

10. Чесноков В.В., Буянов Р.А., Афанасьева А.Д. О зависимости энергии активации образований углеродистых отложений на металлическом железе от природы углеводородов // Кинетика и катализ. 1983. Т. 24, № 5. С. 1251-1254.
11. Audier M., Oberlin M., Coulon M., Bonnetain L. Morphology and crystalline order in catalytic carbon // Carbon. 1981. Vol. 19. P. 217-224.
12. Beker R.T.K., Barber M.A., Harris A.C. et al. Nucleation and growth of carbon deposits from the nickel catalyzed decomposition of acetylene // J. Catal. 1972. Vol. 26. P. 51-62.
13. Haastra H.B., Knippenberg W.F., Verspui J. Columnar growth of carbon // J. Cryst. Growth. 1972. Vol. 16, N 1. P. 71-79.

УДК 549.31

Л.А.Паутов, Д.И.Белаковский, Б.К.Баймагамбетов

СУЛЬВАНИТ: РЕВИЗИЯ ОБРАЗЦОВ ИЗ ФОНДОВ МУЗЕЕВ  
И ЛИТЕРАТУРНЫХ ДАННЫХ, НОВАЯ НАХОДКА  
В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ КИРГИЗИИ

В 1984 г. нами в Юго-Восточной Киргизии был обнаружен относительно редкий минерал сульванит. В доступной геологической литературе имеется более двадцати указаний на нахождение этого минерала в различных районах мира. Вероятно, это далеко не все находки сульванита. По части находок данные не опубликованы, а имеются лишь образцы в минералогических музеях. С другой стороны, в силу близости ряда свойств сульванита и колусита некоторые сообщения об обнаружении сульванита не могут считаться достоверными. В связи с этим была сделана попытка критического обзора литературы по этому вопросу и просмотр образцов сульванита из фондов музеев: Ленинградского горного института, Минералогического музея им. А.Е.Ферсмана АН СССР, минералогического музея МГРИ.

Достоверные находки сульванита. Сульванит был открыт Г.Гойдером в 1900 г. в южно-австралийском руднике Эдельвейс близ Бурра-Бурра по данным полных химических анализов (табл. 1), рассчитывающихся на идеальную формулу  $Cu_3VS_4$  [27]. Порошкограмма, сделанная нами для образца сульванита из этого месторождения (музей ЛГИ), приведена в табл. 2. Следующая достоверная находка сульванита была сделана К.Шемппом и В.Шеллером в 1931 г. на руднике Меркур, штат Юта, США [32]. Приведены полный химический анализ, порошкограмма, оптические свойства минерала. Кристаллы сульванита с гранями {100}, {110}, {111} были обнаружены в грубозернистом белом кальците, образующем жилы в темном битуминозном тонкозернистом известняке. Забегая вперед, отметим, что в 1974 г. Дж. Доланским в такой же геологической ситуации сульванит был найден еще в одной точке штата Юта - руднике Торп-Хиллс [23]. В 1938 г. в виде тонкой вкрапленности в кальцитовых жилах в доломитах в ассоциации с халькопиритом сульванит диагностирован по оптическим свойствам и химическому составу в руднике Люфюф в Катанге, Конго [28]. Н.В.Петровской в 1940 г. под названием "сульванит" описан в ассоциации с борнитом, пиритом, халькопиритом минерал из гидротермального месторождения Лебедино на Алдане [11, 16]. Химический анализ показал преобладание

Таблица I

Химический состав (в мас.%) сульванита, приводимый различными авторами

Компоненты	I	2	3	4	5
Cu	51,47	52,27	49,40	45,8	51,3
V	13,85	13,89	3,60	14,6	13,5
As			7,16		
Se				4,6	
S	34,68	34,14	31,66	36,1	34,5
Сумма	100,0	100,0	91,82	101,1	99,3

Примечание. I - теоретический состав; 2 - рудник Эдельвейс, Южная Австралия, пересчет на 100% после вычитания 6,32% жильных минералов [27]; 3 - арсеносульванит, описанный Н.В.Петровской как "сульванит" из месторождения Лебединое, Алдан [11]; 4 - Цумеб, Намибия [26]; 5 - хр. Куйлю, Юго-Восточная Киргизия (наши данные).

