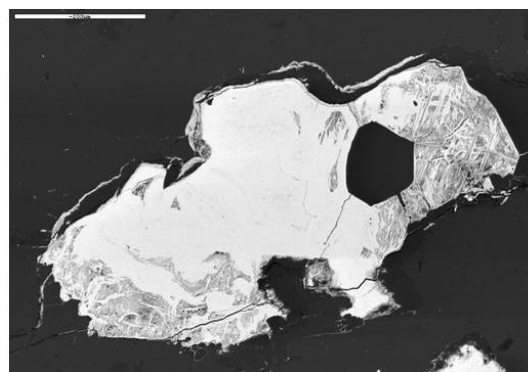


Рис. 2. Зерно висмутита (белое) с каемками бисмутита (светло-серое) в обратно рассеянных электронах (BSE).

Бисмутит является обычным минералом, который образуется по висмутину при его окислении. Он известен в кварцевых жилах Березовского месторождения, а его свинцовая разность была описана на Изумрудных коях [Кобяшев, Никандров, 2007].

Химический состав бисмутита (табл. 1) определен в лаборатории Минералогического музея имени А. Е. Ферсмана на приборе SamScan с электроннодисперсионной приставкой Link, аналитик к.г.-м.н. А. А. Агаханов. Содержание углерода в пересчетах принято стехиометрическое.

Таблица 1

Химический состав бисмутита (в мас. %)

Элементы	1	2
Bi_2O_3	91.16	93.27
CO_2	8.84	6.73
Сумма	100	100
Кристаллохимические формулы	$\text{Bi}_{1.98}(\text{C}_{1.02}\text{O}_3)\text{O}_2$	$\text{Bi}_{2.21}(\text{C}_{0.84}\text{O}_3)\text{O}_2$

Бисмоклит BiOCl . На рудопроявлении бисмоклит встречается в виде корочек, мощностью до 0.02 мм, замещающих зерна висмутита второй разности. Они легко царапаются иголкой. Блеск восковой. В краях слабо просвечивает. Легко растворяется в HCl с образованием бурого раствора. Рентгенометрическое изучение минерала (табл. 2) показало, что он отвечает бисмоклиту.

Впервые бисмоклит обнаружен в образцах из пегматитовой жилы в Штейнкопфе, в Намаквалэнде (Юго-Зап.Африка) в виде мелкокристаллических выделений, пронизанных чешуйками мусковита. Позднее он был описан на территории Казахской ССР в кварцевых жилах, в ассоциации с вольфрамитом, висмутином, козалитом, самородным висмутом [Островская, 1963]. На Урале минерал установлен впервые.

Бисмутоферрит $\text{BiFe}_2(\text{SiO}_4)_2(\text{OH})$ (?) Минерал обнаружен при рентгеноспектральном изучении бисмутита в виде натечных и почковидных образований, которые нарастают на выделения бисмутита (рис. 3). В отраженном свете окраска темно-серая. Размеры почек не превышают 0.01 мм в поперечнике. В составе минерала (анализы выполнены на SamScan с электроннодисперсионной приставкой Link, аналитик к.г.-м.н. А. А. Агаханов) определены оксиды следующих элементов: P_2O_5 – 4.19, SiO_2 – 9.83, Fe_2O_3 – 44.46, Bi_2O_3 – 35.77, Сумма – 94.22 %. Результаты анализа пересчитаны на формулу $\text{Bi}_{0.9}\text{Fe}_{3.25}[(\text{Si}_{0.96}\text{P}_{0.35})_{1.31}\text{O}_4]_2(\text{OH})$. Расчетная формула не соответствует стехиометрической. Как видно, в составе минерала присутствует избыток фосфора и железа. В литературе известен только один вторичный силикат содержащий висмут и железо.

Рентгенограмма бисмоклита

Бисмоклит		Бисмоклит ASTM 6-0249			I	d_a	I	d_a	hkl
					–	–	1	2.076	103
I	d_a	I	d_a	hkl	5	1.937	34	1.946	200
5	7.52	38	7.38	001	–	–	9	1.881	201
–	–	16	3.69	002	3	1.843	25	1.833	113
10	3.45	100	3.442	101	–	–	8	1.720	202
4	2.96	–	–	–	8	1.680	25	1.694	211
9	2.74	76	2.753	110	–	–	17	1.665	104
9	2.67	97	2.677	102	5	1.566	31	1.574	212
–	–	10	2.577	111	2	1.532	11	1.528	203
–	–	12	2.457	003			Plus 21		
3	2.20	28	2.205	112					

Примечание. Условия съемки: аппарат УРС-2.0, камера РКД 57.3 мм, излучение $Fe_{\alpha/\beta}$, препарат – столбик, аналитик к.г.-м.н. С. Г. Суставов.

Он был впервые обнаружен в Шнееберге (Саксония) в ассоциации с кварцем, халцедоном, висмутом, кобальтином, арсенопиритом в прожилках, секущих глинистые сланцы. В составе бисмутоферрита из Шнееберга присутствуют: SiO_2 – 23.08, Fe_2O_3 – 33.33, Bi_2O_3 – 43.26, Сумма – 99.67 % [Яковлевская, 1972].

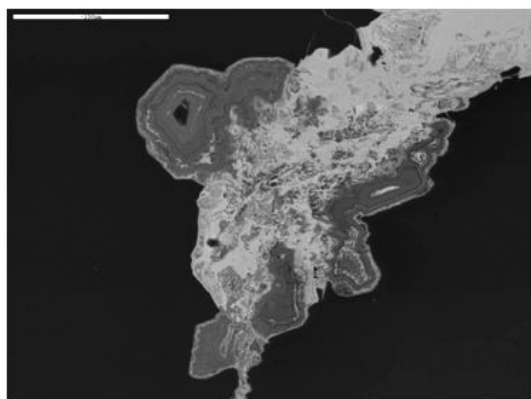


Рис. 3. Выделения бисмутита (светло-серый) с натечным агрегатом бисмутоферрита (темно-серый) в обратно рассеянных электронах (BSE).

В связи с очень мелкими размерами выделений и отсутствием рентгеноструктурных характеристик минерала, можно говорить лишь о химическом сходстве его с бисмутоферритом. Возможно, мы имеем дело с новым, ранее не описанным минералом.

Как следует из приведенных исследований, установленные висмутовые минералы вторичны и развиваются по висмутину. В работе показано, что окисление висмутин на разных участках жилы происходило по-разному. В большинстве случаев происходит образование оксикарбоната висмута – бисмутита, который на отдельных участках, характеризующихся высокой активностью хлора, сменяется бисмоклитом. На заключительных этапах формирования зоны окисления состав растворов резко усложняется и происходит образование основного фосфосиликата железа и висмута.

На заключительных этапах формирования зоны окисления состав растворов резко усложняется и происходит образование основного фосфосиликата железа и висмута.

Литература

Кобяшев Ю. С., Никандров С. Н. Минералы Урала. Екатеринбург: Изд-во: Квадрат. 2007. С. 176.

Островская И. В. Минералы. Справочник. Т. 2. В. 1. М., 1963.

Попов М. П., Суставов С. Г., Шагалов Е. С., Квачев В. И. Висмутовая минерализация в южной части Каменского гранитного массива. В вестнике Уральского отделения РМО. Екатеринбург: Изд-во ИГГ УрО РАН, 2008. 140 с.

Яковлевская Т. А. Минералы. Справочник. Т. 3. В. 1. М., 1972.