

Минералогия

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 5, Number 413 (2015), 76 – 79

NEW SPESIES OF BISMUTH'S SULFOTELLURIT Bi_3TeS_3

Z. N. Pavlova, A. E. Omarbekova, V. L. Levin, P. E. Kotelnikov

Institute of geological sciences named after K. I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan

Key words: new mineral, sulfotellurits of bismuth, Varvarinsk occurrence, multipurpose cuprum-gold mining of mineralization, association of gold-tellurium-bismuth mineral.

Abstract. New species of bismuth's sulfotellurit BiTeS establish in multipurpose cuprum-gold mining on Varvarinsk occurrence (N-W Kazakhstan). Previously we have found 13 species of 19 sulfotellurits of bismuth known in nature and 3 new unidentified mineral. They all differ in the quantitative ratio of bismuth to Te + S (Bi_2A_3 , Bi_2A_2 , Bi_4A_3 , Bi_3A_2), where A is the sum of anions and relative Te:S (2: 1 to 1:16).

Further study of samples, we found another previously unknown species with ratios $\text{Bi}:A = 3:4$ and $\text{Te}:S = 1:3$.

There are all sulfotellurits of bismuth mostly in low-sulfide arsenopyrite-quartz veinlets among diorite. Their microinclusions observed in the edge zones of arsenopyrite in quartz sulfide precipitates on the periphery and cracks in pyrite. All of them are part of the Au-Te-Bi mineral association imposed on arsenopyrite and sulfides.

УДК 546.87

НОВАЯ РАЗНОВИДНОСТЬ СУЛЬФОТЕЛЛУРИДА ВИСМУТА Bi_3TeS_3

З. Н. Павлова, А. Е. Омарбекова, В. Л. Левин, П. Е. Котельников

Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева, Алматы, Казахстан

Ключевые слова: новый минерал, сульфотеллуриды висмута, месторождение Варваринское, комплексный медно-золоторудный тип оруденения, золото-теллуро-висмутовая минеральная ассоциация.

Аннотация. Новый сульфотеллурид висмута Bi_3TeS_3 установлен в рудах комплексного медно-золоторудного месторождения Варваринское (С-3 Казахстан). Ранее здесь нами было установлено 13 разновидностей сульфотеллуридов висмута из 19 известных в природе и еще 3 новых неназванных минерала. Все они различаются по количественным соотношениям висмута к $\text{Te}+\text{S}$ (Bi_2A_3 , Bi_2A_2 , Bi_4A_3 , Bi_3A_2), где A равно сумме анионов, и по отношению $\text{Te}:S$ (от 2:1 до 1:16).

При дополнительном изучении образцов нами была обнаружена еще одна ранее неизвестная разновидность с соотношениями $\text{Bi}:A = 3:4$ и $\text{Te}:S = 1:3$.

Встречаются все сульфотеллуриды висмута в основном в малосульфидных арсенопирит-кварцевых прожилках среди диоритов. Их микровключения наблюдались в краевых зонах арсенопирита, в кварце, по периферии выделений сульфидов и по трещинкам в пирите. Все они входят в состав Au-Te-Bi минеральной ассоциации, наложенной на арсенопирит и сульфиды.

Введение. Новый сульфотеллурид висмута обнаружен на медно-золоторудном месторождении Варваринское (С-3 Казахстан). Месторождение является уникальным по разнообразию типов руд, что обусловлено разнообразием вмещающих пород (эфузивы основного, реже среднего состава, извястняки, алевролиты, диориты, серпентиниты, иногда габбро), характером их изменений (от контактовых до гидротермальных), а также длительностью и многостадийностью рудного процесса [1].

При изучении руд месторождения нами ранее было установлено 13 разновидностей сульфотеллуридов висмута из 19 известных в природе и еще три новых неназванных минерала [2].

Составы сульфотеллуридов висмута варьируют как в катионной, так и в анионной части. С учетом именно этой особенности построены систематики сульфотеллуридов висмута [3-5].

На изученном месторождении присутствует большая часть известных типов природных соединений системы Bi-Te-S, соответствующих классификации Э. М. Спиридонова: Bi_2A_3 , Bi_2A_2 , Bi_4A_3 , Bi_3A_2 , где А равно сумме анионов. Отношение Te:S(\pm Se) в каждом из этих типов соединений также варьирует от 2:1 до 1:4 (таблица 1). Наиболее распространены минералы двух рядов - Bi_4A_3 и Bi_3A_2 .