мышьяка над ванадием в формуле минерала (см. табл. I). Выполненная Н.В.Беловым рентгенограмма минерала (см. табл. 2) соответствует рентгенограмме арсеносульванита из Монголии [8], который чуть позже был описан А.Г.Бетехтиным как новый минерал [3]. Таким образом, минерал Н.В.Петровской, судя по анализам, является арсеносульванитом [17,18]. Нами исследовался образец из материала Н.В.Петровской, предоставленный В.И.Степановым. В этом образце, сильно замещенном вторичными продуктами, помимо ковеллина, была обнаружена только одна относительно высокоотражающая фаза, энергодисперсионный спектр которой показал наличие меди, ванадия и серы и отсутствие мышьяка. На дебаеграмме фиксируются линии сульванита и ковеллина (чистого материала отобрать не удалось) (см. табл. 2). Лишь на одной из дебаеграмм, помимо линий сульванита, были отмечены линии, возможно, отвечающие арсеносульваниту. Видимо, здесь имеют место сростания этих двух минералов, как это отмечалось в соседнем районе [10]. Первое описание сульванита из СССР принадлежит С.А.Юшко [20,21]. Она обнаружила этот минерал в пластовых рудных телах полиметаллического месторождения Миргалимсай, хр.Каратау, Казахстан, в прожилках в карбонатных породах (главным образом в доломитах) с кварцем, баритом, халькопиритом, пиритом и др. В хр. Каратау и Джебеглинских горах в 1958 г. сульванит встречен Е.А.Анкинович в кварцевых прожилках, секущих пласты глинисто-антраксолитовых и кремнистых сланцев, известняков. В прожилках отмечался пирит, теннантит, молибденит [1]. В указанных районах прожилки с сульванитом распространены повсеместно, как и в проявлениях на Пай-Хое, где после сообщения А.М.Ивановой (цит. по [19]) сульванит описан из ряда точек Ф.Л.Смирновым и К.М.Премыслером, Н.П.Юшкиным с соавт., К.П.Януловым с соавт. [14,19,22]. Сульванит из этих проявлений изучен наиболее полно. Геологическая ситуация проявлений сульванита в этом регионе идентична таковым в

штате Юта, Конго, Каратау. В 1975 г. Г.Френзель описал сульванит в руднике Калабона на северо-западе Сардинии, где определение подтверждено микросондовым анализом. В рудах месторождения присутствуют халькозин, борнит, энэргит, "лазаревичит" [25]. Рудник Калабона имеет много общих черт с месторождением Бор в Югославии, где сульванит ассоциирует с теми же минералами, а также найден в сростаниях с колуситом и арсеносульванитом [7]. Ст.Страшимировым в 1982 г. было опубликовано полное исследование сульванита из медно-молибденового месторождения Медет, где этот минерал образует сростания с гипогенными халькозином, борнитом, пиритом, колуситом [15].

Часть проявлений сульванита известна по образцам из минералогических музеев. Так, в музее ЛГИ под № 158а/2 хранится образец сульванита с Таймырского полуострова с р. Ленивой, переданный под этим названием в музей В.А.Черепановым. Порошкограмма с этого образца приведена в табл. 2. В Минералогическом музее АН СССР имеются образцы арсеносульванита из Монголии (материал К.А.Ненадкевича, частично изученный А.Г. Бетехтиным). При исследовании этого материала выяснилось, что около половины образцов являются сульванитом (см. табл. 2). Точная привязка этого проявления неизвестна. Сами штуфы представляют собой кремнисто-глинистые сланцы с кварцевыми прожилками с изометричными зернами сульванита размером до 0,5 см, в значительной степени замещенных фольбортитом и малахитом. Внешне образцы очень схожи с образцами сульванита из Киргизии. Находки сульванита в Монголии также неизвестны в литературе.

Находки и упоминания сульванита, не подкрепленные необходимыми диагностическими признаками. В 1908 г. И.А.Антиповым были опубликованы сведения о сульваните из Тюя-Муюна [2]. Приведены данные о легкой растворимости обнаруженного минерала в соляной кислоте, что заставляет усомниться в правильности диагностики. В 1928 г. для минерала, описанного под названием "сульванит" из Сьерра-Кордова, Аргентина [33], был приведен лишь качественный анализ, что вызвало критику Г.Фребольда, считавшего, что за сульванит был ошибочно принят галенит [24]. В большинстве публикаций о сульваните из гидротермальных месторождений, появившихся с 50-х годов, отмечается очень мелкий размер выделений минерала. В связи с этим не всегда однозначна его диагностика. Например, для сульванита из Змеиногорского месторождения на Алтае [4] и с Северного Кавказа [13] приведены данные качественного микрохимического и спектрального анализов на ванадий и приблизительно определена отражательная способность. Этих данных недостаточно для отличия сульванита от минералов группы колусита, поэтому вопрос о наличии этого минерала в указанных месторождениях остается открытым.

В гидротермальном месторождении в Шахтаминском районе Восточного Забайкалья в ассоциации с сульфидами меди и железа, а также с вольфрамитом и шеелитом В.Н.Зуевым описан сульванит, цементирующий раздробленные зерна кварца и сульфидов [5,6]. Химический состав, почти точно отвечающий теоретическому, и рентгенограмма весьма близки к данным для австралийского сульванита. Однако в статье не сообщается об условиях проведения анализов, нет сведений об аналитиках и лабораториях. В 1966 году Ю.И.Назаров со ссылкой на Э.И.Кахадзе привел сведения о находке сульванита в Маднеульском колчеданно-полиметаллическом месторождении в виде тонкой взвешенности в пирите первой генерации [9]. Размер выделений не позволил провести надежную диагностику, но интересно отметить, что в такой же ситуации сульванит отмечен и в руднике Калабона. Сульванит в ассоциации с сульфидами из месторождения Челопеч в Бол-

Таблица 2

Межплоскостные расстояния (в Å) сульванита, арсеносульванита и германиевого колусита

hkl	Сульванит							
	1		2		3		4	
	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n
100	4	5,47	9	5,46	4	5,40	8	5,37
111	9	3,13	10	3,12	5	3,12	9	3,11
200	1	2,70	3	2,72	3	2,70	3	2,70
210	3	2,42	7	2,43	4	2,42	5	2,41
220	10	1,917	10	1,914	10	1,913	10	1,901
300, 221	4	1,805	5	1,805	5	1,801	4	1,793
311	3	1,636	6	1,632	5	1,633	6	1,622
222					1	1,559	1	1,555
320	1	1,499	3	1,498	2	1,500	3	1,493
400	3	1,367	4	1,348	4	1,351	5	1,348
410, 322	2	1,304	2	1,310	3	1,309	4	1,306
331	2	1,245	3	1,239	3	1,239	5	1,236
420			1	1,208	1	1,207	1	1,206
421	1	1,181	2	1,178	3	1,180	3	1,178
422	10	1,101	8	1,102	10	1,101	9	1,099
511, 333	5	1,039	3	1,037	1	1,038	4	1,037
520, 432	3	1,002	3	1,001	1	1,002	4	1,001

## Параметры

ячейки, А  $a=5,397\pm 0,005$   $a=5,391\pm 0,005$   $a=5,391\pm 0,005$   $a=5,390\pm 0,005$

Примечание. 1 - Бура-Бура, Южная Австралия (музей ЛГИ, обр. I58a/1); 2 - месторождение Лебединое, Алдан (обр. Н.В.Петровской), включены линии малахита; 3 - Таймырский полуостров (музей ЛГИ, обр. I58a/2); 4 - Монголия (музей АН СССР, обр. 63318); 5, 6 - хр. Куйлю, Киргизия; 7 - месторождение Лебединое, Алдан [17]; 8 - Цумб, Намибия (музей АН СССР, обр. 76269). Условия съемки: 1-4, 6, 8 - камера

гари отмечен Г.Терзиевым. Однако С.Страшимиров считает эту находку недоказанной [15].