Таблица 1 – Положение нового минерала Bi_3TeS_3 в схеме группировки сульфотеллуридов висмута Варваринского месторождения

Te:S	Bi: (Te,S)						
	2:3(0,66)	3:4(0,75)	1:1 (1,0)	4:3(1,3)	3:2(1,5)	8:5-7:4(1,6-1,8)	2:1(2,0)
2:1	Тетрадимит $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}$		Сульфоцумоит $\text{Bi}_3\text{Te}_2\text{S}$	Жозеит В $\text{Bi}_4\text{Te}_2\text{S}$	Минерал К $\text{Bi}_3\text{Te}_{1,33}\text{S}_{0,65}$		
1,5:1				Жозеит В-Д $\text{Bi}_{4+x}\text{Te}_{2-x}\text{S}_{1+x}$	Сульфотеллурид 1 $\text{Bi}_{15}\text{Te}_6\text{S}_4$		
1:1			Ингодит Bi_2TeS	Жозеит Д $\text{Bi}_4\text{Te}_{1,5}\text{S}_{1,5}$	Протожозеит Bi_3TeS		
1:1,5						Неназванный-1 $\text{Bi}_8\text{Te}_2\text{S}_3$	
1:2				Жозеит А Bi_4TeS_2			
1:3		Новый н.н. Bi_3TeS_3	Грюнлингит $\text{Bi}_2\text{Te}_{0,5}\text{S}_{1,5}$	Жозеит С $\text{Bi}_4\text{Te}_{0,8}\text{S}_{2,2}$			Неназванный-3 $\text{Bi}_2\text{Te}_{0,3}\text{S}_{0,7}$
1:4					Минерал Р $\text{Bi}_3\text{Te}_{0,4}\text{S}_{1,6}$		
1:16						Неназванный-2 $\text{Bi}_7\text{Te}_{0,23}\text{S}_{3,77}$	

Минералы ряда Bi_4A_3 представлены жозеитами А, В, С, Д [6]. Имеется также разновидность, которая по отношению Te:S = 1:1, занимает промежуточное положение между жозеитом В с Te:S = 2:1 и жозеитом Д с Te:S = 1:1, то есть может быть названа жозеитом В-Д.

Среди сульфотеллуридов висмута ряда Bi_3A_2 по отношению Te:S выделяются минерал К (Te:S = 2:1), сульфотеллурид-1 (Te:S = 1,5:1), протожозеит (Te:S = 1:1) и минерал Р (Te:S = 1:4).

Имеются также единичные находки ингодита Bi_2TeS , грюнлингита $\text{Bi}_2\text{Te}_{0,5}\text{S}_{1,5}$, тетрадимита $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}$ и сульфоцумоита $\text{Bi}_3\text{Te}_2\text{S}$.

Неназванные минеральные фазы дополняют схему группировки природных сульфотеллуридов висмута в той ее части, где отношения Bi:(Te+S) наиболее высоки (1,6-2,0). В этой области был известен единственный минерал – оруэтит $\text{Bi}_8\text{Te}_2\text{S}_3$ [7].

При дополнительном изучении образцов нами была обнаружена еще одна ранее неизвестная разновидность сульфотеллурида висмута – Bi_3TeS_3 с соотношениями $\text{Bi}:\text{A} = 3:4$ и $\text{Te}:\text{S} = 1:3$ (таблица 1). Новый минерал по составу относится к группе с низким содержанием висмута и максимальным содержанием серы (таблица 2).

Таблица 2 – Составы сульфотеллуридов висмута Варваринского месторождения (вес. %)*