В завершение списка следует сказать об упоминании П.Рамдором без приведения полных данных находок сульванита в Кирка-Груде, Фракия, Греция [31], и "минерала, похожего на сульванит", во Фрайберге, ГДР [12], и в Италии [30]. И наконец, необходимо особо отметить необычную находку германийсодержащего сульванита в неокисленных горизонтах одного из

Сульванит				Арсеносульванит		Германиевый колусит	
5		6		7		8	
I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n
100	5,39	9	5,44			2	5,45
74	3,12	7	3,13	Яркая	2,99	1	4,80
19	2,698	1	2,70			2	4,36
31	2,411	4	2,45			10	3,09
100	1,906	10	1,920	Яркая	1,83	1	2,84
27	1,796	5	1,809			4	2,67
36	1,626	4	1,643			1	2,53
		1	1,568	Яркая	1,59	1	2,39
14	1,494	3	1,501			1	2,27
36	1,348	4	1,351			9	1,880
27	1,307	3	1,311	Слабая	1,29	1	1,828
12	1,237	3	1,243			1	1,774
8	1,212	2	1,211	Средняя	1,19	7	1,601
8	1,176	4	1,81			1	1,564
50	1,100	10	1,104			3	1,533
		4	1,040	Яркая	1,06	1	1,445
		4	1,002	Яркая	1,00	1	1,344
				Средняя	0,92	4	1,325
				Яркая	0,84	5	1,217
						3	1,185
						1	1,094
						8	1,082
						6	1,020

$$a=5,390\pm 0,003 \quad a=5,399\pm 0,008$$

РКД-57, 3 мм, анод Fe, фильтр - Mn, препарат - резиновый шарик, введены поправки на поглощение и эффективный диаметр камеры; 5 - дифрактометр УРС 50 ИМ, анод Fe, без фильтра, В-линии исключены, скорость счетчика - 0,5 град/мин, внутренний стандарт - кремний. Аналитики: Д.И.Белаковский, Б.К.Баймагамбетов, Л.А.Паутов (лаборатория МГРИ).

рудных тел Цумеба, Намибия [26]. Настораживает тот факт, что микрозондовый анализ показывает (см. табл. I) отрицательную корреляцию германия и меди. Отсутствие рентгеновских и полных оптических данных не дает уверенности в правильности диагностики. Изученный нами образец германийсодержащего сульванита из Цумеба из Минералогического музея им. А.Е.Ферсмана (№ 76269) оказался Ge-колуситом (см. табл. I, 2, рис. I).

Сульванит из Юго-Восточной Киргизии. Сульванит в этом районе

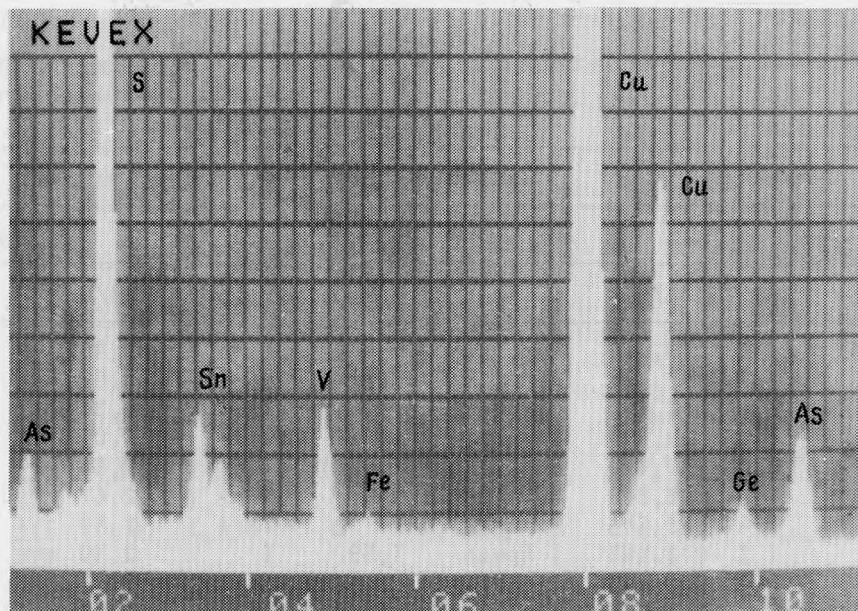


Рис. 1. Рентгеновский энергодисперсионный спектр обр. 76269 Минералогического музея АН СССР, записанного как Ge-сульванит

встречен в кварц-карбонатных жилах в правом борту р. Куйлю, почти напротив устья руч. Сарычат. Район находки сложен толщей нижневизейских углеродистых пород, образующих крутую моноклираль, осложненную мелкой складчатостью, разрывными нарушениями и дайками интенсивно альбитизированных пород. Приводораздельную часть слагают граниты Сарыджазского батолита, имеющие тектонический контакт с осадочной толщей. Сульванитсодержащие жилы имеют невыдержанную мощность, в среднем 20 см, и располагаются субсогласно углеродистым окремнелым алевролитам. Жилы сложены молочно-белым кварцем с многочисленными кавернами и гнездообразными скоплениями кальцита, размером до 5 см, и изобилуют обломками вмещающих пород. Иногда отмечается обрастание этих обломков доломитом с образованием кокардовых текстур. Жилы повсеместно будинированы, а в кварце нередки сутуроподобные швы, выполненные углеродистым материалом. Примечательной особенностью является резкий и неприятный запах, появляющийся при раскалывании и особенно при распиловке кварца из этих жил.

Сульванит распределен неравномерно. Чаше его скопления приурочены к кварцу, реже - к границе кварца с кальцитом; зерна минерала близки к изометричным, размер от долей миллиметра до 3-5 мм, реже до 15 мм. Наблюдаемые в полированном шлифе границы срастания сульванита с кварцем волнистые, хотя почти всегда угадываются сечения куба. Кристаллы, вытравленные из кварца плавиковой кислотой, имеют резко неровную поверхность, напоминают скелетные кристаллы. Кроме сульванита в описываемых жилах обильны винно-желтые зерна клейофана (до 2 мм), редко отмечаются пирит и блеклая руда. Срастаний сульванита с указанными минералами не встречено. Цвет сульванита в свежем сколе бронзово-желтый, слегка тускнеющий на воздухе. Спайность совершенная по (100), часто хорошо проявляется при полировке (рис. 2, а). Треугольники выкрашивания, часто

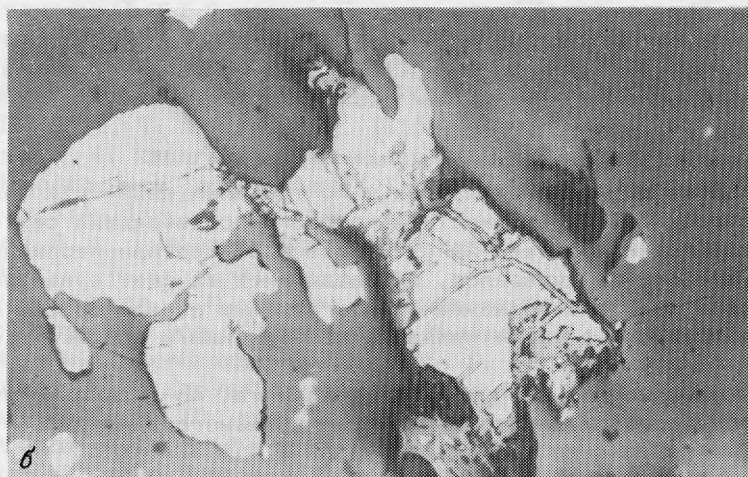
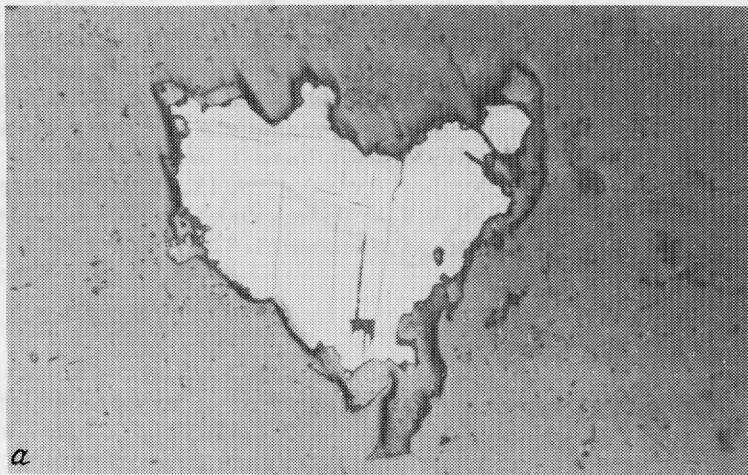