№ п/п	Минерал	Формула	Bi	Te	S	Примеси
1	Минерал Р	$\text{Bi}_3\text{Te}_{0,5}\text{S}_{1,5}$	83-86,7	6,3-6,6	6,3-6,8	
2	Жозеит С	$\text{Bi}_4\text{Te}_{0,75}\text{S}_{2,25}$	83-83,7	8,85	7,22	
3	Жозеит А	$\text{Bi}_{4+x}\text{Te}_{1-x}\text{S}_2$	80,5-81,8	9,86-11,9	6,2-6,7	Pb 0,2-0,7; Se 0,95-1,49
4	Жозеит Д	$\text{Bi}_4\text{Te}_{1,5}\text{S}_{1,5}$	79,3-82,7	12,0	6,0	
5	Неназван.-1	$\text{Bi}_8\text{Te}_2\text{S}_3$	79,15	13,08	4,55	Fe 0,99; Se 0,41
6	Протожозеит-1	Bi_3TeS	78,4-80,1	15,4-15,9	3,1-4,5	
7	Неназванн.-3	$\text{Bi}_2\text{Te}_{0,5}\text{S}_{0,7}$	78,8-79,5	7,5	5,2-5,4	Pb 6,0-7,4
8	Грюнлингит	Bi_4TeS_3	78-79	12-13	8-9	
9	Жозеит В-Д	$\text{Bi}_{4+x}\text{Te}_{2-x}\text{S}_{1+x}$	76,14-77,75	18,47-19,5	3,3-3,5	Fe 0,27
10	Неназванн.-2	$\text{Bi}_7\text{Te}_{0,25}\text{S}_{3,77}$	76,1-76,5	1,73-2,11	7,5-7,7	Pb 11,3
11	Сульфотеллурид-1	$\text{Bi}_3\text{Te}_{1,5}\text{S}_{0,8}$	74,58-77,6	18,5-18,7	2,1-2,9	
12	Жозеит-В	$\text{Bi}_{4+x}\text{Te}_{2-x}\text{S}$	73-75	22-23	2,6-3,1	
13	Минерал К	$\text{Bi}_3\text{Te}_{1,33}\text{S}_{0,65}$	73,8-74	19,28	2,84	
14	Новый неназван.	Bi_3TeS_3	72,96	14,61	11,10	Se 1,33
15	Ингодит	Bi_2TeS	68,8-73,3	19,3-25,3	5,1-6,3	
16	Тетрадимит	$\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}$	56-57	33-34	1,5-2,9	Fe 0,1; Ni 1,4; Se 4,8; As 3,0
17	Сульфоцумонт	$\text{Bi}_3\text{Te}_2\text{S}$	57,5	22,75	3,15	Fe 0,66; Cu 0,21; Se 0,76; Sb 0,39

*Анализы выполнены на микрозонде JCXA-733. Аналитики: В. Л. Левин, П. Е. Котельников.

Размеры выделений всех разновидностей сульфотеллуридов висмута составляют в основном сотые доли мм и лишь в единичных случаях достигают 0,1 мм. Форма зерен большей частью неправильная, но иногда отмечаются одиночные удлиненные кристаллы.

Все разновидности сульфотеллуридов висмута сходны между собой по оптическим свойствам. Они имеют высокое отражение, белый цвет со слабыми цветовыми оттенками (голубоватым, желтоватым, розоватым) или без них. Двутрение отчетливое, анизотропия сильная с изменением цвета от желтоватого до синевато-черного. У малосернистых разновидностей двутрение проявлено значительно сильнее, чем у высокосернистых.

Распространены сульфотеллуриды висмута довольно широко. Встречаются они в основном в малосульфидных арсенопирит-кварцевых прожилках среди диоритов в виде включений в кварце, в краевых зонах кристаллов арсенопирита, иногда в халькопирите, галените, висмутине, но чаще располагаются по периферии выделений сульфидов и в промежутках между их зернами. Отмечались они также по трещинкам в пирите и арсенопирите. Иногда в самих сульфотеллуридах висмута имеются мельчайшие включения галенита, самородного висмута, золота.

По времени образования минералы этой группы относятся к наиболее поздним. Они входят в состав золото-теллуро-висмутовой минеральной ассоциации, наложенной на арсенопирит и сульфиды и завершающей рудный процесс.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Жуков Н.М., Павлова З.Н., Аубакирова Р.Б., Костеров Е.И., Гачкевич И.В. – Новый комбинированный тип золотого оруденения в Казахстане //Изв. АНКазССР. Сер.геолог. 1984. №5. Стр.1-5.
- [2] Павлова З.Н., Абулгазина С.Д., Котельников П.Е. – Сульфотеллуриды висмута из медго-золоторудного месторождения северо-западного Казахстана // Изв. АН РК. Сер.геолог. 1992. №3. Стр. 47-58.