Рис. 2. Сульфани́т из Киргизии

а - зерно сульфани́та в кварце. Видны трещины спайности, проявившиеся при полировке. По краям зерна - кайма фольбортита; б - замещение сульфани́та фольбортитом по трещинам, полир. шлиф, увел. 45

отмечаемые в литературе, не наблюдались. Микротвердость определена на приборе ПМТ-3 при нагрузке 50 г (тарирован по NaCl при P = 10 г.) Е.В.Галускиным и составляет 139,56 кгс/мм<sup>2</sup>, колебания в пределах 138,9-145,56. Отражательная способность определена Н.И.Зенкиной на приборе МСФ-10 (эталон - металлический кремний, зонд - 0,3 мм). Спектр отражения аналогичен приведенным в литературе (рис. 3). Плотность, измеренная в жидкости Клеричи иммерсионным методом, - 4,0 г/см<sup>3</sup>, вычисленная - 3,92 г/см<sup>3</sup>. Рентгенограмма приведена в табл. 2. Химический состав определялся в лаборатории МГРИ на рентгеновском микроанализаторе MAP-2 В.Д.Бегизовым. Размер зонда 3 мкм, ускоряющее напряжение 35 кВ, ток 80-100 мА, эталоны - химически чистые медь и ванадий, пирит. Аналитические линии для всех элементов -  $K_{\alpha}$ . Вводились поправки на атомный номер, поглощения, характеристическую флюоресценцию.

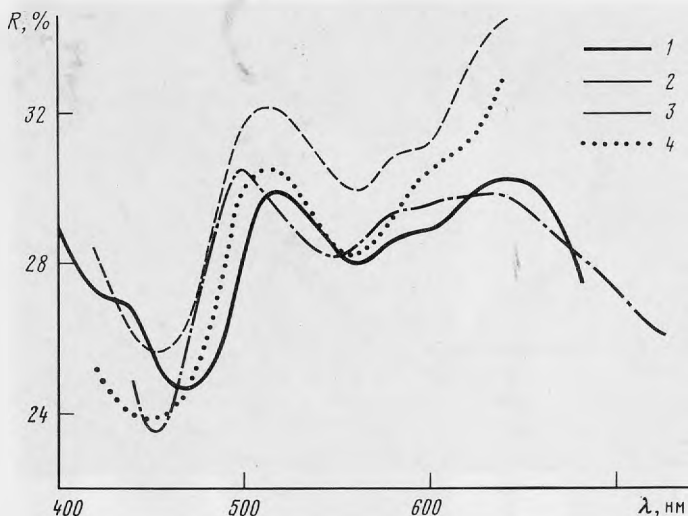


Рис. 3. Кривые дисперсии отражательной способности сульфаниита  
 1 - хр. Куйлю, Киргизия (наши данные); 2 - Пай-Хой [19]; 3 - рудник Меркур, штат Юта, США [29]; 4 - рудник Бурра-Бурра, Южная Австралия [29]

Сульфаниит часто по периферии зерен и по трещинам спайности замещен фольбортитом (рис. 2, б), диагностика которого подтверждена рентгенометрически и определением состава на стереоскане с энергодисперсионной приставкой. Из гипергенных минералов, развивающихся за счет сульфаниита, широко встречается малахит, образующий агрегативные псевдоморфозы по сульфанииту с фольбортитом, а также примазки по трещинам и корочки в кавернах кварца.

Источником ванадия для образования сульфаниита, по-видимому, являлись вмещающие породы, содержащие по данным спектрального анализа  $(6-16) \cdot 10^{-2} \%$  этого элемента при среднем содержании  $9 \cdot 10^{-2} \%$ .

Образцы сульфаниита из Юго-Восточной Киргизии переданы в минералогические музеи АН СССР, ЛГИ, МГРИ.

Типы ассоциаций сульфаниита. Приведенные выше данные показывают довольно ограниченный набор ассоциаций сульфаниита. Он встречается в кальцитовых, кальцит-кварцевых, кварц-кальцитовых жилах с преобладанием кальцита или кварца в зависимости от залегания жил среди битуминозных известняков или глинисто-антраксолитовых, глинисто-кремнистых сланцах, причем во всех случаях вмещающие породы содержат органическое вещество. Кроме главных минералов жил и сульфаниита, здесь встречаются доломит, сфалерит, пирит, блеклые руды, халькопирит. Сульфаниит в таких проявлениях достигает относительно крупных размеров (до 2 см). Возникновение сульфаниитсодержащих жил, по-видимому, связано с перераспределением вещества при метаморфизме осадочных толщ. Источником меди, серы и ванадия, вероятно, также явились вмещающие породы. К такому типу минерализации относятся проявления в Катанге, Северном Каратау, штате Юта, Пай-Хое, Киргизии, Монголии.

Другая ассоциация сульфаниита - колусит, энаргит, халькозин, ковеллин, блеклые руды, пирит, халькопирит и др. в полиметаллических месторождениях. Как правило, для сульфаниита в этой ассоциации характерны мелкие размеры выделений, встречаемость в разных зонах одного кристалла вмес-



те с минералами группы колусита. К проявлениям этого типа относятся Бор в Югославии, Калабона в Сардинии и др. Источник ванадия – также вмещающие породы. Характерный пример – проявления в Джебаглинских горах, где сульфванит известен и в жилах перекристаллизованного кальцита в известняках и в залегающих в этих толщах стратиформных свинцово-цинковых месторождениях [1,20,21].

Авторы выражают благодарность В.И.Иванову, В.И.Степанову, Н.Н.Девниной, Е.Е.Поповой и М.В.Румянцеву за помощь в исследовании и подборе материала.

#### Литература

1. Анкинович Е.А. Сульфванит из горизонта глинисто-антраксолитовых сланцев Каратау и Джебаглинских гор // Изв. АН КазССР. Сер. геол. 1958. № 1. С. 29-37.
2. Антипов И.А. О некоторых минералах из русских месторождений // Горн. журн. 1908. Т. 4, № 12. С. 29-37.
3. Бетехтин А.Г. О новом минерале арсеносульфваните // Зап. Всесоюз. минерал. о-ва. 1941. Ч. 70, вып. 2. С. 161-164.
4. Гармаш А.А. Парагенезис поздних гипогенных сульфидов в рудах Змеиногорского полиметаллического месторождения на Алтае // Докл. АН СССР. 1958. Т. 120, № 5. С. 1110-1113.
5. Зуев В.Н. Парагенезис ванадиевых минералов в одном из месторождений Восточного Забайкалья // Тр. Минерал. музея АН СССР. 1959. Вып. 9. С. 176-184.
6. Зуев В.Н. Сульфванит Восточного Забайкалья // Науч. тр. "Гиредмет". 1966. Т. 16. С. 41-42.
7. Качаловская В.М. и др. Колусит, арсеносульфванит и сульфванит из месторождения Бор, Югославия // Минералы и парагенезисы минералов эндогенных месторождений. Л., 1975. С. 98-104.
8. Михеев В.И. Структура арсеносульфванита // Зап. Всесоюз. минерал. о-ва. 1941. Ч. 70, вып. 2. С. 165-184.
9. Назаров Ю.И. Особенности формирования и прогноз глубинных месторождений медноколчеданной формации Южной Грузии. М.: Недра, 1966. 172 с.
10. Новиков В.П., Бегизов В.Д., Ильменёв Е.С. К характеристике арсеносульфванита // Изв. вузов. геология и разведка. 1974. № 9. С. 181-183.
11. Петровская Н.В. Сульфванит из золоторудного месторождения Лебединое. Докл. АН СССР. 1941. Т. 32, № 6. С. 427-429.
12. Рамдор П. Рудные минералы и их сростания. Изд-во иностр. лит.М., 1962. 1132 с.
13. Смирнов Ф.Л. Редкие минералы в борнитовых рудах медноколчеданного месторождения на Северном Кавказе // Тр. Минерал. музея АН СССР. 1959. Вып. 10. С. 174-176.
14. Смирнов Ф.Л., Премислер К.М. Сульфванит в кварцево-карбонатных жилах Пай-Хоя // Зап. Всесоюз. минерал. о-ва. 1967. Ч. 96, вып. 1. С. 100-104.
15. Страшимиров С. Сульфванит и колусит от медно-молибденового находище Медет // Геохимия, минералогия, петрология. 1982. Т. 15. С. 57-60.
16. Фасталович А.И., Петровская Н.В. Характер оруденения Лебединого золоторудного месторождения // Сов. геология. 1940. № 2. С. 54-65.