- [3] Годовиков А.А., Кочеткова К.В., Лаврентьев Ю.Г. – Изучение сульфотеллуридов висмута месторождения Сохондо. // Геол. и геофиз. 1970. №11.
- [4] Годовиков А.А., Кочеткова К.В., Лаврентьев Ю.Г. – О систематике сульфотеллуридов и теллуридов висмута. // Зап. Всес. минерал. об-ва. 1971. Вып. 4. Стр. 417-428.
- [5] Спиридонов Э.М. – О связи химического состава и некоторых рентгеновских характеристиках теллуридов висмута. // Минералог. журнал. 1981. Т.3.№4. Стр. 76-80.
- [6] Павлова З.Н., Котельников П.Е. – Формы нахождения серебра, висмута, теллура, селена, кобальта и сурьмы в медно-золоторудном месторождении Казахстана. //Изв. АН КазССР. Сер.геол. 1988. №2. Стр. 13-23.
- [7] Онтоев Д.О., Тронева Н.В., Цепин А.И. и др. – Первая находка оруэтита в СССР. // Зап. Всес. минер. об-ва. 1974. Вып.3. Стр.346-352.

REFERENCES

- [1] Zhukov N.M., Pavlova Z.N., Aubakirova R.B., Kosterov R.B., Gachkevish I.V.– New combined type of gold mineralization in Kazakhstan. //News of KazSSR. Ser.geol.. 1984. №5. p.1-5.
- [2] Pavlova Z.N., Abulgazina S.D., Kotelnikov P.E. – Sulfotelluridy bismuth copper-gold deposit in northwestern Kazakhstan. // News of AS RK. Ser.geol. 1992. №3. p.47-58.
- [3] Godovikov A.A., Kochetkova K.V., Lavrientev Y.G. – Study sulfotelluridov bismuth deposit Sokhondo. // Geol. and geof. 1970. №11.
- [4] Godovikov A.A., Kochetkova K.V., Lavrientev Y.G. – Sistematis sulfotelluridov and bismuth tellurides. // St. Un.miner.soc. 1971. Iss. 4. p.417-428.
- [5] Spiridonov E.M. – The relationship of chemical composition and x-ray characteristics of some of bismuth telluride. // Miner. magazine. 1981. Т.3.№4. p.76-80.
- [6] Pavlova Z.N., Kotelnikov P.E.– Mode occurrence of silver, bismuth, tellurium, selenium, cobalt and antimony in copper-gold deposit in Kazakhstan. //News of AS KazSSR. Ser.geol. 1988. №2. p.13-23.
- [7] Ontoev D.O., Troneva N.V., Cepin A.I. и др. – The first finding in the USSR oruetita// St. Un.miner.soc. 1974. Iss.3. p.346-352.

ВИСМУТ СУЛЬФОТЕЛЛУРИДТЕРІНІҢ ЖАҢА ТҮРЛЕРІ (Bi_3TeS_3)

З. Н. Павлова, А. Е. Омарбекова, В. Л. Левин, П. Е. Котельников

К. И. Сәтбаев атындағы Геологиялық ғылымдар институты, Алматы, Қазакстан

Тірек сөздер: жана минерал, висмуттын сульфотеллуридтері, Варварин кенорны, кенденудің кешенді мысты-алтынкенді түрі, алтын-теллуро-висмутты минералды ассоциация.

Аннотация. Жана висмут сульфотеллуриді Bi_3TeS_3 Варварин кенорнының кешенді мысты-алтынкенді кендерде анықталған (С-Ш Қазакстан). Алғаш бұл жерде біз 13 түрлі висмут сульфотеллуридтерін анықтадық, оның ішінде 19 табигатта белгілі және 3 жаңа аты анықталмаған минерал. Олардың барлығы висмуттың $\text{Te}+\text{S}$ (Bi_2A_3 , Bi_2A_2 , Bi_4A_3 , Bi_3A_2) мөлшерлі қатынасы бойынша ажыратылады, мұнда Te:S қатынасы бойынша, А аниондар мөлшеріне тең. (2:1-ден 1:16-ға дейін).

Қосымша үлгілерді зерттеу барысында біз тағы бір алғаш белгісіз жана түрді $\text{Bi:A} = 3:4$ және $\text{Te:S} = 1:3$ қатынасы бойынша анықтадық.

Барлық висмут сульфотеллуридтер диориттер арасындағы азсульфидті арсенопирит-кварцты өзегінде негізінен кездеседі. Олардың микрокосылымдары арсенопириттің шеткі аймақтарында, кварцта, сульфидтердің шеткі бөліктерінде және пириттің жарықшактарында бақыланғанды. Олардың барлығы арсенопирит және сульфидтерге салынған Au-Te-Bi минералды ассоциациясы құрамына кіреді.

Поступила 21.07.2015 г.