17. Хорошилова Л.А. Рентгеновское изучение арсеносульванита // Тр. Ин-та геологии Коми фил. АН СССР. 1978. Вып. 24. С. 71-79.
18. Хорошилова Л.А. Кристаллохимия и морфология минералов группы колусита и их структурных аналогов: Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Свердловск, 1987. 20 с.
19. Юшкин Н.П., Брызгалов И.А., Янулов К.П. Минералогия и физические свойства сульванита // Минералы и парагенезисы минералов гидротермальных месторождений. Л.: Наука, 1974. С. 76-93.
20. Юшко С.А. Минералогия свинцово-цинкового оруденения хребта Каратау // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1957. Т. 32, вып. 6. С. 139.
21. Юшко С.А. Сульванит в свинцово-цинковых рудах хребта Каратау // Тр. Минерал. музея АН СССР. 1961. Вып. II. С. 215-219.
22. Янулов К.П., Хорошилова Л.А., Юшкин Н.П. О морфологии и структуре кристаллов сульванита из месторождений Пай-Хоя // Тез. докл. V Межвед. совещ. по рентгенографии минер. сырья. Киев, 1972. С. 51-52.
23. Dolanski J. Sulvanite from Thorpe Hills, Utah // Amer. Miner. 1974. Vol. 59. P. 307-313.
24. Frebold G. Über das Vorkommen des Sulvanite in der Sierra Cordova, Argentinien // Zentr.-Bl. Miner. Geol. und Paläontol. Abt. A. 1928. S. 27-28.
25. Frenzel G. et al. The Calabona copper ore deposit of Alghero Sardinia // Neues Jb. Miner. Abh. 1975. Bd. 125, H. 2. S. 107-155.
26. Geier B., Ottemann J. New primary V; Ge; Ga; Sn-minerals from the Pb-Zn-Cu deposits, Tsumeb, S-W Africa // Miner. deposita. 1970. Vol. 5, N 1. P. 29-40.
27. Goyder G.A. Sulvanite a new mineral // J. Chem. Soc. Trans. 1900. Vol. 77. P. 1094-1097.
28. Jamotte A. Sur la presence de sulvanite au Katanga meridional // Bull.Soc.belg.geol.,paleontol.et hydrol.1938.Vol.48,N 3.P.500-504.
29. Levy C. Contribution a la mineralogie des sulfures de cuivre dy type Cu<sub>2</sub>XS<sub>4</sub> // Mem. Bur. rech. géol. et minières. 1966. Vol. 54. P. 127-149.
30. Orlandi P., Merlino S., Duchi G. et al. Colusite: a new occurrence and crystal chemistry // Canad. Miner. 1981. Vol. 19. P. 423-427.
31. Ramdohr P. Die Erzminerale und ihre Verwachsungen. B., 1969. 1174 s.
32. Schempp C.A., Schaller W.T. Sulvanite from Utah // Amer. Miner. 1931. Vol 16. P. 557-562.
33. Wiedemann H.H. Zentr.-Bl. Miner. Geol. und Paläontol. Abt. A. 1928. S. 203-204.